

## 1 Préambule

Ce document fait suite aux remarques formulées par l'Agence Régionale de Santé vis-à-vis de l'évaluation quantitative des risques sanitaires du projet de crématorium animalier sis sur le territoire de la commune de Saint-Brice-Courcelles [Marne - 51].

## 2 Remarques de l'ARS

### *Remarque N°1*

Les PM10, le NO<sub>2</sub> et le CO ne sont pas retenus dans l'évaluation quantitative car ces substances ne possèdent pas de Valeur Toxicologique de Référence mais les valeurs modélisées sont comparées aux valeurs guides pour la qualité de l'air. En revanche, ce travail n'a pas été effectué pour le SO<sub>2</sub> qui ne possède pas non plus de VTR.

### Réponse

L'analyse des résultats du dioxyde de soufre est intégrée dans la seconde version du rapport.

### *Remarque N°2*

L'article 26 de l'Arrêté du 6 juin 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre de la rubrique n° 2740 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (incinération de cadavres d'animaux) précise la liste des polluants issus des installations, notamment l'ammoniac et les métaux lourds suivants : antimoine + arsenic + chrome + cobalt + cuivre + manganèse + nickel + plomb + vanadium.

L'étude présentée ne justifie pas de l'absence comme traceur de risque de l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) et de certains métaux (Sb, Co, Mn, V).

### Réponse

L'étude se base sur les Valeurs Limites d'Émission [VLE] de l'**Article 26 - Arrêté du 6 juin 2018** relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre de la rubrique n° 2740 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (incinération de cadavres d'animaux) pour les installations d'une capacité de moins de 10 tonnes par jour.

L'ammoniac ne fait pas l'objet d'une réglementation pour ces petites installations.

Néanmoins, la seconde version de l'étude intégrera **par défaut l'ammoniac avec un rejet de 100 mg/Nm<sup>3</sup> valeur retenue sur la base des valeurs limites données pour le chlorure d'hydrogène.**

La VLE pour les métaux est fournie pour la somme des tous les métaux. Des facteurs d'émission pour les crémations sont proposés dans plusieurs articles scientifiques. Dans la présente étude, il a été retenu les données issues de la démarche « *European Monitoring and Evaluation Program* » et disponible dans le guide "*EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook version 2019*".

Par défaut, il a été utilisé les chiffres indiqués pour l'incinération des corps d'humains, étant donné que pour l'incinération des carcasses des animaux (moutons) il n'est proposé que des émissions de particules.

Dans ledit document, les émissions d'antimoine, de cobalt, de manganèse et de vanadium ne sont pas précisées. C'est pourquoi ces polluants n'ont pas été retenus dans l'évaluation des risques.

Un second document a servi de référence, il s'agit du document de l'US Environmental Protection Agency (Cremation NEMO 2017), c'est-à-dire : 1,32E-04 lbs/ton ce qui correspond à 5,91E-05 g/kg.

La figure immédiatement suivante récapitule les données utilisées en provenance de ce document.

**CREMATION – HUMAN AND ANIMAL**

**A. Source Category Description**

The cremation of human remains results in emissions of particulate matter, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, VOC, CO, and HAPs. In particular, it is a significant source of mercury emissions, due to mercury in dental fillings, as well as mercury in blood and tissues. In 2014, human cremation resulted in the emissions of nearly two tons of mercury.

The cremation of animals also results in emissions of CAPs and HAPs, though it emits less mercury than human cremation. In 2014, animal cremation resulted in the emissions of 81 lbs. of mercury.

For this source category, the following SCCs are assigned:

SCC	SCC Level 1	SCC Level 2	SCC Level 3	SCC Level 4
2810060100	Miscellaneous Area Sources	Other Combustion	Cremation	Humans
2810060200	Miscellaneous Area Sources	Other Combustion	Cremation	Animals

**E. Emissions Factors**

**Human and Animal Cremation – Blood and Tissues**

The emissions factors for human and animal cremation for CAPs are from AP-42,<sup>8</sup> and a report by EPA on emissions tests of a crematory,<sup>9</sup> and are in units of pounds of emissions per ton cremated (Table 2). The emissions factors for most HAPs are a report from the California Air Resources Board,<sup>10</sup> as well as from the EPA emissions test of a crematory. The mercury emissions factor is from a review of multiple studies.<sup>11</sup> EPA uses the same emissions factors for emissions from cremation of blood and tissues for both humans and animals.

**Table 2. Emissions factors for emissions from the cremation of human and animal blood and tissues. Emissions factors in this table do not account for emissions of mercury from dental fillings.**

Pollutant	Pollutant Code	Emission Factor (lbs/ton)	Source
Carbon Monoxide	CO	2.947	8
Lead	7439921	0.009	9
Nitrogen Oxides	NOX	3.560	8
PM10 Primary	PM10-PRI	3.036	8 (65% of total PM)
PM2.5 Primary	PM2.5-PRI	2.022	8 (43.3% of total PM)
Sulfur Dioxide	SO2	2.173	8
Volatile Organic Compounds	VOC	0.299	8
Acenaphthene	83329	1.303E-06	10
Acenaphthylene	208968	8.971E-07	10
Acetaldehyde	75070	9.269E-04	10
Anthracene	120127	2.389E-06	10
Arsenic	7440382	5.097E-04	10
Benzo(a)anthracene	56553	1.166E-07	10
Benzo(a)pyrene	192972	4.720E-07	10
Benzo(b)fluoranthene	205992	1.737E-07	10
Benzo(g,h,i)perylene	191242	5.874E-07	10
Benzo(k)fluoranthene	207089	1.486E-07	10
Beryllium	7440417	1.760E-05	10
Cadmium	7440439	2.940E-03	9
Chromium (VI)	18540299	1.829E-04	10
Chrysene	218019	2.880E-07	10
Cobalt	7440484	8.869E-05	10
Dibenz(a,h)anthracene	53703	1.349E-07	10
Fluoranthene	206440	1.337E-06	10
Fluorene	86737	3.760E-06	10

Pollutant	Pollutant Code	Emission Factor (lbs/ton)	Source
Formaldehyde	50000	2.469E-04	10
Hydrogen Chloride	7647010	3.595E+00	9
Hydrogen Fluoride	7664393	8.651E-03	10
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	193395	1.440E-07	10
Mercury	7439976	1.324E-04	11
Naphthalene	91203	7.520E-04	10
Nickel	7440020	4.149E-04	10
Phenanthrene	85018	1.531E-05	10
Pyrene	129000	1.474E-06	10
Selenium	7782492	4.971E-04	10

**L. References**

- <sup>8</sup> U.S. Environmental Protection Agency. 1993. AP-42: Compilation of Air Emissions Factors, Fifth Edition, Volume I, Chapter 2.3 - Medical Waste Incineration, Tables 2.3-2 and 2.3-15.
- <sup>9</sup> U.S. Environmental Protection Agency. 1999. Emission Test Evaluation of a Crematory at Woodlawn Cemetery in the Bronx, NY, Vol. I-III, EPA-454/R-99-049.
- <sup>10</sup> California Air Resources Board. 1999. Development of Toxic Emissions Factors from Source Test Data Collected Under the Air Toxics Hot Spots Program, Part II, Volume I. Prepared by GE Energy and Environmental Research Corporation.
- <sup>11</sup> Reindl, J. 2012. Summary of References on Mercury Emissions from Crematoria. Available at: <http://www.einet.org/crematoria/reindl.pdf>, last accessed August 2018.

**Figure 1: Extrait du document Cremation NEMO 2017**

Ce même document sert également pour la spéciation du chrome : il est considéré que le chrome VI représente 45,15% du chrome émis.

Avertissement : il est proposé un facteur d'émission pour le cobalt, mais aucun pour l'antimoine, le manganèse et le vanadium.

Le facteur d'émission indiqué est de 8,869E-05 lbs/ton ce qui correspond pour un corps de 65 kg à 2,89 mg/corps.

Par conséquent, le cobalt sera bien intégré à la seconde version de l'EQRS, mais pas les autres polluants (rappel : antimoine, manganèse et vanadium).

### Remarque N°3

Page 44 du document, il est noté : « La spéciation des métaux issus des crémations s'effectuera par défaut à partir des facteurs d'émission provenant du document « EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 ». Cette référence est applicable à la crémation de corps humain. Cette méthode introduit des incertitudes sur la répartition des polluants à prendre en compte et, compte tenu de l'absence de référence pour la crémation de corps d'animaux, les hypothèses retenues nécessitent d'être validées par la réalisation de mesures après mise en route de l'installation.

### Réponse

A ce stade de l'étude, les modélisations reposent sur les VLE ainsi que sur les données théoriques ou expérimentales issues de la littérature scientifique.

Les mesures devront être réalisées par l'exploitant lors de la mise en route des installations.

#### ➤ Valeur Toxicologique de Référence (VTR)

Le choix de certaines VTR n'est pas conforme à la note d'information de la DGD/DGPR du 31 octobre 2014.

Les erreurs suivantes ont été identifiées :

- Pour l'Arsenic, l'unité n'est pas bonne pour la VTR ingestion à seuil, il est indiqué 0.45 mg/kg/j alors que la VTR est de 0.45 µg/kg/j.
- Pour le Cadmium, il a été choisi une VTR sans seuil pour les effets cancérigènes et la voie d'exposition par inhalation ( $4.2 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ), mais la VTR cancérigène pour l'inhalation est une VTR à seuil, plus restrictive, de  $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ANSES 2012).

Pour les effets à seuil par ingestion, il a été choisi la VTR de  $3,60 \cdot 10^{-4} \text{ mg}/\text{kg}/\text{j}$  (EFSA 2011) alors que, réglementairement, doit être retenue la VTR de l'ANSES de 2019 :  $0,35 \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ .

### Réponse

La coquille pour la VTR de l'arsenic pour la voie ingestion a été dûment corrigée (version 2).

De même pour le cadmium, il est calculé les deux quotients de danger dans la version 2 (effets cancérigènes et non cancérigènes).

La VTR utilisée pour les effets à seuils par ingestion du cadmium est celle recommandée par l'INERIS.

Cette VTR a été privilégiée car elle analyse les risques sanitaires vis-à-vis des reins qui constituent les organes cibles du cadmium, alors que l'ANSES prend en compte le risque d'ostéoporose ou de fractures osseuses.

**Portail Substances Chimiques**

Toutes Composés inorganiques Composés métalliques

Substance 1

N° CAS ou nom Recherche

**Cadmium**

CAS : 7440-43-9  
 Synonymes : cadmium; C.I. 77180; C.I. 77180; Cadmium dust fume; Cadmium powder; Colloidal cadmium; Kadmium; KADMIUM (GERMAN).

Créé le: 14/10/2003  
 Mise à jour le: 28/01/2022

Informations générales Propriétés physico-chimiques **Toxicologie** Ecotoxicologie Technico-économie Accidentel Autres informations

**Monographies sur la substance**

Nom	Mise à jour le
INERIS - Fiche de données toxicologiques et environnementales	07/04/14
INRS	
ATSDR	01/09/12
US EPA	

**Classification pour les effets cancérogènes et mutagènes**

**Classification Harmonisée CLP**  
 Agent: cadmium (pyrophorici)

Classe de danger et catégorie	Code de danger	Adaptations aux progrès technique (insertion/mise à jour)
Muta. 2	H341	ATP Inserted / Updated: CLP00
Carc. 1B	H350	ATP Inserted / Updated: CLP00
Repr. 2	H361Fd	ATP Inserted / Updated: CLP00
Muta. 2	H341	ATP Inserted / Updated: CLP00
Carc. 1B	H350	ATP Inserted / Updated: CLP00
Repr. 2	H361Fd	ATP Inserted / Updated: CLP00

**Classification MARC**  
 Agent: Cadmium and cadmium compounds

Classe (selon ligne directrice 1986) Group	information	volume	Année de publication ou dernière révis
1		58, 100C	2012

**Classification US EPA**  
 Agent: Cadmium  
 last updated: 03/31/1987

Nouvelle classification (après 2005)	Ancienne classification (avant 2005)
	B1 (Probable human carcinogen - based on limited evidence of carcinogenicity in humans)

**Valeurs de référence**

Inhalation à seuil Inhalation sans seuil **Orale à seuil** Orale sans seuil Cutanée

Accidentel Aiguë Sub-chronique **Chronique**

**Valeurs réglementaires**

Population générale

Type de valeur	Valeur	Unité	Commentaire	Source	Lié
Limite de qualité	5	µg/L		Arrêté du 11 janvier 2007 modifié par l'arrêté du 4 août 2017 et par l'arrêté du 9 décembre 2015	

**Valeurs guides**

Population générale

Type de valeur	Valeur	Unité	Commentaire	Source	Lié
VC	0,003	mg/L		OMS 2011	

**Valeurs de référence**

Population générale

VTR retenues (ou construites) par l'ANSES

Type de valeur	Valeur	Unité	Effet critique retenu	Commentaire	Source	Date de choix
ADI	2,5	µg/kg/sem			EFSA 2009	
VTR	0,35	µg/kg/j	Risque d'ostéoporose ou de fractures osseuses	concentration urinaire de cadmium n'excédant pas 0,5 µg/g de créatinine, chez un adulte de 60 ans	ANSES 2019	2019

VTR retenues par l'INERIS

Type de valeur	Valeur	Unité	Effet critique retenu	Commentaire	Source	Date de choix
TDI	0,00036	mg/kg/j	Beta2-microglobulinurie	Cadmium et ses composés	EFSA 2011	2013

Figure 2: Extrait de la fiche toxicologique du cadmium

Pour mémoire, un effet sans seuils n'est pas forcément synonyme d'un effet cancérigène en fonction de l'agence élaboratrice de la VTR. Par exemple US EPA et le RIVM se fondent sur une approche considérant les molécules au cas par cas. Dans la situation où aucun seuil n'a pu être mis en évidence, il est considéré l'absence de seuil comme hypothèse par défaut. De ce fait, elle s'applique encore essentiellement aux molécules cancérigènes, génotoxiques ou non, en fonction des données rassemblées.

#### Remarque N°4

##### ➤ Evaluation de l'exposition

Les voies de l'inhalation et de l'ingestion ont été judicieusement retenues dans l'étude.

Les scénarii d'exposition étudiés sont les suivants :

- Pour les effets à seuils  
Scénario « Habitant » avec cinq sous-scénarii : Jeune enfant (< 3 ans), enfant (de 3 à 10 ans), adolescent (de 10 à 17 ans) et adulte (≥ 18 ans).  
Scénario « Employé » qui concerne les personnes travaillant à proximité du projet.
  
- Pour les effets sans seuils  
Scénario « Habitant » avec deux sous-scénarii : Résident depuis la naissance (personne exposée de 0 à 30 ans) et résident adulte (personne adulte exposée durant 30 ans).  
Nous notons que le scénario « Employé » n'a pas été étudié, sans justification, pour les effets sans seuil. Une durée d'exposition de 40 ans pourrait être choisie comme précisé dans le guide de l'INERIS sur « l'Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires » de septembre 2021.

#### Réponse

Le scénario « Employé » a été ajouté pour les effets sans seuils dans la nouvelle version de l'EQRS.

La durée d'exposition est prise égale à 30 années. En effet, il est supposé que les installations perdurent avec le même mode fonctionnement durant 30 années, c'est-à-dire sans subir aucune amélioration technologique.

#### Remarque N°5

Les hypothèses d'exposition considérées et les concentrations retenues sont présentées page 106 du document pour le résident adulte et l'employé. Celles-ci suscitent les remarques suivantes :

- Le scénario « Employé » est considéré sur 50 semaines annuelles (temps de travail et temps passé à domicile), ce qui suggère que durant 2 semaines, la personne n'est pas du tout exposée. Il en est de même 1h par jour quand elle travaille et 2h par jour pendant les week-end et les congés, d'après les hypothèses retenues sans justification particulière apportée. Le scénario « Résident », quant à lui, prend bien en compte une exposition « au domicile » et « hors domicile » sur 24h au total et 52 semaines par an.
- Pour le scénario « employé », les concentrations retenues pour l'exposition à domicile sont les moyennes des concentrations calculées à l'aide de la modélisation numérique sur le domaine de calcul. Il aurait été judicieux de retenir les maximales des concentrations calculées à l'aide de la modélisation numérique au niveau des récepteurs ponctuels, comme cela est réalisé pour les autres scénarii.

### Réponse

Le scénario « Employé » a été modifié conformément aux remarques de l'ARS, à l'exception du nombre d'années d'exposition qui demeure fixé à 30 années (durée supposée de fonctionnement de l'installation dans la configuration considérée pour l'étude).

Les nouvelles hypothèses considérées sont résumées dans le tableau ci-après.

**Tableau 1: Nouvelles hypothèses considérées pour le scénario « Employé »**

	Hypothèses d'exposition considérée	Concentrations retenues
<b>Employé</b> <b>T expo = 30</b> <b>années</b>	<i>Domicile :</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 14 heures/jour – 5 jours/semaine – 45 semaines /an</li> <li>✓ 21 heures/jour – 2 jours/semaine – 45 semaines /an</li> <li>✓ 21 heures/jour – 7 jours/semaine – 7 semaines /an</li> </ul>	Maximales des concentrations calculées à l'aide de la modélisation numérique au niveau des <b>récepteurs ponctuels</b>
	<i>Hors domicile et hors lieu de travail</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 2 heures/jour – 5 jours/semaine – 45 semaines /an</li> <li>✓ 3 heures/jour – 2 jours/semaine – 45 semaines /an</li> <li>✓ 3 heures/jour – 7 jours/semaine – 7 semaines /an</li> </ul>	Moyennes des concentrations calculées à l'aide de la modélisation numérique <b>sur le domaine de calculs</b>
	<i>Lieu de travail</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 8 heures/jour – 5 jours/semaine – 45 semaines /an</li> </ul>	Maximales des concentrations calculées à l'aide de la modélisation numérique <b>sur le domaine de calculs</b>

#### ➤ Caractérisation des risques

Les calculs de risques obtenus sont tous inférieurs aux seuils réglementaires.

Cas particulier du plomb :

Selon la fiche de données toxicologiques et environnementales du Plomb de l'INERIS (Dernière mise à jour 29/07/2016), l'ANSES recommande, dans le cadre de l'évaluation quantitative des risques sanitaires des effets à seuil liés à des expositions au plomb inorganique, de réaliser un calcul de plomb dans le sang pour l'adulte et pour l'enfant en utilisant des équations spécifiques (voir pages 77 et 78 du document), démarche prospective qui n'est pas réalisée par le bureau d'études.

### Réponse

Les calculs de la plombémie chez l'adulte et l'enfant ont été rajoutés dans la version 2. Ces derniers ont été quantifiés selon les méthodologies décrites dans la fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS.