

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

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

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

Cadre réservé à l'autorité environnementale

Date de réception :
07 mai 2021

Dossier complet le :
07 mai 2021

N° d'enregistrement :
2021-0222

1. Intitulé du projet

REOUVERTURE DU CREMATORIUM D'HAUTMONT APRES TRAVAUX DE MISE AUX NORMES

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

2.1 Personne physique

Nom

Prénom

2.2 Personne morale

Dénomination ou raison sociale

ETABLISSEMENT FRERE

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

Olivier FRERE, gérant

RCS / SIRET

3 3 4 2 7 0 6 4 2 0 0 0 1 3

Forme juridique

SARL

Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1

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

N° de catégorie et sous-catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))
48. Crématoriums - toute création ou extension	Réouverture du crématorium de Hautmont (fermé depuis fin 2019) suite aux travaux de mise aux normes. Ce dernier n'est pas concerné par la réglementation ICPE ni IOTA.

4. Caractéristiques générales du projet

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

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

Créé en 1989 par les établissements FRERE, le crématorium d'Haumont signe à l'époque une autorisation d'exploitation de 30 ans. Ce dernier a fermé ses portes fin 2019 suite à l'arrivée à échéance de son arrêté.

Depuis, des travaux de mise aux normes ont été réalisés en 2020 avec notamment le remplacement du four et la mise en place d'un système de filtration des rejets atmosphériques (voir descriptif technique des équipements en annexe 8).

Il n'y a pas d'autres travaux prévus dans le cadre de ce projet de réouverture (ni construction ni démolition) excepté la création d'une dalle de 60 m² pour le système de filtration. Le crématorium sera identique à l'existant (excepté le four et son système de filtration).

4.2 Objectifs du projet

La société Frère est titulaire d'une convention de délégation de service public pour la gestion et l'exploitation d'un crématorium à Hautmont, par délibération du 20 février 2020.

L'objectif du projet est donc de pouvoir compléter l'offre actuelle du service de crémations pour la région Sambre Avesnois.

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

Il n'y a pas de travaux de construction ni de démolition prévus dans le cadre de ce projet (excepté la construction de la dalle de 60 m² pour accueillir le système de filtration).

Les seules modifications qui ont été apportées sur le site sont :

- le remplacement du four existant par un nouveau,
- la mise en place d'un système de filtration lui permettant de respecter les valeurs limites de l'arrêté du 28 janvier 2010 relatif à la hauteur de la cheminée des crématoriums et aux quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère instaurant la mise en place de ligne de traitement et de filtration des gaz,
- la construction de cloisons et l'aménagement d'un portail pour assurer la séparation avec le funérarium.

Les travaux de mise en conformité ont fait l'objet d'un contrôle par Funéraires de France (cf rapport de conformité en annexe 9).

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

Le rayon d'intervention du crématorium sera le bassin Sambre Avesnois, dans un rayon de 50 km autour du site.

Le nombre de crémation estimée est de l'ordre de 600 crémations/an avec un fonctionnement d'un four du lundi au samedi.

La salle des fours accueille 1 four qui comprend une chambre de crémation, une chambre de postcombustion et une chambre de refroidissement contrôlée des calcuis. Un système de neutralisation et de filtration des gaz issus du four a été mis en place pour de diminuer les quantités de polluants émises à l'atmosphère et de respecter les valeurs de l'arrêté du 28 janvier 2010.

4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?
La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

/

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

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
Superficie du bâtiment (existant)	87,5 m ²
Superficie de la dalle béton du système de filtration	60 m ²
Hauteur de la cheminée du système de filtration	7,5 m

4.6 Localisation du projet

Adresse et commune(s)
d'implantation

Rue de sous le Mont
59330 HAUTMONT

Coordonnées géographiques¹

Long. 03° 55' 28" E Lat. 50° 15' 10" N

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7° a), b) 9° a), b), c), d), 10°, 11° a) b), 12°, 13°, 22°, 32°, 34°, 38° ; 43° a), b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

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

Point d'arrivée :

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

Communes traversées :

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6

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

Oui

Non

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

Oui

Non

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

¹ Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

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

Le site Internet du ministère en charge de l'environnement vous propose, dans la rubrique concernant la demande de cas par cas, la liste des sites internet où trouver les données environnementales par région utiles pour remplir le formulaire.

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le site se trouve à: - 1,6 km à l'est de la ZNIEFF de type 1 " Bois de la Haute Lanière, Bois-Hoyaux et Bois du Fay" (réf.310013363), - 2,4 km à l'est de la ZNIEFF de type 1 "Prairies humides d'Aymeries"(réf.310014127), - 2,2 km à l'est de la ZNIEFF de type 2 "Vallée alluviale de la Sambre en amont de Bachant" (réf.310013731).
En zone de montagne ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	La zone couverte par un arrêté de protection de biotope la plus proche du site du projet se trouve à 2,9 km au nord-ouest. Il s'agit du "Massif forestier de la Lanière" (réf. FR3800773).
Sur le territoire d'une commune littorale ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le Parc Naturel Régional de l'Avesnois se situe à environ 2,5 km au nord-ouest du site (au niveau de Vieux-Mesnil) et à 2,75 km à l'est (au niveau de Ferrière-la-Grande).
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	La commune d'Hautmont est bordée par la RN2, axe concerné par le Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE)- 3ème échéance approuvé le 1er août 2019. Toutefois, cet axe se situe à plus de 950 m au nord-est du site.
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Le site se trouve dans le périmètre de protection de l'ancienne Abbaye bénédictine d'Hautmont (Monument Historique inscrit le 16/06/1992). Il est situé à 350 m à l'est de l'Abbaye.
Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le site n'est pas concerné par une zone à dominante humide recensée sur la cartographie Carmen (DREAL). La plus proche se trouve le long de la Sambre, à environ 250 m au Nord-Ouest du site.

Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? Si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La commune de Hautmont est couverte par un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) pour le risque Inondation (réf 59DDTM19860010 - PER - Hautmont). Ce dernier a été approuvé le 28/09/1993. Elle est également concernée par le TRI (Territoire à risque important d'inondation) de Maubeuge. Toutefois, le site n'est pas concerné par le zonage réglementaire de ce plan.
Dans un site ou sur des sols pollués ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le site ne se trouve pas sur un site recensé BASOL ou BASIAS ou SIS. En revanche, des terrains concernés par ces bases de données sur les sites pollués sont recensés à moins de 500m du site.
Dans une zone de répartition des eaux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	La commune de Hautmont n'est pas concernée par la Zone de Répartition des Eaux de la nappe des calcaires carbonifères, seule ressource classée en ZRE dans le bassin Artois-Picardie.
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Aucun captage AEP n'est présent sur la commune de Hautmont. Les captages AEP les plus proches se trouvent sur la commune de Limont-Fontaine à environ 3 km au sud du site. Le site ne se trouve pas dans les périmètres de protection de ces captages.
Dans un site inscrit ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Absence de sites inscrits dans un rayon de 10 km autour du site
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Absence de site Natura 2000 à proximité immédiate du site. Le plus proche est un site Natura 2000 Directive Habitats (réf.FR3100509) "Forêts de Mormal et de Bois l'Evêque, Bois de la Lanière et Plaine alluviale de la Sambre" qui se trouve à 7 km à l'ouest du site.
D'un site classé ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Absence de sites classés dans un rayon de 10 km autour du site

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

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

Veillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? Appréciez sommairement l'impact potentiel
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	La consommation d'eau pour le four se limite : - aux éventuels appoints du circuit fermé d'eau glycolée de l'aéroréfrigérant, - au système de sécurité incendie du four (système de pulvérisation d'eau en cas de surchauffe). Ces consommations d'eau ne sont pas significatives.
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le projet n'entraîne pas de nouveau rejet d'eau.
	Est-il excédentaire en matériaux ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Crématorium déjà existant- pas de travaux (excepté la dalle de 60 m ²).
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le site est déjà existant et ne fera pas l'objet de travaux : il n'est donc pas susceptible d'avoir un impact sur la biodiversité existante.
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Pas d'incidence sur ces zones étant donné les émissions susceptibles d'être générées par le crématorium et surtout l'éloignement de ces sites par rapport à ce dernier.

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Pas d'incidence sur ces zones étant donné les émissions susceptibles d'être générées par le crématorium et surtout l'éloignement de ces sites par rapport à ce dernier.
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comme précisé au §5, la commune est concernée par un PPRI mais le site n'est pas concerné par le zonage réglementaire associé à ce plan.
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Une Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) liés aux rejets atmosphériques du crématorium a été réalisée et est jointe en annexe 7. Elle a été réalisée sur la base d'une modélisation de la dispersion atmosphérique des flux maximum de polluants susceptibles d'être émis, permettant de connaître les quantités de polluants susceptibles d'être inhalées et ingérées par la population. La conclusion indique que les émissions atmosphériques engendrées par le crématorium respectent largement les recommandations des autorités sanitaires et ne présentent donc pas de risque pour la santé des riverains.
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Le trafic lié crématorium se limite à quelques véhicules légers: ceux des familles- environ 10/crémation, celui des 3 personnes travaillant sur le site et celui des prestataires en charge de l'entretien/maintenance du site. Ce trafic est non significatif au regard du trafic existant sur la zone.
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Seul l'aéroréfrigérant pourra être source d'émissions sonores. Toutefois, il est placé à l'arrière du bâtiment et sur des plots anti-vibratiles.

	Engendre-t-il des odeurs ? Est-il concerné par des nuisances olfactives ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des vibrations ? Est-il concerné par des vibrations ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des émissions lumineuses ? Est-il concerné par des émissions lumineuses ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Emissions	Engendre-t-il des rejets dans l'air ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les quantités de polluants susceptibles d'être émises par le four seront fortement réduites par rapport au site existant grâce à la mise en place du système de filtration. La situation sera donc améliorée par rapport à la situation précédente.
	Engendre-t-il des rejets liquides ? Si oui, dans quel milieu ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il des effluents ?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Les seuls déchets spécifiques (en plus des déchets banals) qui seront générés par le crématorium sont les résidus d'épuration des fumées (issues du système de filtration des rejets atmosphériques) qui seront collectés dans des fûts (au maximum 2 à 3 /an) et éliminés par une société spécialisée.

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

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

Oui Non Si oui, décrivez lesquelles :

Les projets ayant fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale depuis 2018 ont été recherchés sur le site de la DREAL Hauts de France - évaluation environnementale pour la commune de Hautmont. Le seul projet recensé est le suivant: projet de construction de logements mixtes et de commerces situés rue Fernand Rousselle (décision de non soumission à étude d'impact du 27 février 2020).

Au vu de la typologie de ce projet et de son éloignement par rapport au crématorium, ce dernier n'est pas susceptible d'avoir des effets cumulés avec le présent projet.

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

Oui Non Si oui, décrivez lesquels :

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

Le projet en lui même consiste en une mesure destinée à réduire l'impact du site sur l'environnement (très forte limitation des rejets atmosphériques grâce à la mise en place du système de filtration).

7. Auto-évaluation (facultatif)

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

Le projet n'étant ni une création ni une extension de crématorium mais une mise aux normes permettant une très forte réduction des quantités de polluants susceptible d'être émises à l'atmosphère, les établissement FRERE n'estiment pas que le projet nécessite la réalisation d'une évaluation environnementale.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

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

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

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

Objet

Annexe 7: Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) liés aux rejets atmosphériques du site
Annexe 8: Descriptif technique du four et du système de filtration
Annexe 9: Rapport de contrôle de la conformité Funéraires de France

9. Engagement et signature

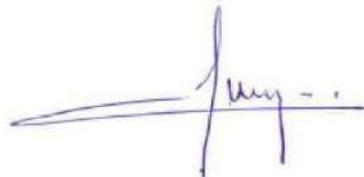
Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus

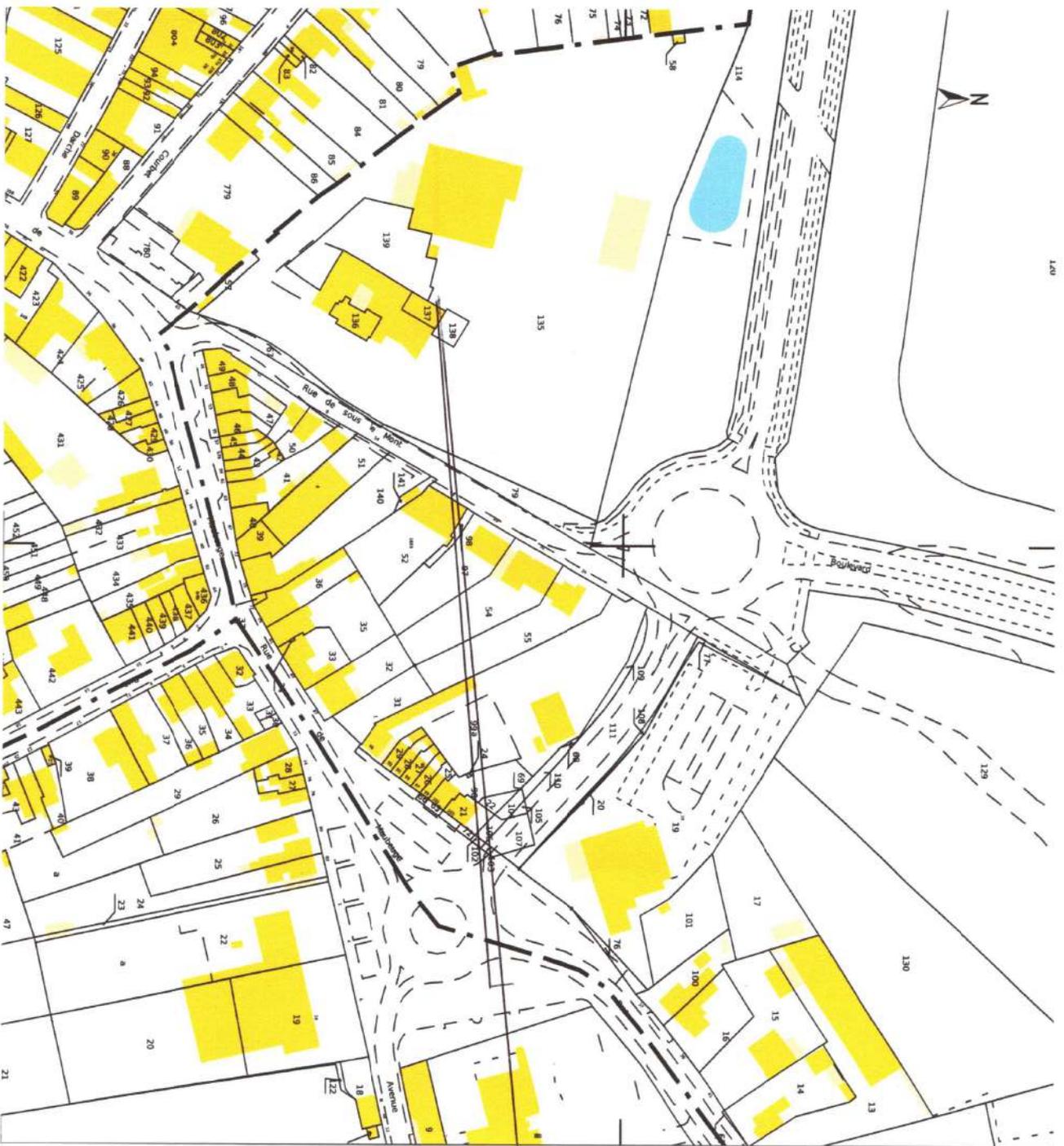


Fait à Hautmont

le, 06/05/2021

Signature





Implantation du projet

Crématorium - Containeur et aéroréfrigérant - 1. rue de sous le mont 59 330 Hautmont

Plan de Situation

Mai 2021

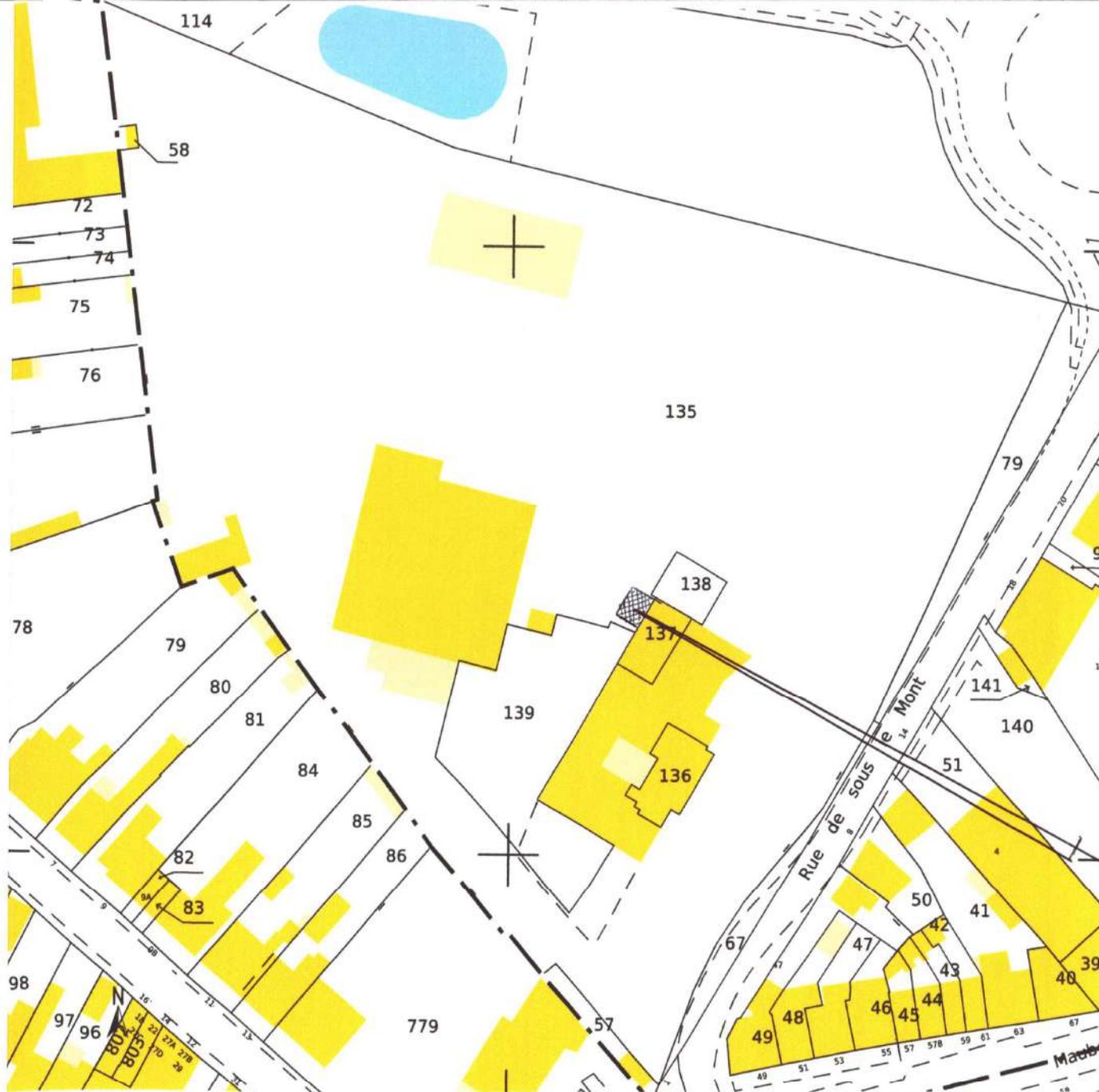
Maîtrise d'oeuvre : Axe et Perspective 20, Chemin des Dames 02 170 Esquiches Port : 06 30 80 91 78

Echelle : 1 : 2 000°

DP 01







Crématorium - Container et aéroréfrigérant - 1. rue de sous le mont 59 330 Hautmont

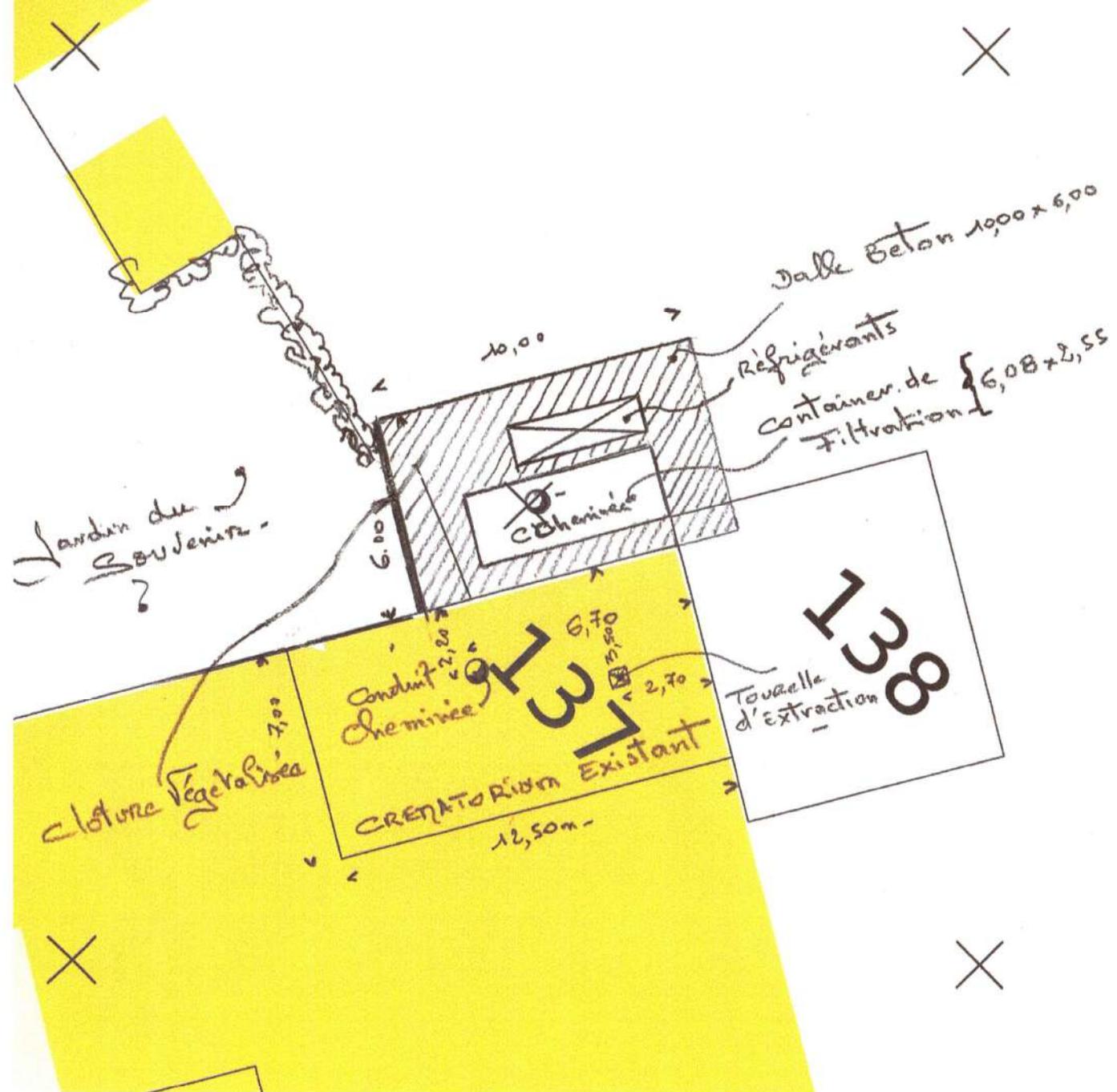
Plan de Cadastre

Mai 2021

Echelle : 1 : 1 000°

DP 02

Maitrise d'oeuvre : Axe et Perspective 20. Chemin des Dames 02 170 Esqueries Port : 06 30 80 91 78



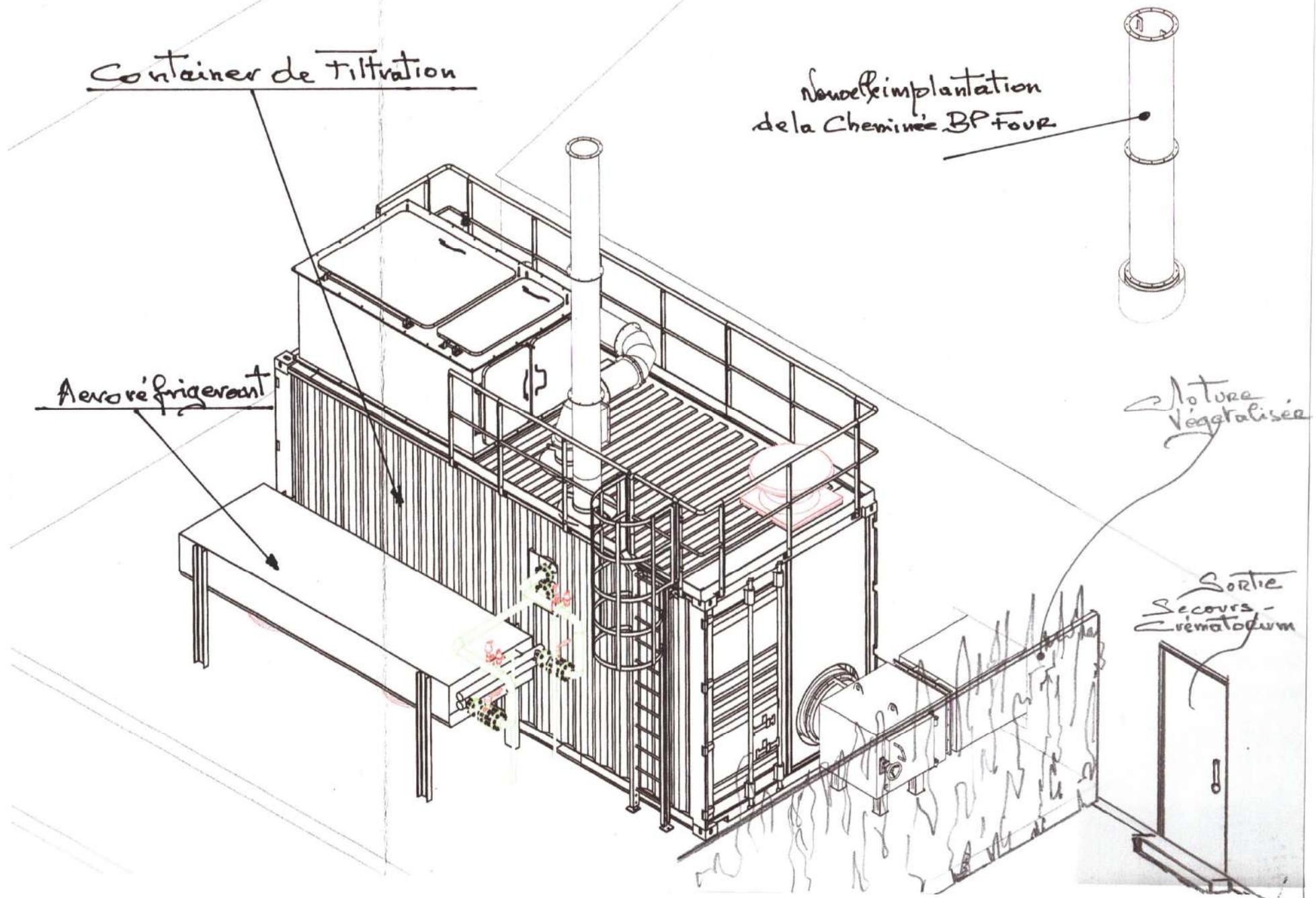
Crématorium - Container et Aéroréfrigérant - 1. rue de sous le mont 59 330 Hautmont

Plan de Masse

Mai 2021

Echelle : 1 : 500°

DP 02



Crématorium - Container et Aéroréfrigérant - 1. rue de sous le mont 59 330 Hautmont

Document Graphique

Mai 2021

Maitrise d'oeuvre : Axe et Perspective 20. Chemin des Dames 02 170 Esqueheries Port : 06 30 80 91 78

DP 06



Échelle 1 : 3 000

0 50 m

FRERE



Report generated: Fri Apr 30 12:51:29 CEST 2021

Table of contents

- 1 Project properties**
- 2 Materials/Species**
- 3. Model description**
 - 3.1. Constantes_Reglages**
 - 3.2. Sol_superficiel_habitation**
 - 3.3. Sol_racinaire_habitation**
 - 3.4. Fruits**
 - 3.5. Legumes_feuilles**
 - 3.6. Legumes_fruits**
 - 3.7. Legumes_racines**
 - 3.8. Tubercules**
 - 3.9. Poule**
 - 3.10. Niveaux_Exposition_Risque**
- 4 Simulation settings**
- 5 Results**

1. Project properties

Project name	FRERE
Author	X
Description	Modele_base : version 2.0.1

CHAMP D'UTILISATION

MODUL'ERS est un outil logiciel pour la réalisation des évaluations de risque prospectives effectuées dans le cadre de l'analyse des effets pour la santé des installations classées et pour la réalisation des Analyses de Risques Résiduels des sites et sols pollués.

Il est donc avant tout orienté vers l'estimation des expositions et des risques chroniques pour une source de contamination locale.

Toutefois, les concentrations dans les milieux et les niveaux d'exposition sont également données en fonction du temps. La représentativité de ces données de sortie dépend de celles des données d'entrée et des hypothèses sur lesquelles reposent les modèles utilisés (calcul dynamique ou à l'état stationnaire, temps nécessaire pour satisfaire une hypothèse d'équilibre,...). Le détail de ces hypothèses est présenté dans le document "Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle" (référence INERIS DRC-08-94882-16675B).

MODUL'ERS peut être utilisé pour des substances organiques et inorganiques. Toutefois, dans sa version actuelle, MODUL'ERS ne prend pas en compte le pH des milieux et ne calcule pas la fraction ionisée des substances organiques partiellement ionisables. Pour étudier les substances organiques partiellement ionisables, il peut être nécessaire d'ajuster les paramètres relatifs aux substances en fonction de la répartition entre la forme neutre et la forme ionisée dans le milieu. Pour le mercure, MODUL'ERS donne des valeurs de paramètres pour les formes inorganique et organique, mais n'estime pas la répartition des deux formes dans les différents milieux.

2. Materials/Species

Materials

Name	Enabled
2378 Tétrachlorodibenzofuranne	Yes
Mercure	Yes

3. Model description

Interaction Matrix

Constantes Reglages	Constantes Reglages to Sol	Constantes Reglages to Sol	Constantes Reglages to Fruits	Constantes Reglages to Legumes feuilles	Constantes Reglages to Legumes fruits	Constantes Reglages to Legumes racines	Constantes Reglages to Tubercules			1
	Sol superficiel habitation		Sol superficiel habitation to Fruits	Sol superficiel habitation to Legumes feuilles	Sol superficiel habitation to Legumes fruits			Sol superficiel habitation to Poule	Sol superficiel habitation to Niveaux Exposition Risque	2
		Sol racinaire habitation	Sol racinaire habitation to Fruits	Sol racinaire habitation to Legumes feuilles	Sol racinaire habitation to Legumes fruits	Sol racinaire habitation to Legumes racines	Sol racinaire habitation to Tubercules			3
			Fruits						Fruits to Niveaux Exposition Risque	4
				Legumes feuilles					Legumes feuilles to Niveaux Exposition Risque	5
					Legumes fruits				Legumes fruits to Niveaux Exposition Risque	6
						Legumes racines			Legumes racines to Niveaux Exposition Risque	7
							Tubercules		Tubercules to Niveaux Exposition Risque	8
								Poule	Poule to Niveaux Exposition Risque	9
									Niveaux Exposition Risque	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

3.1. Constantes Reglages

Constantes Reglages			Sub-system
Id	Constantes_Reglages		
Enabled flag	Yes		
Symbol	Constantes Reglages		
Object	Output	Sub-system	
type Polluant	type Polluant type Polluant type Polluant type Polluant type Polluant type Polluant type Polluant	Sol superficiel habitation Sol racinaire habitation Fruits Legumes feuilles Legumes fruits Legumes racines Tubercules	
inorganique	inorganique inorganique inorganique inorganique inorganique inorganique inorganique	Sol superficiel habitation Sol racinaire habitation Fruits Legumes feuilles Legumes fruits Legumes racines Tubercules	
organique	organique organique organique organique organique organique organique	Sol superficiel habitation Sol racinaire habitation Fruits Legumes feuilles Legumes fruits Legumes racines Tubercules	

3.2. Sol superficiel habitation

Sol superficiel habitation		Sub-system
Id	Sol_superficiel_habitation	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Sol superficiel habitation	
Description	<p>Ce module permet de calculer la concentration dans une couche de sol en surface au cours du temps en tenant compte ou non des apports atmosphériques, des apports par irrigation et des mécanismes de perte (dégradation, lixiviation, érosion, ruissellement). Les concentrations dans l'eau du sol peuvent être calculées en tenant compte de la présence d'un mélange de substances dans le sol et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>L'épaisseur de la couche de sol où s'accumule le polluant est définie en fonction de l'usage de la zone et du phénomène de transfert étudiés (cf. section 1.1.2.2.3). Pour deux couches de sol de hauteurs différentes, deux modules sol devront être définis .</p> <p>Voir le chapitre 1 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>	
Object	Input	Sub-system
organique	organique	Constantes Reglages
inorganique	inorganique	Constantes Reglages
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages
Object	Output	Sub-system
Dose _{ingsol,freq,expo,individu}	Dose _{ingsol,freq,expo,individu}	Niveaux Exposition Risque
Cs _{attrib}	Cs _{part,susp} Cs _{part,susp} Cs _{part,susp} Cs ₁	Fruits Legumes feuilles Legumes fruits Poule
Dose _{ingsol,freq,expo,classe,age}	Dose _{ingsol,freq,expo,classe,age}	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[apport_irrig](#) apport irrig

Description

A définir si definition_Cs_attrib=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte un apport par irrigation.

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne non

Mercure non oui

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[definition_Cs_attrib](#) definition Cs attrib

Description

Sélectionner le mode d'estimation de la concentration de polluant dans le sol attribuable à la source ou aux sources étudiée(s) (hors bruit de fond) : valeur calculée par le modèle (Cs_attrib_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cs_attrib_E).

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne valeur_calculée

Mercure valeur_calculée non_defini

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[definition_depots_atmospheriques](#) definition depots atmospheriques

Description

A définir si definition_Cs_attrib=valeur_calculée et apport_atm=oui. Définir le type de données utilisées pour représenter les dépôts : 1) dépôt gazeux humide, dépôt gazeux sec, dépôt particulaire humide et/ou dépôts particulaires sec 2) dépôts gazeux et/ou dépôts particulaires 3) dépôts totaux.

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne option_depots3

Mercure option_depots3 non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[Epaisseur de la couche de sol considérée](#) Z_s m

Description

A définir si definition_Cs_attrib=valeur_calculée

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
-------	------------	-----------	-----------	-----	------------

0.05 0.0

Comment

Vérifié. 0,01m pour l'ingestion de sol; 0,15 à 0,45 m pour les cultures maraîchères (0,3 m par défaut); 0,45 à 0,9 m pour les cultures de plein champs (0,6 m par défaut); 0,1 à 0,6 m pour le fourrage (0,5 m par défaut)

Full Name				Symbol	Unit
Porosité du sol				n	unitless
Description					
A définir si definition_Cs_attrib=valeur_calculée					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.5	0.0	0.3	0.7		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 0,4 par défaut ; sols limoneux ou argileux : 0,5 par défaut					

Lookup table changes

Vector lookup tables

Full Name				Symbol	Unit
Dépôt total sur le sol (hors bruit de fond)				D_t	$\text{mg m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Description					
A définir si option_depots3 pour definition_depot_atmospheriques					
Cyclic option					
No					
Interpolation					
Use Input Below					
Time	2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Time	Mercure		
Predefined	0.0:-1.0	Predefined	0.0:-1.0		
0.0	9.57E-17	0.0	5.44E-10		

3.3. Sol racinaire habitation

Sol racinaire habitation		Sub-system
Id	Sol_racinaire_habitation	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Sol racinaire habitation	
Description	<p>Ce module permet de calculer la concentration dans une couche de sol en surface au cours du temps en tenant compte ou non des apports atmosphériques, des apports par irrigation et des mécanismes de perte (dégradation, lixiviation, érosion, ruissellement). Les concentrations dans l'eau du sol peuvent être calculées en tenant compte de la présence d'un mélange de substances dans le sol et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>L'épaisseur de la couche de sol où s'accumule le polluant est définie en fonction de l'usage de la zone et du phénomène de transfert étudiés (cf. section 1.1.2.2.3). Pour deux couches de sol de hauteurs différentes, deux modules sol devront être définis .</p> <p>Voir le chapitre 1 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>	
Object	Input	Sub-system
type Polluant	type Polluant	Constantes Replages
inorganique	inorganique	Constantes Replages
organique	organique	Constantes Replages
Object	Output	Sub-system
Cs attrib	Cs racinaire	Fruits
	Cs racinaire	Legumes feuilles
	Cs racinaire	Legumes fruits
	Cs racinaire	Legumes racines
	Cs racinaire	Tubercules

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[apport_irrig](#) apport irrig

Description

A définir si definition_Cs_attrib=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte un apport par irrigation.

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne non

Mercure non oui

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[definition_Cs_attrib](#) definition Cs attrib

Description

Sélectionner le mode d'estimation de la concentration de polluant dans le sol attribuable à la source ou aux sources étudiée(s) (hors bruit de fond) : valeur calculée par le modèle (Cs_attrib_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cs_attrib_E).

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne valeur_calculée

Mercure valeur_calculée non_defini

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[definition_depots_atmospheriques](#) definition depots atmospheriques

Description

A définir si definition_Cs_attrib=valeur_calculée et apport_atm=oui. Définir le type de données utilisées pour représenter les dépôts : 1) dépôt gazeux humide, dépôt gazeux sec, dépôt particulaire humide et/ou dépôts particulaires sec 2) dépôts gazeux et/ou dépôts particulaires 3) dépôts totaux.

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne option_depots3

Mercure option_depots3 non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

[Epaisseur de la couche de sol considérée](#) Z_s m

Description

A définir si definition_Cs_attrib=valeur_calculée

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
-------	------------	-----------	-----------	-----	------------

0.3 0.0

Comment

Vérifié. 0,01m pour l'ingestion de sol; 0,15 à 0,45 m pour les cultures maraîchères (0,3 m par défaut); 0,45 à 0,9 m pour les cultures de plein champs (0,6 m par défaut); 0,1 à 0,6 m pour le fourrage (0,5 m par défaut)

Full Name				Symbol	Unit
Porosité du sol				n	unitless
Description					
A définir si definition_Cs_attrib=valeur_calculée					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.5	0.0	0.3	0.7		
Comment					
Vérifié. Sols sableux : 0,4 par défaut ; sols limoneux ou argileux : 0,5 par défaut					

Lookup table changes

Vector lookup tables

Full Name				Symbol	Unit
Dépôt total sur le sol (hors bruit de fond)				D_t	$\text{mg m}^{-2} \text{s}^{-1}$
Description					
A définir si option_depots3 pour definition_depot_atmospheriques					
Cyclic option					
No					
Interpolation					
Use Input Below					
Time	2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Time	Mercure		
Predefined	0.0:-1.0	Predefined	0.0:-1.0		
0.0	9.57E-17	0.0	5.44E-10		

3.4. Fruits

Fruits		Sub-system
Id	Fruits	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Fruits	
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion, au prélèvement direct à partir du sol. Pour calculer la concentration dans le végétal considéré, il est nécessaire de définir son type (grains, autres_parties_supérieures d'une plante : tige, feuilles, fruits ; fourrage, tubercules, parties_racinaires) et les différents transferts à prendre en compte. Un module sera défini pour chaque type de végétal à considérer.</p> <p>Ce module est paramétré pour des végétaux de type "fruits".</p> <p>Les concentrations dans les végétaux sont données au moment de la récolte et de récolte en récolte. La date de récolte (Trecolte) doit être supérieure aux dates de début de prélèvement sol (Tdat_prel) et de début d'exposition aux dépôts (Texp_veg). Pour les substances organiques et certains types de végétaux, des relations en fonction du Kow sont proposées pour estimer les coefficients de bioconcentration sol-plante et air-plante. Ce module permet éventuellement de calculer la concentration dans l'eau du sol de la couche racinaire à partir de la concentration définie pour cette couche et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>Voir le chapitre 1.6 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>	
Object	Input	Sub-system
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages
Cs _{part,susp}	Cs _{attrib}	Sol superficiel habitation
Cs _{racinaire}	Cs _{attrib}	Sol racinaire habitation
organique	organique	Constantes Reglages
inorganique	inorganique	Constantes Reglages
Object	Output	Sub-system
Dose _{veg,individu}	Dose _{veg,individu}	Niveaux Exposition Risque
Dose _{veg,classe,age}	Dose _{veg,classe,age}	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Scalar general variables

Full Name	Symbol	Unit
modele_interception	modele interception	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et (si depots_particulaires_atm=oui, depots_indirects_sol=option_vit_depot_part ou depot_irrigation=oui) et si (type_plante=fourrage ou type_plante=autres_parties_superieures). Indiquer si vous souhaitez tenir compte de l'évolution du facteur d'interception des dépôts par les parties consommables du végétal considéré (ne concerne que les parties foliaires ou les fruits) pendant sa période de croissance. Sinon, le facteur d'interception maximal (Imax) est pris en compte sur toute la période d'exposition aux dépôts (periode_exp_veg)		
Value	Predefined value	
non	Fruits.non	

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
Concentration dans l'air extérieur sous forme particulaire et issue du sol	Cap e sol	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si depots_indirects_sol=option_vit_depot_part. Sélectionner la concentration dans l'air sous forme particulaire et issue du sol pour le dépôt indirect à partir du sol sur les végétaux: valeur définie par l'utilisateur (Cap_e_sol_E) ou calculée par le modèle (Cap_e_sol_C)		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Cap_e_sol_C	
Mercure	Cap_e_sol_C	Fruits.Cap_e_sol_E

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cp	definition Cp	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans les végétaux : valeur calculée (Cp_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cp_E)		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	valeur_calculée	
Mercure	valeur_calculée	Fruits.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
definition_depots_atmospheriques	definition depots atmospheriques	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si depots_particulaires_atm=oui. Définir le type de données utilisées pour représenter les dépôts atmosphériques directs : 1) dépôt gazeux humide, dépôt gazeux sec, dépôt particulaire humide et/ou dépôts particuliers sec 2) dépôts gazeux totaux et/ou dépôts particuliers totaux 3) dépôts totaux		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	option_depots3	

Mercure	option_depots3	Fruits.non_defini
---------	----------------	-------------------

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

depot_irrigation	depot irrigation	
----------------------------------	------------------	--

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt sur les végétaux lié à l'irrigation par aspersion pour cette catégorie de plante. Ce dépôt n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	non	
--------------------------------	-----	--

Mercure	non	Fruits.oui
---------	-----	------------

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

depots_indirects_sol	depots indirects sol	
--------------------------------------	----------------------	--

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt de particules issues du sol pour cette catégorie de plante et si oui, si vous souhaitez estimer la concentration résultante dans la plante à partir de la fraction de particules adhérent à la plante (option_f_part_veg) ou à partir de la vitesse de dépôt des particules (option_vit_depot_part).

Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour des produits végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes non protégées par une enveloppe (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	option_vit_depot_part	
--------------------------------	-----------------------	--

Mercure	option_vit_depot_part	Fruits.non_defini
---------	-----------------------	-------------------

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal	$f_{veg,exp}$	unitless
---	---------------	----------

Description

A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
-------	------------	-----------	-----------	-----	------------

0.1	0.2	0.1	0.3		
-----	-----	-----	-----	--	--

Comment

Valeur ponctuelle, min et max correspondent respectivement à la population possédant un jardin, à la population générale, à la population agricole

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

Bf_E (Facteur de bioconcentration air-plante)	Bf_E	
---	--------	--

m³ kg_{vegfr}⁻¹

Description						
Validé. Cette valeur intègre le lavage et la préparation						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	60.0		60.0	300.0		
Mercure	2100.0	-1.0	1500.0	3000.0		
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé					
Mercure	Vérifié. Valeur médiane = 2100					

Full Name	Symbol	Unit
Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)	Br _E	mg kg _{vegsec} ⁻¹ (mg kg ⁻¹) -1

Description						
A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si prelevement_direct_sol=oui et si Br= Br_E. Facteur de bioconcentration sol-plante : valeur définie par l'utilisateur. En l'absence de données, mettre -1.						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	0.0					
Mercure	0.48	-1.0	8.6E-4	0.48	logn(0.043,0.081)	
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé					
Mercure	Validé. Médiane =0,020					

Lookup table changes

Vector lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Concentration de polluant dans l'air sous forme gazeuse	Cag _e	mg m ⁻³

Description	
A définir si definition_Cp=valeur_calculée, absorption_gazeuse=oui. L'utilisateur doit alors définir Cair (Concentration de polluant dans l'air sous forme particulaire et gazeuse) ou Cag _e (Concentration de polluant dans l'air sous forme gazeuse). Cag _e peut être définie par un module amont (par connexion à partir de Cag _e dans le module "Par_envir", à partir de Cag _e _Hb_attrib ou à partir de Cag _e _Hb_tot dans le module "Conc_gaz_ext"). Si Cag_e et Cair sont renseignés, Cag_e est utilisée prioritairement. Si l'on veut utiliser Cair, laisser la valeur -1 par défaut pour Cag_e	

Cyclic option
No

Interpolation
Interpolation-Extrapolation

Time	2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Time	Mercure
Predefined 0.0:-1.0		Predefined 0.0:-1.0	
0.0	1.47E-13	0.0	2.93E-7

Full Name		Symbol	Unit
Dépôt particulaire total sur les végétaux		D _{pt}	mg m ⁻² s ⁻¹
Description			
A définir si option_depots2 ou option_depots3 retenue pour definition_depot_atmospheriques			
Cyclic option			
No			
Interpolation			
Interpolation-Extrapolation			
Time	2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Time	Mercure
Predefined 0.0:-1.0		Predefined 0.0:-1.0	
0.0	9.57E-17	0.0	5.44E-10

3.5. Legumes feuilles

Legumes feuilles		Sub-system
Id	Legumes_feuilles	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Legumes feuilles	
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion, au prélèvement direct à partir du sol. Pour calculer la concentration dans le végétal considéré, il est nécessaire de définir son type (grains, autres_parties_supérieures d'une plante : tige, feuilles, fruits ; fourrage, tubercules, parties_racinaires) et les différents transferts à prendre en compte. Un module sera défini pour chaque type de végétal à considérer.</p> <p>Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-feuilles".</p> <p>Les concentrations dans les végétaux sont données au moment de la récolte et de récolte en récolte. La date de récolte (Trecolte) doit être supérieure aux dates de début de prélèvement sol (Tdat_prel) et de début d'exposition aux dépôts (Texp_veg). Pour les substances organiques et certains types de végétaux, des relations en fonction du Kow sont proposées pour estimer les coefficients de bioconcentration sol-plante et air-plante. Ce module permet éventuellement de calculer la concentration dans l'eau du sol de la couche racinaire à partir de la concentration définie pour cette couche et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>Voir le chapitre 1.6 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>	
Object	Input	Sub-system
Cs _{racinaire}	Cs _{attrib}	Sol racinaire habitation
inorganique	inorganique	Constantes Replages
Cs _{part,susp}	Cs _{attrib}	Sol superficiel habitation
type Polluant	type Polluant	Constantes Replages
organique	organique	Constantes Replages
Object	Output	Sub-system
Dose _{veg,classe,age}	Dose _{veg,classe,age}	Niveaux Exposition Risque
Dose _{veg,individu}	Dose _{veg,individu}	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Scalar general variables

Full Name	Symbol	Unit
modele_interception	modele interception	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et (si depots_particulaires_atm=oui, depots_indirects_sol=option_vit_depot_part ou depot_irrigation=oui) et si (type_plante=fourrage ou type_plante=autres_parties_superieures). Indiquer si vous souhaitez tenir compte de l'évolution du facteur d'interception des dépôts par les parties consommables du végétal considéré (ne concerne que les parties foliaires ou les fruits) pendant sa période de croissance. Sinon, le facteur d'interception maximal (Imax) est pris en compte sur toute la période d'exposition aux dépôts (periode_exp_veg)		
Value	Predefined value	
non	Legumes_feuilles.non	

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
Concentration dans l'air extérieur sous forme particulaire et issue du sol	Cap e sol	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si depots_indirects_sol=option_vit_depot_part. Sélectionner la concentration dans l'air sous forme particulaire et issue du sol pour le dépôt indirect à partir du sol sur les végétaux: valeur définie par l'utilisateur (Cap_e_sol_E) ou calculée par le modèle (Cap_e_sol_C)		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Cap_e_sol_C	
Mercure	Cap_e_sol_C	Legumes_feuilles.Cap_e_sol_E

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cp	definition Cp	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans les végétaux : valeur calculée (Cp_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cp_E)		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	valeur_calculée	
Mercure	valeur_calculée	Legumes_feuilles.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
definition_depots_atmospheriques	definition depots atmospheriques	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si depots_particulaires_atm=oui. Définir le type de données utilisées pour représenter les dépôts atmosphériques directs : 1) dépôt gazeux humide, dépôt gazeux sec, dépôt particulaire humide et/ou dépôts particuliers sec 2) dépôts gazeux totaux et/ou dépôts particuliers totaux 3) dépôts totaux		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	option_depots3	

Mercure	option_depots3	Legumes_feuilles.non_defini
---------	----------------	-----------------------------

Full Name	Symbol	Unit
depot_irrigation	depot irrigation	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt sur les végétaux lié à l'irrigation par aspersion pour cette catégorie de plante. Ce dépôt n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	non	
Mercure	non	Legumes_feuilles.oui

Full Name	Symbol	Unit
depots_indirects_sol	depots indirects sol	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt de particules issues du sol pour cette catégorie de plante et si oui, si vous souhaitez estimer la concentration résultante dans la plante à partir de la fraction de particules adhérent à la plante (option_f_part_veg) ou à partir de la vitesse de dépôt des particules (option_vit_depot_part). Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour des produits végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes non protégées par une enveloppe (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	option_vit_depot_part	
Mercure	option_vit_depot_part	Legumes_feuilles.non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit			
Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal	f veg,exp	unitless			
Description					
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.25	0.5	0.25	0.65		
Comment					
Valeur ponctuelle, min et max correspondent respectivement à la population possédant un jardin, à la population générale, à la population agricole					

Full Name	Symbol	Unit
Teneur en matière sèche des végétaux	tsp	kg vegsec kg vegfrais -1
Description		

A définir si definition_Cp=valeur_calculée.

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.086	0.07	0.05	0.1		
Comment					
Validé					

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
Bf_E (Facteur de bioconcentration air-plante)	Bf _E	m ³ kg _{vegfr} ⁻¹

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si absorption_gazeuse=oui et si Bf= Bf_E. Facteur de bioconcentration air-plante : valeur définie par l'utilisateur. Mettre 0 pour les substances inorganiques (hors mercure inorganique).

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	60.0		60.0	300.0		
Mercure	2100.0	-1.0	1500.0	3000.0		
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé. Cette valeur intègre le lavage et la préparation					
Mercure	Vérifié. Valeur médiane = 2100					

Full Name	Symbol	Unit
Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)	Br _E	mg kg _{vegsec} ⁻¹ (mg kg ⁻¹) -1

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si prelevement_direct_sol=oui et si Br= Br_E. Facteur de bioconcentration sol-plante : valeur définie par l'utilisateur. En l'absence de données, mettre -1.

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	0.0					
Mercure	0.9	-1.0	0.0061	0.9	logn(0.118,0.148)	
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé					
Mercure	Validé. Moy.géo. =0,074					

Lookup table changes

Vector lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Concentration de polluant dans l'air sous forme gazeuse	Cag _e	mg m ⁻³

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée, absorption_gazeuse=oui. L'utilisateur doit alors définir Cair (Concentration de

polluant dans l'air sous forme particulaire et gazeuse) ou Cag_e (Concentration de polluant dans l'air sous forme gazeuse). Cag_e peut être définie par un module amont (par connexion à partir de Cag_e dans le module "Par_envir", à partir de Cag_e_Hb_attrib ou à partir de Cag_e_Hb_tot dans le module "Conc_gaz_ext"). **Si Cag_e et Cair sont renseignés, Cag_e est utilisée prioritairement. Si l'on veut utiliser Cair, laisser la valeur -1 par défaut pour Cag_e**

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Extrapolation

Time	2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Time	Mercure
Predefined	0.0:-1.0	Predefined	0.0:-1.0
0.0	1.47E-13	0.0	2.93E-7

Full Name	Symbol	Unit
Dépôt particulaire total sur les végétaux	D _{pt}	mg m ⁻² s ⁻¹

Description

A définir si option_depots2 ou option_depots3 retenue pour definition_depot_atmospheriques

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Extrapolation

Time	2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Time	Mercure
Predefined	0.0:-1.0	Predefined	0.0:-1.0
0.0	9.57E-17	0.0	5.44E-10

3.6. Legumes fruits

Legumes fruits		Sub-system
Id	Legumes_fruits	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Legumes fruits	
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion, au prélèvement direct à partir du sol. Pour calculer la concentration dans le végétal considéré, il est nécessaire de définir son type (grains, autres_parties_supérieures d'une plante : tige, feuilles, fruits ; fourrage, tubercules, parties_racinaires) et les différents transferts à prendre en compte. Un module sera défini pour chaque type de végétal à considérer.</p> <p>Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-fruits".</p> <p>Les concentrations dans les végétaux sont données au moment de la récolte et de récolte en récolte. La date de récolte (Trecolte) doit être supérieure aux dates de début de prélèvement sol (Tdat_prel) et de début d'exposition aux dépôts (Texp_veg). Pour les substances organiques et certains types de végétaux, des relations en fonction du Kow sont proposées pour estimer les coefficients de bioconcentration sol-plante et air-plante. Ce module permet éventuellement de calculer la concentration dans l'eau du sol de la couche racinaire à partir de la concentration définie pour cette couche et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>Voir le chapitre 1.6 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>	
Object	Input	Sub-system
Cs _{racinaire}	Cs _{attrib}	Sol racinaire habitation
inorganique	inorganique	Constantes Replages
type Polluant	type Polluant	Constantes Replages
Cs _{part,susp}	Cs _{attrib}	Sol superficiel habitation
organique	organique	Constantes Replages
Object	Output	Sub-system
Dose _{veg,classe,age}	Dose _{veg,classe,age}	Niveaux Exposition Risque
Dose _{veg,individu}	Dose _{veg,individu}	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Scalar general variables

Full Name	Symbol	Unit
modele_interception	modele interception	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et (si depots_particulaires_atm=oui, depots_indirects_sol=option_vit_depot_part ou depot_irrigation=oui) et si (type_plante=fourrage ou type_plante=autres_parties_superieures). Indiquer si vous souhaitez tenir compte de l'évolution du facteur d'interception des dépôts par les parties consommables du végétal considéré (ne concerne que les parties foliaires ou les fruits) pendant sa période de croissance. Sinon, le facteur d'interception maximal (Imax) est pris en compte sur toute la période d'exposition aux dépôts (periode_exp_veg)		
Value	Predefined value	
non	Legumes_fruits.non	

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
Concentration dans l'air extérieur sous forme particulaire et issue du sol	Cap e sol	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si depots_indirects_sol=option_vit_depot_part. Sélectionner la concentration dans l'air sous forme particulaire et issue du sol pour le dépôt indirect à partir du sol sur les végétaux: valeur définie par l'utilisateur (Cap_e_sol_E) ou calculée par le modèle (Cap_e_sol_C)		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Cap_e_sol_C	
Mercure	Cap_e_sol_C	Legumes_fruits.Cap_e_sol_E

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cp	definition Cp	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans les végétaux : valeur calculée (Cp_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cp_E)		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	valeur_calculée	
Mercure	valeur_calculée	Legumes_fruits.valeur_entree

Full Name	Symbol	Unit
definition_depots_atmospheriques	definition depots atmospheriques	
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée et si depots_particulaires_atm=oui. Définir le type de données utilisées pour représenter les dépôts atmosphériques directs : 1) dépôt gazeux humide, dépôt gazeux sec, dépôt particulaire humide et/ou dépôts particuliers sec 2) dépôts gazeux totaux et/ou dépôts particuliers totaux 3) dépôts totaux		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	option_depots3	

Mercure	option_depots3	Legumes_fruits.non_defini
---------	----------------	---------------------------

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

depot_irrigation	depot irrigation	
----------------------------------	------------------	--

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt sur les végétaux lié à l'irrigation par aspersion pour cette catégorie de plante. Ce dépôt n'est pris en compte par le modèle que pour les végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	non	
Mercure	non	Legumes_fruits.oui

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

depots_indirects_sol	depots indirects sol	
--------------------------------------	----------------------	--

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée. Indiquer si vous souhaitez prendre en compte le dépôt de particules issues du sol pour cette catégorie de plante et si oui, si vous souhaitez estimer la concentration résultante dans la plante à partir de la fraction de particules adhérent à la plante (option_f_part_veg) ou à partir de la vitesse de dépôt des particules (option_vit_depot_part).

Ce mécanisme de transfert n'est pris en compte par le modèle que pour des produits végétaux correspondant à la partie foliaire ou aux autres parties supérieures des plantes non protégées par une enveloppe (cf. type_plante). Sélectionner "non" si type_plante est différent de "autres_parties_superieures" ou si type_plante est différent de "fourrage".

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	option_vit_depot_part	
Mercure	option_vit_depot_part	Legumes_fruits.non_defini

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal	f	unitless
	veg,exp	

Description

A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
-------	------------	-----------	-----------	-----	------------

0.25	0.55	0.25	0.65		
------	------	------	------	--	--

Comment

Valeur ponctuelle, min et max correspondent respectivement à la population possédant un jardin, à la population générale, à la population agricole

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

Teneur en matière sèche des végétaux	tsp	kg vegsec kg vegfrais
		-1

Description

A définir si definition_Cp=valeur_calculée.

Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.063	0.07	0.04	0.11		
Comment					
Validé					

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit				
Bf_E (Facteur de bioconcentration air-plante)	Bf _E	m ³ kg _{vegfrais} ⁻¹				
Description						
A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si absorption_gazeuse=oui et si Bf= Bf_E. Facteur de bioconcentration air-plante : valeur définie par l'utilisateur. Mettre 0 pour les substances inorganiques (hors mercure inorganique).						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	60.0		60.0	300.0		
Mercure	2100.0	-1.0	1500.0	3000.0		
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé. Cette valeur intègre le lavage et la préparation					
Mercure	Vérifié. Valeur médiane = 2100					

Full Name	Symbol	Unit				
Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)	Br _E	mg kg _{vegsec} ⁻¹ (mg kg ⁻¹) -1				
Description						
A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si prelevement_direct_sol=oui et si Br= Br_E. Facteur de bioconcentration sol-plante : valeur définie par l'utilisateur. En l'absence de données, mettre -1.						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	0.0					
Mercure	0.48	-1.0	8.6E-4	0.48	logn(0.043,0.081)	
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé. Attention pour les cucurbitacées, un transfert sol-plante a été observé et la valeur par défaut n'est pas valide					
Mercure	Validé. Médiane =0,020					

Lookup table changes

Vector lookup tables

Full Name	Symbol	Unit
Concentration de polluant dans l'air sous forme gazeuse	Cag _e	mg m ⁻³
Description		

A définir si definition_Cp=valeur_calculée, absorption_gazeuse=oui. L'utilisateur doit alors définir Cair (Concentration de polluant dans l'air sous forme particulaire et gazeuse) ou Cag_e (Concentration de polluant dans l'air sous forme gazeuse). Cag_e peut être définie par un module amont (par connexion à partir de Cag_e dans le module "Par_envir", à partir de Cag_e_Hb_attrib ou à partir de Cag_e_Hb_tot dans le module "Conc_gaz_ext"). **Si Cag_e et Cair sont renseignés, Cag_e est utilisée prioritairement. Si l'on veut utiliser Cair, laisser la valeur -1 par défaut pour Cag_e**

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Extrapolation

Time	2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Time	Mercure
Predefined	0.0:-1.0	Predefined	0.0:-1.0
0.0	1.47E-13	0.0	2.93E-7

Full Name	Symbol	Unit
Dépôt particulaire total sur les végétaux	D _{pt}	mg m ⁻² s ⁻¹

Description

A définir si option_depots2 ou option_depots3 retenue pour definition_depot_atmospheriques

Cyclic option

No

Interpolation

Interpolation-Extrapolation

Time	2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Time	Mercure
Predefined	0.0:-1.0	Predefined	0.0:-1.0
0.0	9.57E-17	0.0	5.44E-10

3.7. Legumes racines

Legumes racines		Sub-system
Id	Legumes_racines	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Legumes racines	
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommées liés aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion, au prélèvement direct à partir du sol. Pour calculer la concentration dans le végétal considéré, il est nécessaire de définir son type (grains, autres_parties_supérieures d'une plante : tige, feuilles, fruits ; fourrage, tubercules, parties_racinaires) et les différents transferts à prendre en compte. Un module sera défini pour chaque type de végétal à considérer.</p> <p>Ce module est paramétré pour des végétaux de type "légumes-racines".</p> <p>Les concentrations dans les végétaux sont données au moment de la récolte et de récolte en récolte. La date de récolte (Trecolte) doit être supérieure aux dates de début de prélèvement sol (Tdat_prel) et de début d'exposition aux dépôts (Texp_veg). Pour les substances organiques et certains types de végétaux, des relations en fonction du Kow sont proposées pour estimer les coefficients de bioconcentration sol-plante et air-plante. Ce module permet éventuellement de calculer la concentration dans l'eau du sol de la couche racinaire à partir de la concentration définie pour cette couche et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>Voir le chapitre 1.6 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>	
Object	Input	Sub-system
type Polluant	type Polluant	Constantes Replages
inorganique	inorganique	Constantes Replages
Cs _{racinaire}	Cs _{attrib}	Sol racinaire habitation
organique	organique	Constantes Replages
Object	Output	Sub-system
Dose _{veg,individu}	Dose _{veg,individu}	Niveaux Exposition Risque
Dose _{veg,classe,age}	Dose _{veg,classe,age}	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cp	definition Cp	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans les végétaux : valeur calculée (Cp_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cp_E)		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	valeur_calculée	
Mercure	valeur_calculée	Legumes_racines.valeur_entree

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit			
Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal	f veg,exp	unitless			
Description					
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.25	0.45	0.25	0.65		
Comment					
Valeur ponctuelle, min et max correspondent respectivement à la population possédant un jardin, à la population générale, à la population agricole					

Full Name	Symbol	Unit			
Teneur en matière sèche des végétaux	tsp	kg _{vegsec} kg _{vegfr} ⁻¹			
Description					
A définir si definition_Cp=valeur_calculée.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.2	0.1	0.06	0.13		
Comment					
Validé					

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)	Br _E	mg kg _{vegsec} ⁻¹ (mg kg ⁻¹) -1
Description		

A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si prelevement_direct_sol=oui et si Br= Br_E. Facteur de bioconcentration sol-plante : valeur définie par l'utilisateur. En l'absence de données, mettre -1.

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	0.0042					
Mercure	0.16	-1.0	0.011	0.16	logn(0.049,0.028)	
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé					
Mercure	Validé. médiane =0,043					

3.8. Tubercules

Tubercules		Sub-system
Id	Tubercules	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Tubercules	
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans les végétaux consommés liées aux dépôts atmosphériques directs, à l'absorption gazeuse (polluants organiques), aux dépôts de particules du sol remises en suspension, à l'irrigation par aspersion, au prélèvement direct à partir du sol. Pour calculer la concentration dans le végétal considéré, il est nécessaire de définir son type (grains, autres_parties_supérieures d'une plante : tige, feuilles, fruits ; fourrage, tubercules, parties_racinaires) et les différents transferts à prendre en compte. Un module sera défini pour chaque type de végétal à considérer.</p> <p>Ce module est paramétré pour des végétaux de type "tubercule".</p> <p>Les concentrations dans les végétaux sont données au moment de la récolte et de récolte en récolte. La date de récolte (Trecolte) doit être supérieure aux dates de début de prélèvement sol (Tdat_prel) et de début d'exposition aux dépôts (Texp_veg). Pour les substances organiques et certains types de végétaux, des relations en fonction du Kow sont proposées pour estimer les coefficients de bioconcentration sol-plante et air-plante. Ce module permet éventuellement de calculer la concentration dans l'eau du sol de la couche racinaire à partir de la concentration définie pour cette couche et en appliquant ou non la loi de Raoult.</p> <p>Voir le chapitre 1.6 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>	
Object	Input	Sub-system
$Cs_{\text{racinaire}}$	Cs_{attrib}	Sol racinaire habitation
type Polluant	type Polluant	Constantes Reglages
inorganique	inorganique	Constantes Reglages
organique	organique	Constantes Reglages
Object	Output	Sub-system
$Dose_{\text{veg,classe,age}}$	$Dose_{\text{veg,classe,age}}$	Niveaux Exposition Risque
$Dose_{\text{veg,individu}}$	$Dose_{\text{veg,individu}}$	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Cp	definition Cp	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans les végétaux : valeur calculée (Cp_C) ou valeur définie par l'utilisateur (Cp_E)		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	valeur_calculée	
Mercure	valeur_calculée	Tubercules.valeur_entree

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit			
Fraction de la quantité consommée et exposée à la contamination du site pour le végétal	f veg,exp	unitless			
Description					
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de ce type de végétal					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.25	0.45	0.25	0.75		
Comment					
Valeur ponctuelle, min et max correspondent respectivement à la population possédant un jardin, à la population générale, à la population agricole					

Full Name	Symbol	Unit			
Teneur en matière sèche des végétaux	tsp	kg _{vegsec} kg _{vegfr} ⁻¹			
Description					
A définir si definition_Cp=valeur_calculée.					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.2	0.23				
Comment					
Validé					

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
Br_E (Facteur de bioconcentration sol-plante)	Br _E	mg kg _{vegsec} ⁻¹ (mg kg ⁻¹) ⁻¹
Description		
A définir si definition_Cp=valeur_calculée, si prelevement_direct_sol=ooui et si Br= Br_E. Facteur de bioconcentration sol-plante		

: valeur définie par l'utilisateur. En l'absence de données, mettre -1.

Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	8.4E-4					
Mercure	0.16	-1.0	0.05	0.2		
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé					
Mercure	Vérifié					

3.9. Poule

Poule		Sub-system
Id	Poule	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Poule	
Description	<p>Ce module permet de calculer les concentrations dans l'animal (tissu 1 : viande, matières grasses) et dans les produits excrétés par l'animal (tissu 2 : oeuf ou matières grasses de ce produit).</p> <p>Ce module est paramétré pour une poule.</p> <p>Les concentrations peuvent être calculées à l'état stationnaire ou avec une approche dynamique. L'utilisateur doit préciser, si les concentrations doivent être exprimées en poids frais ou en poids sec et définir les données d'entrée nécessaires dans l'unité correspondante .</p> <p>Pour l'approche stationnaire, l'utilisateur peut définir un facteur de bioconcentration ou un facteur de biotransfert. Pour les substances organiques, une relation en fonction du Kow est proposée pour estimer le facteur de bioconcentration dans la matière grasse. Pour l'approche dynamique, le taux d'absorption de la substance et les constantes d'élimination par le tissu 2 excrété et par les autres voies d'élimination doivent être définis. Avec cette approche, les concentrations dans les tissus animaux sont estimées pour un animal en fin de vie (cas d'une exposition la plus longue possible). L'exposition de l'animal peut être calculée à partir de son ingestion de sol, d'eau et/ou de végétaux contaminés.</p> <p>L'utilisateur peut définir jusqu'à 3 concentrations de sols différents (Cs_1, Cs_2, Cs_3), 3 concentrations d'eaux différentes (Ce_1, Ce_2, Ce_3) et 5 concentrations de végétaux différents (Cp_1, Cp_2, Cp_3, Cp_4, Cp_5).</p> <p>Voir le chapitre 1.7 Partie B du rapport Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle.</p>	
Object	Input	Sub-system
Cs ₁	Cs _{attrib}	Sol superficiel habitation
Object	Output	Sub-system
Dose _{anim2,classe,age}	Dose _{anim2,classe,age}	Niveaux Exposition Risque
Dose _{anim1,individu}	Dose _{anim2,individu}	Niveaux Exposition Risque
Dose _{anim2,individu}	Dose _{anim2,individu}	Niveaux Exposition Risque
Dose _{anim1,classe,age}	Dose _{anim1,classe,age}	Niveaux Exposition Risque

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
definition_Canim1	definition Canim1	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans le tissu 1. Si vous ne voulez pas calculer les concentrations dans le tissu de type 1, sélectionner "aucun" comme mode d'estimation. Le calcul par approche stationnaire n'a de sens que si les conditions d'exposition sont suffisamment stables pour que l'état stationnaire puisse être atteint. Il est préférable de n'utiliser ce mode de calcul que si les conditions d'exposition de l'animal sont constantes dans le temps. tissu 1 : viande, matières grasses		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	approche_stationnaire	
Mercure	approche_stationnaire	Poule.aucun

Full Name	Symbol	Unit
definition_Canim2	definition Canim2	
Description		
Sélectionner le mode d'estimation de la concentration dans le tissu 2. Si vous ne voulez pas calculer les concentrations dans le tissu de type 2, sélectionner "aucun" comme mode d'estimation. Le calcul par approche stationnaire n'a de sens que si les conditions d'exposition sont suffisamment stables pour que l'état stationnaire puisse être atteint. Il est préférable de n'utiliser ce mode de calcul que si les conditions d'exposition de l'animal sont constantes dans le temps. tissu 2 : lait, oeuf, matières grasses de ces produits		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	approche_stationnaire	
Mercure	approche_stationnaire	Poule.aucun

Full Name	Symbol	Unit
definition_Coefficient_anim1	definition Coefficient anim1	
Description		
Sélectionner le facteur à utiliser pour le calcul de la concentration dans le tissu 1 : coefficient de biotransfert défini par l'utilisateur (BTanim1), Coefficient de bioconcentration défini par l'utilisateur (BCFanim1), coefficient de bioconcentration estimé en fonction du Kow (BCFanim_fat_QSAR) tissu 1 : viande, matières grasses		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	valeur_entree_BTanim	
Mercure	valeur_entree_BTanim	Poule.valeur_entree_BCFanim

Full Name	Symbol	Unit
definition_Coefficient_anim2	definition Coefficient anim2	
Description		
Sélectionner le facteur à utiliser pour le calcul de la concentration dans le tissu 2 : coefficient de biotransfert défini par l'utilisateur (BTanim2), Coefficient de bioconcentration défini par l'utilisateur (BCFanim2), coefficient de bioconcentration estimé en fonction du Kow (BCFanim_fat_QSAR) tissu 2 : lait, oeufs ou matières grasses de ces produits		

Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	valeur_entree_BTanim	
Mercure	valeur_entree_BTanim	Poule.valeur_entree_BCFanim

Parameter changes

Scalar parameters

Full Name	Symbol	Unit			
Fraction consommée pour le tissu 1, exposée à la contamination du site	$f_{anim1,exp}$				
Description					
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de tissu 1 : viande, matières grasses Fraction de la quantité de produit animal (viande) consommée et exposée à la contamination du site					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.2	1.0	0.2	0.75		
Comment					
Valeur min relative à la population générale, valeur max relative à la population agricole					

Full Name	Symbol	Unit			
Fraction consommée pour le tissu 2, exposée à la contamination du site	$f_{anim2,exp}$				
Description					
A définir pour le calcul de la dose d'exposition par ingestion de tissu 2 : lait, oeufs. Fraction de la quantité d'aliment excrétée par l'animal (lait ou oeufs) consommée et exposée à la contamination du site					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.15	1.0	0.15	0.6		
Comment					
Valeur min relative à la population générale, valeur max relative à la population agricole					

Full Name	Symbol	Unit			
Quantité de végétal 3 ingérée par l'animal	$Q_{a,veg,3}$	$kg_{sec} d^{-1}$			
Description					
A définir en cas d'exposition de l'animal par ingestion du végétal 2 et si definition_Canim1 ou definition_Canim2 est différent de valeur_entree					
Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
0.0	1.4	0.0	2.9		
Comment					
Validé. Quantité de concentrés (céréales, protéagineux, oléagineux) : valeurs correspondant à la dernière période d'élevage. Valeurs à utiliser pour une approche dynamique : voir référence					

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

Facteur de biotransfert pour le tissu 1 de l'animal

BTanim1 d kg⁻¹

Description						
A définir si definition_Canim1=approche_stationnaire. Pour un calcul par approche stationnaire, renseigner le facteur de bioconcentration (BCFamim1) ou le facteur de biotransfert (BTanim1).tissu 1 : viande, matières grasses (selon le tissu de stockage)						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	630.0	-1.0	150.0	630.0		
Mercure	0.016	-1.0				
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé. Exprimé en j/kg de matières grasses					
Mercure						

Full Name	Symbol	Unit
Facteur de biotransfert pour le tissu 2 de l'animal	B _{T,2}	d kg ⁻¹

Description						
A définir si definition_Canim2=approche_stationnaire. Pour un calcul par approche stationnaire, renseigner le facteur de bioconcentration (BCFamim2) ou le facteur de biotransfert (BTanim2) tissu 2 : lait, oeufs ou matières grasses de ces produits						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	250.0	-1.0	78.0	250.0		
Mercure	9.9E-4	-1.0				
Materials	Comment					
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	Validé. Exprimé en j/kg de matières grasses					
Mercure						

3.10. Niveaux Exposition Risque

Niveaux Exposition Risque		Sub-system
Id	Niveaux_Exposition_Risque	
Enabled flag	Yes	
Symbol	Niveaux Exposition Risque	
Description	<p>Ce module permet de calculer, d'une part les niveaux d'exposition chroniques (en moyenne annuelle) pour les différentes classes d'âge définies par l'utilisateur et pour le profil d'individu (défini par l'âge en début d'exposition et la date au début de l'exposition : cf. module Constantes_Reglages), et d'autre part les niveaux de risques chroniques pour des effets cancérigènes et non cancérigènes.</p> <p>Les niveaux de risques sont définis par substance individuelle et pour toutes les substances et peuvent aussi être définis par organe cible, en précisant les organes cibles de chaque substance par voies orale et respiratoire.</p> <p>La classe d'âge ayant les niveaux de risque non cancérigènes les plus élevés est mise en évidence (Max_Age_QD_).</p> <p>Pour la voie orale, l'utilisateur peut définir en données d'entrée les doses d'exposition en fonction du temps pour les différentes classes d'âge et le profil d'individu définis ou bien connecter ces données à partir des modules adhoc (modules "Sol", "Vegetaux", "Animaux_aquatiques"...).</p> <p>Pour l'inhalation, les concentrations inhalées en moyenne annuelle, pondérées par la fréquence d'exposition pour les différentes classes d'âge (Cinh_fraction_expo_classe_age_moy_an) seront définies par l'utilisateur ou connectées aux données des modules adhoc pour le calcul des risques non cancérigènes. Pour le calcul du risque cancérigène par inhalation, la concentration inhalée moyennée sur la durée d'exposition et pondérée par la fréquence d'exposition (Cinh_fraction_expo_vie_entiere) sera définie ou connectée aux données des modules adhoc.</p> <p>Attention : Les VTR (Valeurs de Référence Toxicologiques) et les organes cibles de chaque substance ne sont pas renseignés par défaut.</p>	
Object	Input	Sub-system
Dose veg,individu	Dose veg,individu Dose veg,individu Dose veg,individu Dose veg,individu Dose veg,individu	Tubercules Legumes racines Legumes fruits Legumes feuilles Fruits
Dose veg,classe,age	Dose veg,classe,age Dose veg,classe,age Dose veg,classe,age Dose veg,classe,age Dose veg,classe,age	Tubercules Legumes racines Legumes fruits Legumes feuilles Fruits
Dose anim1,classe,age	Dose anim1,classe,age	Poule
Dose ingsol,freq,expo,classe,age	Dose ingsol,freq,expo,classe,age	Sol superficiel habitation

Dose anim2,classe,age	Dose anim2,classe,age	Poule
Dose ingsol,freq,expo,individu	Dose ingsol,freq,expo,individu	Sol superficiel habitation
Dose anim2,individu	Dose anim2,individu Dose anim1,individu	Poule Poule

General variable changes

Vector general variables

Full Name	Symbol	Unit
risque_ap_dig_orale	risque ap dig orale	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur l'appareil digestif par voie orale		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non

Full Name	Symbol	Unit
risque_coeur_orale	risque coeur orale	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le coeur par voie orale		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non

Full Name	Symbol	Unit
risque_foie_orale	risque foie orale	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le foie par voie orale		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non

Full Name	Symbol	Unit
risque_os_orale	risque os orale	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur les os par voie orale		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non

Full Name	Symbol	Unit
risque_peau_orale	risque peau orale	
Description		
A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur la peau par voie orale		
Materials	Value	Predefined value
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	

Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non
---------	-----	-------------------------------

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

risque_perte_poids_orale	risque perte poids orale	
--	--------------------------	--

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur la perte de poids par voie orale

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
--------------------------------	-----	--

Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non
---------	-----	-------------------------------

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

risque_rein_orale	risque rein orale	
-----------------------------------	-------------------	--

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le rein par voie orale

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
--------------------------------	-----	--

Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non
---------	-----	-------------------------------

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

risque_sang_orale	risque sang orale	
-----------------------------------	-------------------	--

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système sanguin par voie orale

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
--------------------------------	-----	--

Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non
---------	-----	-------------------------------

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

risque_syst_nerv_orale	risque syst nerv orale	
--	------------------------	--

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système nerveux par voie orale

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
--------------------------------	-----	--

Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non
---------	-----	-------------------------------

Full Name	Symbol	Unit
-----------	--------	------

risque_syst_resp_orale	risque syst resp orale	
--	------------------------	--

Description

A définir pour le calcul des risques par organe cible. Indiquer les substances ayant un effet à seuil sur le système respiratoire par voie orale

Materials	Value	Predefined value
-----------	-------	------------------

2378_Tétrachlorodibenzofuranne	oui	
Mercure	oui	Niveaux_Exposition_Risque.non

Parameter changes

Vector parameters

Full Name	Symbol	Unit				
Concentration inhalée, moyennée sur la durée d'exposition	C_{inh} fraction,expo,vie,entiere	$mg\ m^{-3}$				
Description						
A définir en l'absence de connexion avec les modules de calcul des concentrations dans l'air : Conc_gaz_air_exterieur, Conc_gaz_air_interieur, Conc_part_air_exterieur ou Conc_part_air_interieur						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	0.0					
Mercure	0.0	0.0				

Full Name	Symbol	Unit				
VTR à seuil par voie orale	$VTR_{seuil,orale}$	$mg\ kg^{-1}\ d^{-1}$				
Description						
Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets à seuil par voie orale, laisser la mention "NaN"						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	7.0E-10	NaN				
Mercure	5.7E-4	NaN				

Full Name	Symbol	Unit				
VTR sans seuil par voie orale	$VTR_{o,ss}$	$mg^{-1}\ kg\ d$				
Description						
Si la substance ne possède pas de VTR pour les effets sans seuil par voie orale, laisser la mention "NaN"						
Materials	Value	Predefined	Min value	Max value	PDF	Predefined
2378_Tétrachlorodibenzofuranne	130000.0	NaN				
Mercure	NaN					

4. Simulation settings

Simulation type	Deterministic
Start time	0.0 Years
End time	30.0 Years
Output option	Produce specified output only
Time series	Linear Increment(start,end,1.0)
Solver	NDF
Absolute tolerance	Auto
Relative tolerance	0.0010
Initial step size	1.0E-5
Maximum step size	0.5
Minimum step size	Auto
Refine output	1
Limit number of data points to last	1000
Control error relative to norm of solution	No
Allowed number of step size violations	1
Enable saturation	Yes
Maximum order	5
LU decomposition matrix format	Dense

5. Results

Tables

Quick View

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.QD ing cum [2378 Tétrachlorodibenzofuranne] [classe 2]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	1,04E-5
2,00E0	4,03E-5
3,00E0	4,31E-5
4,00E0	4,59E-5
5,00E0	4,87E-5
6,00E0	5,16E-5
7,00E0	5,44E-5
8,00E0	5,72E-5
9,00E0	6,00E-5
1,00E1	6,28E-5
1,10E1	6,56E-5
1,20E1	6,85E-5
1,30E1	7,13E-5
1,40E1	7,41E-5
1,50E1	7,69E-5
1,60E1	7,97E-5
1,70E1	8,25E-5
1,80E1	8,54E-5
1,90E1	8,82E-5
2,00E1	9,10E-5
2,10E1	9,38E-5
2,20E1	9,66E-5
2,30E1	9,94E-5
2,40E1	1,02E-4
2,50E1	1,05E-4
2,60E1	1,08E-4
2,70E1	1,11E-4
2,80E1	1,14E-4
2,90E1	1,16E-4
3,00E1	1,19E-4

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.QD ing cum [Mercure] [classe 2]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	5,39E-4
2,00E0	1,93E-3
3,00E0	1,95E-3
4,00E0	1,96E-3
5,00E0	1,97E-3
6,00E0	1,98E-3
7,00E0	2,00E-3
8,00E0	2,01E-3
9,00E0	2,02E-3
1,00E1	2,03E-3
1,10E1	2,05E-3
1,20E1	2,06E-3
1,30E1	2,07E-3
1,40E1	2,08E-3
1,50E1	2,10E-3
1,60E1	2,11E-3
1,70E1	2,12E-3
1,80E1	2,13E-3
1,90E1	2,15E-3
2,00E1	2,16E-3
2,10E1	2,17E-3
2,20E1	2,18E-3
2,30E1	2,20E-3
2,40E1	2,21E-3
2,50E1	2,22E-3
2,60E1	2,23E-3
2,70E1	2,25E-3
2,80E1	2,26E-3
2,90E1	2,27E-3
3,00E1	2,28E-3

Time table

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.ERI ing [2378 Tétrachlorodibenzofuranne]
0,00E0	0,00E0
1,00E0	0,00E0

Time (year)	Niveaux Exposition Risque.ERI ing [Mercure]
0,00E0	0,00E0

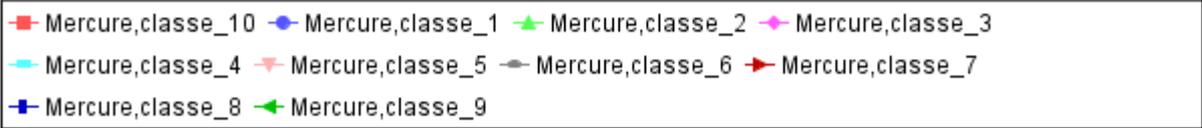
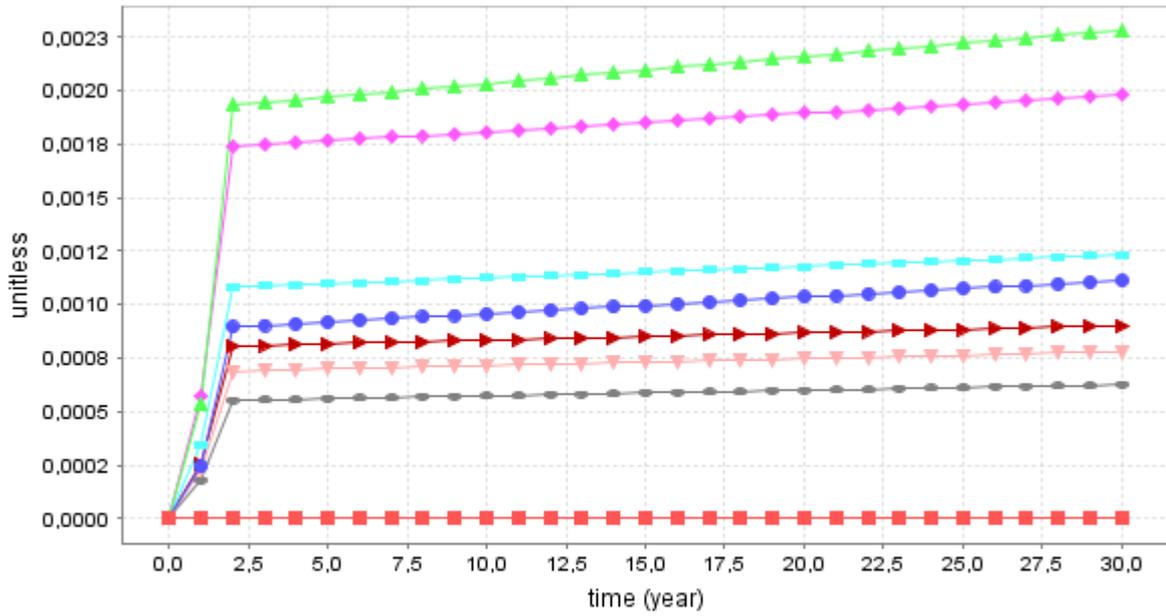
2,00E0	0,00E0
3,00E0	0,00E0
4,00E0	0,00E0
5,00E0	0,00E0
6,00E0	0,00E0
7,00E0	0,00E0
8,00E0	0,00E0
9,00E0	0,00E0
1,00E1	0,00E0
1,10E1	0,00E0
1,20E1	0,00E0
1,30E1	0,00E0
1,40E1	0,00E0
1,50E1	0,00E0
1,60E1	0,00E0
1,70E1	0,00E0
1,80E1	0,00E0
1,90E1	0,00E0
2,00E1	0,00E0
2,10E1	0,00E0
2,20E1	0,00E0
2,30E1	0,00E0
2,40E1	0,00E0
2,50E1	0,00E0
2,60E1	0,00E0
2,70E1	0,00E0
2,80E1	0,00E0
2,90E1	0,00E0
3,00E1	1,34E-9

1,00E0	0,00E0
2,00E0	0,00E0
3,00E0	0,00E0
4,00E0	0,00E0
5,00E0	0,00E0
6,00E0	0,00E0
7,00E0	0,00E0
8,00E0	0,00E0
9,00E0	0,00E0
1,00E1	0,00E0
1,10E1	0,00E0
1,20E1	0,00E0
1,30E1	0,00E0
1,40E1	0,00E0
1,50E1	0,00E0
1,60E1	0,00E0
1,70E1	0,00E0
1,80E1	0,00E0
1,90E1	0,00E0
2,00E1	0,00E0
2,10E1	0,00E0
2,20E1	0,00E0
2,30E1	0,00E0
2,40E1	0,00E0
2,50E1	0,00E0
2,60E1	0,00E0
2,70E1	0,00E0
2,80E1	0,00E0
2,90E1	0,00E0
3,00E1	0,00E0

Charts

Time chart

QD_ing





**BUREAU
VERITAS**

BUREAU VERITAS EXPLOITATION

Service Maîtrise des Risques HSE
27 Allée du Chargement
59 650 Villeneuve d'Ascq

ETABLISSEMENT FRERE

Rue de sous le Mont
59330 HAUTMONT

À l'attention de :

Olivier FRERE

Tel: 03 27 64 94 74

email: pompesfunebresfrere@orange.fr

**Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
Evaluation des Risques Sanitaires liés aux émissions
atmosphériques du crématorium d'Hautmont**

Référence du rapport : 10630810-1-Rev0

Version	Date d'émission	Rédacteur
0	4 Mai 2021	Cora DELATTRE

Ce rapport contient 37 pages et 1 annexe.



SOMMAIRE

1.	PRESENTATION	7
1.1	CONTEXTE	7
1.2	METHODE.....	7
1.3	PRINCIPALES ETAPES DE L'ETUDE.....	7
2.	EVALUATION DES EMISSIONS DU SITE	8
2.1	INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES SOURCES D'EMISSION DU SITE.....	8
2.2	BILAN QUANTITATIF DES FLUX.....	8
3.	EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION	10
3.1	LOCALISATION DU SITE	10
3.2	DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE.....	11
3.3	CARACTERISATION DES POPULATIONS ET DES USAGES.....	12
3.3.1	Populations	12
3.3.2	Etablissements sensibles	12
3.3.3	Autres activités polluantes	13
3.3.4	Inventaire des usages (cultures et élevages)	14
3.4	SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION	15
3.5	DETERMINATION DES SUBSTANCES D'INTERET	16
3.6	DETERMINATION DES POINTS D'INTERET	17
3.6.1	Présentation du logiciel Aria Impact.....	17
3.6.2	Données retenues pour la modélisation	17
3.6.3	Résultats des modélisations	20
4.	EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES	24
4.1	EVALUATION DES DANGERS ET DES RELATIONS DOSE-REPONSE	24
4.2	CARACTERISATION DES EXPOSITIONS.....	26
4.3	CARACTERISATION DES RISQUES	28
4.3.1	Effets à seuil.....	29
4.3.2	Effets sans seuil.....	31
5.	INCERTITUDES.....	33
5.1	INTRODUCTION	33
5.2	INCERTITUDES SUR LES DONNEES TOXICOLOGIQUES	33
5.3	INCERTITUDES SUR LA CARACTERISATION DES EMISSIONS ET DU TERME SOURCE	34
5.4	INCERTITUDES LIEES AU MODELE DE DISPERSION ATMOSPHERIQUE (ARIA IMPACT).....	34
5.5	INCERTITUDES SUR LE MODELE D'EVALUATION DES EXPOSITIONS (MODUL'ERS).....	35
5.6	INCERTITUDES SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS	35
5.7	INCERTITUDES SUR LA VARIABILITE DES ETRES HUMAINS AUX DIFFERENTS FACTEURS	35
5.8	INCERTITUDES LIEES A L'ADDITIVITE DES RISQUES.....	35
5.9	CONCLUSION SUR LES INCERTITUDES	35
6.	SYNTHESE	36
7.	ANNEXE : RAPPORT MODUL'ERS.....	37



ACRONYMES

AFSSET	: Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (devenue ANSES en 2010)
ANSES	: Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
AP	: Arrêté Préfectoral
APC	: Arrêté Préfectoral Complémentaire
ATSDR	: Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Agence pour l'Enregistrement des Substances Toxiques et des Maladies)
Ba	: Facteur de biotransfert
BCF	: Facteur de bioconcentration
CI	: concentration moyenne inhalée
CIRC	: Centre International de Recherche sur le Cancer
CO	: Monoxyde de carbone
COVnm	: Composés Organiques Volatils non méthaniques
DJE	: Dose Journalière d'Exposition
EFSA	: Autorité Européenne de Sécurité des Aliments
ERI	: Excès de Risque Individuel
ERS	: Evaluation des Risques Sanitaires
ERU	: Excès de Risque Unitaire
FET	: Facteur d'équivalence toxique
FINESS	: Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux
HAP	: Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HSDB	: Hazardous Substances Data Bank, banque de Données sur les Substances Dangereuses de la Bibliothèque Nationale de Médecine des Etats-Unis (National Library of Medicine),
ICPE	: Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
IEM	: Interprétation de l'Etat des Milieux
INERIS	: Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRS	: Institut National de Recherche et de Sécurité
INSEE	: Institut National de Statistique des Etudes Economiques
InVS	: Institut de Veille Sanitaire
IRIS	: Integrated Risk Information System (de l'US-EPA)
MS	: Matières Sèches
NO₂/NO_x	: Dioxyde d'azote / Oxydes d'azote
OEHHA	: Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PM_x	: particules fines avec un diamètre aérodynamique inférieur à x µm
PCDD/F	: Polychlorodibenzodioxines et polychlorodibenzofuranes
PGS	: Plan de Gestion des Solvants
QD	: Quotient de Danger
SO₂	: Dioxyde de soufre
TCEQ	: Texas Commission on Environmental Quality
TEQ	: Facteur d'Equivalence Toxique
VLE	: Valeur Limite d'Emission
VTR	: Valeur Toxicologique de Référence
US EPA	: United States Environmental Protection Agency



GLOSSAIRE - DEFINITIONS

Ces définitions sont issues du :

- Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impacts (février 2000) de l'Institut de Veille Sanitaire,
- Rapport « *Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires* », InVS, AFSSET, novembre 2007.
- Guide « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires », INERIS, août 2013.

Bioaccumulation : Processus d'accumulation d'une substance dans un organisme vivant, via la chaîne alimentaire ou un écosystème. Processus d'échange entre un être vivant et son milieu, entraînant des concentrations plus élevées à l'intérieur de cet organisme que dans son environnement ou sa nourriture.

Bioconcentration : Processus d'accumulation d'une substance dans un organisme vivant, par captation directe à partir du milieu environnant.

Cancérogène : Propriété d'un agent dangereux pour la santé (ou d'un mélange d'agents dangereux) qui exprime la capacité à favoriser ou à provoquer le développement d'un cancer ou d'une lésion pouvant constituer le point de départ d'un cancer.

Cible : Organisme, système ou (sous-)groupe impacté par un polluant.

Concentration moyenne inhalée (C_i) : La concentration moyenne inhalée est l'estimation de la concentration moyenne en agent toxique dans l'air ambiant en un lieu donné, en tenant compte de la fréquence et de la durée d'une exposition. Elle s'exprime en mg ou en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Concentration de Référence : valeur toxicologique de référence (VTR) utilisée pour les effets toxiques à seuil quand l'exposition a lieu par voie respiratoire. Elle s'exprime généralement en mg ou en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (milligramme ou microgramme de substance chimique par mètre cube d'air ambiant). Elle définit pour une durée d'exposition spécifiée la teneur maximale théorique de l'air ambiant en agent toxique qu'un individu, issu d'un groupe sensible ou non, peut inhaler sans que survienne un effet nuisible à sa santé.

Danger : Propriété d'un agent, ou situation de causer des effets néfastes à l'organisme qui y est exposé. Situation ou possibilité pour une substance, du fait de ses caractéristiques ou propriétés intrinsèques, de provoquer des dommages aux personnes, aux biens et à l'environnement.

Effet sanitaire indésirable comme le changement d'une fonction ou d'une valeur biologique, de l'aspect ou de la morphologie d'un organe, une malformation fœtale, une maladie transitoire ou définitive, une invalidité ou une incapacité, un décès.

Dose : quantité d'agent dangereux mise en contact avec un organisme vivant. Pour l'exposition humaine ou animale aux substances chimiques, elle s'exprime en milligramme par kilo de poids corporel et par jour. A défaut de précision, la dose est externe ou administrée (intake).

Dose journalière admissible (DJA) (ou Dose Journalière Tolérable – DJA, ou Dose de référence RfD) : la dose journalière admissible est la valeur toxicologique de référence utilisée pour les effets toxiques à seuil quand l'exposition a lieu par voie orale ou cutanée. Elle s'exprime généralement en mg/kg.j (milligramme de substance chimique par kilo de poids corporel et par jour). La DJA définit la quantité maximale théorique d'agent toxique qui peut être administrée à un individu, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé.

Dose Journalière d'Exposition (DJE) : quantité de polluant ingérée rapportée à la masse corporelle et moyennée sur la durée d'exposition. Elle s'exprime en mg ou μg de polluant par kilogramme de masse corporelle et par jour (mg/kg/j ou $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$).

Effet à seuil (de dose) : effet nocif pour la santé (ou danger) qui ne se manifeste qu'au-delà d'une certaine dose ou concentration d'exposition.

Effet sans seuil (de dose) : effet nocif pour la santé (ou danger) qui se manifeste quelle que soit la dose ou concentration d'exposition si elle est non nulle.



Evaluation de la relation dose-effet : définit une relation quantitative entre la dose ou concentration administrée ou absorbée et l'incidence de l'effet délétère

Excès de risque individuel (ERI) : probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu développe au cours de sa vie entière l'effet associé à une exposition à un agent dangereux

Excès de risque unitaire (ERU) : cet indice est la valeur toxicologique de référence (VTR) pour les effets toxiques sans seuil. Il représente en général la pente de la borne supérieure de l'intervalle de confiance de la courbe dose-réponse et s'exprime, pour une exposition orale ou cutanée, en $(\text{mg/kg.j})^{-1}$ et pour une exposition par inhalation en $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$. Par exemple, pour l'exposition au benzène par inhalation, l' $\text{ERU}_{\text{inhalation}}$ est de $6.10^{-6}(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$: ce chiffre signifie qu'une exposition via l'inhalation de un million de personnes pendant une vie entière (70 ans) 24 h sur 24 à la concentration de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène est susceptible d'induire un excès de décès par leucémies de 6 cas.

Exposition : désigne, dans le domaine sanitaire, le contact entre une situation ou un agent dangereux et un organisme vivant. L'exposition peut aussi être considérée comme la concentration d'un agent dangereux dans le ou les milieux pollués mis en contact avec l'homme. L'exposition aiguë varie de quelques minutes à quelques jours. L'exposition chronique varie de quelques années à la vie entière.

Génotoxique : propriété d'un agent dangereux pour la santé qui exprime la capacité d'altérer de manière directe le matériel génétique. Parmi les effets génotoxiques, on distingue des effets aneugènes (se dit d'un agent qui provoque des anomalies dans le nombre de chromosomes), clastogènes (se dit d'un agent qui provoque des cassures de chromosomes) et mutagènes (se dit d'un agent qui provoque des mutations au niveau du matériel génétique).

Indice de Risque (IR) (ou Quotient de Danger - QD) : Rapport entre l'estimation d'une exposition (exprimée par une dose ou une concentration pour une période de temps spécifiée) et la VTR de l'agent dangereux pour la voie et la durée d'exposition correspondantes. L'indice de risque (sans unité) n'est pas une probabilité et concerne uniquement les effets à seuil.

Interprétation de l'Etat des Milieux (IEM) : Démarche de gestion à mettre en œuvre pour apprécier l'acceptabilité des impacts d'un site ou d'une installation sur leur environnement. D'une manière plus générale, cette démarche de gestion permet de vérifier la compatibilité entre l'état des sites et des milieux et leurs usages, lorsque ces usages sont déjà fixés, c'est-à-dire les usages constatés.

Meilleure Technique Disponible : stade de développement le plus récent des activités, de leurs procédés et de leur mode d'exploitation pouvant être employées sur un site à une échelle industrielle, dans des conditions économiquement viables, et permettant d'obtenir un niveau général élevé de protection de l'environnement dans son ensemble.

Mode d'exposition : descriptif des conditions d'exposition à une substance toxique. Le mode d'exposition peut être direct (ingestion de sols et de poussières, ingestion d'eau,...) ou indirect (ingestion de produits de consommation susceptibles d'être eux-mêmes pollués comme les produits du jardin).

Modélisation : équation mathématique permettant de reproduire un phénomène physique, biologique ou chimique. Elle est notamment utilisée pour : i) simuler le devenir et le transfert des polluants dans les différents compartiments environnementaux ; ii) quantifier l'exposition humaine par les voies orale, cutanée et respiratoire ; iii) extrapoler la courbe dose-réponse, pour les effets cancérogènes, des fortes doses vers les faibles doses ; iv) quantifier l'excès de risque individuel ou collectif.

Mutagène : agent susceptible d'induire des mutations de l'ADN, du gène, du chromosome, ce qui constitue l'étape initiale de la cancérogénèse, à condition que la mutation porte sur des gènes impliqués dans le processus de cancérogénèse.

Organe cible : l'organe ou le système du corps qui est généralement affecté le premier quand la dose de la substance est augmentée à partir de 0. Pour une toxicité systémique, l'effet critique apparaît dans l'organe cible primaire. Souvent, des organes ou systèmes multiples sont affectés par une substance à sa dose ou concentration effective la plus faible.

Relation dose-effet : relation spécifique d'une voie entre des niveaux d'exposition à un agent dangereux (exprimée par une dose ou une concentration dans l'air) et la survenue d'effets observés qui peuvent varier



en nature et en gravité. La relation dose-effet fournit donc la nature ou la gravité d'un effet toxique en fonction de l'exposition.

Relation dose-réponse : relation spécifique d'une voie entre des niveaux d'exposition à un agent dangereux (exprimée par une dose ou une concentration dans l'air) et l'incidence observée (« réponse ») d'un effet donné. La relation dose-réponse exprime donc la fréquence de survenue d'un effet en fonction de l'exposition. Les VTR sont établies à partir de relations dose-réponse établies chez l'homme ou à défaut chez l'animal.

Risque : probabilité de survenue d'un danger, d'une maladie, ou de la mort dans des circonstances spécifiques. En termes quantitatifs, le risque s'exprime par un intervalle allant de 0 (représentant la certitude qu'aucun danger ne va apparaître) à 1 (représentant la certitude d'apparition d'un danger).

Scénario d'exposition : définit toutes les caractéristiques physiologiques et comportementales de l'être humain qui sont utilisées pour modéliser l'exposition, notamment : l'âge, le poids, le sexe, le volume respiratoire, la surface cutanée, le budget espace-temps, l'activité réalisée sur le site, la consommation alimentaire, l'ingestion de sol, etc.

Schéma conceptuel : représentation et/ou description synthétique du site et de son environnement comprenant toutes les informations acquises lors des diagnostics du site et des milieux, et permettant une présentation claire et simplifiée de la problématique rencontrée sur le site étudié.

Seuil : la dose ou l'exposition en dessous de laquelle aucun effet adverse n'est attendu. On distingue les substances à effet seuil (à quelques exceptions, les toxiques systémiques) et les substances sans effet seuil (les cancérigènes).

Toxicité : propriété intrinsèque d'une substance susceptible de provoquer des effets biologiques néfastes à un organisme qui est exposé.

Valeur toxicologique de référence (VTR) : appellation générique regroupant tous les types d'indice toxicologique qui permettent d'établir une relation entre une dose et un effet (toxique à seuil d'effet) ou entre une dose et une probabilité d'effet (toxique sans seuil d'effet). Les VTR sont établies par des instances internationales (l'OMS par exemple) ou des structures nationales (US-EPA et ATSDR aux Etats-Unis, RIVM aux Pays-Bas, Health Canada, etc.).

Voie d'exposition : voie de passage d'une substance de la source vers une cible. Une voie d'exposition inclut une source, un point d'exposition et une voie d'administration. Si le point d'exposition diffère de la source, il existe également un mécanisme de propagation et un compartiment intermédiaire où le polluant est transporté.

1. PRESENTATION

1.1 CONTEXTE

La présente étude a pour objectif de réaliser une Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) des rejets atmosphériques du crématorium d'Hautmont suite au remplacement du four et à la mise en place d'un système de filtration des rejets atmosphériques garantissant des valeurs limites de rejets de polluants atmosphériques conformes à l'arrêté du 28 janvier 2010.

1.2 METHODE

La méthodologie suivie dans cette étude se réfère :

- Au guide méthodologique de l'INERIS « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » (Août 2013),
- A la circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées soumises à autorisation,
- Au « Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact », document publié par l'Institut national de Veille Sanitaire (février 2000),
- A l'observatoire des pratiques de l'évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact – Ministère de la Santé.

Remarque : Cette étude a été réalisée avec les connaissances actuelles. La méthode et les outils utilisés sont ceux connus et validés à la date de rédaction du rapport.

1.3 PRINCIPALES ETAPES DE L'ETUDE

Cette étude est menée en 3 étapes :

- 1) Evaluation des émissions atmosphériques du site**
Description des émissions du site.
Réalisation d'un bilan des flux de polluants.
- 2) Evaluation des enjeux et des voies d'exposition**
Description de l'environnement du site, de la population et des usages.
Elaboration du schéma conceptuel d'exposition.
Détermination des substances d'intérêt.
Modélisation de dispersion atmosphérique des émissions atmosphériques du site avec l'outil ARIA IMPACT
- 3) Evaluation des risques sanitaires**
Evaluation des dangers et évaluation de la relation dose-réponse.
Caractérisation des expositions et des risques via les résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique et la mise en œuvre d'un outil de modélisation des concentrations dans les milieux (MODUL'ERS).

Nous utilisons une approche permettant d'obtenir une cartographie de l'impact des émissions atmosphériques sur une longue période afin d'obtenir des résultats utilisables pour l'évaluation des risques sanitaires qui s'intéresse aux effets des expositions des populations potentiellement exposées sur de longues durées (exposition chronique).

Les outils de modélisation utilisés correspondent aux recommandations de l'US-EPA pour l'étude d'impact sanitaire des rejets atmosphériques des sources fixes et aux recommandations de l'INERIS pour l'estimation des concentrations dans les milieux d'exposition.

2. EVALUATION DES EMISSIONS DU SITE

2.1 INVENTAIRE ET DESCRIPTION DES SOURCES D'EMISSION DU SITE

La seule installation susceptible d'émettre des polluants à l'atmosphère est le four de crémation. Ce dernier est équipé d'un système de neutralisation et de filtration des gaz permettant de réduire très fortement les quantités de polluants susceptible d'être émises à l'atmosphère. Les gaz épurés sont ensuite rejetés à l'atmosphère par le biais d'une unique cheminée.

Une deuxième cheminée est également présente au niveau du four mais ne sera pas prise en compte dans cette étude étant donné qu'il s'agit d'un by-pass installé après la postcombustion du four de crémation qui permet d'évacuer directement les gaz en cas d'incident sur la ligne de filtration.

Le principe de fonctionnement du four et du système de filtration est décrit dans le descriptif technique joint en annexes du CERFA cas par cas.

Les substances susceptibles d'être émises dans les rejets atmosphériques du crématorium et de présenter un potentiel dangereux au niveau sanitaire sont les suivantes :

- des Composés Organiques Volatils (COV),
- des oxydes d'azote (NOx),
- du monoxyde de carbone (CO),
- des poussières (Ps),
- de l'acide chlorhydrique (HCl),
- du dioxyde de soufre (SO₂),
- des dioxines/furannes (PCDD/F),
- du mercure (Hg).

2.2 BILAN QUANTITATIF DES FLUX

Les concentrations en polluants émises par le crématorium seront conformes à l'arrêté du 28 janvier 2010 relatif à la hauteur de la cheminée des crématoriums et aux quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère, à savoir inférieures à :

- 20 mg/Nm³ pour les COV,
- 500 mg/Nm³ pour les NOx,
- 50 mg/Nm³ pour le CO,
- 10 mg/Nm³ pour les poussières,
- 30 mg/Nm³ pour le HCl,
- 120 mg/Nm³ pour le SO₂,
- 0,1 ng I-TEQ/Nm³ pour les dioxines/furanes,
- 0,2 mg/Nm³ pour le mercure.

Ces valeurs sont rapportées à une teneur en oxygène de 11% après déduction de la vapeur d'eau (gaz secs).

La quantification des flux de polluants annuels maximum susceptible d'être émis par le crématorium est présentée dans le tableau suivant. Dans le cadre d'une démarche protectrice pour la santé, elle est basée sur les hypothèses majorantes suivantes :

- les valeurs de concentrations fixées par l'arrêté du 28/01/2010,
- un débit maximal de rejets sur gaz secs à 11% d'O₂ de 2500 Nm³/h (valeur fournie par la société ATI, fournisseur du four et du système de filtration).

La conformité des rejets sera vérifiée par la réalisation de mesures de rejets atmosphériques en sortie de la cheminée au démarrage puis tous les 2 ans par un prestataire extérieur agréé.

En ce qui concerne le nombre d'heures de fonctionnement, il a été pris égal à 1350 h/an sur la base de :

- 900 crémations annuelles correspondant à l'activité maximale projetée,
- une durée de crémation de 90 min (durée maximale).

Substance	Concentration (mg/Nm ³ à 11 % O ₂)	Flux horaire (kg/h)	Flux annuel (kg/an)
Composés organiques (COV)	20	0,05	67,5
Dioxyde d'azote (NO _x)	500	1,25	1687,5
Monoxyde de carbone (CO)	50	0,125	312,5
Poussières (Ps)	10	0,025	33,75
Acide chlorhydrique (HCl)	30	0,075	101,25
Dioxyde de soufre (SO ₂)	120	0,3	405
Dioxines/furanes (PCDD/F)	0,1 ng I-TEQ /Nm ³	2,5.10 ⁻¹⁰	3,38.10 ⁻⁷
Mercure (Hg)	0,2	0,0005	0,675

3. EVALUATION DES ENJEUX ET DES VOIES D'EXPOSITION

Ce paragraphe a pour but de caractériser les populations pouvant être exposées aux émissions atmosphériques du site.

L'objectif est de pouvoir établir ainsi un schéma conceptuel.

En effet, des impacts sur la santé publique ne peuvent être envisageables que si trois paramètres essentiels sont réunis :

- Une ou plusieurs sources de pollution : le ou les « dangers » ;
- Une ou plusieurs cibles, c'est-à-dire des populations susceptibles d'être impactées par la pollution,
- Un mode de transfert allant des sources de pollution vers les populations « cibles ».

3.1 LOCALISATION DU SITE

Le site est localisé sur la commune de Hautmont (59). L'environnement proche du site est présenté sur la vue aérienne ci-dessous.



Figure 1 : localisation du site sur vue aérienne (source : geoportail)

L'environnement proche du site est constitué :

- Au nord et à l'ouest de terrains et bâtiments appartenant aux établissements Frère,
- du sud-ouest au nord-est d'habitations avec jardins et de commerces (informatique, contrôle technique, café, vente de nourriture à emporter...)

Les habitations les plus proches du site sont celles situées :

- de l'autre côté de la rue de sous le Mont en face du site et rue de Maubeuge, à environ 50 m de la cheminée pour les plus proches (du sud à l'est),
- le long de la rue Courbet, dont les jardins se situent en limite de propriété par rapport aux Ets Frère, à environ 50 m au sud-ouest de la cheminée du système de filtration.

3.2 DEFINITION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude retenue pour l'évaluation des risques sanitaires est un domaine de 2 km x 2 km.

Le domaine d'étude a été centré sur le projet en tenant compte des vents dominants de secteur sud-ouest de la rose des vents de la station Météo France de Lille-Lesquin présentée en page 19. Ce domaine correspond à celui qui sera retenu pour la modélisation de dispersion atmosphérique.

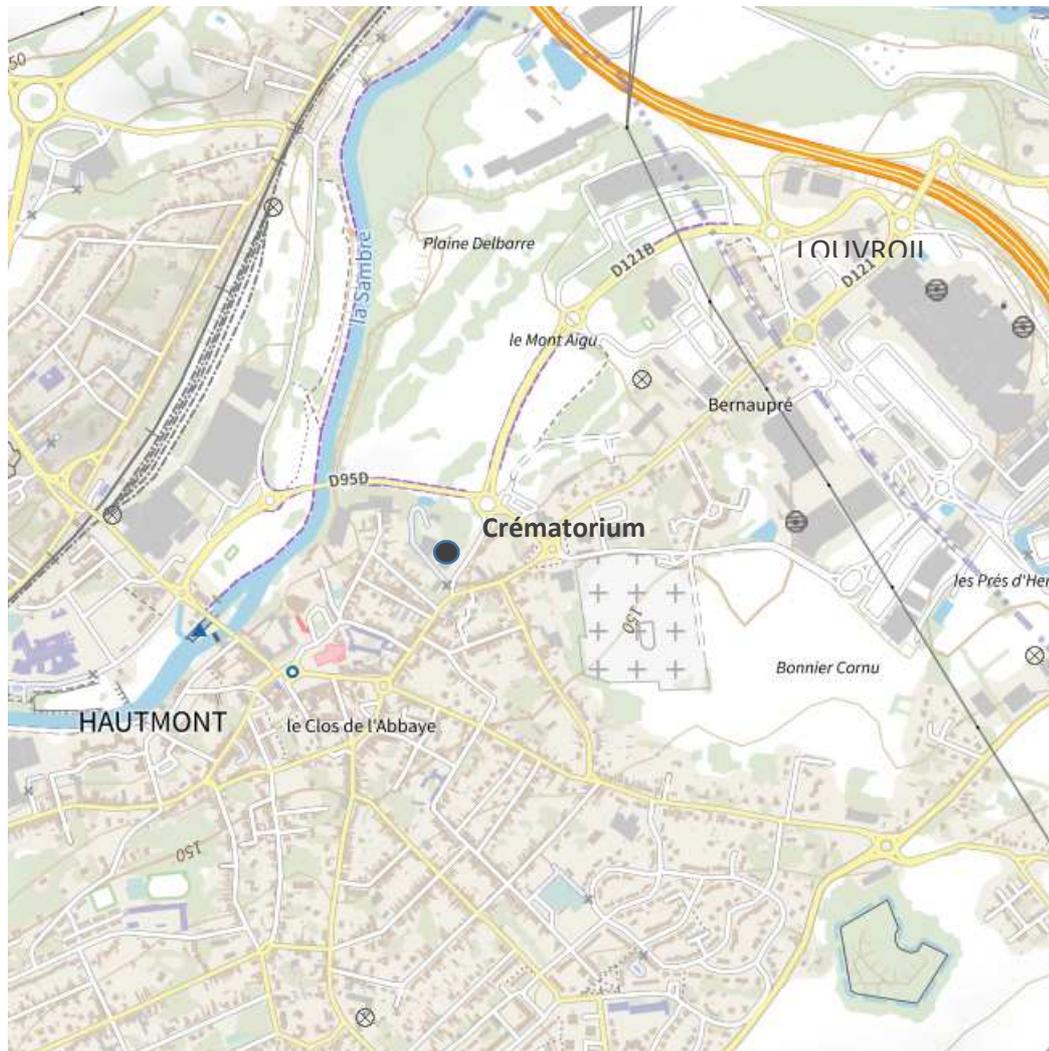


Figure 2 - Domaine d'étude de 2 km x 2 km

Les communes situées dans ce domaine sont celle de Hautmont et celle de Louvroil. Ces dernières font l'objet d'une description socio-démographique dans le paragraphe suivant ainsi qu'un recensement des établissements « sensibles » qui s'y trouvent.

3.3 CARACTERISATION DES POPULATIONS ET DES USAGES

3.3.1 Populations

Les données concernant la population sur les communes du domaine d'étude synthétisées ci-dessous proviennent du site de l'INSEE (<https://statistiques-locales.insee.fr/>).

Commune	Densité de population 2016	Population 2016	Évol. annuelle moy. de la population 2011-2016 (%)
Hautmont	1185,7	14548	0,6
Louvroil	1111,5	6558	-0,4

Les figures suivantes présentent la population par grande classes d'âges pour les 2 communes :

	2016	%	2011	%
Ensemble	14 548	100,0	14 115	100,0
0 à 14 ans	3 326	22,9	3 085	21,9
15 à 29 ans	2 856	19,6	2 832	20,1
30 à 44 ans	2 551	17,5	2 477	17,5
45 à 59 ans	2 606	17,9	2 542	18,0
60 à 74 ans	1 954	13,4	1 935	13,7
75 ans ou plus	1 255	8,6	1 244	8,8

Hautmont

	2016	%	2011	%
Ensemble	6 558	100,0	6 700	100,0
0 à 14 ans	1 633	24,9	1 631	24,3
15 à 29 ans	1 353	20,6	1 471	22,0
30 à 44 ans	1 136	17,3	1 161	17,3
45 à 59 ans	1 083	16,5	1 108	16,5
60 à 74 ans	904	13,8	883	13,2
75 ans ou plus	449	6,9	446	6,7

Louvroil

3.3.2 Etablissements sensibles

Il s'agit des établissements scolaires, de la petite enfance, des établissements hospitaliers, des maisons de retraite,... Ces établissements font l'objet d'une attention particulière dans le cadre d'une évaluation des risques sanitaires étant donné qu'ils constituent des lieux de présence de populations sensibles à la pollution.

Les établissements sensibles situés dans le domaine d'étude sont localisés sur la figure ci-après.

Les établissements sensibles les plus proches du site sont les écoles Georges Sand (maternelle) et Michel Montaigne (primaire) situées à environ 200m au sud-ouest du crématorium.



Figure 3 : localisation des établissements sensibles dans l'environnement du site (source : geoportail)



3.3.3 Autres activités polluantes

Dans la région considérée, la pollution de l'air provient :

- De la circulation automobile,
- Des installations de chauffage urbain,
- Des rejets industriels des installations proches du site.

- **Circulation automobile :**

Les axes routiers situés à proximité du site sont les routes D95D et D121B qui permettent d'accéder au site par l'ouest et le nord. La route N2 dont le trafic est plus important passe à 900m au nord du site.

Pour mémoire, les émissions liées au trafic routier sont en général évaluées sur la base des paramètres suivants : dioxyde de soufre (SO₂), poussières (Ps), monoxyde de carbone (CO), oxydes d'azote (NOx) et composés organiques volatils (COV) dont essentiellement le benzène.

- **Installations industrielles :**

Les sites industriels à proximité du site sont localisés sur la figure suivante à partir de l'outil Géorisques qui recense les différents types d'ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement).

Aucun site n'est recensé à moins de 500m du crématorium.

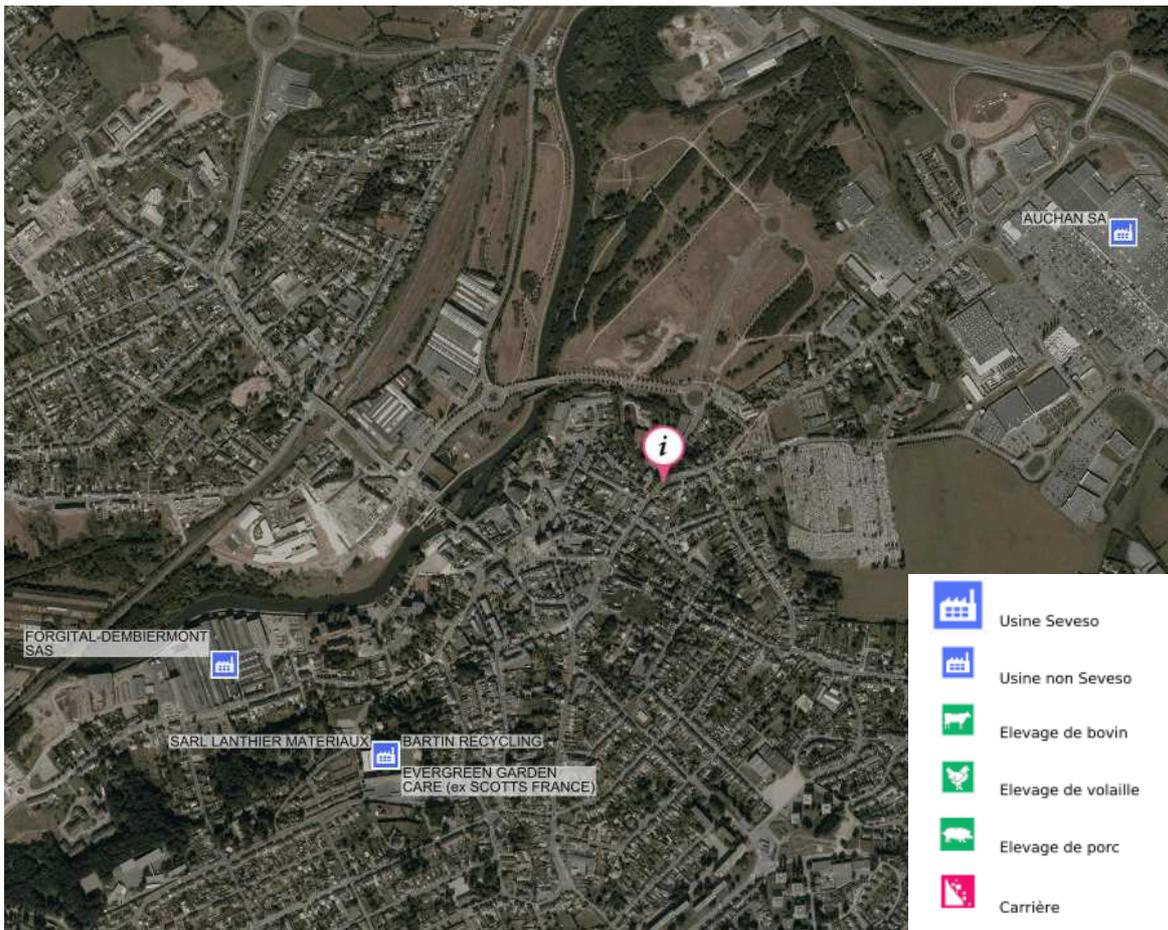


Figure 4 : localisation des ICPE dans l'environnement du site (source : georisques)

3.3.4 Inventaire des usages (cultures et élevages)

Les zones de cultures recensées sur le domaine d'étude sont identifiées sur la figure ci-dessous. Aucune zone de culture ni d'élevage n'est présente dans un rayon de 500m autour du site.



Figure 5 : localisation des zones de culture (source : geoportail RPG 2019)

3.4 SCHEMA CONCEPTUEL D'EXPOSITION

Le schéma conceptuel d'exposition aux émissions atmosphériques du crématorium est présenté sur la figure ci-après. Ce dernier a été établi en considérant :

- La nature des polluants susceptibles d'être émis par l'installation et de leurs caractéristiques (en particulier, leur potentiel de bioaccumulation) ;
- Ceci permet d'identifier les voies de transfert possibles ;
- L'inventaire des cibles, des usages et des différents milieux d'exposition potentielle.

Les rejets atmosphériques d'un crématorium sont susceptibles d'être à l'origine :

- d'une contamination de l'air (polluants atmosphériques),
- d'une contamination des sols, en particulier pour les polluants bio-accumulables,
- d'une contamination des végétaux (transferts sol / plante et dépôts sur les parties aériennes des végétaux) par les métaux,
- d'une contamination des produits animaux par les polluants bio-accumulables.

Etant donné les usages du sol et la présence de substances bio-accumulables même en faibles quantités (dioxines/furannes, mercure) dans les rejets du site, l'exposition des populations aux rejets atmosphériques est donc susceptible de se faire par les voies d'exposition suivantes :

- par inhalation pour toutes les substances : exposition aux concentrations atmosphériques,
- par ingestion pour les substances bio-accumulables uniquement :
 - Ingestion directe de sol en particulier chez les enfants (jeux à l'extérieur,...).
 - Ingestion indirecte via la consommation de légumes et fruits cultivés dans le jardin des riverains,
 - Ingestion indirecte via la consommation de produits animaux (poule, œufs) susceptibles d'être présents dans les jardins des riverains.

Ainsi, le schéma conceptuel d'exposition est le suivant :

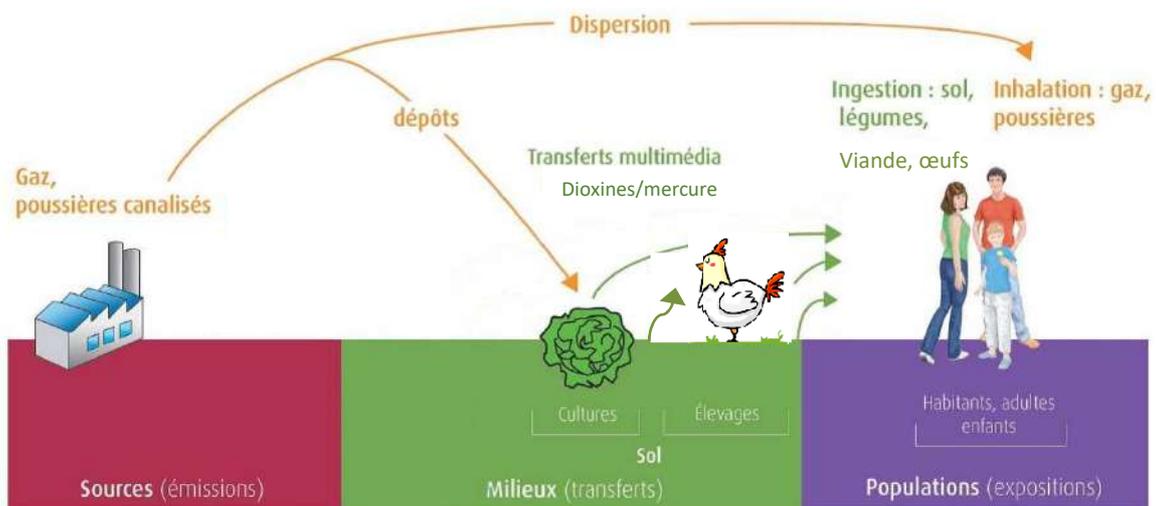


Figure 6 : schéma conceptuel d'exposition aux émissions atmosphériques du crématorium

3.5 DETERMINATION DES SUBSTANCES D'INTERET

D'après le guide de l'INERIS, les substances d'intérêt peuvent être divisées en 2 catégories : les traceurs d'émission ou les traceurs de risque.

Les traceurs d'émissions sont les substances susceptibles de révéler une contribution de l'installation aux concentrations mesurées dans l'environnement et éventuellement une dégradation des milieux attribuable à ses émissions. Ils sont considérés pour le diagnostic et l'analyse des milieux et lors de la surveillance environnementale (dans le cas d'une IEM).

Les traceurs de risque sont les substances émises susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Elles sont considérées pour l'évaluation quantitative des risques.

Dans le cas présent, étant donné qu'il s'agit uniquement d'une ERS et non d'une IEM, seuls des traceurs de risque sont déterminés.

Les critères de sélection des traceurs de risque sont :

- la quantité de polluant susceptible d'être émise,
- l'existence d'une VTR (ou d'une valeur guide par défaut...) qui est nécessaire pour quantifier le risque sanitaire,
- la toxicité du polluant,
- son devenir dans les compartiments environnementaux.

Dans le cas d'un grand nombre de polluants, une hiérarchisation peut être réalisée à ce stade pour limiter le nombre de traceurs retenus en calculant des ratios entre les flux de polluants émis et les VTR.

Dans le cas présent, étant donné le nombre de substances émises par le site (8 au total), elles ont toutes été retenues comme traceur du risque.

3.6 DETERMINATION DES POINTS D'INTERET

Les points d'intérêt sont les points où sont réalisés les calculs d'indicateurs de risque sanitaire. Leur détermination est basée sur la réalisation d'une modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions atmosphériques du site.

3.6.1 Présentation du logiciel Aria Impact

Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact v.1.8. Ce modèle 2D gaussien permet d'obtenir des cartes d'isoconcentration de polluants et d'isodéposition (dans le cas de substances sous forme particulaire).

Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site.

Les données nécessaires pour l'utilisation de ce logiciel sont les suivantes :

- Données météorologiques,
- Données sur le relief (facultatif),
- Hauteur h des points de rejet (m),
- Diamètre et forme des points de rejets,
- Température sortie des gaz (°K),
- Vitesse de sortie des gaz (m/s),
- Caractéristiques et flux des composés émis (kg/an).
-

3.6.2 Données retenues pour la modélisation

3.6.2.1 Caractérisation du terme source

Par terme source, on entend les caractéristiques du point de rejet (cheminée)- valeurs fournies par la société ATI :

- Hauteur : 7,5 m*,
- Diamètre : 285 mm,
- Vitesse d'éjection minimale des gaz : 8 m/s**,
- Température de rejets : 130°C,
- Flux de polluants : cf tableau de la page 9.

* hauteur conforme aux dispositions applicables en fonction de la date d'ouverture d'après le rapport de contrôle Funéraires de France

** vitesse minimale conforme à l'article D2223-104 du code général des collectivités territoriales

3.6.2.2 Données météorologiques

La météorologie locale est un paramètre déterminant pour la dispersion des polluants dans l'air. Le vent est le vecteur de la pollution et la turbulence atmosphérique est à l'origine du processus de diffusion.

Les conditions météorologiques les plus importantes pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont :

- la direction du vent,
- la vitesse du vent,
- la température extérieure,
- la stabilité de l'atmosphère.

La stabilité de l'atmosphère est le paramètre le plus complexe à connaître car, dans la majorité des cas, elle n'est pas mesurée. Ce paramètre destiné à quantifier les propriétés diffusives de l'air dans les basses couches, conduit à distinguer 6 catégories de stabilité de l'atmosphère.

Classe A : Très fortement instable	Dans de telles situations, la dispersion des polluants est facilitée. Ces situations apparaissent par fort réchauffement du sol. Elles se retrouvent principalement le jour en absence de vent fort.
Classe B : Très instable	
Classe C : Instable	
Classe D : Neutre	Ces situations permettent la dispersion des polluants. Elles correspondent aux situations de vents modérés ou à des situations de ciel couvert. Il s'agit de la situation la plus fréquente en zone tempérée.
Classe E : Stable	De telles situations freinent le déplacement des masses d'air. Elles sont induites par des inversions thermiques près du sol, ce qui limite la dispersion des polluants. Ces situations se retrouvent principalement la nuit par vent faible.
Classe F : Très stable	

Ces classes de stabilité sont déterminées à partir de la vitesse du vent et de la nébulosité. Ces paramètres, variables dans le temps et dans l'espace, résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie).

C'est pourquoi, il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques suffisamment longues et complètes, et représentatives de la climatologie du site. Les données que nous avons utilisées proviennent de la station de Saint Hilaire sur Helpe, qui est située à une dizaine de kilomètres au sud du site. Il s'agit de mesures horaires couvrant une période de 3 années : du 1er janvier 2018 au 31 décembre 2020. Une chronique de 3 années est suffisamment longue pour mettre en évidence le comportement climatique de la région.

Les figures suivantes présentent les roses des vents établies par le logiciel ARIA Impact à partir des données météorologiques. Les intersections des courbes avec les cercles d'isofréquence indiquent les fréquences d'apparition des vents en fonction de leur direction.

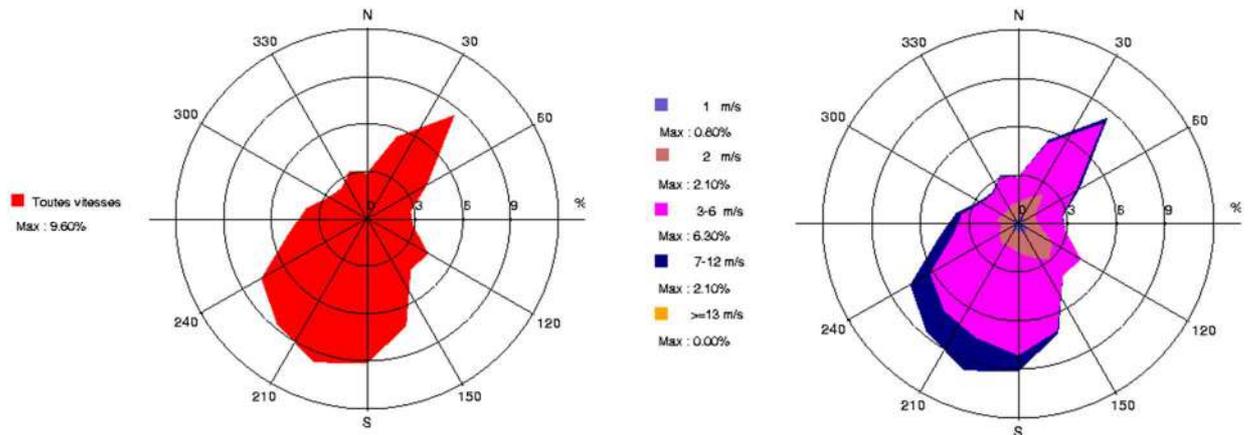


Figure 7 : Roses des vents générale et par classe de vitesse (source : ARIA Impact)

Les principaux résultats de l'analyse de ces figures sont les suivants :

- la rose des vents générale présente une direction prédominante de vents en provenance du Sud-Sud-Ouest (160°-240°). Cette direction représente 43 % des observations,
- les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse comprise entre 3 et 6 m/s (57,7 % des occurrences),
- la vitesse moyenne du vent (toutes classes confondues) est de 3,53 m/s (soit 12,7 km/h),
- les vents forts, de vitesse supérieure à 7 m/s sont assez peu fréquents puisqu'ils représentent 8,9 % des occurrences ; les vents calmes (<0,9 m/s) sont également relativement faibles : ils représentent 5,4% des occurrences.

Globalement les conditions de dispersion sont plutôt favorables, 36 % des observations présentant une atmosphère neutre (classe D) (cf. répartition des classes de stabilité ci-dessous).

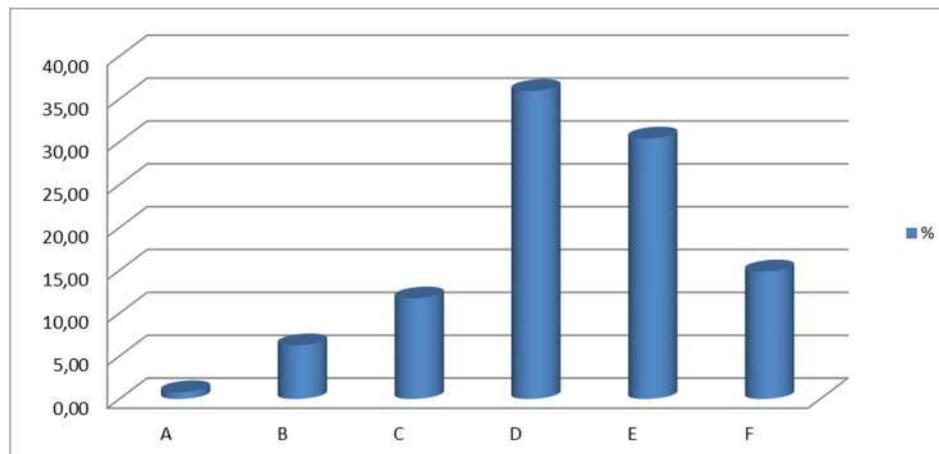


Figure 8 : répartition des occurrences en fonction des classes de stabilité de l'atmosphère

3.6.2.3 Caractéristiques des espèces

Les valeurs prises pour les différents paramètres caractérisant les polluants sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Substances	Phase de la substance	Vitesse de dépôt sec au sol (m/s)	Coefficient de lessivage (s ⁻¹)	Diamètre des particules (µm)
Ps (PM ₁₀)	particules	1,3.10 ⁻²	4.10 ⁻⁴	10
NO _x	gaz	-	1.10 ⁻⁵	-
CO	gaz	-	1.10 ⁻⁵	-
SO ₂	gaz	6.10 ⁻³	1.10 ⁻⁵	-
HCl	gaz	-	1.10 ⁻⁵	-
COV	gaz	-	1.10 ⁻⁵	-
PCDD/F	particules	5.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁵	1,3
Hg	particules	5.10 ⁻⁴	3,5.10 ⁻⁵	-

Ces valeurs sont issues de la base de données fournie avec le logiciel Aria- Impact.

3.6.2.4 Données topographiques

Le site se trouve dans une région dans laquelle le relief est peu marqué. La topographie n'a donc pas été intégrée dans ces calculs.

3.6.2.5 Autres données

Les modélisations ont été effectuées en considérant :

- un domaine d'étude de 2 km x 2 km centré sur le site,
- une occupation du sol de type urbain,
- les classes de stabilité de Pasquill, qui sont la formulation standard des classes de stabilité,
- le calcul des surhauteurs de cheminées à partir de la formule de Briggs qui est la formule standard de l'EPA,
- la prise en compte de l'effet downwash (rabattement du panache),
- une génération du profil de vent et de température : les données issues des stations météorologiques correspondent, en effet, à des situations pour une altitude de 10 mètres ; pour des cheminées assez hautes, le vent en altitude n'est pas le même que celui au niveau de la station, ce qui influence le calcul de surhauteur de cheminées,
- la prise en compte des vents calmes.

3.6.3 Résultats des modélisations

Tableau de synthèse

Le tableau ci-dessous présente :

- pour tous les composés : la valeur maximale de la concentration moyenne annuelle dans l'air atteinte au niveau du sol (en µg/m³) sur le domaine d'étude, appelée C_{max},
- pour les composés bio-accumulables uniquement (mercure et dioxines) : la valeur maximale du dépôt total atteinte au niveau du sol (en µg/m²/s) sur le domaine d'étude, appelée D_{max}.

Substance	C _{max} (en µg/m ³)	D _{max} (en µg/m ² /s)
COV	2,93E-02	-
NOx	7,33E-01	-
CO	1,36E-01	-
Poussières (PM ₁₀)	1,57E-02	-
HCl	4,40E-02	-
SO ₂	1,75E-01	-
PCDD/F(dioxines/furanes)	1,47E-10	9,57E-14
Hg	2,93E-04	5,44E-07

Cartographies

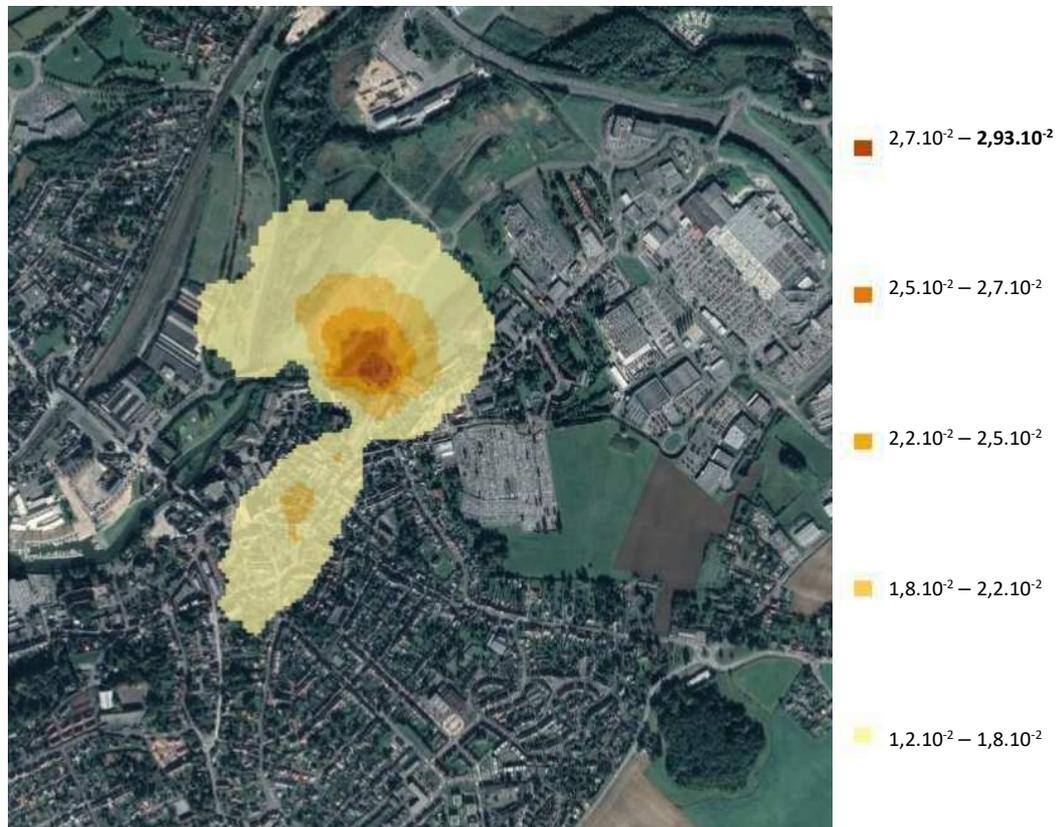
Les résultats des modélisations sont présentés ci-dessous sous forme de cartographies.

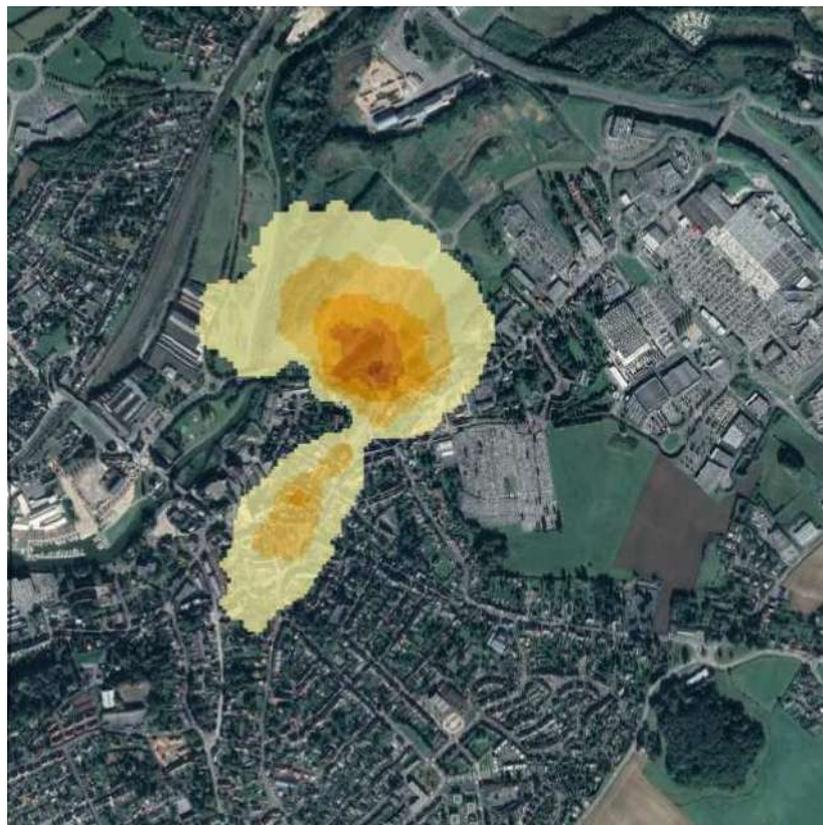
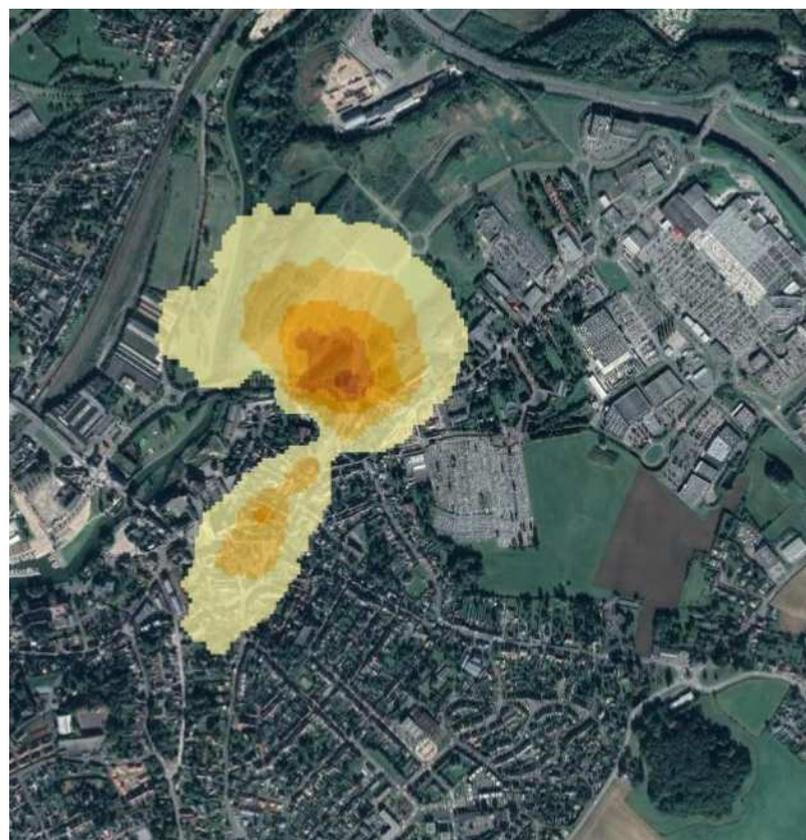
Ces résultats ne concernent que la contribution des rejets provenant de l'établissement. Les cartes sont constituées de zones colorées représentant chacune un intervalle de concentration.

Les valeurs maximales atteintes sur la zone d'étude sont celles indiquées en gras (et présentées dans le tableau de synthèse ci-avant).

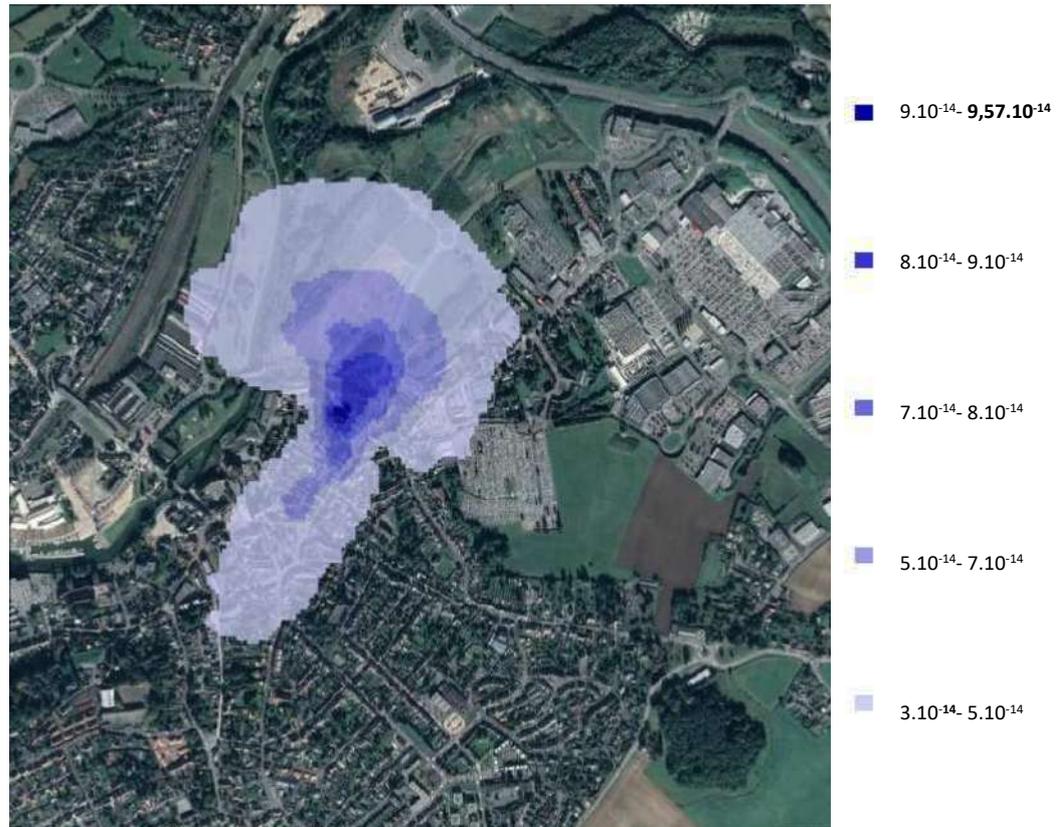
Les cartographies ayant une forme très similaire d'une famille de composé à une autre, seules quelques cartographies sont présentées ci-dessous : COV, NOx, et PCDD/F.

Concentration en COV (en µg/m³)



Concentrations en NOx (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)Concentration en PCDD/F (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Dépôt total en PCDD/F (en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$)



Valeurs retenues pour la suite de l'étude

Comme le montrent les cartographies, la zone de concentration maximale des polluants est située à environ 100m au nord-est du site alors que la zone de dépôt maximal est située à proximité immédiate de la cheminée. **Toutefois, dans le cadre d'une démarche simplificatrice et protectrice pour la santé, nous avons considéré pour la suite de l'étude le scénario d'une personne exposée aux valeurs maximales de concentration et de dépôt au sol.**

4. EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES

4.1 EVALUATION DES DANGERS ET DES RELATIONS DOSE-REPONSE

L'objectif de ce chapitre est de présenter une synthèse des informations sur :

- La dangerosité de ces substances (classement Cancérogène, Mutagène ou Reprotoxique – CMR, potentiel de bioaccumulation, ...);
- Les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR) avec les organes cibles (ou type d'effet) associés.

Notons que les toxiques peuvent être rangés en deux catégories en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les **toxiques à seuil**, pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque.
- Les **toxiques sans seuil**, pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès unitaires de risque (ERU) sont fournis. Ils correspondent à une probabilité d'apparition de cancer.

Les VTR sont fournies pour les effets à seuil et pour les effets sans seuil.

Commentaire sur le choix des VTR pour l'évaluation des risques :

Les valeurs toxicologiques de référence ont été retenues conformément à la Note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de détection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

C'est-à-dire que ce sont les VTR construites par l'Anses qui seront retenues prioritairement.

A défaut de valeur construite par l'Anses, ce sont les valeurs issues d'une sélection approfondie par une expertise nationale parmi les VTR disponibles qui seront ensuite retenues. Pour cela, les documents de l'INERIS (Rapport d'étude n°DRC-08-94380-11776C de mars 2009 et les valeurs définies par l'INERIS dans ses « fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques » lorsqu'elles sont plus récentes) qui ont été consultés.

Si l'expertise a été réalisée antérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente, alors ce sera la VTR la plus récente parmi les bases de données suivantes : US-EPA, ATSDR, ou OMS. A défaut de valeur recensée dans ces bases de données, c'est la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA qui sera retenue.

A défaut de VTR, nous avons indiqué les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limite pour la protection de la santé humaine réglementaires (Code de l'Environnement).

Les VTR retenues au moment de la rédaction du présent dossier ainsi que les données sur la dangerosité des substances sont synthétisées dans le tableau suivant.

Cas particulier des Composés Organiques Volatils (COV) et des dioxines/furannes (PCDD/F) :

Les COV constituent une grande famille de substances qui présentent des toxicités très variables d'une substance à l'autre. En l'absence de données sur le type de COV qui sont susceptibles d'être émis par le crématorium, une démarche très majorante et protectrice pour la santé a été adoptée en assimilant l'ensemble des COV à une substance reconnue au moment de l'évaluation comme faisant partie des plus toxiques : le benzène.

De la même manière, l'ensemble des dioxines/furannes a été assimilé à la 2,3,7,8-TCDD qui est la plus toxique des dioxines.



Polluant / substance	N°CAS	Effet à seuil						Effet sans seuil				Classement Cancérigène, Mutagène et toxique pour la Reproduction (CMR) ⁽¹⁾		Persistance (biodégradabilité) et/ou potentiel de bioaccumulation dans l'environnement	Commentaire	
		VTR inhalation (µg/m3)	Organe cible ou effet sur ...	Référence	VTR ingestion (mg/kg/j)	Organe cible ou effet sur ...	Référence	VTR inhalation (µg/m3)-1	Référence	VTR ingestion (mg/kg/j)-1	Référence	Classification réglementaire CMR	Classement cancérigène du CIRC			
Particules (assimilées aux PM10)	-	20	-	Ligne Directrice (OMS)									Non classé CMR	Particules dans l'air extérieur : Groupe 1	Non bioaccumulable	A défaut de VTR, les concentrations modélisées seront comparées à la Ligne Directrice de l'OMS
		30	-	Objectif de qualité de l'air (Code de l'Environnement)				/	/							
		40	-	Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)												
Dioxyde de soufre (SO ₂)	7446-09-5	20	-	Ligne Directrice (OMS)								Non classé CMR	Groupe 3	Non bioaccumulable		
		50	-	Objectif de qualité de l'air et Valeur Limite pour la protection de la santé humaine (Code de l'Environnement)				/	/							
Oxyde d'azote en équivalent NO ₂	10102-44-0	20	-	VGAI (Anses), 2013				/	/			Non classé CMR	Non évalué	Non bioaccumulable		
Monoxyde de carbone (CO)	630-08-0	10000	-	Pour une exposition de 8h Afset, 2007 (retenu par l'Anses, 2018)				/	/			Reprotoxique 1A	Non évalué	Non bioaccumulable	-	
Acide chlorhydrique (HCl)	7647-01-0	20	Système respiratoire	US-EPA, 1995				/	/			Non classé CMR	Groupe 3	Non bioaccumulable	-	
COV (assimilés à du benzène)	71-43-2	10	Système immunitaire	Anses, 2008				2,60E-05	Anses, 2014			Cancérigène 1 Mutagène 2	Groupe 1	Non bioaccumulable	-	
Dioxines/furannes (PCDD/F) assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	1746-01-6	4,00E-05	effets hépatiques et pulmonaires	OEHHA, 2000 (retenu par l'INERIS, 2015)	7,00E-10	Fertilité, thyroïde	US EPA, 2012 (retenu par l'Anses)	38	OEHHA, 1986	130000	OEHHA, 1986	Non classé CMR	Groupe 2	Bioaccumulable et persistant	-	
Mercure (Hg)	7439-97-6	3,00E-02	Système nerveux	OEHHA, 2008 (retenu par l'INERIS, 2014)	0,00057	-	EFSA, 2012 (retenu par l'Anses, 2018)	/	/	/	/	Reprotoxique 1B	Groupe 3	Bioaccumulable et persistant	-	

(1) :

Avec :

Classification issue de la liste des substances classées cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction dans la réglementation de l'Union Européenne

CMR : Cancérigène, Mutagène, toxique pour la Reproduction

Le règlement (CE) 1272/2008 modifié, dit règlement CLP, relatif à la classification, l'étiquetage et l'emballage des substances et des mélanges, définit 3 catégories pour les effets CMR :

- 1A (effets avérés),
- 1B (effets présumés),
- 2 (effets suspectés).

Classement cancérigène du CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) – OMS (Organisation Mondiale de la Santé) :

- Groupe 1 : L'agent est cancérigène pour l'homme
- Groupe 2A : L'agent est probablement cancérigène pour l'homme
- Groupe 2B L'agent est peut-être cancérigène pour l'homme
- Groupe 3 : L'agent est inclassable quant à sa cancérigénicité pour l'homme
- Groupe 4 : L'agent n'est probablement pas cancérigène pour l'homme

4.2 CARACTERISATION DES EXPOSITIONS

Le schéma conceptuel d'exposition a été présenté au §3.4.

Le scénario d'exposition des populations retenu est le suivant : celui d'une cible exposée 24h/24 et 365j/an, à la concentration maximale et au dépôt maximal modélisé (démarche simplificatrice et majorante car les zones de dépôt et de concentration maxi ne sont pas situés au même endroit) par :

- Inhalation directe : exposition aux concentrations atmosphériques,
- Ingestion directe de sol en particulier chez les enfants (jeux à l'extérieur,...),
- Ingestion indirecte via la consommation de légumes et fruits cultivés dans le jardin des habitations les plus exposées aux émissions du site,
- Ingestion indirecte via la consommation de produits animaux (poule, œufs) susceptibles d'être présents dans les jardins des habitations les plus exposées.

L'outil de modélisation qui a été utilisé pour la détermination des concentrations dans les milieux est MODUL'ERS, logiciel-outil développé par l'INERIS pour la modélisation des risques sanitaires ICPE et SSP (Sites et Sols Pollués). Cet outil permet de faire le lien entre l'étape de définition du schéma conceptuel et celle de l'évaluation prospective des expositions et des risques, en donnant aux utilisateurs la possibilité de construire un modèle d'exposition adapté au schéma conceptuel défini pour le site étudié, à partir d'une bibliothèque de modules prédéfinis.

MODUL'ERS permet d'estimer les concentrations dans les milieux, les niveaux d'exposition et les niveaux de risque en fonction du temps à partir des équations décrites dans le manuel intitulé « jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle » et référencé INERIS DRC-08-94882-16675B.

La version du logiciel utilisée est la dernière (mise à jour de mars 2019).

Ce logiciel a été utilisé pour estimer les concentrations en mercure et dioxines/furannes dans le milieu sol ainsi que dans légumes et les produits animaux.

Pour les autres substances (non bio-accumulables), seules les concentrations dans l'air sont nécessaires et elles ont été déterminées par la modélisation de dispersion atmosphérique.

Une matrice a été créée avec les différents « compartiments » à considérer :

Constantes Replages	Constantes Replages to Sol	Constantes Replages to Sol	Constantes Replages to Fruits	Constantes Replages to Legumes feuilles	Constantes Replages to Legumes fruits	Constantes Replages to Legumes racines	Constantes Replages to Tuberoles			1
	Soil superficiel habitation		Soil superficiel habitation to Fruits	Soil superficiel habitation to Legumes feuilles	Soil superficiel habitation to Legumes fruits			Soil superficiel habitation to Poule	Soil superficiel habitation to Niveaux Exposition Risque	2
		Soil racinaire habitation	Soil racinaire habitation to Fruits	Soil racinaire habitation to Legumes feuilles	Soil racinaire habitation to Legumes fruits	Soil racinaire habitation to Legumes racines	Soil racinaire habitation to Tuberoles			3
			Fruits						Fruits to Niveaux Exposition Risque	4
				Legumes feuilles					Legumes feuilles to Niveaux Exposition Risque	5
					Legumes fruits				Legumes fruits to Niveaux Exposition Risque	6
						Legumes racines			Legumes racines to Niveaux Exposition Risque	7
							Tuberoles		Tuberoles to Niveaux Exposition Risque	8
								Poule	Poule to Niveaux Exposition Risque	9
									Niveaux Exposition Risque	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Figure 9 : Matrice d'exposition MODUL'ERS

Un certain nombre de données d'entrée par défaut sont proposées dans ce logiciel (ex : durée d'exposition de la cible, classes d'âges de la cible, poids corporel de la cible, masse de sol ingérée par jour par la cible...). Nous avons utilisé ces valeurs par défaut qui correspondent à des standards proposés par l'INERIS.

Les principales données d'entrée utilisées dans MODUL'ERS (hors valeurs par défaut) sont les valeurs maximales des concentrations atmosphériques et les dépôts totaux modélisés en moyenne annuelle (voir § 3.6.3).

En ce qui concerne les fractions de produits végétaux et animaux consommés exposés à la contamination, nous avons considéré les valeurs minimales de la plage proposée dans l'outil (les valeurs basses correspondant à la population générale et les valeurs hautes à la population agricole).

Nous n'avons pas considéré d'apport de pollution par irrigation des sols, ni de perte par lixiviation, dégradation, érosion ou ruissellement.

Le rapport MODUL'ERS est joint en annexes. Il présente :

- Les données d'entrées ;
- Les résultats pour l'exposition par ingestion.

4.3 CARACTERISATION DES RISQUES

Plusieurs termes sont rappelés avant de présenter les résultats.

Les composés peuvent être rangés en 2 catégories en fonction de leur mécanisme d'action :

- **Les toxiques à seuil**, pour lesquels il existe des valeurs toxicologiques de référence (VTR) en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque.

Dans ce cas, le risque toxicologique chronique des effets avec seuil est exprimé à l'aide d'un Indice de Risque (IR), appelé aussi quotient des dangers (QD). Le calcul de ce quotient s'effectue comme suit, en fonction de la voie d'exposition :

Pour l'inhalation : $QD = CI / VTR$

Pour l'ingestion : $QD = DJE / VTR$

Avec CI = Concentration moyenne Inhalée (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$), DJE = Dose Journalière d'Exposition liée à l'ingestion de la substance (en $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$) et VTR= Valeur Toxicologique de référence (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'inhalation ou $\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$ pour l'ingestion).

Le Quotient de Danger doit être inférieur à 1 pour éviter tout risque toxicologique. Cela reste vrai même pour les populations sensibles du fait des facteurs de sécurité intégrés au niveau des VTR.

Ces formules s'appliquent à chaque substance prise individuellement et pour le seul effet critique, et ne renseignent pas sur l'effet résultant de l'exposition à un mélange de substances. Les connaissances dans ce domaine sont extrêmement limitées et, même si l'on a décrit de manière qualitative des possibilités d'effets additifs, antagonistes ou synergiques, on ne dispose pas de règle générale de prise en compte des effets combinés.

En ce qui concerne l'addition des QD, la règle générale préconisée dans le guide de l'INERIS consiste à additionner les QD des substances ayant les mêmes organes cibles pour l'ensemble des voies d'exposition concernées. Par simplification, en première approche, il est possible d'additionner l'ensemble des QD pour toutes les substances et toutes les voies d'exposition (démarche majorante qui permet de justifier l'absence de risque préoccupant).

- **Les toxiques sans seuil**, tels certains produits cancérigènes pour lesquels il n'est pas possible de définir un niveau d'exposition sans risque pour la population. Pour ces produits, des excès de risque unitaire (ERU) sont fournis. Ils correspondent au nombre de cas de cancers attendus pour une exposition pendant la vie entière ou une très longue durée.

Pour les effets sans seuil, le risque est exprimé par l'Excès de Risque Individuel (ERI) qui représente la probabilité que l'individu développe l'effet associé à une substance pendant sa vie du fait de l'exposition considérée :

Pour l'inhalation :
$$ERI = \sum_i \frac{CI_i \times T_i}{T_m} \times ERU$$

Pour l'ingestion :
$$ERI = \sum_i \frac{DJE_i \times T_i}{T_m} \times ERU$$

Avec CI : Concentration moyenne Inhalée (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ERU : Excès de Risque Unitaire pour la voie d'exposition concernée, T_i : Durée de la période d'exposition i (en années) sur laquelle l'exposition est calculée et T_m : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (70 ans). Une durée d'exposition de 30 ans est retenue. Cette durée correspond au percentile 90 de la durée de résidence en France. Il s'agit de la durée préconisée à retenir selon le guide méthodologique de l'INERIS pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires (août 2013).

L'OMS fixe un seuil inférieur ou égal à 10^{-5} pour considérer le risque comme acceptable, ce seuil correspondant à la probabilité d'apparition d'un cancer supplémentaire sur 100 000 personnes.

En ce qui concerne l'addition des ERI, la pratique consiste à sommer tous les ERI pour calculer un excès de risque pour tout effet sans seuil confondu.

4.3.1 Effets à seuil

■ Effets à seuil par inhalation

Le tableau ci-après présente les Quotients de Dangers (QD) obtenus pour chacune des substances émises par le site pour une exposition par inhalation.

Pour rappel, l'évaluation prospective des risques est basée sur les résultats des modélisations des flux majorants susceptibles d'être émis par le site (et non des flux moyens réellement mesurés).

Nous avons considéré que la concentration moyenne inhalée (CI) correspondait à la valeur maximale modélisée en moyenne annuelle. Cette démarche est majorante étant donné qu'elle suppose que les riverains les plus exposés ne quittent jamais leur habitation et sont exposés 24h/24, 365j/an aux concentrations modélisées.

Substance	CI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VTR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	QD _{inh}	Commentaire
Particules (assimilées aux PM10)	1,57E-02	20	7,85E-04	QD estimé sur la base de valeur guide en l'absence de VTR
Dioxyde de soufre (SO ₂)	1,75E-01	20	8,75E-03	
Oxyde d'azote en équivalent NO ₂	7,33E-01	20	3,67E-02	
Monoxyde de carbone (CO)	1,36E-01	10000	1,36E-05	-
Acide chlorhydrique (HCl)	4,40E-02	20	2,20E-03	-
COV (assimilés à du benzène)	2,93E-02	10	2,93E-03	-
Dioxines/furannes (PCDD/F) assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	1,47E-10	4,00E-05	3,68E-06	-
Mercure (Hg)	2,93E-04	3,00E-02	9,77E-03	-
Quotient de danger (QD) total pour l'exposition par inhalation			6,11E-02	-

Pour les particules, le SO₂ et les NO_x qui ne disposent pas de VTR, un QD a tout de même été estimé (valeurs indiquées en italique) sur la base des valeurs guide afin de ne pas sous-estimer le risque.

Le QD le plus important par inhalation est celui lié au mercure.

Le Quotient de Danger total pour l'exposition par inhalation est nettement inférieur à 1 (valeur recommandée par les autorités sanitaires).

■ Effets à seuil par ingestion

Les Quotients de danger (QD) sont directement calculés par le logiciel MODUL'ERS en fonction des DJE (qui sont calculées) et des VTR (renseignées par l'utilisateur). Pour rappel, ils sont calculés uniquement pour les polluants bio-accumulables (dioxines et mercure).

Nous présentons ci-après un exemple de QD obtenu avec MODUL'ERS, pour le mercure, pour l'ingestion cumulée (sols, fruits-légumes, œufs, volaille), en fonction de la classe d'âge (pour une simulation sur 30 années, les niveaux d'exposition calculés par classe d'âge correspondent au cours du temps à des individus différents).

- QD pour l'ingestion pour du mercure calculé par MODUL'ERS:

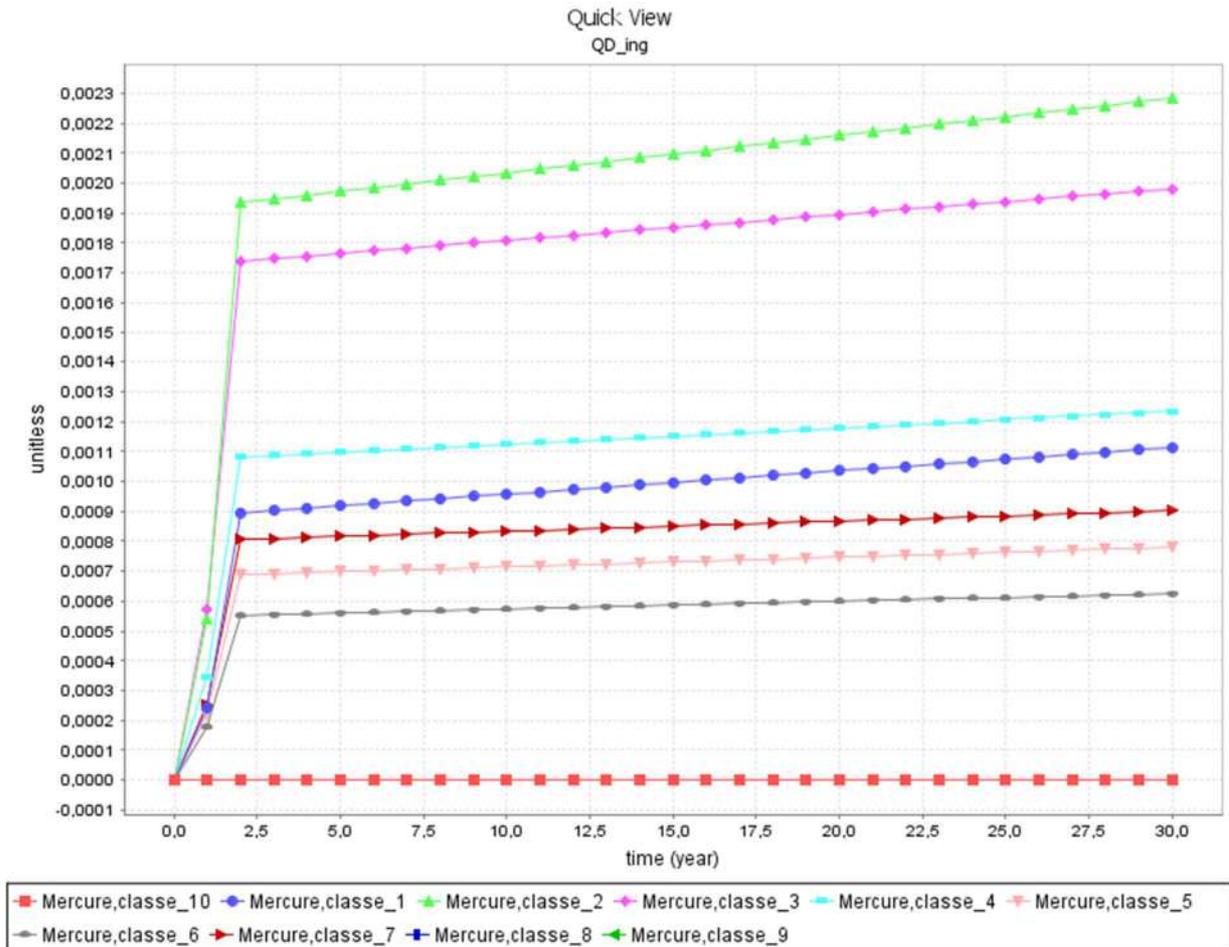


Figure 10 : Quotient de danger pour l'ingestion cumulée du mercure en fonction de la classe d'âges

Le graphique ci-avant montre que pour les expositions par ingestion, la classe d'âge la plus exposée est la classe 2 (correspondant aux individus âgés de 1 à 3 ans).

La valeur maximale est $QD = 2,28 \cdot 10^{-3}$ (pour la classe 2), obtenue à $t=30$ ans de fonctionnement de l'installation.

Sur la base des VTR présentées dans le tableau du §4.1 et des données de concentration et de dépôts totaux, les QD calculés avec MOLDUL'ERS sont les suivants :

Substance	QD _{ing}
Dioxines/furannes (PCDD/F) assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	1,19 E-4
Mercur (Hg)	2,28 E-3
QD total par ingestion	2,4 E-3

Les QD par ingestion sont très faibles, le plus important étant celui obtenu pour le mercure. Le QD

Le Quotient de Danger total pour l'exposition par ingestion est nettement inférieur à 1 (valeur recommandée par les autorités sanitaires).

■ Effets à seuil par inhalation et ingestion

Pour rappel, en première approche, la démarche consiste à additionner l'ensemble des QD pour toutes les substances et toutes les voies d'exposition (démarche majorante qui permet de justifier l'absence de risque préoccupant).

Les résultats sont les suivants :

Polluant / substance	QD _{inh}	QD _{ing}
Particules (assimilées aux PM10)	7,85E-04	-
Dioxyde de soufre (SO ₂)	8,75E-03	-
Oxyde d'azote en équivalent NO ₂	3,67E-02	-
Monoxyde de carbone (CO)	1,36E-05	-
Acide chlorhydrique (HCl)	2,20E-03	-
COV (assimilés à du benzène)	2,93E-03	-
Dioxines/furannes (PCDD/F) assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	3,68E-06	1,19 E-4
Mercure (Hg)	9,77E-03	2,28 E-3
Quotient de danger (QD) total pour l'exposition par inhalation et ingestion	6,35E-02	

Le QD pour l'ensemble des substances et des voies d'exposition est nettement inférieur à 1 (valeur recommandée par les autorités sanitaires).

4.3.2 Effets sans seuil

■ Effets sans seuil par inhalation

Le tableau ci-après présente les Excès de Risque Individuel (ERI) obtenus pour chacune des substances émises par le site disposant d'une VTR pour les effets sans seuil pour la voie inhalation.

Polluant / substance	C _{max} (µg/m ³)	VTR ((µg/m ³) ⁻¹)	ERI inh
COV (assimilés à du benzène)	3,26E-07	2,60E-05	3,26E-07
Dioxines/furannes (PCDD/F) assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	2,39E-09	38	2,39E-09
ERI (Excès de Risque Individuel) total pour l'exposition par inhalation			3,29E-07

L'ERI est le plus important par inhalation est obtenu pour les COV (assimilés à du benzène).

L'ERI total par inhalation atteint est nettement inférieur à la valeur repère de 10⁻⁵ fixée par les autorités sanitaires.

■ Effets sans seuil par ingestion

Les ERI sont directement calculés par le logiciel MODUL'ERS en fonction des DJE (qui sont calculées par l'outil) et des VTR (renseignées par l'utilisateur).

Seules les dioxines disposent d'une VTR à effet sans seuil pour l'ingestion.

L'ERI_{ing} s'élève à 1,34E-09 pour les dioxines, valeur nettement inférieur à la valeur repère de 10⁻⁵ fixée par les autorités sanitaires

■ Effets sans seuil par inhalation et ingestion

Pour rappel, en ce qui concerne l'addition des ERI, la pratique consiste à sommer tous les ERI pour calculer un excès de risque pour tout effet sans seuil confondu.

Les résultats sont les suivants :

Substance	ERlinh	ERling
COV (assimilés à du benzène)	3,26E-07	-
Dioxines/furannes (PCDD/F) assimilés à la 2,3,7,8-TCDD	2,39E-09	1,34 E-09
ERI (Excès de Risque Individuel) total pour l'exposition par inhalation et ingestion	3,30E-07	

L'ERI total pour l'ensemble des voies d'exposition est nettement inférieur à la valeur repère de 10^{-5} fixée par les autorités sanitaires.

5. INCERTITUDES

5.1 INTRODUCTION

Cette étude a été conduite en utilisant dans un principe de prudence et de proportionnalité, les méthodes et les données recommandées par les organismes experts, en priorité l'Institut de Veille Sanitaire (InVS) et l'INERIS et de façon complémentaire l'US-EPA et l'OMS.

Néanmoins, la démarche d'ERS s'accompagne nécessairement d'une part d'incertitudes qui proviennent de lacunes ou d'imprécisions des données et de l'obligation de fixer des hypothèses.

L'évaluation quantitative du risque sanitaire est une estimation du risque potentiel fondé sur les connaissances à la date d'élaboration de l'étude et sur un certain nombre d'hypothèses.

Les hypothèses ont été fixées autant que possible dans le sens de la sécurité, dans le but de privilégier une surestimation des risques sanitaires.

Les principales sources d'incertitudes qui sous-estiment ou surestiment les risques sont :

- Les valeurs toxicologiques,
- La caractérisation des émissions et des termes sources,
- Le modèle de dispersion atmosphérique,
- Le comportement des populations (temps d'exposition),
- La variabilité des êtres humains aux différents facteurs,
- L'additivité des risques.

Il n'est pas envisageable actuellement de quantifier l'incertitude sur le risque sanitaire final. L'objectif de ce chapitre est de présenter les principales incertitudes.

L'évaluation des risques sanitaires ne doit pas être lue comme le taux de mortalité attendu dans la population exposée, mais comme une estimation du risque potentiel fondé sur les connaissances à la date d'élaboration de l'étude et sur un certain nombre d'hypothèses conservatives.

5.2 INCERTITUDES SUR LES DONNEES TOXICOLOGIQUES

Les valeurs toxicologiques de référence pour les effets à seuil comme pour les effets sans seuil sont fondées sur :

- Des études épidémiologiques (cohorte de travailleurs soumise à des expositions professionnelles).
- Des expérimentations sur l'animal en attribuant aux résultats des facteurs d'incertitudes.

Il est important de noter que :

- l'homme ne réagit pas nécessairement comme l'animal,
- les données sur l'animal sont elles-mêmes soumises aux incertitudes liées aux protocoles expérimentaux (nombre d'animaux, dosage, voie d'administration des produits, durée des tests,...),
- l'extrapolation par des modèles mathématiques de résultats expérimentaux d'exposition à fortes concentrations, à des expositions chroniques à très faibles doses génère des biais sur les résultats,
- tous les produits n'ont pas été étudiés (les bases de données des valeurs toxicologiques de référence recensent environ 600 produits documentés) ; en l'absence de VTR, nous sommes ainsi amenés à retenir à défaut un certain nombre de valeurs guides,
- le manque de données sur certains produits particuliers oblige souvent à les assimiler à un produit de la même famille,
- pour les substances à effets à seuil, dont les mécanismes d'action toxique sont similaires, le principe de prudence conduit en première approche à ajouter les quotients de dangers (QD),
- les effets de synergie (sous-estimation des risques) ou d'antagonisme (surestimation des risques) des différents composés ne peuvent pas être pris en compte.

Parmi les composés de l'étude, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre et les poussières ne disposent pas à proprement parler d'une VTR, mais d'une valeur guide. Un quotient de danger a toutefois été estimé pour ces composés de manière à ne pas sous-estimer le risque.

5.3 INCERTITUDES SUR LA CARACTERISATION DES EMISSIONS ET DU TERME SOURCE

Les substances retenues sont les composés qui font l'objet actuellement d'une réglementation en valeur limite de rejet conformément à l'arrêté du 28 janvier 2010.

Les flux de polluants annuels ont été estimés sur la base des hypothèses majorantes suivantes :

- les valeurs de concentrations fixées par l'arrêté du 28/01/2010,
- un débit maximal de rejets sur gaz secs à 11% d'O₂ de 2500 Nm³/h,
- une durée de crémation de 90 min (durée maximale),
- une vitesse d'éjection minimale réglementaire de 8 m/s.

Par ailleurs, un nombre de 900 crémations annuelles a été retenu pour cette étude (hypothèse très majorante compte-tenu des prévisions de crémation).

Concernant les émissions de Composés Organiques Volatils, en l'absence de spéciation, nous avons assimilé la totalité des COV émis par le crématorium à du benzène (démarche très majorante).

Il n'a pas été tenu compte des composés secondaires résultant de transformation chimique dans l'atmosphère, comme la formation d'ozone par exemple.

Les données d'émission prises en compte pour cette étape tendent donc à surestimer les risques.

5.4 INCERTITUDES LIEES AU MODELE DE DISPERSION ATMOSPHERIQUE (ARIA IMPACT)

Ces incertitudes proviennent :

- des hypothèses concernant les données d'entrée du modèle,
- du modèle lui-même, qui utilise une formulation mathématique réductrice des phénomènes physiques mis en œuvre lors des phénomènes de transport et de dispersion des polluants.

Les hypothèses d'entrée du modèle sont :

- le choix de la station météorologique sur laquelle le plus grand nombre de paramètres est mesuré (notamment la nébulosité), mais pas implantée exactement sur le site,
- les discontinuités des directions de vent (+/- 10°),
- l'utilisation d'une table de contingence nébulosité x vitesse de vent pour déterminer des classes de stabilité discontinues,
- le choix d'une valeur d'albédo identique pour l'année (non prise en compte des périodes de neige par exemple),
- le choix d'un coefficient de rugosité unique pour l'ensemble du domaine (prairies, zones d'habitat ou urbaines, forêts).

Le modèle Aria Impact est un modèle de type gaussien avec un modèle à « bouffée » pour prendre en compte les vents faibles (\leq à 1 m/s). Les principales incertitudes du modèle sont :

- un manque de précision à moins de 100 m de la source (se traduisant en général par une surestimation de l'exposition),
- la non prise en compte des obstacles en champ proche.

Le modèle ARIA Impact est cité dans le Guide méthodologique de l'INERIS parmi les logiciels susceptibles d'être utilisés pour la modélisation de rejets atmosphériques chroniques. Ce logiciel répond au cahier des charges de l'US-EPA (Guidelines on Air Quality Models).

5.5 INCERTITUDES SUR LE MODELE D'ÉVALUATION DES EXPOSITIONS (MODUL'ERS)

Les incertitudes sont de deux types, tout comme celles du modèle de dispersion atmosphérique, à savoir :

- les hypothèses concernant les données d'entrée du modèle (qui sont présentées intégralement dans le rapport joint en annexe),
- le modèle lui-même, qui utilise des équations présentées dans le manuel référencé « jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle » et référencé INERIS DRG-08-94882-16675B.

5.6 INCERTITUDES SUR L'EXPOSITION DES POPULATIONS

Nous avons considéré de façon pénalisante que les populations étaient exposées 24h/24 et 365j/an aux concentrations maximales modélisées. Il n'est pas tenu compte des déplacements en dehors du domaine d'étude, ni dans le domaine d'étude.

Notons qu'il n'est également pas tenu compte de l'exposition via la qualité de l'air intérieur, ce niveau d'exposition étant propre à chaque habitation (renouvellement de l'air, aération, ameublement, type de produits domestiques utilisés,...).

5.7 INCERTITUDES SUR LA VARIABILITE DES ETRES HUMAINS AUX DIFFERENTS FACTEURS

De nombreux facteurs relatifs à la diversité génétique (métabolisme, sensibilité au polluant,...), au mode de vie (régime alimentaire, sédentarité,...), à l'état de santé (immunodéficience,...) ne peuvent être intégrés dans l'étude de risque sanitaire (sinon par un coefficient d'incertitude supplémentaire sur les valeurs toxicologiques de référence).

5.8 INCERTITUDES LIEES A L'ADDITIVITE DES RISQUES

La démarche préconisée dans le guide de l'INERIS d'août 2013 sur l' « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » est la suivante

- Pour les effets à seuil, les quotients de danger des substances provoquant le même effet sur le même organe cible sont ajoutés entre eux. L'addition des quotients de danger pour différentes voies d'exposition est effectuée selon le même principe.
L'addition de tous les quotients de danger, indépendamment de l'organe cible est également réalisé à titre indicatif ; il s'agit dans ce cas d'une simplification de la première approche.
- Pour les effets sans seuil, l'addition des excès de risque individuel est effectuée pour les différentes voies d'exposition et substances.

Dans le cas présent, nous avons adopté une démarche majorante consistant à sommer tous les QD pour obtenir un QD total.

5.9 CONCLUSION SUR LES INCERTITUDES

Les hypothèses prises pour les valeurs des variables d'entrée de l'Evaluation du Risque Sanitaire et les coefficients de sécurité pris à chaque étape du processus, rendent peu probable une sous-estimation du risque pour les populations.

Rappelons que les indices de risque calculés sont des indicateurs évalués avec les connaissances techniques du moment, notamment avec les VTR actuellement publiées et validées.

6. SYNTHÈSE

Cette Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) a été conduite sur la base de modélisations de dispersion atmosphérique (réalisée avec le logiciel ARIA Impact) et de modélisations des concentrations dans les différents milieux - sols, végétaux, animaux (réalisée avec le logiciel-outil MODUL'ERS) permettant une estimation des doses d'expositions par inhalation et par ingestion et des niveaux de risques engendrés par les émissions du site. L'objectif de cette évaluation était de déterminer la contribution propre du site en termes de risques sanitaires.

Tous les composés émis par le site ont été retenus comme traceur du risque sanitaire, à savoir:

- les Composés Organiques Volatils (COV),
- les oxydes d'azote (NOx),
- le monoxyde de carbone (CO),
- les poussières (Ps),
- l'acide chlorhydrique (HCl),
- le dioxyde de soufre (SO₂),
- les dioxines/furannes (PCDD/F),
- le mercure (Hg).

Le scénario d'exposition qui a été retenu est le suivant : celui d'une cible exposée 24h/24 et 365j/an, à la concentration maximale et au dépôt maximal modélisé (démarche simplificatrice et majorante car les zones de dépôt et de concentration maxi ne sont pas situés au même endroit) par :

- Inhalation directe : exposition aux concentrations atmosphériques,
- Ingestion directe de sol en particulier chez les enfants (jeux à l'extérieur,...),
- Ingestion indirecte via la consommation de légumes et fruits cultivés dans le jardin des habitations les plus exposées aux émissions du site,
- Ingestion indirecte via la consommation de produits animaux (poule, œufs) susceptibles d'être présents dans les jardins des habitations les plus exposées.

Les résultats de l'évaluation des risques sanitaires sont les suivants :

- Pour les effets à seuil : **Les Quotients de Dangers (QD) sont inférieurs à 1** pour chacune des substances et voies d'exposition considérées individuellement ainsi que pour l'ensemble des substances et des voies d'exposition : nous pouvons conclure au respect des recommandations des autorités sanitaires pour les effets à seuil par inhalation et ingestion pour les populations les plus exposées.
- Pour les effets sans seuil : **Les Excès de Risque Individuel (ERI) sont inférieurs à 10⁻⁵** pour chacune des substances et voies d'exposition considérées individuellement ainsi que pour l'ensemble des substances et des voies d'exposition : nous pouvons conclure au respect des recommandations des autorités sanitaires pour les effets à seuil par inhalation et ingestion pour les populations les plus exposées.

Au vu des méthodologies et de la bibliographie validée, des connaissances au moment de la rédaction de l'étude et au vu des informations transmises, les émissions du crématorium permettent de respecter les recommandations des autorités sanitaires.



7. ANNEXE : RAPPORT MODUL'ERS



ENVIRONNEMENT

CONTRAT POUR LA FOURNITURE :
UN FOUR DE CREMATION A DECENDRAGE ARRIERE
TYPE CR 2000 XXL AVEC UNE LIGNE DE FILTRATION SIMPLE

Le Client :

**Sarl Ets Frère
Rue de sous le Mont
59330 Hautmont**

Représentée par :

**Monsieur Olivier FRERE
Gérant**

Le Fournisseur :

**SAS ATI ENVIRONNEMENT
Zone industrielle de la saulaie
2 rue Gustave Eiffel
45500 - GIEN**

Tél 02.38.29.29.02

Représentée par :

**Monsieur Ernesto IBANEZ
Président Directeur Général**

passé commande à la Société ATI ENVIRONNEMENT pour:

* La fourniture et l'installation d'un four de crémation à décendrage arrière avec une ligne de filtration simple dans un module suivant le descriptif ci-dessous :



ENVIRONNEMENT

SOMMAIRE

I – PREAMBULE

- 1.1 - Respect des normes
 - 1.1.1 - Rejets atmosphériques
 - 1.2.1 - Caractéristiques générales du four CR 2000 XXL (grande taille)

II – DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS DE CREMATION

- 2.1 - Système d'introduction des cercueils
 - 2.1.1 - Table d'introduction des cercueils
- 2.2 - Four CR 2000XXL
 - 2.2.1 - Principe de fonctionnement
 - 2.2.2 - Généralités
 - 2.2.3 - Façade d'introduction
 - 2.2.4 - Chambre de crémation
 - 2.2.5 - Façade arrière, porte de service et registre de récupération des calcius
 - 2.2.6 - Régulation
 - 2.2.7 - Ventilateur d'air primaire et secondaire
 - 2.2.8 - Equipement de chauffe
 - 2.2.9 - Injecteur de sécurité eau
- 2.3 - Pulvérisateur de calcius et cabinet de transfert
- 2.4 - By pass de sécurité
- 2.5 - Gaine de post combustion

III – Description des équipements de filtration

- 3.1 - Refroidisseur des fumées compacts
- 3.2 - Aéroréfrigérant
- 3.3 - Filtre céramique
- 3.4 - Trémie d'injection produit neutralisant
- 3.5 - Résidu de filtration
- 3.6 - Compresseur d'air comprimé
- 3.7 - Ventilateur d'extraction

IV – PIECES DE RECHANGES

V – SUPERVISION

VI – OUTILLAGES SPECIFIQUES FOURNIS

VII – FORMATION du PERSONNEL



ENVIRONNEMENT

I- PREAMBULE

1.1 Respect des normes

- Notre matériel est conforme :

- Au décret n° 94-1117 du 20 décembre 1994, relatif aux prescriptions applicables aux crématoriums (J.O. du 24 décembre 1994).

- A l'arrêté du 29 décembre 1994 relatif à la hauteur de la cheminée des crématoriums et aux qualités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère (J.O. du 13 janvier 1995).

- A la circulaire DGS / VS3 / N° 62 du 4 juillet 1995 relative aux prescriptions applicables aux crématoriums.

- A la réglementation du travail.

- Au projet de décret modifiant les rejets atmosphériques
NOR: SASP1002049A // Version consolidée au 17 février 2010

- **Arrêté du 28 janvier 2010** relatif à la hauteur de la cheminée des crématoriums et aux quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère.
NOR : SASP1002049A // Version consolidée au 17 février 2010



ENVIRONNEMENT

1.1.1 Rejets atmosphériques

L'ensemble des valeurs mesurées sur nos installations sont conformes aux valeurs limites exigées par l'arrêté du 28 janvier 2010.

POLLUANTS		ARRETE 28 JANVIER 2010
- POUSSIERES		< 10 mgr/ Nm3
- MONOXYDE DE CARBONE	CO	< 50 mgr/ Nm3
- DIOXYDES D'AZOTE	NOx	< 500 mgr/ Nm3
-COMPOSES ORGANIQUES VOLATILES	COV	< 20 mgr/ Nm3
- ACIDE CHLORHYDRIQUE	HCL	< 30 mgr/ Nm3
- DIOXYDE DE SOUFRE	SO ²	< 120 mgr/ Nm3
- MERCURE	HG	< 0,2 mgr/ Nm3
- DIOXINES et FURANES		< 0,1 Ngr/ Nm3



ENVIRONNEMENT

1.2.1 Caractéristiques générales du four CR 2000 XXL (grande taille)

DESIGNATIONS	MODELE C.R 2000 XXL
<i>Dimensions intérieures de la chambre de crémation :</i>	
* Longueur	2,65 m
* Largeur	1,10 m
* Hauteur	0,95 m
<i>Dimensions extérieures du four :</i>	
* Longueur	3,80 m
* Largeur	2,40 m
* Hauteur	2,70 m
<i>Températures :</i>	
* Crémation	850 à 1100°C
* Postcombustion	850 à 1100°C
<i>Temps de crémation :</i>	70 à 90 minutes
<i>Nombre de crémations :</i>	6 à 8 par jour
<i>Puissance des brûleurs :</i>	
* Crémation	450 kW
* Postcombustion	450 kW
<i>Puissance électrique installée :</i>	
* Un four et une ligne de filtration simple	45 kW
<i>Poids d'un four :</i>	20 Tonnes



ENVIRONNEMENT

II- DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS DE CREMATION

2.1 Système d'introduction des cercueils



2.1.1 Table d'introduction des cercueils

- Le système d'introduction des cercueils est automatique et nécessite pour son utilisation le recours à un seul opérateur.
- La table d'introduction sera compatible avec la manipulation de cercueils de grandes tailles et l'organe de poussée est adapté en conséquence.
- Conformément aux exigences réglementaires, cette opération est réalisée en **moins de 20 secondes**.
- Ce système est composé d'une structure mécano soudée comprenant une poussée automatique des cercueils dans la chambre de combustion interdisant tout contact manuel avec le cercueil en cours d'introduction.
- La table est en communication avec le four afin de gérer l'ouverture ou la fermeture de la porte d'introduction.



ENVIRONNEMENT

- Cet équipement est également adapté pour recevoir et introduire en toute sécurité, des cercueils de tout type de matériaux dès lors que ceux-ci sont homologués.
- Le dispositif se compose d'une structure mécano soudé. La poussée automatique est réalisée par un système mécanique à transmission par chaîne entraîné par un moto réducteur. L'introduction est ainsi réalisée en toute sécurité pour l'opérateur et sans aucun contact manuel du cercueil au cours de cette opération.
- Pour répondre aux exigences réglementaires, en cas de défaut d'alimentation, la table est pourvue d'un dispositif de débrayage permettant par l'intermédiaire d'un volant prévu à cet effet, de réaliser l'introduction.
- Une sécurité empêche l'ouverture des portes lors du fonctionnement si la dépression mesurée dans la chambre de combustion est insuffisante.
- Les automatismes interdisent l'ouverture de la porte du four concerné si l'un des paramètres suivant n'est pas validé :
 - a. valeur de dépression inférieure à la consigne
 - b. température dans la chambre de crémation inférieure à 350°C
 - c. température dans la chambre de crémation supérieure à 900°C
- L'habillage extérieur réalisé par des panneaux démontables en acier inoxydable permet une maintenance aisée des éléments mécanique



ENVIRONNEMENT

2.2 Four CR 2000 XXL

2.2.1 Principe de fonctionnement

Le fonctionnement du four CR 2000 XXL se déroule en deux étapes. Avec deux chambres distinctes (combustion et post combustion), ces équipements permettent de garantir un processus de crémation suivant la législation en vigueur.

La chambre de crémation :

- C'est à l'intérieur de cette partie du four que se fait la crémation du cercueil avec la gazéification et la combustion des différents éléments organiques, brassés avec un taux d'oxygène adapté.

La chambre de postcombustion :

- Son rôle est de parfaire la combustion.
Le mélange gazeux oxydé en provenance de la chambre de crémation traverse la chambre de post combustion.
Le temps de séjour des fumées de 2 secondes à une température de 850°C et un taux d'oxygène contrôlé de 6% minimum permet de garantir à la sortie de la chambre de post combustion, l'élimination des imbrûlés et de répondre aux exigences réglementaires.

Les différentes phases de fonctionnement :

A) Préchauffage du four :

- 750°C dans la chambre de crémation
- 850°C dans la chambre de postcombustion des gaz

B) Introduction du cercueil en moins de 20 secondes

C) Crémation d'une durée comprise entre 70 à 90 minutes

D) Fin de crémation et retrait des calcius

E) Pulvérisateur des calcius

Le four CR 2000 XXL permet d'assurer la crémation :

- des corps des personnes décédées et des restes de corps exhumés
- des pièces anatomiques en provenance des établissements de soins, de recherche ou d'enseignement.

Chaque appareil de crémation permet de réaliser au minimum 1000 crémations par an.

Particularité des fours CR 2000 XXL

La conception du four CR 2000 XXL a été étudiée pour accepter les cercueils de grandes tailles (jusqu'à 1050 mm de largeur)



ENVIRONNEMENT

2.2.2 Généralités

- ▶ De par leur conception d'une part et leur robustesse d'autre part, les équipements proposés par ATI permettent d'assurer jusqu'à 8 crémations par jour (en horaire étendu) avec un temps de crémation compris entre 70 et 90 minutes sans nécessiter d'intervention de l'opérateur.
- ▶ Le châssis est composé de panneaux **de tôle A.D.X** de 3 et 5 mm d'épaisseur. Des profilés acier assemblés par soudage contribuent à la bonne tenue mécanique de l'ensemble. Ces opérations d'assemblage et de soudage sont réalisées dans nos ateliers par nos équipes spécialisées.
- ▶ Le garnissage des équipements sera composé de plusieurs couches de briques et béton réfractaire dont les caractéristiques permettent des températures maximums d'utilisation pouvant atteindre 1450°C.
- ▶ Les murs et la voûte seront en **briques réfractaires** avec des compositions respectives de **42 et 65% d'alumine**.
- ▶ La chambre de combustion est conçue pour permettre la crémation de cercueils de grands gabarits.
- ▶ La **sole** est composée de **dalles de glissement** spécifiques à la crémation, en dessous desquelles sont placées des trappes de nettoyage. Le positionnement de ces trappes assure ainsi un accès dans les circuits de la chambre de post combustion pour permettre, lors des opérations de maintenance, le nettoyage efficace des dépôts de poussière au niveau de cette chambre.
- ▶ Des portes de ramonage sont également prévues afin de permettre un accès aisé pour les interventions de maintenance ainsi que pour les opérations de nettoyages divers (chambres et carneaux de passage des fumées).
- ▶ Toutes les parties métalliques en contact avec de la chaleur sont calorifugées et le four a une double peau ce qui permet une isolation renforcée permettant de réduire la dissipation calorifique du four dans le local technique.

Notre grande expérience dans le domaine des fours de crémation nous a conduit à travailler sans relâche sur la qualité de conception ainsi que sur la qualité des produits employés pour réaliser l'isolation. Cette démarche nous permet de limiter au mieux la dissipation thermique dans les locaux et de minimiser ainsi les besoins en énergie fossile nécessaire au bon fonctionnement des équipements que nous proposons.

- ▶ L'utilisation des briques réfractaires avec une teneur de 42 à 65% en alumine permet de garantir une fiabilité élevée de la chambre de crémation avec une excellente résistance dans le temps, aussi bien contre les abrasions que contre les variations de température lors du processus de crémation.
- ▶ Lors de la maintenance des équipements, la conception de pose de la structure des briques réfractaires permet une intervention ciblée au niveau du garnissage.



ENVIRONNEMENT

2.2.3 Façade d'introduction



- ▶ La façade avant du four et le système d'introduction seront composés d'un habillage en inox brossé.
- ▶ La porte d'introduction du four ainsi que le pourtour de celle-ci seront habillés d'acier inoxydable.
- ▶ Le four sera identifié par un numéro d'ordre bien visible, figurant sur une plaque apposée sur la face arrière. Ce dispositif qui assure une bonne identification des équipements permet le suivi des crémations d'une part et apporte une aide efficace au suivi des opérations de maintenance
- ▶ Un panneau de commande (suivant image ci-jointe), est positionné en façade avant.
- ▶ Ce panneau est équipé de l'ensemble des boutons nécessaires à la commande de la porte d'introduction.
- ▶ Il comporte également un volant manuel permettant, suivant la réglementation, d'actionner la porte en cas de défaillance.



ENVIRONNEMENT

2.2.4 Chambre de crémation

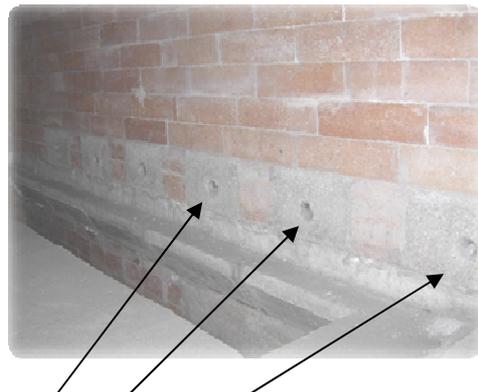
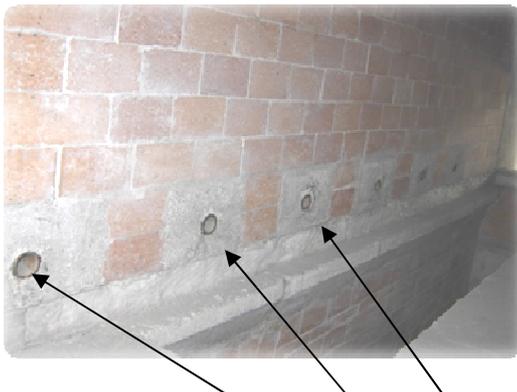
► La chambre principale de crémation est équipée :

- d'un brûleur, situé sur le mur arrière du four
- d'un jeu de tuyères d'injection d'air primaire réparties comme suit :
 - tuyères d'air sur les parois latérales
 - tuyères d'air sur la voûte
 - tuyères d'air sur la façade arrière

Cette disposition des tuyères, favorise une bonne répartition de l'air de combustion dans la chambre principale.

Le matériau choisi pour la conception des tuyères est de l'acier inoxydable.

Cette nuance d'acier présente l'avantage d'avoir de bonnes caractéristiques à haute température. Les tubes d'injection d'air sont soigneusement scellés et répartis sur l'ensemble de la chambre de crémation du four.



Tuyères d'injection d'air primaire sur parois latérales chambre de crémation



Tuyères d'injection d'air primaire sur voûte chambre de crémation



ENVIRONNEMENT

► L'ensemble réfractaire / isolation du four se compose :

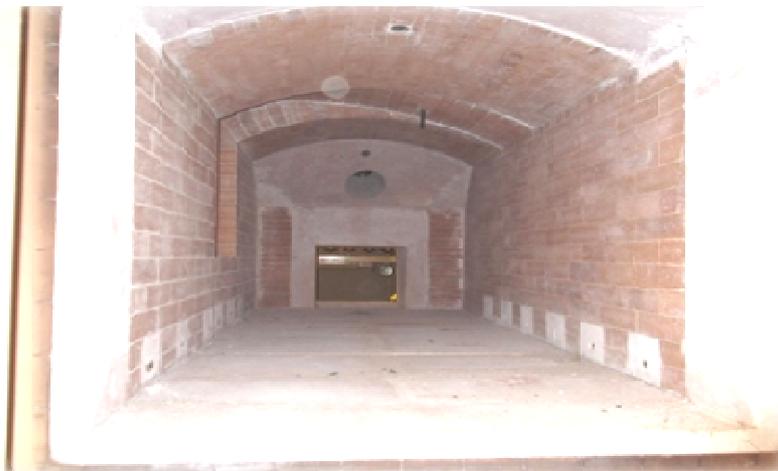
- de briques sur plusieurs couches,
- de béton
- d'isolant

Le choix des matériaux réfractaire permet un fonctionnement des équipements pouvant atteindre 1450° C.



Voûte de la chambre principale

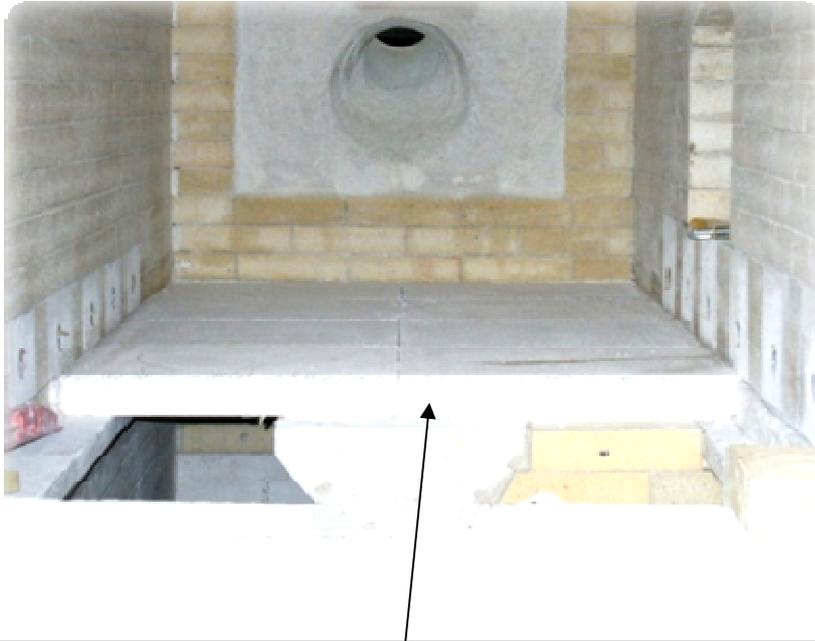
► Les briques réfractaires utilisées sont composées de 42% à 65% d'alumine. C'est la teneur en alumine qui définit la résistance à la température.



Vue de la chambre principale crémation



ENVIRONNEMENT



Dalle de sole



Isolation thermique

- L'isolation thermique est réalisée par des briques isolantes de type JM23 et de la fibre céramique.



ENVIRONNEMENT

2.2.5 Façade arrière, porte de service et registre de récupération des calcius



Façade arrière

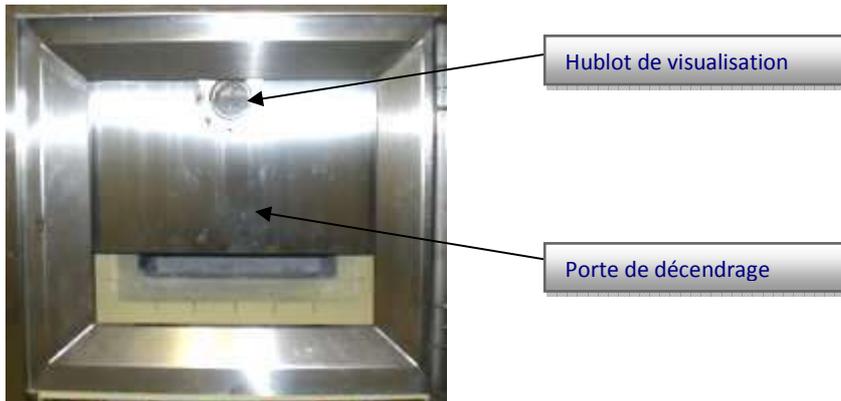


Porte de service sur façade arrière



ENVIRONNEMENT

La porte de déchargement entièrement automatisée, est équipée d'un hublot de visualisation constitué de deux verres pyrex. Ce hublot permet aux opérateurs d'observer en toute sécurité, l'ensemble de la chambre durant le cycle de crémation.



- ▶ La porte de déchargement permet à la fin du cycle de crémation d'effectuer le retrait des calcus. Cette porte est équipée d'une manœuvre manuelle en cas de défaillance électrique.
- ▶ Les calcus après déchargement dans la trémie reposent sur une grille ajourée. L'appareil de crémation assure une circulation d'air au travers de cette grille. Un soufflage d'air frais est réalisé par l'intermédiaire de tubulures spécifiques en acier réfractaire. Ce dispositif permettant le refroidissement des calcus.
- ▶ Le registre de la trémie est prévu pour permettre un refroidissement accéléré des cendres et permet l'introduction d'un nouveau cercueil pendant cette opération.



ENVIRONNEMENT

2.2.6 Régulation

Régulation de la pression dans la chambre de crémation

La mesure de la pression est assurée par un capteur spécifique.

Ce capteur transmet la valeur mesurée dans la chambre, à l'automate.

Celui-ci ajuste au fil de l'eau en automatique, la consigne de fonctionnement du moto ventilateur de tirage :

- La vitesse du ventilateur varie selon la consigne de dépression nécessaire
- La pression doit être inférieure à 0 mm CE. Si la pression augmente : la vitesse augmente

Capteurs liés à la régulation de pression dans la chambre de combustion



Régulation du taux d'oxygène

Une sonde à oxygène est montée à la sortie de la chambre de postcombustion. Elle mesure en temps réel la teneur en oxygène dans les fumées.

Un afficheur sur le boîtier de transmission de la sonde O₂ permet une lecture directe sur l'appareil. Ce boîtier de transmission permet via l'automate une régulation automatique de l'oxygène en agissant sur une vanne motorisée.

Cette vanne automatique régule l'air injecté dans la chambre de postcombustion afin d'obtenir un taux d'O₂ compris entre 6 et 7 %.

Ces valeurs permettent de garantir une parfaite oxydation des gaz de combustion issus des appareils de crémation et répondre aux exigences réglementaires.

Pour le respect des normes, la mesure du taux d'oxygène dans les fumées est primordiale.

En effet, si un manque d'oxygène serait de nature à produire du monoxyde de carbone (CO), un excès d'oxygène produirait quant à lui du dioxyde d'azote (Nox) et une surconsommation de gaz naturel.

Compte tenu de la nécessité d'assurer une continuité de service, en cas de défaillance de cet équipement de mesure, nous avons développé en interne un programme « secours oxygène » permettant de palier temporairement ce défaut.

Ce logiciel calqué sur les besoins en oxygène durant un cycle de crémation simule le fonctionnement « normal » de la sonde d'oxygène.

Bien entendu, ce dispositif reste provisoire dès lors qu'un défaut bloquant pourrait apparaître et nécessite dans les meilleurs délais de procéder au remplacement du matériel défectueux.



ENVIRONNEMENT

Capteur lié à la régulation du taux d'O₂ dans la chambre de post combustion

Transmetteur avec écran de lecture



Sonde de prélèvement



Régulation de la température

Les capteurs de températures au nombre de trois :

- chambre de crémation,
- chambre de post combustion (PC1)
- sortie postcombustion (PC2).

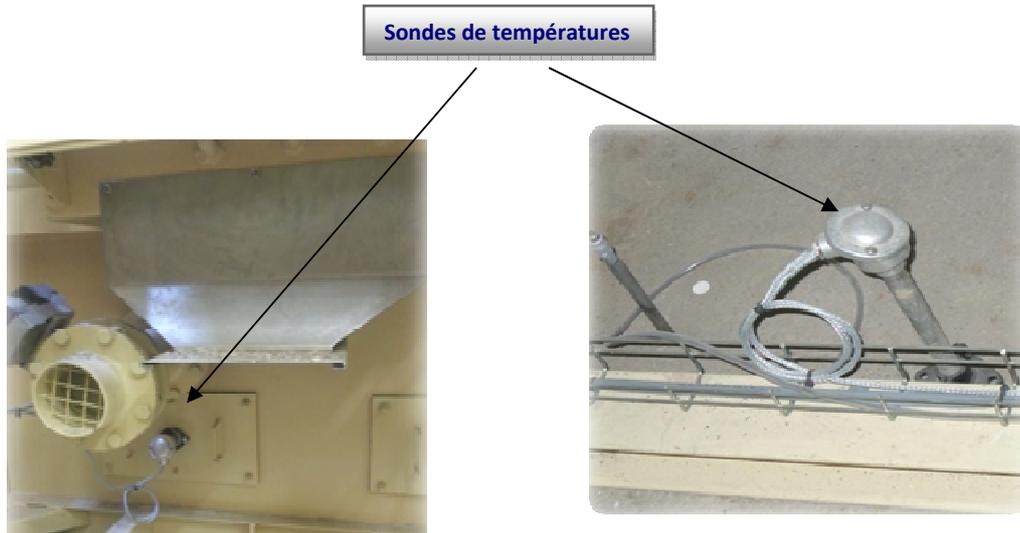
Ces valeurs de température relevées par ces capteurs sont transmises à l'automate. Elles permettent de déterminer les besoins en :

- air primaire
- air secondaire
- eau de pulvérisation
- et d'agir sur le fonctionnement du brûleur de la chambre de crémation et/ou de la chambre de post combustion



ENVIRONNEMENT

Capteurs liés à la régulation de température



2.2.7 Ventilateur d'air primaire et secondaire



Chaque équipement de crémation est équipé d'un ventilateur qui produit l'air nécessaire au bon déroulement d'un cycle de crémation à savoir :

- La combustion du cercueil dans la chambre principale
- La gestion de l'oxygène dans la chambre de postcombustion
- Alimentation en air pour le fonctionnement du brûleur de la chambre principale
- Alimentation en air pour le fonctionnement du brûleur de la chambre de postcombustion



ENVIRONNEMENT

Les débits d'air respectifs sont contrôlés par l'automate programmable. L'automate pilote suivant les besoins et en fonction du retour des capteurs (pression, température, oxygène) des vannes motorisées proportionnelles.

- ▶ L'air de crémation est fonction de la température dans la chambre de combustion et de la dépression.
- ▶ L'air du brûleur de combustion est fonction de la température de la chambre de combustion et des sécurités agissant sur le brûleur.
- ▶ L'air du brûleur de postcombustion est fonction de la température de la chambre de postcombustion et des sécurités agissant sur le brûleur.
- ▶ L'air de post combustion est fonction du taux d'oxygène qui doit être de minimum 6% (réglementation) à la sortie de la chambre.
- ▶ D'une manière générale, le ventilateur produira l'air permettant d'assurer une combustion homogène et complète du cercueil et des gaz de combustion en toute sécurité et sans déroger aux textes en vigueur.



ENVIRONNEMENT

2.2.8 Equipement de chauffe

Brûleur de la chambre de crémation



Brûleur de la chambre de postcombustion



Principaux dispositifs de sécurité et mode de fonctionnement

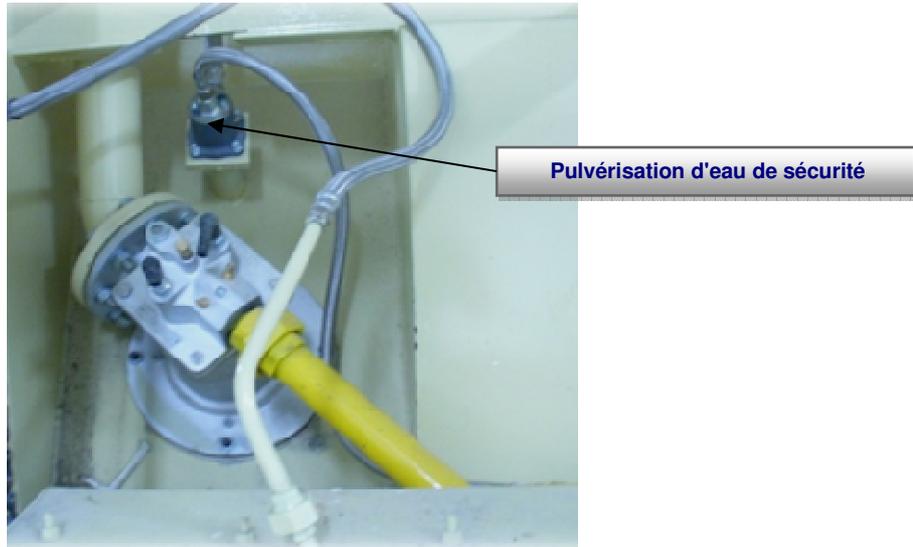
- ▶ Une **sécurité surchauffe** (placée sur le conduit d'évacuation des gaz) agit directement sur le contrôle de la combustion des gaz.
- ▶ Chaque brûleur est équipé d'un dispositif d'allumage, de **sécurité de flamme** et d'un **boîtier de réarmement manuel**.
- ▶ Chaque brûleur sera équipé d'un système de sécurité conforme aux normes gaz et comportera un coffret de sécurité, régulateur de pression, **pressostats mini et maxi gaz**, **pressostats air**, électrovannes de fonctionnement, manomètre de contrôle, filtre, électrovannes de sécurités.
- ▶ La crémation s'effectue essentiellement brûleur de crémation à l'arrêt ou en fonctionnement par intermittence pour maintenir la température.
- ▶ Le brûleur de la chambre de crémation réalise, en mode automatique, la montée en température jusqu'à une valeur de 750°C avant introduction.
- ▶ Le brûleur de la chambre de post combustion a un fonctionnement beaucoup plus régulier pour assurer en permanence une température des gaz de 850°C dans la chambre.
- ▶ Un détendeur est prévu en amont de la bouteille tampon
- ▶ Une bouteille tampon est prévue sur le four pour palier au démarrage des brûleurs.

Les équipements et accessoires de chauffe du four CR2000 XXL respecte en tous points la norme EN 746



ENVIRONNEMENT

2.2.9 Injecteur de sécurité eau



Le four de crémation CR 2000 XXL a la particularité d'être équipé d'un système d'injection de régulation et de sécurité permettant de maîtriser les températures de crémation. Disposé au-dessus du brûleur de la chambre principale, cet élément permet de palier automatiquement à une forte montée de la température dans les deux chambres.

Basé sur le principe d'une pulvérisation d'eau, en cas d'urgence, il est également possible d'activer manuellement cette pulvérisation avec une vanne by-pass installée au dos de la façade arrière du four.

- ▶ **Au-delà du point de vue sécurité qui reste primordial, ce processus d'injection, éprouvé sur nos installations, apporte une grande souplesse et une excellente maîtrise des températures.**
- ▶ **Il contribue à améliorer les performances de nos installations tout particulièrement lors des crémations de cercueils de forte corpulence.**
- ▶ **En cas d'anomalie provoquée par une surchauffe cet équipement est automatiquement piloté par les automatismes pour assurer une parfaite maîtrise des températures.**



ENVIRONNEMENT

2.3 Pulvérisateur de calcius et cabinet de transfert

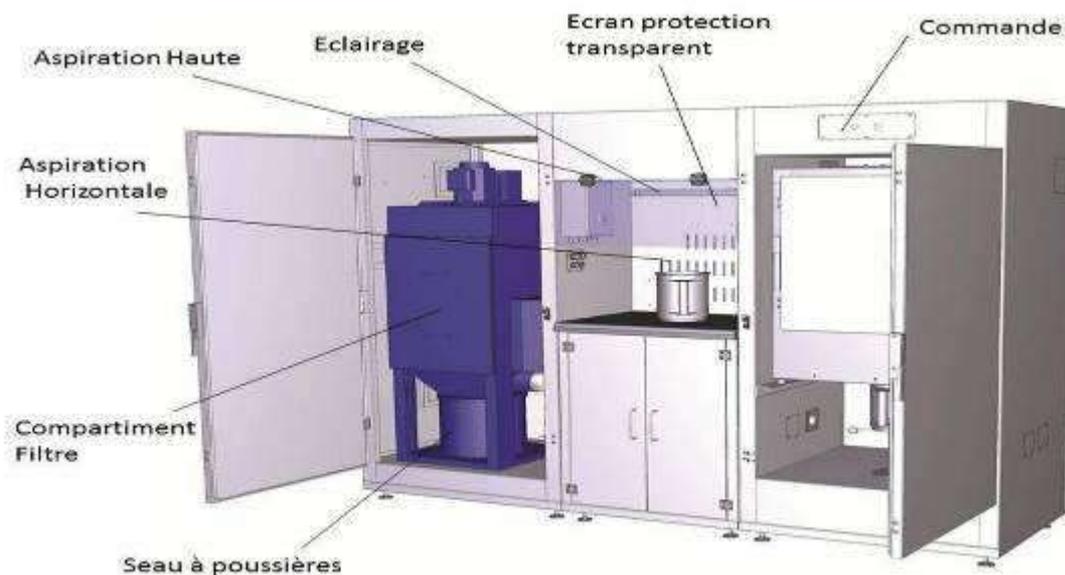


► L'équipement se compose d'un pulvérisateur de calcius à boules couplé à un système d'aspiration.

Un moto ventilateur extrait les poussières liées au fonctionnement du pulvérisateur

Ces poussières sont piégées dans un filtre spécifique.

Au pied du filtre, un seau collecte les poussières piégées par le dispositif.





ENVIRONNEMENT

Principe de fonctionnement du pulvérisateur de calcius

- ▶ L'opérateur insert directement le cendrier collecté au niveau du four dans le pulvérisateur sans aucune manipulation complémentaire et sans nécessité de tri des prothèses ou pièces métalliques.
- ▶ Après avoir procédé à la fermeture des portes, il peut alors initier le cycle de pulvérisation.
- ▶ Le cendrier est mis en rotation et les boules en acier pulvérisent les calcius qui s'écoulent au travers du tamis.
- ▶ Les cendres sont alors directement collectées dans le réceptacle positionné en pied de pulvérisateur.
- ▶ Les parties métalliques se retrouvent, quand à elles, piégées dans le cendrier après la pulvérisation.
- ▶ La durée du cycle de pulvérisation (10 min environ) est programmée et arrête automatiquement le pulvérisateur.
- ▶ L'opérateur procède au transfert des cendres du réceptacle vers l'urne funéraire.
- ▶ Un poste spécialement aménagé pour cette opération est prévu.
- ▶ Ce poste de transfert est équipé d'une hotte aspirante et d'un éclairage pour assurer de bonnes conditions de travail aux opérateurs.
- ▶ Le module de filtration permet d'aspirer les poussières de cendre d'une part lors du cycle de pulvérisation des calcius et d'autre part pendant l'opération de transfert vers l'urne cinéraire.
- ▶ Les poussières sont récupérées en dessous du filtre dans un seau spécifique étanche.
- ▶ D'aspect soigné et de construction robuste, le pulvérisateur fonctionne silencieusement grâce à l'isolation phonique et aux doubles portes.
- ▶ Cet appareil garantit un fonctionnement aisé et offre un poste de travail de qualité en privilégiant l'hygiène, la sécurité et la propreté, tout en simplifiant le travail de l'opérateur.
- ▶ Encombrement de l'ensemble de pulvérisation :
 - longueur 2,35 m, largeur 0,75 m, Hauteur 1,85 m
- ▶ Caractéristique du filtre
 - Débit : 300 m³/h
 - Puissance : triphasé 50 Hz
 - Dispositif de décolmatage – moteur de secouage de 0,18 kW
 - Silencieux placé à l'arrière du filtre



ENVIRONNEMENT

2.4 By - pass de sécurité



Exemple de clapet de sécurité

- ▶ L'intérieur du carneau et du by-pass sont réalisés de béton réfractaire et d'une isolation thermique en fibre céramique (résistant à des températures de 1400°C).
- ▶ Le by-pass est installé après la postcombustion du four de crémation et permet d'évacuer directement les gaz en cas d'incident sur la ligne de filtration concernée avec l'aide **d'un ventilateur haute pression spécifique** qui garantit une dépression suffisante dans le four.
- ▶ Le clapet de sécurité qui s'ouvre en cas de dysfonctionnement de l'installation (surchauffe post combustion, arrêt extracteur, surchauffe chaudière, coupure de courant).
- ▶ Dans le cas d'un défaut de tension une réserve d'air (sécurité) est prévue pour faire fonctionner le vérin pneumatique et ouvrir le clapet du by-pass. La gestion est à commande pneumatique et s'ouvrira automatiquement en cas d'urgence.
- ▶ La hauteur du conduit sera la même que celle imposée par la réglementation pour la cheminée.



ENVIRONNEMENT

2.5 Gaine de Post combustion

- ▶ Les gaines de postcombustion permettent la connexion du four au refroidisseur des gaz.
- ▶ L'intérieur du carneau est réalisé de béton réfractaire et d'une isolation thermique en fibre céramique (résistant à des températures de 1450°C).
Pour garantir des températures de peau en adéquation avec la législation, sur l'extérieur des gaines, l'isolation est complétée par un calorifuge en laine de roche.

Présentation des gaines





ENVIRONNEMENT

III- DESCRIPTION DES EQUIPEMENTS DE FILTRATION

Présentation de la filtration des fumées simple modulaire sur skid

Aucune intervention
des opérateurs

Encombres
limités

Assemblée et
testée en usine

Facilités
d'implantation





ENVIRONNEMENT

Préambule de la ligne de filtration des fumées simple modulaire sur skid

Cette implantation est adaptée pour répondre aux contraintes de hauteur dans des bâtiments existants ou aux éventuelles contraintes architecturales du site.

Pour le projet du crématorium d'HAUTMONT nous proposons une installation complète directement livrée dans un module métallique monobloc et posée sur une dalle ou des plots béton.

L'installation est prévue pour 1 four :

- Four type CR 2000 XXL

Le dispositif de refroidissement de la boucle d'eau chaude est posé sur le toit du module.

Le local filtration modulaire, installé en extérieur, est automatiquement ventilé durant le fonctionnement des équipements.

Dans cette configuration, aucun bâtiment n'est nécessaire pour accueillir la ligne de filtration.

Une porte dans le module de filtration permet l'accès pour la réalisation de la maintenance des équipements. Cette ouverture sera revêtue par un bardage identique à celui du module.

L'accès aux tiroirs de récupération des résidus et au poste d'alimentation en réactif est assuré par des trappes amovibles.

En pied de filtre, l'installation dispose de tiroirs de stockage des résidus de filtration.

Au fur et à mesure du fonctionnement, les poussières de filtration s'accumulent dans ces tiroirs. La capacité de stockage est étudiée pour un nombre de 500 cycles de crémation sans aucune intervention.

Toutes les 500 crémations environ les résidus doivent être conditionnés et traités.

Pour ce faire, afin de réaliser cette opération dans de bonnes conditions d'hygiène, nous proposerons un contrat pour effectuer cette prestation.

L'opération de remplissage s'effectuera par l'extérieur du module.

Cette prestation sera réalisée par le technicien de maintenance ATI, toutes les 500 crémations et sera comprises également dans le contrat de maintenance.



ENVIRONNEMENT

**Hygiène et confort
d'exploitation**

**Tiroirs de stockage des
résidus
Capacité 500 crémations sans
intervention**

**Doseur et injecteur de réactif
Grande capacité
Autonomie 500 crémations**



**Dispositif de
stockage à tiroirs**

**Exploitation clé en main
réalisée par ATI**



ENVIRONNEMENT

3.1 Refroidisseur des fumées compacts

- ▶ Ce système permet d'abaisser la température des gaz de 850°C à 150°C.
 - ▶ Ce processus est nécessaire pour obtenir des températures de fumées compatibles avec les propriétés des réactifs.
 - ▶ L'échangeur monobloc à tubes de fumées est à double parcours et est dimensionné en adéquation avec l'équipement de crémation.
 - ▶ Réalisés en tôle d'acier de forte épaisseur pour appareils à pression, le corps de l'échangeur est assemblé par soudure automatique.
Toutes les soudures internes, en contact avec gaz, sont doublées côté eau.
 - ▶ L'échangeur est constitué de tubes spécifiques, d'épaisseur renforcée.
 - ▶ Pour s'affranchir des risques de condensation plus particulièrement lors des démarrages, un système de préchauffage est prévu de manière à maintenir les équipements au-dessus du point de rosée.
 - ▶ Il est équipé d'une boîte à fumée calorifugée et de portes étanches et calorifugées pour permettre les opérations de ramonage
 - ▶ En régime établi, la pression de fonctionnement côté eau chaude est de 3 bars environ.
- ◇ **L' échangeur, est équipé d'un dispositif de nettoyage automatique des tubes**
 - ◇ **Ce dispositif fonctionne avec de l'air comprimé.**
 - ◇ **En fin de poste, une l'injection d'air au travers des tuyères prévues à cet effet, assure avec une efficacité prouvée, le nettoyage des tubes.**

Liste des principaux accessoires :

- Vanne d'isolement et de vidange
- Soupape de sécurité
- Thermomètre d'entrée et sortie sur l'eau et sur les fumées
- Deux aquastats
- Pompe de circulation
- Piquage permettant le raccordement sur un système de récupération d'énergie pour le chauffage

Commande et régulation :

- ▶ Les appareils de commande et de régulation du refroidisseur des fumées sont intégrés dans l'armoire de contrôle-commande de la ligne de filtration.



ENVIRONNEMENT

3.2 L' aéroréfrigérant

- ▶ L'aéroréfrigérant sera implanté sur ossature métallique montés sur plots **anti-vibratiles**.
- ▶ L'aéroréfrigérant, couplé au refroidisseur de fumée, assure la dissipation à l'atmosphère, des calories collectées par la boucle d'eau chaude.
- ▶ Tuyauteries calorifugées avec une protection antigel et antioxydants dans l'eau du process.

Caractéristiques des échangeurs de chaleur à tuyaux cuivre avec ailettes

	Aéroréfrigérant
DESIGNATION	SIMPLE
Température maxi	105°C
Pression maxi	6 bars
Pression acoustique à 10 m	43 dB(A)
Antigel	25%
Ventilateurs	Avec grilles
Puissance en kW	523

- ▶ Régulation automatique par palier sur les ventilateurs en fonctionnement.



ENVIRONNEMENT

3.3 Filtre céramique

- A la sortie de l'échangeur à eau chaude, les gaz sont à une température comprise entre 140° C et 160° C et contiennent des polluants composés de poussières, mercure, H.C.L., SO², H.F., métaux lourds, dioxines et furanes.
- Notre principe consiste à injecter un produit neutralisant qui se compose du réactif FILCARB MIX pour piéger le H.C.L., SO², H.F., mercure, dioxines et furanes.
- Ce produit neutralisant qui est stocké dans une trémie séparée est injecté dans un réacteur qui effectue un mélange gaz/neutralisant afin de purifier ces polluants.
- Les principales particules de poussières sont déjà séparées par la force centrifuge dans l'admission du filtre céramique.
- Ensuite le courant gazeux aspire uniformément sur les éléments de filtration.
- La poussière des neutralisants reste sur les éléments de filtration, tandis que les gaz purifiés traversent les éléments.
- Après un intervalle de temps réglable, un jet d'air comprimé est induit par le « système de nettoyage à pulsion à contre-courant » dans les éléments. Ceci se fait en alternance par groupe de bougies. Par ce jet d'air comprimé, la poussière accumulée sur les éléments est brusquement projetée et tombe dans des tiroirs de stockage.
- Après que la poussière ait été parfaitement écartée, les gaz purifiés sont évacués par le ventilateur, en passant par une soupape de réglage de la température.

Composant et construction

Le système de dépoussiérage avec filtre céramique est réalisé de la façon suivante :

- Filtration pour les modules de filtration
- Module de filtration avec éléments de filtration céramiques
(ces modules et ces éléments sont positionnés de telle façon qu'ils peuvent être remplacés horizontalement côté air propre).
- Mécanisme de nettoyage à air comprimé avec réservoir à air comprimé, soupapes électromagnétiques nécessaires et commande électronique
- Colonnes de support avec boulons d'ancrage
- Assise de ventilateur montée
- Brides de raccordement
- Bougies céramiques (filtres, réfractaires hautes températures)



ENVIRONNEMENT

Les filtres réfractaires haute température « FIREFLY » :

- Sont des tubes filtrants à base d'une surface rigide conformément aux normes HEPA (filtres pour particules sous-microniques suspendues en l'air), développés pour des températures d'utilisation allant jusqu'à **1600°C**.
- Les dimensions disponibles conviennent à de petits ou grands volumes de gaz, et grâce à une recherche poussée, les matériaux utilisés offrent une filtration de poussière et une efficacité de régénération optimales, permettant d'obtenir de niveaux d'émission de poussière inférieurs à **1mg/m3**.
- Pour la fabrication des filtres, les matériaux ont été choisis de manière à offrir une **résistance maximale à haute température**, sans affecter les caractéristiques d'efficacité de filtration ou de perte de charge.

Produit incombustible, anti-étincelles et à l'épreuve du feu

- Les substances poreuses de faible densité, constituées de fibres et de minéraux granulaires à liens inorganiques, résistent à des températures qui dépassent largement les températures rencontrées dans les applications pratiques courantes.
- Les éléments en forme de bougie monolithe et les tubes de grande taille sont autoporteurs, ne nécessitent pas de cage métallique et sont fabriqués avec ou sans brides pour des configurations verticales.
- Ces filtres présentent **une résistance élevée aux chocs thermiques** et peuvent être régénérés à haute pression par nettoyage à jet d'air comprimé inversé.
- Tous les éléments de filtre « FIREFLY » peuvent être combinés à des agents réactifs pour recueillir des gaz acides et des dioxines, et pour affecter l'agglomération des particules dans le but d'améliorer les caractéristiques de filtre de surface.
- Ces filtres sont capables de résister à des conditions extrêmes de température et d'attaque chimique.
- Des éléments rigides sélectionnés pour une durée de **vie plus longue** avec une efficacité de filtration **supérieure à 99,99%**



ENVIRONNEMENT

3.4 Trémie d'injection produit neutralisant

- Le produit neutralisant FILCARB MIX sera stocké dans un silo d'une capacité de 500 crémations.

La quantité utilisée est de 0,3 kg de FILCARB MIX par crémation.

- L'injection de la charge de 0,3 kg de réactif de la trémie au filtre s'effectue à l'aide d'une vis de dosage spécifique.
- L'ensemble étant entièrement automatisé et ne demande aucune intervention manuelle de l'opérateur.
- Le silo de stockage est approvisionné par un technicien de maintenance ATI à chaque maintenance suivant le contrat de maintenance proposé.

- ▶ Le FILCARB MIX (appellation commerciale) est issue d'une famille de produit de composition variable, principalement à base de chaux en poudre hydratée et de charbon actif haute densité.
- ▶ Les caractéristiques chimiques, sont décrites sur les fiches produits spécifiques.
- ▶ Lors des opérations de manutention du réactif, se conformer aux fiches de sécurité du fournisseur. Le port de lunettes, gants et masques sont obligatoire *cf. fiche de sécurité neutralisant*.

3.5 Résidus de filtration

- Le conditionnement des résidus pour prise en charge et traitement s'effectue par un technicien dans le cadre d'un contrat de maintenance spécifique.
- Le traitement final sera effectué par une société spécialisée et les résidus d'épuration de fumées seront traités à votre charge en centre d'enfouissement technique de classe 1.



ENVIRONNEMENT

3.6 Compresseur d'air comprimé

- Un compresseur à vis permet une production et une distribution de l'air comprimé nécessaire au process de crémation et de filtration.
- Le compresseur à vis sera avec vannes, régulations, filtre, absorbeur d'huile, sécheur et tous les accessoires

3.7 Ventilateur d'extraction

- La dépression sera assurée à l'aide d'un extracteur de gaz chauds étudié pour fonctionner avec des pointes à 250°C.
- Le système sera du type poulies/courroies assurant une grande flexibilité de réglages.
- La vitesse de rotation sera de 1500 tr/minute.
- La vitesse de rotation sera commandée par la dépression automatique de l'appareil de crémation. Un lien d'automatisme gèrera le four et le filtre pour assurer une dépression négative dans l'appareil de crémation.
- La dépression dans la chambre principale sera de l'ordre de – 2 mm CE.

IV PIECES DE RECHANGE

- * Un jeu de pièces de rechange de première urgence est fourni avec l'installation, soit :
 - 2 sondes de température K 500
 - 1 sonde d'ionisation, électrode d'allumage complète pour brûleur
 - 1 boîtier de contrôle brûleur
 - 1 tube de convection 02
 - 1 Hublot
 - 1 fin de course pour bras d'introduction
 - 20 Bougies céramiques avec joints
 - 1 électrovanne de décolmatage filtre et refroidisseur des fumées



ENVIRONNEMENT

V – SUPERVISION

- Un poste de supervision informatique sera installé pour permettre une visualisation du processus de crémation à distance.
- Cet équipement permettra la prise en main de l'ensemble de l'installation pour l'assistance ou le dépannage à distance en temps réel par nos techniciens.

► Les logiciels de programmation, de supervision et de télémaintenance sont les suivants

- Windows 7, Office, Antivirus

- UNITY PRO XL



- Vijeo designer



- WINCC SIEMENS (supervision)



- Team Viewer V12 (Logiciel pour la prise en main de l'ordinateur à distance par l'intermédiaire d'une connexion **internet**)





ENVIRONNEMENT

VI - OUTILLAGES SPECIFIQUES FOURNIS

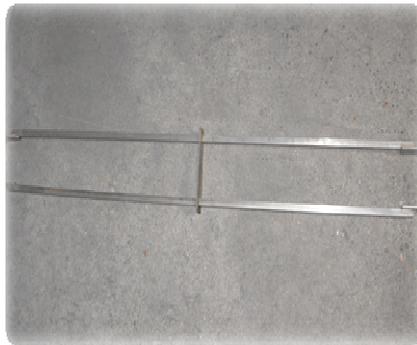
- 1 cendrier en acier inoxydable
- 1 jeu de gants de protection
- 1 ringard pour tirer les calcuis
- 1 pince pour les objets métalliques

Présentation de l'outillage spécifique

Ringard



Pince



Aimant



VII - FORMATION DU PERSONNEL

Le personnel chargé de l'exploitation des équipements de crémation et de filtration recevra une formation théorique avant la mise en service des équipements et ensuite une formation pratique avec conduite, essais de pannes et tests permettant la remise d'une attestation de formation au personnel compétent.

Au terme de la formation, les opérateurs devront être en mesure d'assurer dans de bonnes conditions d'hygiène et de sécurité la conduite de l'ensemble des équipements.
Une attestation sera délivrée nominativement aux intervenants.

RAPPORT DE CONTRÔLE

CR

CREMATORIUM EVALUATION DE LA CONFORMITE DU BATI ET DES EQUIPEMENTS

Suite à demande Préfectorale

Conformément aux articles D.2223-99 à D.2223-109 du CGCT

Circulaire DGS/VS 3 n°62 du 04/07/1995 relative aux prescriptions applicables aux crématoriums

Organisme évaluateur de la conformité : **12345 FUNERAIRES DE FRANCE**

11 rue des Carrières
34430 SAINT JEAN DE VÉDAS
Tel direct : 06 03 21 13 61
contact@funeraires-de-france.fr

Coordonnées du crématorium : **CREMATORIUM HAUTMONT**

RUE DE SOUS LE MONT
59330 HAUTMONT
Tel : 03 27 66 17 00

Date de mise en service : **01-12-2020**

Nombre de fours du crématorium : **1**

Constructeur du four : **ATI**

En cas de constructeurs multiples précisez : *Four 1 :*

Raison sociale du gestionnaire : **ETS FRERE SARL**

Siren : **334 270 642**

Motif du contrôle : **Suite à demande Préfectorale**

Date du contrôle : **22-12-2020**

Date d'émission du rapport : **11-01-2021**

Nom de l'inspecteur : **RUTKOWSKI**

Numéro de rapport : **32626 CR 122020 2626 00**

Avis de l'organisme évaluateur de la conformité : **CONFORME**

Le présent rapport doit être présenté complet avec l'ensemble de ses 6 pages sans rature, biffure, surlignage ou correction pour conserver sa validité.

V1 2020



RAPPORT DE CONTRÔLE DÉTAILLÉ

Général			
Items	Obligations	Commentaires éventuels	AVIS
1	Existence d'une partie publique destinée à l'accueil des familles		Conforme
2	Existence d'une partie technique réservée aux professionnels		Conforme
Partie publique			
3	Existence d'un local d'accueil et d'attente des familles		Conforme
4	Existence d'une salle de cérémonie et de remise de l'urne funéraire.		Conforme
5	Séparation avec la partie technique		Conforme
6	Le passage de porte entre la salle de cérémonie et la partie technique doit avoir une largeur de 110 cm au		Conforme
7	Le couloir de liaison (si existant) doit avoir une largeur de 120 cm au minimum.		Conforme
8	Les passages, portes et couloirs permettent le déplacement du cercueil en position horizontale.		Conforme
9	La manoeuvre de la porte d'accès à la partie technique est possible uniquement par le personnel.		Conforme
10	S'il y a possibilité de manoeuvre de la porte, celle-ci comporte un affichage "Interdit au public" côté public.		Conforme
11	L'isolation acoustique conforme : 30dB(A) ou plus aux bruits provenant de l'extérieur, 38 dB(A) aux bruits provenant des locaux adjacents.		Conforme
12	Existence d'une salle de présentation visuelle de l'introduction du cercueil dans le four de crémation distincte de la salle d'introduction des corps.		Conforme

CREMATORIUM HAUTMONT

32626 CR 122020 2626 00





13	Vision directe de l'introduction du cercueil avec vitrage dégradé coupe feu d'une heure ou volet coupe feu dégradé de 2 heures à déclenchement thermique et commande manuelle.		Conforme
14	Les revêtements muraux de la partie publique sont classés M2 pour le comportement au feu.		Conforme
15	Les communications éventuelles avec la partie technique autres que celles de la salle de cérémonie sont manœuvrables uniquement par le personnel ou comportent un affichage "Interdit au public".		Conforme
Partie technique			
16	Présence d'une salle d'introduction de cercueil devant le ou les fours de crémation.		Conforme
17	Présence d'un ou plusieurs fours de crémation.	1 four ATI	Conforme
18	Existence au minimum d'une chambre de combustion principale avec source de chaleur, entrée d'air et durée de combustion inférieure ou égale à 90 mn.		-
Non vérifiable à la date du contrôle : essais four à la mise en service			
19	Chaque four de crémation est muni d'un système d'introduction manuel ou automatique du cercueil dans la chambre de combustion avec possibilité d'actionnement manuel en cas d'incident. Tout contact manuel avec le cercueil est interdit et l'opération doit s'effectuer en moins de 20 s.	19,4"	Conforme
20	Existence d'au moins une chambre de post-combustion : source de chaleur, entrée d'air.		Conforme
Cheminée			
21	Existence d'au moins une cheminée.		Conforme
22	Chaque conduit de cheminée comporte un orifice de prélèvement d'échantillons d'effluents gazeux conforme à la Norme NF X 44 052		Conforme

CREMATORIUM HAUTMONT

32626 CR 122020 2626 00





23	La hauteur de la cheminée est conforme aux dispositions applicables en fonction de la date d'ouverture initiale du crématorium.		Conforme
Four(s) de crémation			
24	Chaque ouverture du four de crémation est à une distance minimale de 4 m de la paroi opposée.		Conforme
25	L'ouverture du four de crémation destinée à l'introduction du cercueil a une dimension minimale de 80X80 cm.		Conforme
26	Existence d'au moins un pulvérisateur de calcaire intégré au four ou non.		Conforme
27	Existence d'un local de dépôt provisoire des urnes cinéraires indépendant, fermé à clé, muni d'étagères et approprié au nombre de crémations réalisées.		Conforme
Isolement des locaux			
28	Isolement des locaux contenant le four et la salle d'introduction des cercueils : parois coupe-feu 2h, portes coupe-feu 1h, vitrage sur salle de présentation visuelle 1h.	Placo coupe-feu ignifugé	Conforme
Ventilation des locaux			
29	Présence d'orifices d'aération donnant sur l'extérieur du crématorium dans le local contenant le four de crémation et la salle d'introduction du cercueil (au moins 16 dm ² pour un seul four). Si aucun mur ne donne sur l'extérieur, une ventilation forcée avec sécurité assurera cette aération. En cas d'installation de plusieurs fours la surface et la disposition sera établie avec l'ADS.		Conforme
30	Les orifices d'aération sont placés en partie haute et basse de façon opposée.		Conforme
31	Absence de dépôt de produits ou matériels combustibles dans ces locaux.		Conforme

CREMATORIUM HAUTMONT

52626 CR 122020 2626 00





Arrêts d'urgence		
32	Présence des arrêts d'urgence	Conforme
33	Existence d'un dispositif général d'arrêt d'urgence électrique de l'ensemble de la partie technique à l'extérieur des locaux (hors local four et salle d'introduction).	Conforme
34	Le dispositif comporte une signalétique et un repérage précisant sa fonction.	Conforme
35	La vanne de coupure d'urgence de l'arrivée du combustible qui alimente le four de crémation est placée à l'extérieur du bâtiment.	Conforme
36	La vanne de coupure est signalée par une ou plusieurs plaques signalétiques.	Conforme
Communication partie technique		
37	Les communications entre chaque pièce permettent la circulation du personnel hors de la vue du public, l'accès des cercueils au crématorium se fait par la partie technique en position horizontale (essai avec le chariot).	Conforme
38	Les couloirs de la partie technique ont une largeur d'au moins 1,20 m et les portes une largeur d'au moins 1,10m.	Conforme
Sécurité et affichage		
39	Vérification du dernier contrôle incendie et extincteurs.	Conforme
40	Vérification de la présence des affichages obligatoires conformes à la réglementation du travail.	Conforme

CREMATORIUM HAUTMONT

32626 CR 122020 2626 00



SYNTHÈSE DU RAPPORT

CREMATORIUM HAUTMONT

Nombre de points à contrôler : 42
 Nombre de points contrôlés : 39
 Nombre de points conformes : 39

Points non conformes, se reporter aux commentaires du rapport détaillé. Préciser le(s) numéro(s) du (des) four(s).

Points non contrôlés et motifs :

Date d'ouverture initiale : 02/11/1989. Travaux de réhabilitation réalisés en 12/2020.
 Rapport conforme délivré dans l'attente des rapports d'essais des sécurités des fours et des rejets, et du critère 18 non vérifiable à la date du contrôle

RAPPORTS D'ESSAIS PRESENTES DU FOUR N° 1 :	Date de mise en service :
Rapport relatif aux sécurités :	<input type="text"/>
Référence :	Date d'émission :
Rapport relatif aux polluants :	<input type="text"/>
Organisme:	
Référence :	Date d'émission :
Accréditation effective de l'organisme à la date du contrôle:	

Avis de l'organisme évaluateur de la conformité : **CONFORME**

Date d'émission du rapport : 11-01-2021
 Nom de l'inspecteur : RUTKOWSKI

Déclare ces informations justes et sincères

*Les photos éventuellement citées dans le présent rapport sont destinées au traitement des réclamations.
 Elles sont alors transmises, sur demande, aux pouvoirs publics et au COFRAC.
 Ces photos ne sont pas remises au client.*

V1 2020

32626 CR 122020 2626 00

