

**MAÎTRE D'OUVRAGE**

**Société Nouvelle de Crémation**

14 rue Jules Verne  
63 110 BEAUMONT  
Tél. : 0473288487

**EVALUATION DES RISQUES  
SANITAIRES**

Création d'un crématorium sur la commune de  
**BRISSAC-LOIRE-AUBANCE**



**B3E – REIMS**

17, rue Ferdinand Hamelin  
51 450 BETHENY  
Tél. 03 26 35 26 80 - Fax. 03 26 06 42 58

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>PRÉSENTATION DU PROJET</b>	<b>5</b>
1.1	Localisation	5
1.2	Projet	6
1.2.1	Généralités	6
1.2.2	Fonctionnement des installations	8
<b>2</b>	<b>BRUIT</b>	<b>11</b>
2.1	Situation actuelle	11
2.2	Impact	11
2.3	Mesures compensatoires	15
<b>3</b>	<b>CONFIGURATION ENVIRONNEMENTALE DU SITE</b>	<b>16</b>
3.1	Environnement général du site	16
3.2	Climat	18
3.3	Identification des populations environnantes	19
3.3.1	Étendue de la zone susceptible d'être affectée par le projet	19
3.3.2	Populations présentes dans le périmètre d'étude	20
3.3.3	Zones d'habitations à proximité de la future implantation du crématorium	21
3.4	Identification des populations dites « sensibles »	22
3.5	Identification de l'environnement industriel	25
3.6	Identification de l'environnement agricole	26
3.7	Axes routiers	27
3.8	Qualité de l'air de la zone d'étude	28
<b>4</b>	<b>IDENTIFICATION DES DANGERS</b>	<b>31</b>
4.1	Qualification des émissions du crématorium	31
4.2	Quantification des émissions du crématorium	31
4.2.1	Nature des polluants émis	31
4.2.2	Traitement des fumées	31
<b>5</b>	<b>CHOIX DES SUBSTANCES TRACEURS DE RISQUES</b>	<b>32</b>
<b>6</b>	<b>EFFETS DES SUBSTANCES ÉTUDIÉES CHEZ L'HOMME : RELATION DOSE-RÉPONSE</b>	<b>33</b>
6.1	Généralités	33
6.1.1	Relations doses-réponse	33
6.1.2	Toxiques	33
6.1.3	VTR	34
6.2	Substances	36
6.2.1	Les particules en suspension (PM <sub>2,5</sub> et PM <sub>10</sub> )	36
6.2.2	Les oxydes d'azote et le dioxyde d'azote	36

6.2.3	Les composés organiques volatils.....	37
6.2.4	L'acide chlorhydrique (chlorure d'hydrogène) .....	39
6.2.5	Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) .....	39
6.2.6	Le mercure.....	40
6.2.7	Les dioxines et furanes .....	42
<b>7</b>	<b>EVALUATION DES EXPOSITIONS DES POPULATIONS .....</b>	<b>44</b>
7.1	Schémas conceptuels d'exposition.....	45
7.1.1	Voie d'exposition par inhalation.....	46
7.1.2	Voie d'exposition par ingestion.....	46
<b>8</b>	<b>MODÉLISATION DES REJETS ATMOSPHÉRIQUES DU SITE .....</b>	<b>47</b>
8.1	Évaluation des risques sanitaires par voie d'exposition par inhalation.....	47
8.1.1	Calcul des Indices de Risque (effets à seuil) par inhalation.....	47
8.1.2	Calcul des Excès de Risques Individuels (effets sans seuil) par inhalation .....	48
8.2	Évaluation des risques sanitaires par voie d'exposition par ingestion.....	49
8.2.1	Consommation de végétaux autoproduits .....	49
8.2.1.1	Concentration dans le sol.....	49
8.2.1.2	Concentration dans les végétaux.....	49
8.2.1.3	Dose journalière d'exposition par ingestion.....	50
8.2.2	Calcul des Indices de Risque (effets à seuil) par ingestion .....	51
8.2.1	Calcul des Excès de Risque Individuel (effets sans seuil) par ingestion.....	52
8.3	Conclusions.....	52
<b>ANNEXES.....</b>		<b>53</b>

## LISTE DES CARTES, TABLEAUX ET FIGURES

### CARTES

Carte 1: Localisation de la zone d'études	5
Carte 2 : Nuisances sonores actuelles	11
Carte 3 : Localisation des établissements sensibles à proximité du futur crématorium	24
Carte 4 : Emprise de l'Actiparc des Fontenelles	25
Carte 5 : Voies de communication à proximité de la zone d'études	27

### FIGURES

Figure 1 : Plan masse du projet	7
Figure 2 : Synoptique d'une installation	9
Figure 3 : Affaiblissement du niveau sonore avec la distance	14
Figure 4 : Carte topographique de Brissac-Loire-Aubance	16

Figure 5 : Occupation des sols	17
Figure 6 : Rose des vents de la station météorologique de Beaucouzé	18
Figure 7 : Zone d'étude considérée pour l'évaluation des risques sanitaires	19
Figure 8 : Localisation des zones d'habitations à proximité du projet	21
Figure 9 : Évolution des concentrations en particules PM10 (station des Beaux-Arts)	29
Figure 10 : Évolution des concentrations en NO <sub>2</sub>	29
Figure 11 : Évolution des concentrations en O <sub>3</sub> (station Appentis)	30
Figure 12 : Exposition par effets directs	45
Figure 13 : Exposition par effets indirects	45

## **TABLEAUX**

Tableau 1 : Influence du trafic généré par le crématorium sur le trafic actuel	12
Tableau 2 : Populations des communes comprises dans le rayon d'études	20
Tableau 3 : Estimation du nombre d'habitants concernés	20
Tableau 4 : Installations sensibles à proximité du site d'études	23
Tableau 5 : Recensement agricole à Brissac-Quincé	26
Tableau 6 : Sigles des VTR	35
Tableau 7 : Indices des risques - Effets à seuil par inhalation	47
Tableau 8 : Excès de risques individuels - Effets sans seuil par inhalation	48
Tableau 9 : Concentration de polluant dans le sol racinaire en poids sec	49
Tableau 10 : Facteur de bioconcentration	49
Tableau 11 : Concentration dans les végétaux en poids sec	50
Tableau 12 : Concentration dans les végétaux en poids frais	50
Tableau 13 : Dose journalière d'exposition par ingestion	51
Tableau 14 : Indices des risques - Effets à seuil par ingestion	51
Tableau 15 : Excès de risques individuels - Effets sans seuil par ingestion	52

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1 : Spectre de pression acoustique
Annexe 2 : Caractéristiques techniques
Annexe 3 : Rapport de modélisation de la dispersion atmosphérique

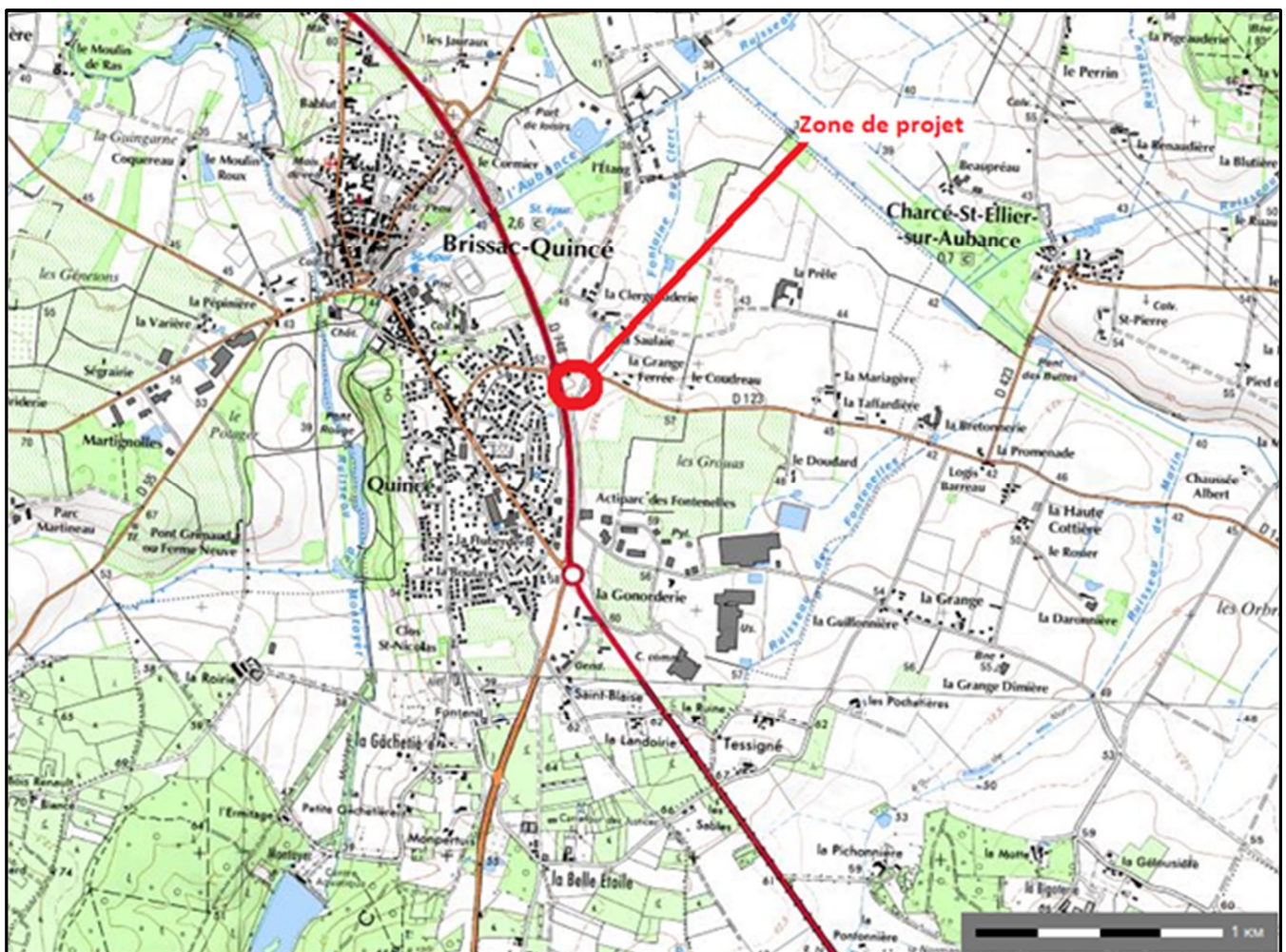
## 1 PRÉSENTATION DU PROJET

### 1.1 LOCALISATION

Le projet de crématorium est situé au lieu-dit « La Fontaine au Clerc », au nord-ouest de la commune de Brissac-Loire-Aubance, appartenant à la Communauté de Communes Loire Layon Aubance. La commune est située à une quinzaine de kilomètres au sud-est d'Angers.

Le terrain est longé à l'ouest par la route départementale D748 et par la D123 au nord. Le terrain est un site déjà urbanisé, actuellement à l'abandon

Carte 1: Localisation de la zone d'études



Source : IGN -site : [infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr) – Août2017

Le projet est situé sur les parcelles cadastrales : A 590, A 596 et A 661.

Les coordonnées en Lambert 93 sont les suivantes

- X = 440597 m
- Y = 6700125 m

## 1.2 PROJET

### 1.2.1 Généralités

Le projet consiste en la création d'un crématorium sur une surface totale de 7 159 m<sup>2</sup> comprenant :

- le bâtiment du crématorium, dont la partie technique comprenant à terme deux fours
- des voies d'accès publiques et techniques
- un parking public
- une cour de service avec places de stationnement
- des espaces verts dont un parvis et un jardin du souvenir



### 1.2.2 Fonctionnement des installations

Le crématorium sera équipé de :

- 1 four de crémation
- 1 broyeur de calcius
- 1 système d'épuration des fumées

Le four fonctionne de la manière suivante :

1. Préchauffage du four (750 à 800 °C dans la chambre de crémation – 850°C dans la chambre de postcombustion des gaz)
2. Introduction du cercueil
3. Crémation
4. Fin de crémation et retrait des calcius
5. Filtration des gaz issus de la crémation
6. Extraction des fumées

Les fumées chaudes générées par la crémation du four sont évacuées vers un dispositif de traitement des fumées « Équipements complémentaires ».



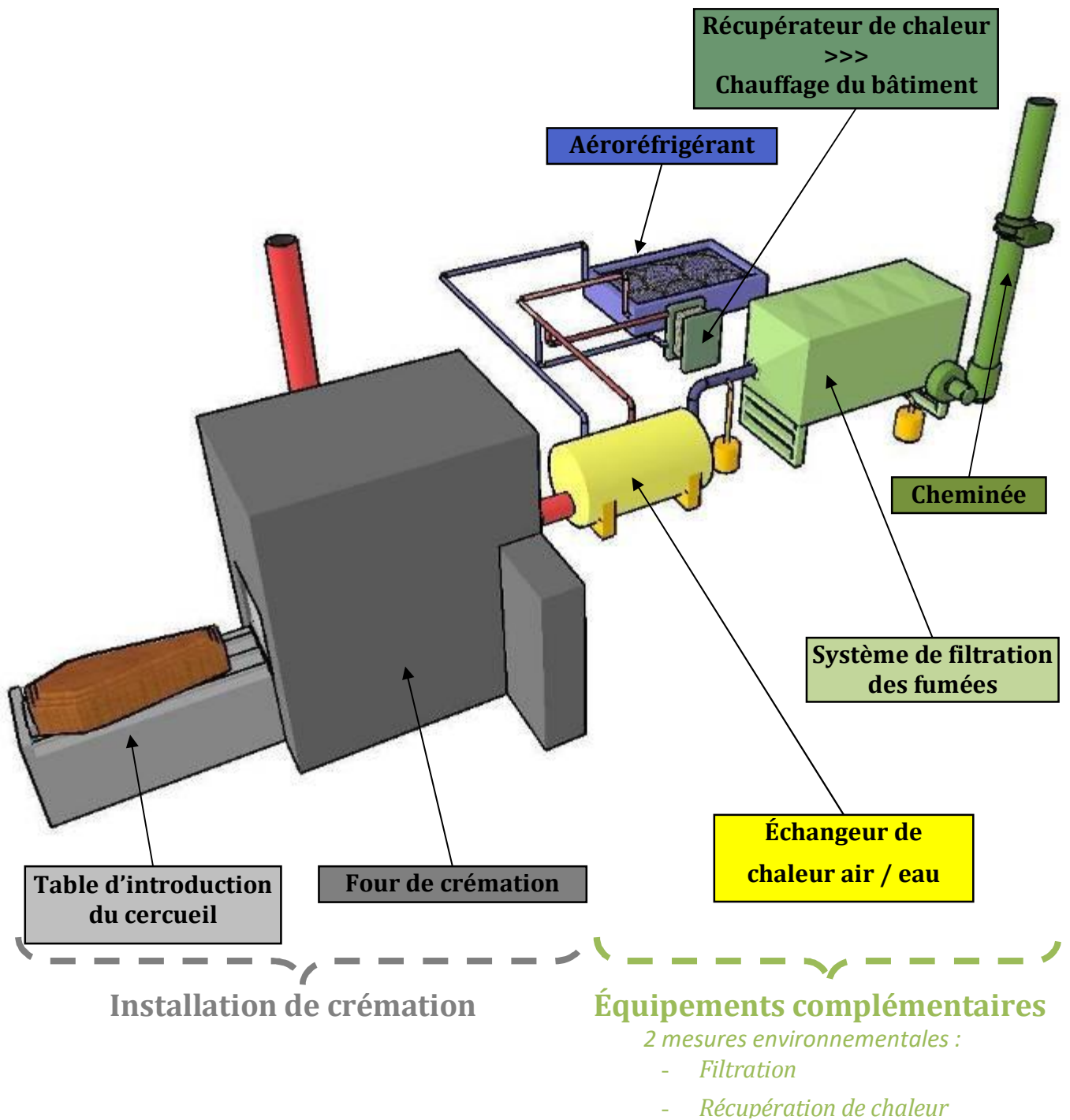


Figure 2 : Synoptique d'une installation

Les opérations principales de traitement de filtration des fumées de crémation sont les suivantes :

- Refroidissement de fumée par circulation d'eau,
- Stockage des réactifs
- Dosage et injection des réactifs permettant de traiter les gaz acides, les métaux lourds, le mercure et en général les polluants indésirables afin de respecter les normes en vigueur.
- Évacuation des fumées filtrées à l'atmosphère via la cheminée d'évacuation.

Les « valeurs de garantie » dans le tableau ci-dessous sont les concentrations maximales qui seront rejetées par le crématorium. Ces valeurs sont conformes aux valeurs limites exigées par l'arrêté du 28 janvier.

<b>Nature</b>	<b>Valeur de garanties</b>	<b>Norme Arrêté 28 janvier 2010</b>
Poussières	5 mg / m <sup>3</sup>	10 mg / m <sup>3</sup>
Monoxyde de carbone	20 mg / m <sup>3</sup>	50 mg / m <sup>3</sup>
Dioxydes d'azote	400 mg / m <sup>3</sup>	500 mg / m <sup>3</sup>
Composés organiques volatiles	6 mg / m <sup>3</sup>	20 mg / m <sup>3</sup>
Acide chlorhydrique	10 mg / m <sup>3</sup>	30 mg / m <sup>3</sup>
Dioxyde de soufre	40 mg / m <sup>3</sup>	120 mg / m <sup>3</sup>
Mercurure	0,2 mg / m <sup>3</sup>	0,2 mg / m <sup>3</sup>
Dioxines	< 0,1 ng / m <sup>3</sup>	0,1 ng / m <sup>3</sup>



d'isolation phonique. De plus le four est situé à l'intérieur du bâtiment dans un local lui-même isolé, aucune gêne pour l'extérieur.

- **Rangement/archives** : pas d'équipement particulier type groupe électrogène, aucune gêne pour l'extérieur.
- **Filtration** : la mise en mouvement des fumées dans le système de filtration

### Le trafic engendré

Pour prendre en compte les différents types de véhicules, on utilise souvent l'unité de véhicule particulier (UVP) définie comme suit :

- ✧ un véhicule léger ou une camionnette = 1 UVP
- ✧ un poids lourd de 5 tonnes et plus = 2 UVP
- ✧ un cycle = 0.2 UVP

On estime le trafic engendré par le crématorium à environ 30 UVP par crémation. En moyenne, il y aura 4 crémations par jour, et très exceptionnellement 5.

La capacité d'une voie dépend de la vitesse moyenne de circulation car, à allure élevée, les conducteurs augmentent l'interdistance entre véhicules. Elle dépend aussi du degré d'attention des conducteurs.

On peut retenir les ordres de grandeur suivant :

- ✧ **2 500 à 7 000 UVP/jour pour une route interurbaine**
- ✧ 5 000 à 7 000 UVP/jour pour une route à 2 voies, en rase campagne,
- ✧ 10 000 à 13 000 UVP/jour pour une 4 voies sans terre-plein central,
- ✧ 13 000 à 18 000 UVP/jour pour une 2x2 voies et carrefours à niveau,
- ✧ 30 000 UVP/jour pour une autoroute à 2x2 voies et carrefours dénivelés (mais 60 000 UVP/jour en zone périurbaine).

Les routes prises en compte pour l'évaluation de l'impact sont :

- entrée du parking : rue de la Guillanière
- sortie du parking : route de la Charce (Route départementale D123).

Nous considérerons que nous sommes dans la situation d'une route interurbaine, soit un trafic de 2 500 à 7 000 UVP/jour pour les deux routes.

Suivant l'activité prévue du site on peut déduire l'influence estimée de la circulation dans cette zone.

**Tableau 1 : Influence du trafic généré par le crématorium sur le trafic actuel**

	Cas général	Cas exceptionnel
<b>Nb d'UVP par crémation</b>	30	
<b>Nb crémations / jour</b>	4	5
<b>UVP / jour</b>	30 UVP x 4 crémations = 120 UVP/j	30 UVP x 5 crémations = 150 UVP/j
<b>Influence maxi</b>	120/2 500 = <b>4,80%</b>	150/2 500 = <b>6,00%</b>
<b>Influence mini</b>	120/7 000 = <b>1,71%</b>	150/7 000 = <b>2,14%</b>

L'impact du crématorium sur le trafic et donc sur le bruit engendré par le trafic est très faible.

### Le bruit engendré par les aéroréfrigérants (extraction/refroidissement des fumées - échangeur de chaleur)

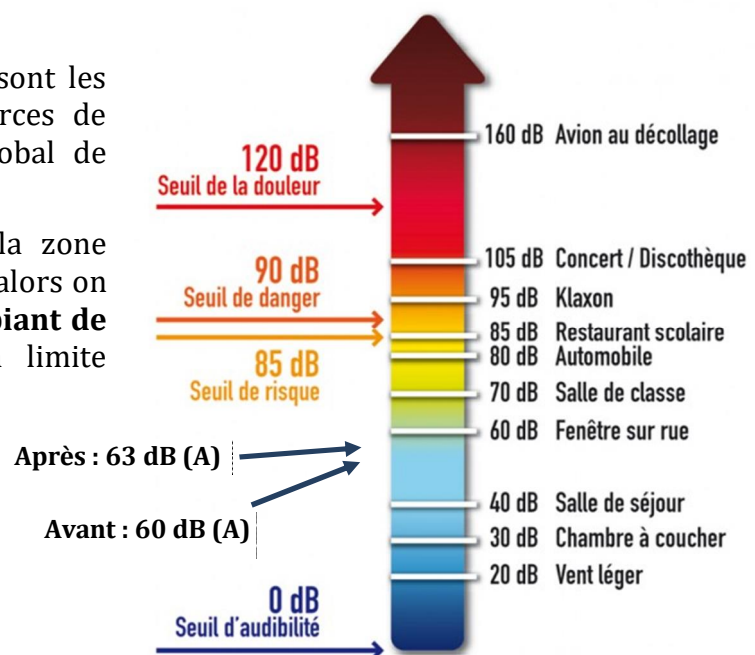
Le refroidissement des fumées est indispensable avant de passer dans la filtration, une partie de la chaleur est récupérée pour le chauffage du bâtiment, l'excédent est évacué.

La pression acoustique totale (ventilateur + aéroréfrigérant) est de 81 dB(A) à 1 m (annexe 1). Le niveau sonore est inférieur à 60 dB(A) à 10 m (caractéristiques techniques : annexe 2). Les équipements sont à plus de 10 m des limites de propriété du crématorium.

Sur une période diurne, l'émergence ne doit pas dépasser la valeur de 5 dB (A) à laquelle s'ajoute le terme correctif en dB(A) pour une durée de 4 à 8 h/jour, à savoir + 1 dB(A). La valeur de l'émergence admise est donc de 6 dB (A) en limite de propriété.

Les règles de calcul en acoustique sont les suivantes: « si je double mes sources de bruit, alors j'augmente le bruit global de 3dB »

Si on estime le **bruit initial** de la zone (limite de parcelle) à **60dB** (= rue), alors on augmente globalement le **bruit ambiant de 3dB**, nous restons donc sous la limite admise.

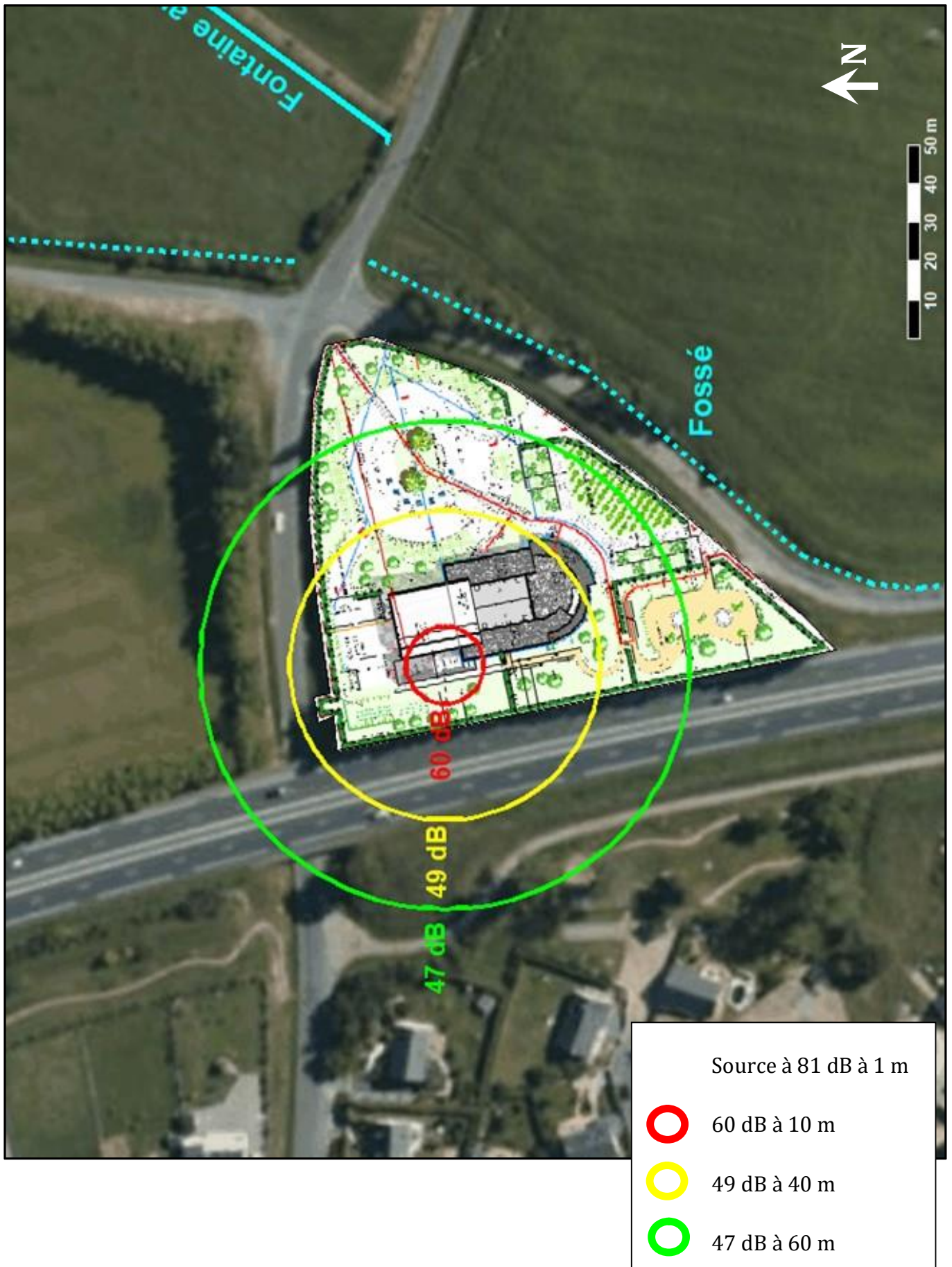


Les équipements fonctionneront uniquement en période diurne (7h - 22h) sur une durée de 4 à 8 heures. Le bruit ambiant sera alors légèrement augmenté, le bruit supplémentaire occasionné est le bruit émergent.

La pression acoustique est d'environ 47 dB(A) à 60 m. Or l'habitation la plus proche se trouve à 90 m des équipements techniques du crématorium.

Le ventilateur d'extraction sera installé dans un caisson insonorisé, afin de garantir une émergence sonore conforme avec la législation.

Figure 3 : Affaiblissement du niveau sonore avec la distance



## 2.3 MESURES COMPENSATOIRES

**Travaux :** Les entreprises devront prendre toutes dispositions visant à prévenir les risques de pollution, et notamment la maintenance et l'entretien des engins de chantier.

Les arrêtés du 12 mai 1997 modifiés par un arrêté du 21 janvier 2004 relatifs à la limitation des niveaux sonores des moteurs des engins de chantier doivent être respectés.

Hors impératif technique, les travaux s'effectuent de jour, aux heures légales de travail. La trêve de repos hebdomadaire est observée.

**Exploitation :**

- Le site ne fonctionnera pas en période nocturne.
- Le ventilateur sera installé dans un caisson insonorisé.
- Les équipements se trouvent à au moins 90 m des premières habitations.

Or le niveau sonore s'affaiblit significativement avec la distance.

### 3 CONFIGURATION ENVIRONNEMENTALE DU SITE

#### 3.1 ENVIRONNEMENT GÉNÉRAL DU SITE

Le projet de crématorium n'est pas localisé sur une zone sensible en termes d'espaces naturels (zones protégées à une distance de 2 km au minimum).

La zone de projet se situe sur la commune de Brissac-Loire-Aubance, nouvelle commune regroupant les anciennes communes des Alleuds, de Brissac-Quincé, de Charcé-Saint-Ellier-sur-Aubance, de Chemellier, de Coutures, de Luigné, de Saint-Rémy-la-Varenne, de Saint-Saturnin-sur-Loire, de Saugé-l'Hôpital et de Vauchrézien.

Le crématorium se trouvera plus précisément dans l'ancienne commune de Brissac-Quincé. La zone d'étude se trouve à une altitude d'environ 50 m NGF, surplombant la vallée de l'Aubance, mais un peu en-dessous des zones urbanisées alentour. En effet les zones urbanisées se trouvent à des altitudes comprises entre 50 et 65 m NGF.

**Figure 4 : Carte topographique de Brissac-Loire-Aubance**



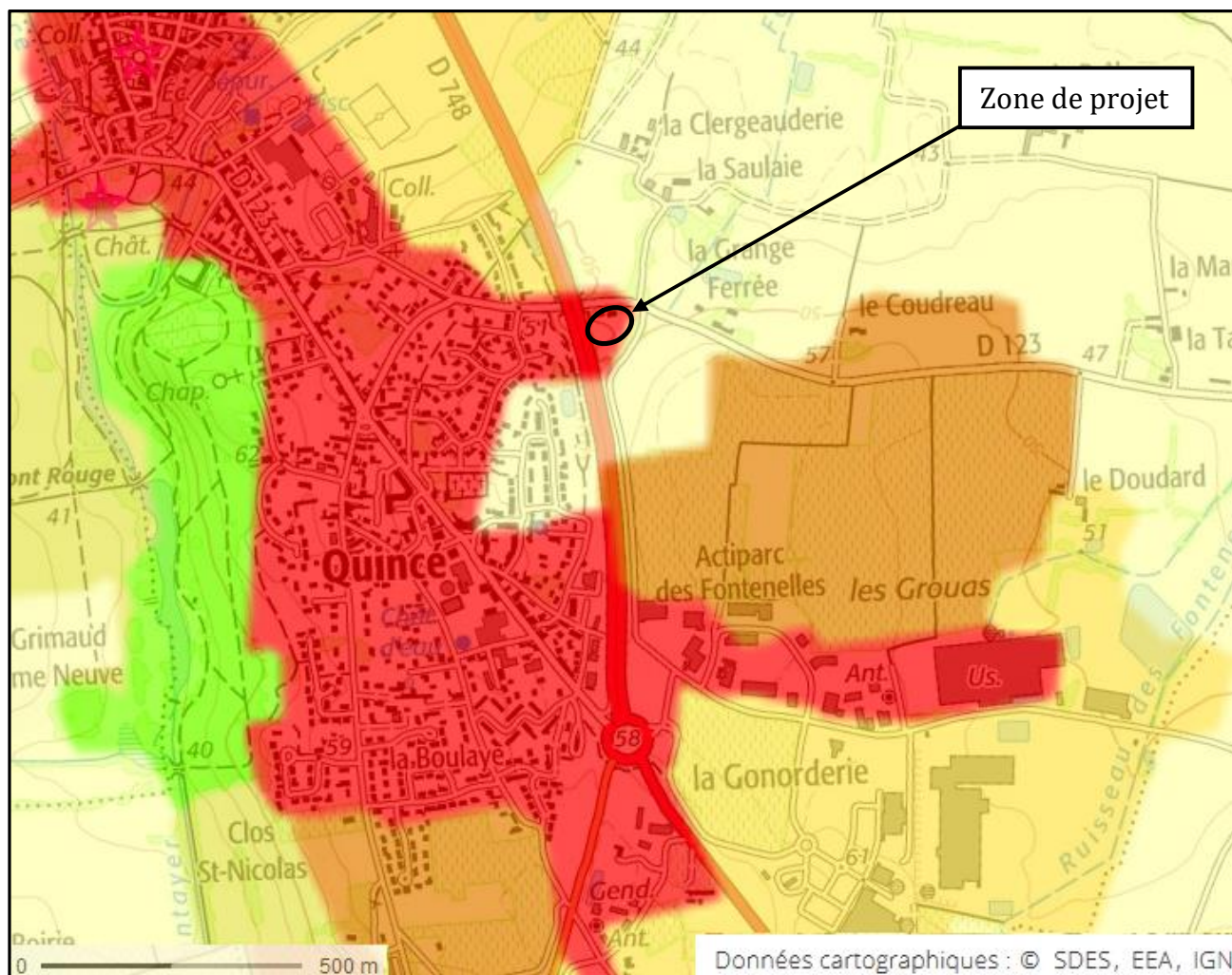
Source : topographic-map.com, consulté en mars 2018



L'environnement du projet se situe en périphérie d'un contexte urbain, routier et d'habitats, non loin de zone d'activités et en bordure de zones agricoles avec :

- la route départementale D748 bordant le site à l'Ouest ;
- des quartiers résidentiels (lotissements) à l'Ouest ;
- l'Actiparc des Fontenelles au Sud (commerces, industries, garage...);
- quelques habitations individuelles isolées à l'Est et au Nord.

**Figure 5 : Occupation des sols**



**Légende**

- Tissu urbain
- Terrains agricoles
- Cultures permanentes
- Forêts

Source : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr), consulté en mars 2018

Cet environnement est influencé par les nuisances générées par le trafic de la D748 et par les activités industrielles de l'Actiparc des Fontenelles. Les habitations les plus proches des limites du site se trouvent à 80 m à l'Ouest.

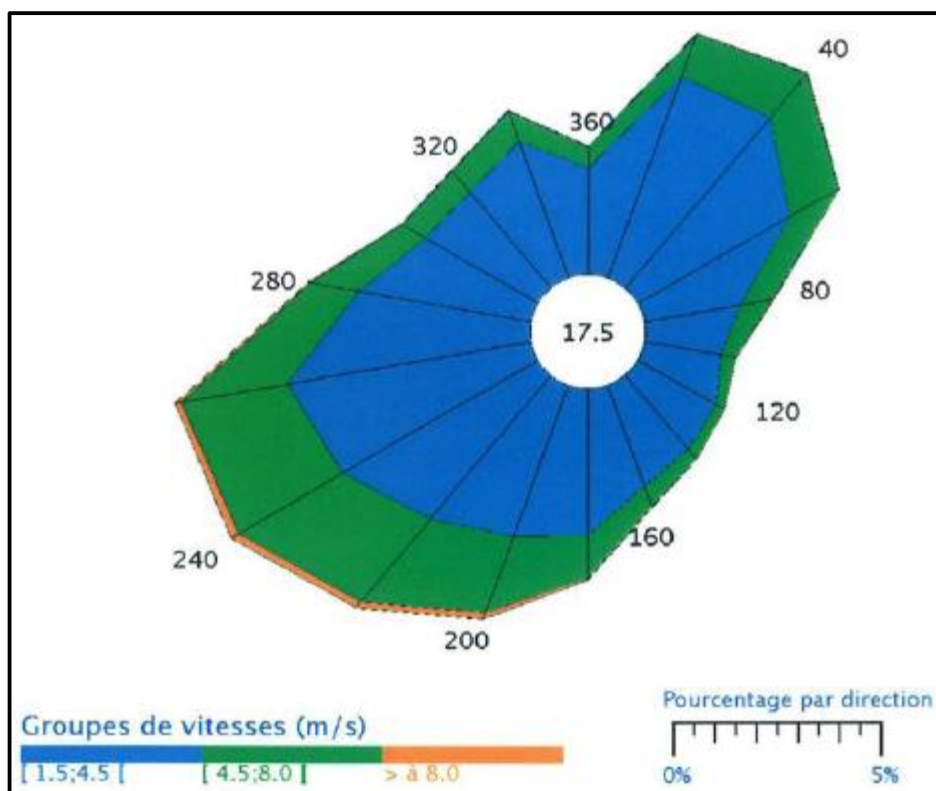
## 3.2 CLIMAT

Le climat de Maine-et-Loire est un climat tempéré de transition entre le climat océanique de côte atlantique et le climat plus continentale à l'intérieur des terres.

Le climat à Angers, à une quinzaine de kilomètres au nord-ouest de Brissac-Loire-Aubance, a un climat chaud et tempéré. De fortes averses s'abattent toute l'année sur la commune. Les précipitations atteignent une moyenne de 633 mm par an. On compte en moyenne 140 à 150 jours de précipitations.

Il existe une station météorologique à Beaucouzé, à une vingtaine de kilomètres au nord-ouest de Brissac-Loire-Aubance. Cette station fournit la rose des vents de Beaucouzé sur la période 1991-2010.

Figure 6 : Rose des vents de la station météorologique de Beaucouzé



Source : Météo France

La vitesse moyenne du vent est de 3,2 m/s.

Il apparaît que la classe des vitesses des vents est la suivante en pourcentage :

- 17,5% de vents ayant des vitesses inférieures à 1,5 m/s ;
- 61,9% de vents ayant des vitesses comprises entre 1,5 et 4,5 m/s ;
- 19,7% de vents ayant des vitesses comprises entre 4,5 et 8 m/s ;
- 0,9 % de vents ayant des vitesses supérieures à 8 m/s.

Les vents les plus fréquents sont de secteurs Ouest / Sud-Ouest avec une fréquence globale d'environ 35,9% et Nord / Nord-Est avec une fréquence d'environ 29,4%.

Les vents les plus forts (>8 m/s) sont de secteur Ouest/Sud-Ouest (vers l'Est/Nord-Est).

### 3.3 IDENTIFICATION DES POPULATIONS ENVIRONNANTES

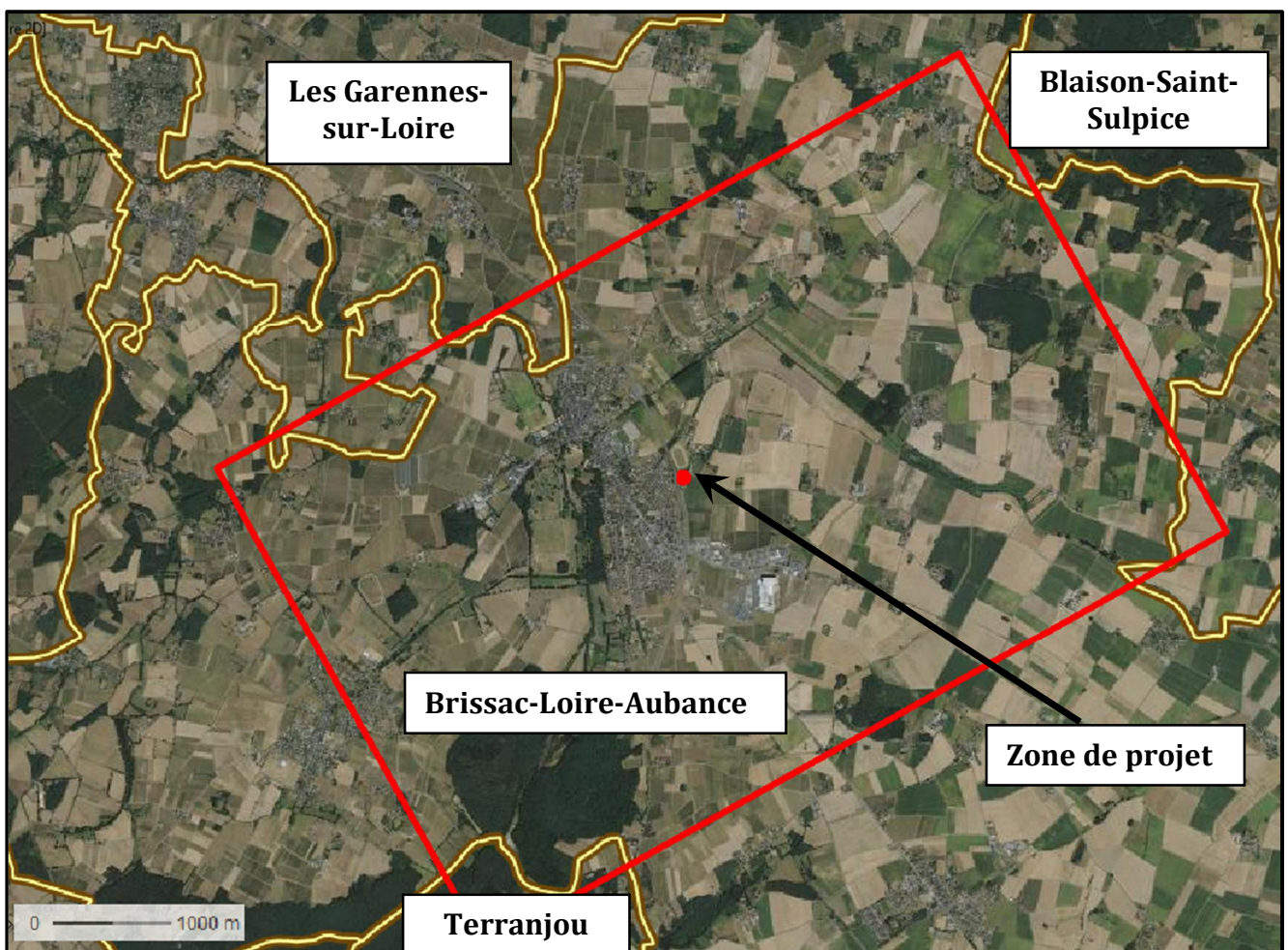
#### 3.3.1 Étendue de la zone susceptible d'être affectée par le projet

En l'absence d'autres projets dans le secteur, les effets ne seront analysés que pour le projet lui-même.

Compte-tenu que les effets du crématorium sur la santé de la population sont essentiellement d'origine atmosphérique, le rayon d'étude ou zone d'influence retenu est un rectangle de 7,0 km (en direction Sud-Ouest / Nord-Est) sur 4,7 km (en direction Sud-Est / Nord-Ouest). On y trouve 4 communes toutes localisées dans le département du Maine-et-Loire :

- Brissac-Loire-Aubance
- Blaison-Saint-Sulpice
- Terranjou
- Garennes-sur-Loire

Figure 7 : Zone d'étude considérée pour l'évaluation des risques sanitaires



Source : fond de plan : [www.geoportail.gouv.fr](http://www.geoportail.gouv.fr), consulté en mars 2018

### 3.3.2 Populations présentes dans le périmètre d'étude

Les données pour les communes comprises dans le rayon d'étude sont les suivantes :

**Tableau 2 : Populations des communes comprises dans le rayon d'études**

Nouvelle Commune	Commune déléguée	Population communale	Densité moyenne (hab/km <sup>2</sup> )
<b>Brissac-Loire-Aubance</b>	Brissac-Quincé	3 053	313
	Les Alleuds	878	84
	Charcé-Saint-Ellier-sur-Aubance	770	46
	Chemellier	809	74
	Coutures	519	56
	Luigné	2645	28
	Saint-Rémy-la-Varenne	975	62
	Saint-Saturnin-sur-Loire	1 384	116
	Saulgé-l'Hôpital	602	91
	Vauchrétien	1 496	76
<b>Terranjou</b>	Chavagnes	1 262	78
	Martigné-Briand	1 899	70
	Notre-Dame d'Allençon	684	50
<b>Blaison-Saint-Sulpice</b>	Blaison-Gohier	1 045*	49
	Saint-Sulpice	189*	65
<b>Les-Garennes-sur-Loire</b>	Juigné-sur-Loire	2 653	212
	Saint-Jean-des-Mauvrets	1 770	139

Source : INSEE, RP 2014

Les communes déléguées surlignées sont celles comprises dans le rayon d'études. Ainsi la population de la zone d'études, étendue à l'ensemble des communes déléguées concernées, compte environ à **11 080**.

On peut estimer le nombre d'habitants concernés à partir de la surface communale comprise dans le rectangle de la zone d'influence du crématorium, multiplié par la densité communale moyenne donnée par le recensement INSEE de 2014.

**Tableau 3 : Estimation du nombre d'habitants concernés**

Commune déléguée	Densité moyenne (hab/km <sup>2</sup> )	Surface concernée (km <sup>2</sup> )	Population concernée
<b>Brissac-Quincé</b>	313	9,76	3 053
<b>Les Alleuds</b>	84	2,4	202
<b>Charcé-Saint-Ellier-sur-Aubance</b>	46	14,6	672
<b>Saint-Saturnin-sur-Loire</b>	116	6,6	766
<b>Vauchrétien</b>	76	10,8	821
<b>Notre-Dame d'Allençon</b>	50	3,7	185
<b>Blaison-Gohier</b>	49	1,2	59
<b>Saint-Jean-des-Mauvrets</b>	139	1,1	153
<b>Ensemble des populations comprises dans le rayon d'études</b>			<b>5 911</b>

### 3.3.3 Zones d'habitations à proximité de la future implantation du crématorium

Les habitations les plus proches se trouvent à environ 80 m à l'ouest dans la commune déléguée de Brissac-Quincé. Il s'agit d'un lotissement d'habitations individuelles. D'autres habitations sont présentes au lieu-dit « la Grange ferrée », à environ 120 m à l'est du site.

Figure 8 : Localisation des zones d'habitations à proximité du projet



### 3.4 IDENTIFICATION DES POPULATIONS DITES « SENSIBLES »

Plusieurs établissements susceptibles d'accueillir des populations dites « sensibles » sont présents dans le secteur d'études :

#### Écoles maternelles et élémentaires, collège, crèches, garderies, accueil :

Le secteur d'étude comprend plusieurs établissements de type maternelles, élémentaires et collèges. L'ensemble de ces établissements sont listés dans le tableau page suivante.

#### Hôpitaux, cliniques et maternités :

Aucun hôpital ni clinique n'est présent dans le secteur d'influence du crématorium. L'établissement de soins dont dépend l'EHPAD de Brissac-Quincé est le centre hospitalier Layon-Aubance de Martigné-Briand, à environ 13 km au Sud.

#### Maisons de retraite :

Il existe un Établissement d'Hébergement pour Personnes Âgées Dépendantes (EHPAD), EHPAD Panneter, à 1,3 km au Nord-Ouest du futur crématorium.

#### Centre de tourisme et de loisirs :

Le secteur est riche en activités de loisirs et de tourisme.

Il est notamment sillonné par plusieurs sentiers de randonnées pédestres, équestres et VTT. On constate également la présence de nombreux domaines viticoles, restaurants et des monuments historiques. Ces activités génèrent un attrait touristique.

On note la présence de très nombreux gîtes, chambres d'hôtes et hôtels, listés dans le tableau page suivante. À noter également la présence du Domaine de l'Étang comprenant un parc de loisir, des gîtes, un camping et une salle de réception, se situant à moins d'1 km au Nord du futur crématorium.

#### Équipements sportifs :

Il existe de nombreux équipements sportifs dans le rayon d'influence du futur crématorium : dojo, piscine, studio de squash, court de tennis, terrains de sport (football, basketball, skate...).

**SOCIÉTÉ NOUVELLE DE CRÉMATION**  
**Création d'un crématorium sur la commune de Brissac-Loire-Aubance**  
 Evaluation des risques sanitaires

Les établissements sensibles présents à proximité du site d'études sont recensés dans le tableau ci-dessous.

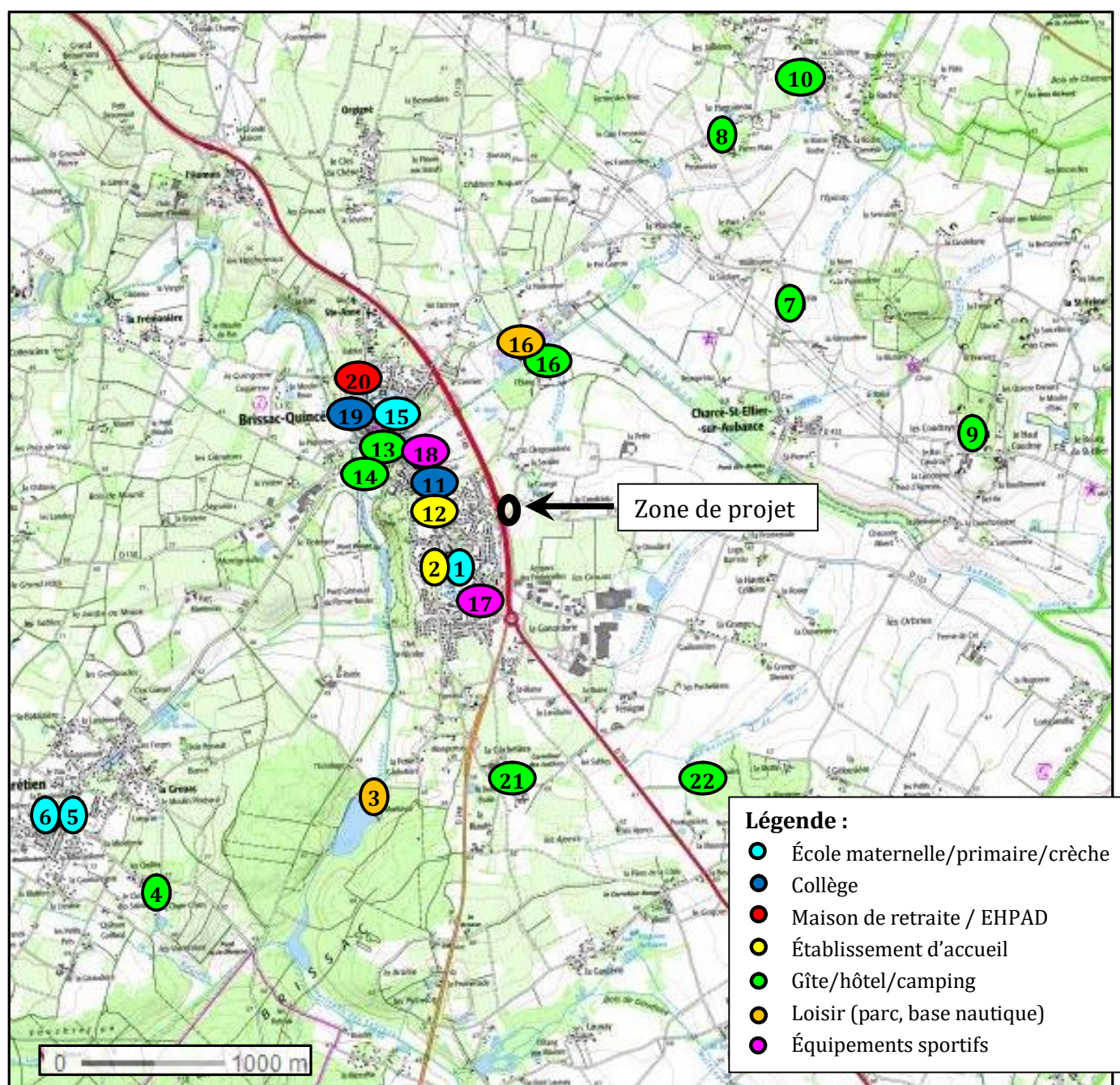
**Tableau 4 : Installations sensibles à proximité du site d'études**

n° cible	Site	Adresse	Distance du site
1	Association Enjeu Accueil de loisir enfants et jeunes	2 bis et 2 ter rue Désiré Gayet 49 320 Brissac-Quincé	560 m au Sud-Ouest
2	Multi-accueil « 1,2,3...Soleil » 12 places en halte-garderie, 6 en crèche	4 bis rue Désiré Gayet 49 320 Brissac-Quincé	580 m au Sud-Ouest
3	Maison pêche Nature (lac de pêche)	Montayer 49 320 Brissac-Quincé	2,3 km au Sud-Ouest
4	Le Logis Clope Chien - 4 personnes	Route d'Allençon 49 320 Vauchrézien	3,6 km au Sud-Ouest
5	Micro-crèche « La Maissonnette »	7 rue principale 49320 Vauchrézien	3,8 km au Sud-Ouest
6	École maternelle et élémentaire « Émile Joulain »	Allée des Platanes 49320 Vauchrézien	3,8 km au Sud-Ouest
7	Gîte Longueville - 7 personnes	4 rue port de Longueville - 49 320 Charcé-Saint-Ellier- sur-Aubance	2,5 km au Nord-Est
8	Gîte Pierre Plate - 2 personnes	Pierre Plate - 49 320 Saint- Saturnin-sur-Loire	2,9 km au Nord-Est
9	Gîte La Vieille École 8 personnes	Les Coudrais - 49 320 Charcé-Saint-Ellier-sur- Aubance	3,2 km au Nord-Est
10	Gîte - 3 personnes	La Croix Viau - 49 320 Saint-Saturnin-sur-Loire	3,7 km au Nord-Est
11	Collège de l'Aubance	9 rue de la Valière 49 320 Brissac-Quincé	530 m au Nord-Ouest
12	Maison Familial Rurale la Sablonnière Accueil de personnes en situation du handicap mental	51 rue Louis Moron 49320 Brissac-Quincé	530 m à l'Ouest
13	Hôtel de Castel	1 rue Louis Moron 49 320 Brissac-Quincé	900 m au Nord-Ouest
14	Château de Brissac Visite et chambres d'hôtes	Château de Brissac 49 320 Brissac Quincé	900 m au Nord-Ouest
15	École maternelle et élémentaire « Les Jardins »	rue de l'Aubance 49320 Brissac-Quincé	950 m au Nord-Ouest
16	Domaine de l'Étang - Parc de l'Étang Parc de loisir (avec pique-nique) Gîtes (30 personnes) Camping avec piscine et étang de pêche (150 emplacements) Salle réception (90 personnes)	Route de Saint-Mathurin-sur- Loire 49 320 Brissac-Quincé	950 au Nord
17	Salle omnisport de l'Aubance	76 rue Louis Moron 49 320 Brissac-Quincé	600 m au Sud-Ouest
18	Complexe sportif du Marin (+ stade du Marin)	rue du Marin 49 320 Brissac-Quincé	790 m au Nord-Ouest

**SOCIÉTÉ NOUVELLE DE CRÉMATION**  
**Création d'un crématorium sur la commune de Brissac-Loire-Aubance**  
 Evaluation des risques sanitaires

n° cible	Site	Adresse	Distance du site
19	Collège Saint-Vincent	5 rue de Rollée 49 320 Brissac-Quincé	1 km au Nord-Ouest
20	EHPAD Résidence Pannetier	81 rue de Verdun 49 320 Brissac-Quincé	1,3 km au Nord-Ouest
21	Domaine de la Belle Etoile Camping et chalet - 20 personnes	La Belle Etoile 49 320 Brissac-Quincé	1,9 km au Sud
22	Groupe d'hébergements « La Pichonnière » Chambres d'hôte + gîte - environ 17 personnes	La Pichonnière - 49 320 Charcé-Saint-Ellier-sur-Aubance	2,3 km au Sud-Est

**Carte 3 : Localisation des établissements sensibles à proximité du futur crématorium**



Source : Fond de plan : geoportail.gouv.fr, consulté en mars 2018



### 3.5 IDENTIFICATION DE L'ENVIRONNEMENT INDUSTRIEL

La zone d'études est située à proximité de l'Anjou Actiparc des Fontenelles. Ce parc d'activités, d'une superficie de 48,5 ha, accueille un centre commercial, des implantations industrielles, commerciales et de services. Il est localisé le long de la route départementale D761, à 490 m au sud du futur crématorium.

Parmi les entreprises, plusieurs sont enregistrées au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement:

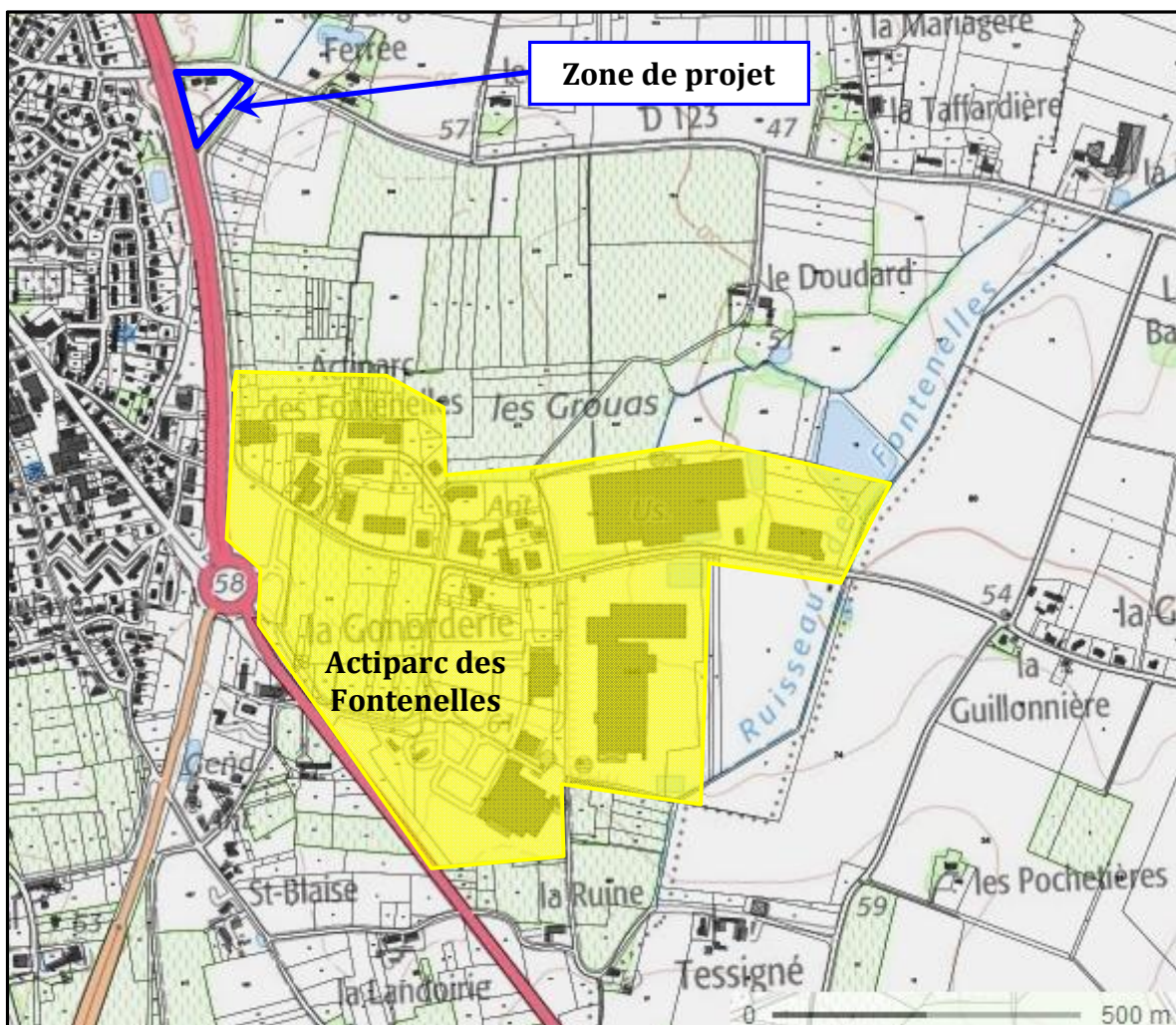
- **Biscottes PASQUIER SOPAFI**

Il s'agit d'une industrie alimentaire, sous le régime de l'enregistrement. L'industrie se trouve à 1 km au Sud-Est du futur crématorium. À noter que, bien que l'industrie soit encore en fonctionnement, les activités soumises à autorisation, déclaration ou enregistrement sont actuellement à l'arrêt.

- **SADEL**

SADEL exerce une activité de distribution de librairie, de produits et matériels scolaires et de bureautique, exploitant un stockage de matières combustibles et comprenant des entrepôts couverts. La société est sous le régime de l'enregistrement. Elle se situe à environ 800 m au Sud-Est du futur crématorium.

Carte 4 : Emprise de l'Actiparc des Fontenelles



À l'Ouest de la zone de projet, se trouvent les « Caves de la Loire », coopérative agricole qui relève du régime de l'enregistrement au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (préparation et conditionnement de vins).

Aucune entreprise alentour n'est soumise à la directive SEVESO.

### 3.6 IDENTIFICATION DE L'ENVIRONNEMENT AGRICOLE

Le territoire de Brissac-Quincé est situé au milieu d'une zone viticole très active. La commune déléguée est capitale des coteaux de l'Aubance (AOC) et des Anjou-villages-Brissac (AOC).

6% des établissements présents à Brissac-Quincé relèvent du secteur de l'agriculture.

La zone de projet est bordée au nord, à l'est et au sud de terrains agricoles.

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire a réalisé fin 2010 – début 2011 un recensement agricole sur l'ensemble du pays. Les données pour la commune déléguée de Brissac-Quincé sont présentées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 5 : Recensement agricole à Brissac-Quincé**

<b>Nombre d'exploitations</b>	16
<b>Superficie agricole utilisée des exploitations (ha)</b>	618
<b>Terres labourables (ha)</b>	302
<b>Superficie toujours en herbe (ha)</b>	64
<b>Cheptel (unité de gros bétail, tous aliments)</b>	303
<b>Orientation technico-économique de la commune</b>	<b>Viticulture</b>

Source : [agreste.agriculture.gouv.fr](http://agreste.agriculture.gouv.fr) (recensement agricole 2010)

### 3.7 AXES ROUTIERS

Les principaux axes routiers présents sur la zone d'études sont :

- la route d'Angers (D748), du sud vers le nord, longeant la frontière ouest de la zone d'études ;
- la route de Charcé (D123), d'ouest vers l'est, longeant la frontière nord de la zone de projet ;
- rue « Zone Industrielle des Grouas », longeant la frontière est de la zone de projet.

**Carte 5 : Voies de communication à proximité de la zone d'études**



Source : [geoportail.gouv.fr](http://geoportail.gouv.fr), consulté en mars 2018

Les émissions liées au trafic routier sont en général évaluées sur la base des paramètres suivants: dioxyde soufre (SO<sub>2</sub>), monoxyde de carbone (CO), oxydes d'azote (NOx) et composés organiques volatils (COV) dont essentiellement le benzène.

### 3.8 QUALITÉ DE L'AIR DE LA ZONE D'ÉTUDE

La pollution atmosphérique dans l'environnement du site est liée essentiellement :

- au trafic routier de la route d'Angers,
- au trafic routier de l'Anjou Actiparc des Fontenelles (notamment boulevard des Fontenelles via la route d'Angers),
- aux émissions atmosphériques des industries de l'Anjou Actiparc des Fontenelles.

Le trafic routier génère une pollution atmosphérique composée des éléments suivants :

- **le monoxyde de carbone (CO)** produit lors de la combustion incomplète de carburant. Il se combine avec l'hémoglobine du sang réduisant ainsi sa capacité à transporter l'oxygène dans l'organisme. Dans le milieu naturel, il est présent à raison de 1 ppm et de 3 à 7 ppm dans le milieu urbain.
- **le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)** produit lors de la combustion du carburant. Il est le principal responsable de l'effet de serre à la suite d'une série de transformations chimiques complexes générant de l'ozone à basse altitude. Ce dernier composant, capital à haute altitude pour nous préserver du rayonnement solaire, provoque à basse altitude une irritation des yeux et des bronches.
- **les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)** issus de la réaction, sous l'effet de la température, de l'oxygène et de l'azote contenus dans l'air aspiré par le moteur. À une concentration élevée, ils produisent des irritations du système respiratoire et participent à la formation des pluies acides et de l'ozone.
- **les hydrocarbures imbrûlés** constitués par l'ensemble des produits non brûlés pendant la combustion. Cette catégorie est composée de divers produits, les effets sont donc variés. Ils peuvent aller de la simple gêne olfactive à une irritation des voies respiratoires, à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des effets mutagènes et cancérigènes. Ils interviennent dans le processus de formation de l'ozone.
- **les particules** principalement produites par les moteurs diesels. Elles peuvent provoquer des difficultés respiratoires et sont, depuis peu, classées comme cancérigènes certains pour l'Homme (classement de l'Organisation Mondiale de la Santé de Juin 2012).

En tant qu'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, certaines entreprises de l'actiparc sont susceptibles d'avoir des émissions atmosphériques liées à leur activité. Les émissions peuvent correspondre :

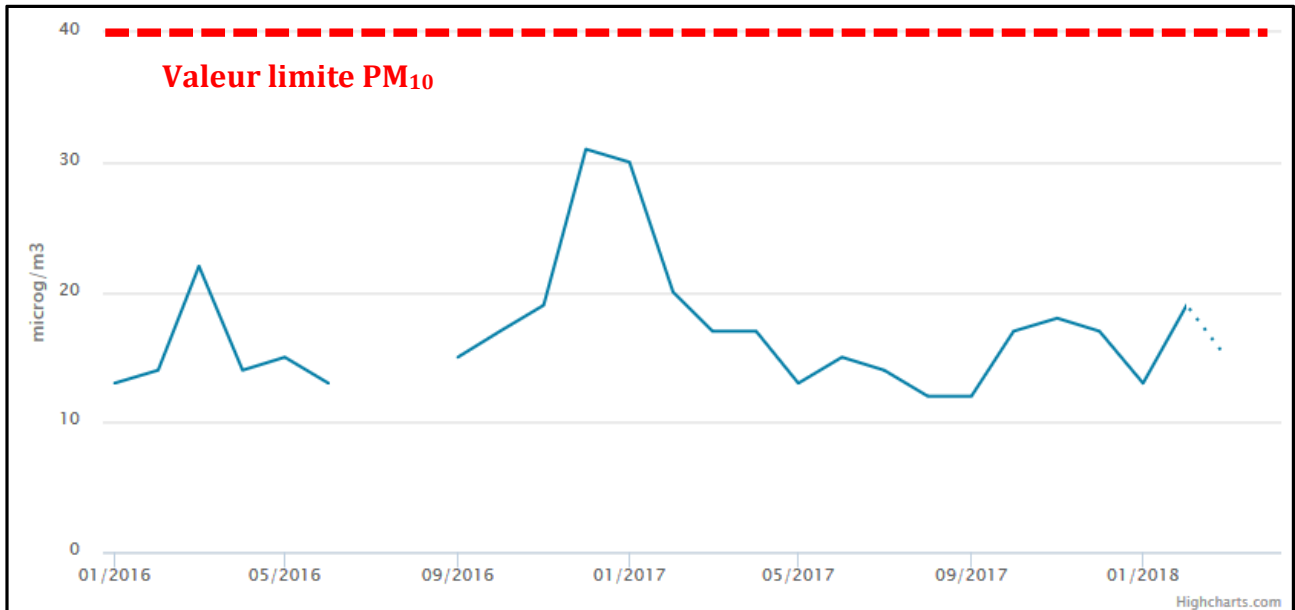
- à des gaz de combustion liée à des installations type chaudières fonctionnant au fuel domestique, au fioul lourd ou au gaz de ville. Les polluants en proportion variable sont de même nature que les émissions liées au trafic routier.
- des composés organiques volatils liées à la mise en œuvre et au séchage de colles et de produits solvantés divers (peintures, traitement de surface par exemple) ;
- à des émissions de poussières végétales ou organiques diverses lors de la manipulation de matières premières ;
- à des aérosols alcalins ou acides pouvant contenir des métaux en cas d'exploitation d'installations de traitement de surface.

### Évaluation de qualité de l'air :

Air Pays de la Loire évalue quotidiennement la qualité de l'air sur les départements de la région des Pays de la Loire. Aucune station de mesure ne se trouve à proximité de la zone de projet. La station la plus complète est la station centrale des Beaux-Arts à Angers. Il existe également une autre station à Angers « Appentis ». Les deux stations se trouvent à une quinzaine de kilomètres au nord-ouest du futur crématorium.

- **Particules en suspension inférieures à 10 µm PM<sub>10</sub>:**

**Figure 9 : Évolution des concentrations en particules PM<sub>10</sub> (station des Beaux-Arts)**

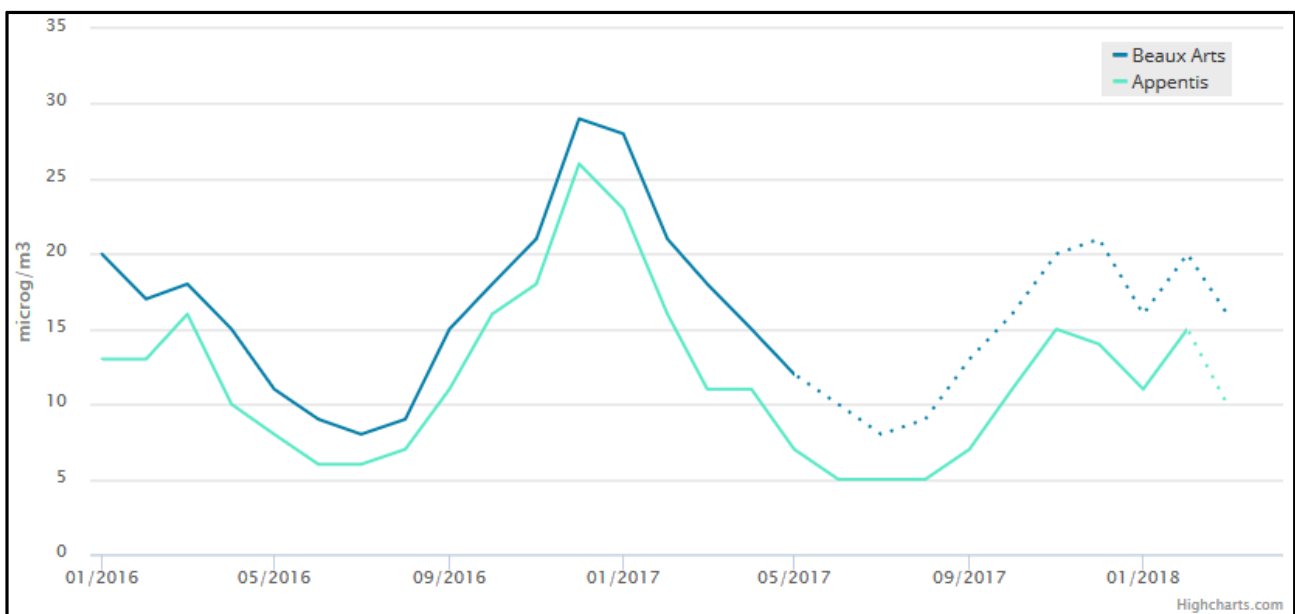


Source : Air Pays de la Loire ([www.airpl.org](http://www.airpl.org))

La valeur limite pour la santé humaine, 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle, est respectée.

- **Dioxyde d'azote :**

**Figure 10 : Évolution des concentrations en NO<sub>2</sub>**

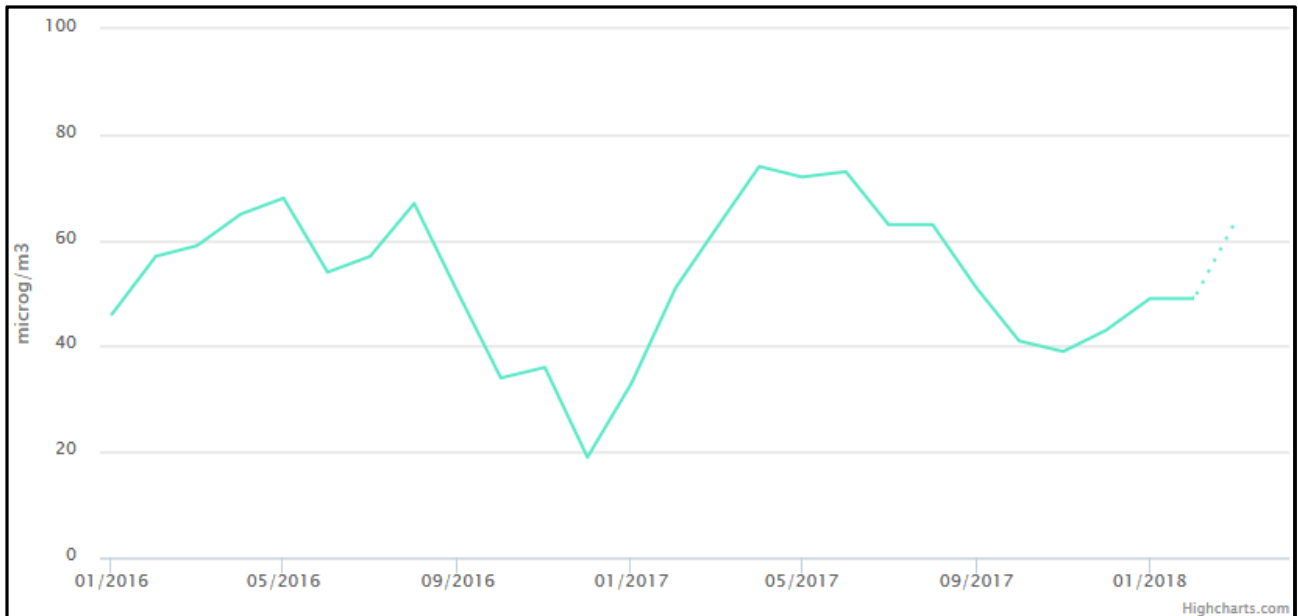


Source : Air Pays de la Loire ([www.airpl.org](http://www.airpl.org))

L'objectif de qualité, de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle, est respecté.

- **Ozone :**

**Figure 11 : Évolution des concentrations en O<sub>3</sub> (station Appentis)**



Source : Air Pays de la Loire ([www.airpl.org](http://www.airpl.org))

L'objectif de qualité pour la protection de la santé, de 120 µg/m<sup>3</sup> maxi, est respecté.

- **Remarques :**

En milieu urbain, la dégradation de la qualité de l'air et les risques de dépassement des valeurs réglementaires sont principalement observés à proximité des axes de circulation. Ainsi, globalement, la distribution spatiale de la pollution est caractérisée par des niveaux de pollution plus élevés en proximité routière.

La zone de projet se trouve en bordure d'une 2x2 voies (route départementale D748).

## 4 IDENTIFICATION DES DANGERS

Seul l'impact sanitaire des rejets atmosphériques est traité dans la présente étude puisque ce sont les principales émissions gazeuses et particulaires susceptibles de générer des effets sur la santé des riverains.

### 4.1 QUALIFICATION DES ÉMISSIONS DU CRÉMATORIUM

Les rejets atmosphériques dus à l'exploitation du crématorium seront essentiellement liés :

- aux émissions de la cheminée d'évacuation des fumées de l'appareil de crémation, à la suite de leur filtration,
- aux gaz d'échappement émis par les véhicules constituant les convois funéraires.

Au regard de l'impact négligeable du trafic lié à l'exploitation sur la qualité de l'air ambiant, l'étude de l'évaluation des risques sanitaires portera principalement sur les fumées spécifiques en sortie de cheminée du crématorium.

### 4.2 QUANTIFICATION DES ÉMISSIONS DU CRÉMATORIUM

#### 4.2.1 Nature des polluants émis

Les polluants émis sont ceux réglementés par l'arrêté ministériel du 28 janvier 2010. Cet arrêté fixe les quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère par les crématoriums.

Nature	Norme - Arrêté 28 janvier 2010
Poussières	10 mg / m <sup>3</sup>
Monoxyde de carbone <b>CO</b>	50 mg / m <sup>3</sup>
Dioxydes d'azote <b>NO<sub>2</sub></b>	500 mg / m <sup>3</sup>
Composés organiques volatiles <b>COV</b>	20 mg / m <sup>3</sup>
Acide chlorhydrique <b>HCl</b>	30 mg / m <sup>3</sup>
Dioxyde de soufre <b>SO<sub>2</sub></b>	120 mg / m <sup>3</sup>
Mercuré <b>Hg</b>	0,2 mg / m <sup>3</sup>
Dioxines et furanes	0,1 ng / m <sup>3</sup>

#### 4.2.2 Traitement des fumées

Les opérations principales de traitement de filtration des fumées de crémation sont les suivantes :

- Refroidissement de fumée par circulation d'eau,
- Stockage des réactifs
- Dosage et injection des réactifs permettant de traiter les gaz acides (SO<sub>2</sub>, HCl...), les métaux lourds, le mercure et en général les polluants indésirables afin de respecter les normes en vigueur.
- Évacuation des fumées filtrées à l'atmosphère via la cheminée d'évacuation

Les « valeurs de garantie » dans le tableau ci-dessous sont les concentrations maximales qui seront rejetées par le crématorium. Ces valeurs sont conformes aux valeurs limites exigées par l'arrêté du 28 janvier.

Nature	Valeur de garanties	Norme Arrêté 28 janvier 2010
Poussières	5 mg / m <sup>3</sup>	10 mg / m <sup>3</sup>
Monoxyde de carbone	20 mg / m <sup>3</sup>	50 mg / m <sup>3</sup>
Dioxydes d'azote	400 mg / m <sup>3</sup>	500 mg / m <sup>3</sup>
Composés organiques volatiles	6 mg / m <sup>3</sup>	20 mg / m <sup>3</sup>
Acide chlorhydrique	10 mg / m <sup>3</sup>	30 mg / m <sup>3</sup>
Dioxyde de soufre	40 mg / m <sup>3</sup>	120 mg / m <sup>3</sup>
Mercure	0,2 mg / m <sup>3</sup>	0,2 mg / m <sup>3</sup>
Dioxines et furanes	< 0,1 ng / m <sup>3</sup>	0,1 ng / m <sup>3</sup>

## 5 CHOIX DES SUBSTANCES TRACEURS DE RISQUES

Les substances retenues pour l'étude des impacts sanitaires sont les suivantes :

- Substances pour lesquelles une valeur toxicologique de référence (VTR) est définie au sens de la circulaire du 30 mai 2006 ;
- Substances considérées comme cancérigènes (existence de VTR pour les caractéristiques cancérogène, mutagène, tératogène) ;
- Substances rejetées caractéristiques de l'activité.

Ainsi, pour le projet de crématorium, les polluants retenus sont l'ensemble des polluants réglementaires mis à part le monoxyde de carbone dont les risques sont liés à des rejets en espace confiné. En outre, la toxicité du monoxyde de carbone est surtout liée à une exposition à court terme et à forte dose, ce qui représente un risque aigu. Cette étude se concentre sur un risque de type chronique. Les polluants étudiés sont donc :

- Les poussières PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>,
- Les oxydes d'azote NO<sub>x</sub>, dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>,
- Les composés organiques volatils COV<sub>t</sub>,
- L'acide chlorhydrique HCl,
- Le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>,
- Le mercure Hg,
- Les dioxines et furanes.

Ces polluants sont assez caractéristiques des rejets observés au niveau d'autres crématoriums comme l'indique le rapport « Caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentatif du parc français des crématoriums en vue d'une évaluation globale du risque sanitaire » de mars 2006 réalisé par un ensemble de représentant de la profession et par des organismes publics. Tous les polluants listés et retenus dans cette étude sont repris par l'arrêté susvisé à l'exception des métaux lourds autres que le mercure. En effet, les cercueils destinés à la crémation sont aujourd'hui soumis à une réglementation particulière excluant l'utilisation de certains matériaux pouvant générer des métaux lourds après combustion.



## 6 EFFETS DES SUBSTANCES ÉTUDIÉES CHEZ L'HOMME : RELATION DOSE-RÉPONSE

### 6.1 GÉNÉRALITÉS

La relation dose-réponse, spécifique à une voie d'exposition, établit un lien entre la dose de substance dangereuse mise en contact avec l'organisme et l'occurrence d'un effet toxique. Pour les besoins de l'évaluation quantitative des risques sanitaires, cette relation est synthétisée par une entité numérique appelée Valeur Toxicologique de Référence (VTR). Cet indice permet d'estimer le risque de survenue d'un effet pour une dose quelconque que pourraient recevoir des individus exposés.

#### 6.1.1 Relations doses-réponse

Deux grandes catégories « relations dose-réponse » sont considérées :

- **Effets toxiques à seuil** (déterministes) : correspondent aux effets aigus et aux effets chroniques non cancérogènes, non génotoxiques et non mutagènes, dont la gravité est proportionnelle à la dose. L'effet survient au-delà d'une dose administrée, pour une durée d'exposition déterminée. En deçà de cette dose, on considère que l'effet ne surviendra pas.
- **Effets toxiques sans seuil** (stochastiques, aléatoires) : il s'agit, pour l'essentiel, des effets cancérogènes génotoxiques (et des mutations génétiques), pour lesquels la fréquence, mais pas la gravité, est proportionnelle à la dose. La dangerosité des polluants n'est pas liée à leur dose, mais à la fréquence d'exposition. On définit l'Excès de Risque Unitaire (ERU) qui est une probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de développer un effet, s'il est exposé à 1 unité de dose ou de concentration du toxique pendant sa vie entière

#### 6.1.2 Toxiques

Les toxiques peuvent également être rangés en deux catégories correspondant aux deux catégories de relations dose-réponse :

**Toxiques avec seuil :** Pour ces polluants, il existe des valeurs toxicologiques de référence en dessous desquelles l'exposition est considérée sans risque

**VTR pour les effets à seuil :**

Sont définis :

- Pour l'inhalation : des concentrations de références (RfC) ou niveau de risque minimal (MRL). Ce sont des estimations de l'exposition continue de la population humaine sans risque pour la santé (y compris les sous-groupes sensibles). Elles s'expriment en masse de polluant par m<sup>3</sup> d'air inhalé (mg/m<sup>3</sup> ou µg/m<sup>3</sup>).
- Pour l'ingestion : des concentrations de référence (RfD). Ce sont des estimations de la quantité de produit à laquelle un individu peut théoriquement être exposé par ingestion sans constat d'effet nuisible. Elles s'expriment en masse de substance par masse corporelle de l'Homme par jour appelée aussi Dose Journalière Admissible (DJA) (mg/kg/j).

**Toxiques sans seuil :** Pour ces polluants, tels certains produits cancérigènes, 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 au nombre de cas de cancers attendus pour une exposition pendant la vie entière ou une très longue durée.

#### **VTR pour les effets sans seuil :**

L'effet cancérigène d'une substance (généotoxique ou non) sans seuil est exprimé par la notion d'Excès de Risque Unitaire par voie orale (ERUO), par voie cutanée (ERUC), ou par inhalation (ERUi).

L'excès de risque unitaire indique la probabilité supplémentaire, par rapport à un sujet non exposé, qu'un individu a de développer un cancer s'il est exposé à une unité de dose ou de concentration du toxique pendant une vie entière.

L'ERU s'exprime pour l'inhalation en  $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$  et pour l'ingestion en  $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$ .

### **6.1.3 VTR**

Huit bases de données sont reconnues par le Ministère des affaires sociales, de la santé et des droits des femmes par sa note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact :

- **ANSES** : Agence National de Sécurité Sanitaire de l'alimentation de l'environnement et du travail
- **US-EPA** : United States Environmental Protection Agency (USA)
- **ATSDR** : Agency for Toxic Substances and Disease Registry (USA)
- **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- **Santé Canada** ou Health Canada
- **RIVM** : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (Pays-Bas)
- **OEHHA** : Office of Environmental Health Hazard Assessment (USA - Californie)
- **EFSA** : European Food Safety Authority

Le Ministère des affaires sociales, de la santé et des droits des femmes dans sa note d'information du 31 octobre 2014 recommande de « sélectionner la VTR dans la première base dans laquelle elle est trouvée en respectant la hiérarchisation suivante : ANSES puis US-EPA, ATSDR ou OMS, puis Santé Canada, RIVM, OEHHA ou EFSA.

En l'absence de VTR pour une substance dans l'une des 8 bases de données, une quantification des risques n'est pas envisageable, même si des données d'exposition sont disponibles. Le pétitionnaire doit toutefois mettre en parallèle la valeur mesurée à des valeurs guides comme celles de l'OMS, et à des valeurs réglementaires, en tenant compte des valeurs de bruit de fond, et proposer des mesures de surveillance ainsi que des mesures techniques de réduction des émissions.

Les sigles utilisés par les différents organismes sont présentés ci-dessous :

**Tableau 6 : Sigles des VTR**

Base de données	Effets de seuil		Effets sans seuil	
	Inhalation	Ingestion	Inhalation	Ingestion
<b>ANSES</b>	VTR	VTR	Excès de Risque Unitaire (ERU <sub>i</sub> )	Excès de Risque Unitaire (ERU <sub>0</sub> )
<b>US-EPA</b>	Concentration de référence (RfC)	Dose de référence (RfD)	Excès de risque unitaire par inhalation (Air unit risk) (ERU <sub>i</sub> )	Excès de risque unitaire par ingestion (Oral Slope Factor) (ERU <sub>0</sub> )
<b>ATSDR</b>	Niveau de risque minimal chronique (MRLi)	Minimal Risk Levels (MRLo)	-	-
<b>OMS</b>	Concentration admissible dans l'air (CAA)	Dose tolérable : journalière (DJT), hebdomadaire (DHT) ou hebdomadaire provisoire (DHPT) Dose journalière admissible (DJA) Dose de référence aiguë (ARfD)	Excès de risque unitaire (Inhalation unit risk ou TC0,05) (ERU <sub>i</sub> )	Excès de risque unitaire par ingestion (Oral Slope Factor) (ERU <sub>0</sub> )
<b>Santé Canada</b>	Concentration admissible (CA)	Dose Journalière Admissible (DJA)	Concentration tumorigène (CT <sub>0,05</sub> )	Dose tumorigène (DT <sub>0,05</sub> )
<b>RIVM</b>	Concentration tolérable dans l'air (TCA)	Dose journalière admissible (DJA)	Risque cancérogène par inhalation (CR inhal.)	Risque cancérogène par voie orale (CR Oral)
<b>OEHHA</b>	Niveau d'effet de risque (REL)	Niveau d'effet de risque (REL)	Excès de risque unitaire par inhalation (Unit risk factor) (ERU)	Excès de risque unitaire par ingestion (Unit risk factor) (ERU)
<b>EFSA</b>	Concentration admissible dans l'air (CAA)	Dose Journalière Admissible (DJA)	Marge d'exposition (MOE)	Marge d'exposition (MOE)

## 6.2 SUBSTANCES

### 6.2.1 Les particules en suspension (PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>)

Les particules en suspension, communément appelées « poussières », proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...) et d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, photo chauffage, chaufferie).

La surveillance réglementaire porte sur les particules PM<sub>10</sub> (de diamètre inférieur à 10 µm) mais également sur les PM<sub>2,5</sub> (de diamètre inférieur à 2,5 µm).

#### Les effets sur la santé :

Selon leur granulométrie (taille), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines (taille inférieure à 2,5 µm) peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.

#### Les effets sur l'environnement :

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus visibles. Le coût économique induit par leur remise en état (nettoyage, ravalement) est considérable. Au niveau européen, le chiffrage des dégâts provoqués sur le bâti serait de l'ordre de neuf milliards d'Euros par an.

#### VTR :

Dans une optique majorante, ce sont les PM<sub>2,5</sub> qui sont retenues car elles présentent une capacité supérieure à pénétrer plus profondément dans les poumons.

Aucune VTR n'est disponible. La valeur prise en compte dans ce rapport est donc la valeur guide de l'OMS pour les PM<sub>2,5</sub> :

- **VG = 10 µg/m<sup>3</sup>.**

### 6.2.2 Les oxydes d'azote et le dioxyde d'azote

Le terme « oxydes d'azote » désigne le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ces composés sont formés par oxydation de l'azote atmosphérique (N<sub>2</sub>) lors des combustions (essentiellement à haute température) de carburants et de combustibles fossiles.

Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) est émis lors des phénomènes de combustion, principalement par combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.

Le pot catalytique a permis depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence, mais l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de la forte augmentation du trafic et de la durée de renouvellement du parc automobile. De plus, les véhicules diesel, en forte progression ces dernières années, rejettent davantage de NO<sub>x</sub>.

Le NO<sub>2</sub> se rencontre également à l'intérieur des locaux où fonctionnent des appareils au gaz tels que les gazinières, chauffe-eau, etc. (photo circulation automobile)

### Les effets sur la santé :

À forte concentration, le dioxyde d'azote est un gaz toxique et irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Les effets chroniques spécifiques de ce polluant sont difficiles à mettre en évidence du fait de la présence dans l'air d'autres polluants avec lesquels il est corrélé. Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires. Cependant, on estime aujourd'hui qu'il n'y a pas de risque cancérigène lié à l'exposition au dioxyde d'azote.

### Les effets sur l'environnement :

Le dioxyde d'azote participe aux phénomènes de pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont il est un des précurseurs, à la dégradation de la couche d'ozone et à l'effet de serre. Enfin, même si les dépôts d'azote possèdent un certain pouvoir nutritif, à long terme, ces apports peuvent créer un déséquilibre nutritif dans le sol qui se répercute par la suite sur les végétaux.

Les oxydes d'azote ne sont pas classés comme cancérigènes ou neurotoxiques par l'UE, l'US-EPA et l'IARC.

### VTR :

Aucune NTR n'est disponible pour cette substance. La valeur retenue pour cette étude est donc la valeur guide donnée par l'OMS en 2005 :

- VG : 40 µg/m<sup>3</sup>

### 6.2.3 Les composés organiques volatils

La famille des Composés Organiques Volatils (COV) regroupe toutes les molécules formées d'atomes d'hydrogène et de carbone (hydrocarbures) comme le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) et le toluène (C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>).

Les atomes d'hydrogène sont parfois remplacés par d'autres atomes comme l'azote, le chlore, le soufre, les halogènes (brome, chlore, fluor, etc.), le phosphore ou l'oxygène (exemple des aldéhydes).

Les COV se trouvent à l'état de gaz ou de vapeur dans les conditions normales de température et de pression.

Ce sont principalement des vapeurs d'hydrocarbures et de solvants divers.

Ils proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants) mais également d'usages domestiques (utilisation de solvants, application de peinture). Ils interviennent en tant que précurseurs dans le phénomène de la pollution photo-oxydante (formation d'ozone) en réagissant notamment avec les oxydes d'azote.

### Les effets sur la santé :

Leurs effets sont très divers selon la nature des composés : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des voies respiratoires, une diminution de la capacité

respiratoire, ou des risques d'effets mutagènes et cancérigènes (benzène). Les solvants organiques peuvent être responsables de céphalées, de nausées...

Le formaldéhyde, l'acétaldéhyde, et l'acroléine sont particulièrement réactifs et responsables d'irritations des yeux, du nez, de la gorge et des voies respiratoires, de modifications pouvant aggraver l'état d'un asthmatique, voire sensibiliser les voies respiratoires (participation au développement de phénomènes allergiques).

#### **Les effets sur l'environnement :**

Les COV interviennent, avec les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone, dans le processus de formation de l'ozone dans la basse atmosphère. Les composés les plus stables chimiquement participent à l'effet de serre et à l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique (carbures halogénés notamment).

Le COV dont la VTR la plus faible étant le formaldéhyde, on assimilera les COV totaux émis par le crématorium à du formaldéhyde. D'après le fiche de données toxicologiques et environnementales de l'INERIS sur le formaldéhyde, la principale voie d'exposition est l'inhalation. Une exposition chronique au formaldéhyde peut avoir des effets sur les voies respiratoires.

#### **VTR :**

Selon le classement CLP (règlement CE n°1272/2008), le formaldéhyde est

- Cancérogénicité de catégorie 1B, soit une substance dont le potentiel cancérigène pour l'être humain est supposé.
- Mutagénicité sur les cellules germinales de catégorie 2, soit une substance préoccupante du fait qu'elle pourrait induire des mutations héréditaires dans les cellules germinales des êtres humains.

Pour les effets à seuil lorsque la voie d'exposition est l'inhalation, la VTR retenue est celle de l'ATSDR :

- **ATSDR : MRL = 10 µg/m<sup>3</sup>**

Il existe plusieurs VTR pour les cancérigènes (effets sans à seuil), par la voie d'inhalation :

- US-EPA :  $ERU_i = 1,3 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$
- Santé Canada :  $CT_{0,05} = 9,5 \text{ mg}/\text{m}^3$
- OEHHA :  $ERU_i = 6 \cdot 10^{-6} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$

Suivant les recommandations de la note d'information du 31 octobre 2014, la VTR retenue est celle de l'US-EPA :

- **$ERU_i = 1,3 \cdot 10^{-5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$**

#### 6.2.4 L'acide chlorhydrique (chlorure d'hydrogène)

L'acide chlorhydrique est utilisé dans un grand nombre de procédés industriels. Cet acide sert à la fabrication d'engrais, de chlorures et de sels métalliques divers. De plus, on l'utilise pour le décapage et le détartrage des métaux.

L'acide chlorhydrique fortement concentré forme des vapeurs acides. Ces vapeurs et la solution d'acide ont toutes deux un effet corrosif sur les tissus humains, et peuvent endommager les organes respiratoires, les yeux, la peau et les intestins.

L'acide chlorhydrique n'est pas classé comme cancérigène, mutagène ou toxique pour la reproduction (CMR).

#### VTR :

Il existe plusieurs VTR pour les effets à seuil, par la voie d'inhalation :

- US-EPA : RfC = 20 µg/m<sup>3</sup>
- OMS : REL = 9 µg/m<sup>3</sup>

Suivant les recommandations de la note d'information du 31 octobre 2014, la VTR retenue est celle de l'US-EPA :

- **RfC = 20 µg/m<sup>3</sup>**

#### 6.2.5 Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, l'automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.

#### Les effets sur la santé :

Le dioxyde de soufre est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, dyspnées, etc.). Il agit en synergie avec d'autres substances, les particules fines notamment. Comme tous les polluants, ses effets sont amplifiés par le tabagisme.

Le mélange acido-particulaire peut, en fonction des concentrations, provoquer des crises chez les asthmatiques, accentuer les gênes respiratoires chez les sujets sensibles et surtout altérer la fonction respiratoire chez l'enfant (baisse de capacité respiratoire, toux).

#### Les effets sur l'environnement :

Le dioxyde de soufre se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.

#### VTR :

La VTR retenue est celle de l'ATSDR :

- **MRL = 30 µg/m<sup>3</sup>**

### 6.2.6 Le mercure

Le mercure est un composé qui existe sous différentes formes :

- Mercure élémentaire (ou métallique)
- Mercure organique
- Mercure inorganique (sel de mercure)

Toutes les formes de mercure proviennent de sources naturelles comme les volcans, le sol, les événements marins, les zones géologiques riches en mercure et les feux de forêts, sans oublier les lacs, les rivières et les océans. Toutefois, les activités humaines ont augmenté la quantité de mercure dans l'environnement de plusieurs façons, notamment par divers procédés de combustion et procédés industriels comme la production d'énergie au charbon, l'extraction et la fonte de minerais métalliques ainsi que l'incinération des déchets.

Des produits comme les piles miniatures, les tubes fluorescents, les thermomètres, les thermostats, les commutateurs et les relais, les baromètres ainsi que les amalgames dentaires peuvent contenir du mercure. Le mercure est également utilisé en très faible concentration dans certains produits homéopathiques. Mais lorsqu'on l'utilise selon les normes de fabrication réglementées, le mercure contenu dans les produits homéopathiques est considéré comme inoffensif. Le fait de jeter ces produits peut causer des fuites de mercure à partir des sites d'enfouissement ou des déchets incinérés et accroître la quantité de mercure dans l'environnement.

Le mercure n'est pas naturellement présent dans les aliments, mais peut se retrouver dans les aliments, via la chaîne alimentaire (notamment dans le poisson).

#### **Les effets sur la santé :**

Le mercure élémentaire liquide, qu'on retrouve communément dans les thermomètres, les thermostats et les baromètres ménagers. Lorsque ces objets se cassent, le mercure forme rapidement une vapeur toxique, incolore et inodore lorsqu'il se répand. Si elle est inhalée, la vapeur est vite absorbée par les poumons. Ceci peut provoquer certains problèmes tels que des dommages au cerveau, aux nerfs et aux reins, une irritation des poumons, des yeux, une éruption cutanée, des vomissements et des diarrhées. Les enfants sont particulièrement à risque puisque les vapeurs du mercure, plus lourdes que l'air, persistent souvent près du sol où les petits rampent et jouent.

Le mercure a un certain nombre d'effets sur l'homme, notamment :

- Perturbation du système nerveux
- Fonctions cérébrales endommagées
- ADN et chromosomes endommagés
- Réactions allergiques, éruption cutanée, fatigue et maux de tête
- Influence négative sur la reproduction, telle que sperme endommagé, fausse couche

L'endommagement des fonctions cérébrales peut avoir pour conséquence une dégradation des facultés d'apprentissage, des changements de personnalités, des tremblements, une modification de la vision, la surdité, une incoordination des muscles et des pertes de mémoires.



### Les effets sur l'environnement :

La plupart du mercure rejeté par les activités humaines est rejeté dans l'air, lors de la combustion de combustibles fossiles, de l'exploitation minière, la fonderie, et la combustion des déchets solides. Certaines activités rejettent du mercure directement dans le sol ou dans l'eau, par exemple l'application de fertilisants agricoles et les rejets d'eaux usées industrielles. Tout le mercure rejeté dans l'environnement finit finalement dans les sols ou les eaux de surface.

Le mercure du sol peut s'accumuler dans les champignons. Les eaux de surface acides peuvent contenir une quantité significative de mercure.

Une fois que le mercure a atteint les eaux de surface ou les sols, les micro-organismes peuvent le transformer en **méthylmercure**, une substance qui peut être absorbée rapidement par la plupart des organismes et qui cause des dommages aux nerfs. Les poissons sont des organismes qui absorbent des quantités importantes de **méthylmercure** des eaux de surfaces tous les jours. Par conséquent le **méthylmercure** peut s'accumuler dans les poissons et les chaînes alimentaires auxquelles ils appartiennent.

Les effets du mercure sur les animaux sont des problèmes aux reins, une perturbation de l'estomac, des problèmes aux intestins, des échecs de reproductions ou une altération de l'ADN.

D'un point de vue cancérogénèse, les résultats contradictoires des études menées n'ont pas permis de statuer, le mercure n'est donc pas classé au niveau européen à l'heure actuelle.

### VTR - Inhalation:

Pour **le mercure**, il existe plusieurs VTR pour les effets à seuil, par la voie d'inhalation :

- US-EPA : RfC = 0,3 µg/m<sup>3</sup>
- ATSDR : MRL = 0,2 µg/m<sup>3</sup>
- OMS : TCI = 0,2 µg/m<sup>3</sup>
- RIVM : TCA = 0,2 µg/m<sup>3</sup>
- OEHHA : REL = 0,03 µg/m<sup>3</sup>

Suivant les recommandations de la note d'information du 31 octobre 2014, la VTR retenue est celle de l'US-EPA :

- **RfC = 0,3 µg/m<sup>3</sup>**

### VTR - Ingestion :

Pour **le mercure**, la VTR retenue pour les effets à seuil, par la voie d'ingestion est :

- ATSDR : MRL = 2 µg/kg/j

### 6.2.7 Les dioxines et furanes

Les dioxines et furanes font partie de la famille des Polluants Organiques Persistants (POP) au même titre que les PCB (PolyChloroBiphényles) et de nombreuses dizaines d'autres polluants (certains pesticides et autres produits chimiques industriels).

Les dioxines sont issues de combustions en présence de chlore, d'oxygène, de carbone et d'hydrogène. Les principales sources d'émissions sont : l'incinération de déchets et de boues, le chauffage (dont le chauffage au bois domestique), le transport routier...

#### **Les effets sur la santé :**

L'impact des dioxines et furanes sur la santé humaine est avéré.

Ces polluants font partie de la famille des Polluants Organiques Persistants (POP) qui sont définis par rapport à quatre caractéristiques :

Notion de persistance : ce sont des molécules très résistantes à la température et à toutes autres dégradations de type chimique ou biologique. Persistantes dans l'environnement et l'organisme humain, leur demi-vie est de l'ordre de 7 à 10 ans.

Notion de bioaccumulation : en raison de leur capacité à s'accumuler dans les tissus vivants, leurs concentrations augmentent tout au long de la chaîne alimentaire. En raison de sa stabilité, la « demi-vie » de la molécule de dioxine dans l'organisme est de l'ordre de sept ans. Hormis la dégradation naturelle de la dioxine, la femme possède la capacité de l'éliminer par un transfert dans le placenta et le lait maternel, mais expose alors le nourrisson.

Notion de transport sur de longues distances : ces polluants peuvent se déplacer dans les masses d'air sous forme de fines particules et se déposer à des centaines de kilomètres de leurs lieux d'émission.

Notion d'exposition : Une exposition à court terme à des teneurs élevées en dioxine peut être à l'origine de lésions cutanées, chloracné et formation de taches sombres sur la peau par exemple, ainsi qu'une altération de la fonction hépatique. Une exposition prolongée peut endommager le système immunitaire, perturber le développement du système nerveux, être à la source des troubles du système endocrinien et de la fonction de reproduction.

**VTR :**

La plus toxique est la 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-Dioxine (2,3,7,8-TCDD) qui constitue la molécule de référence de cette famille. Le choix des VTR se portera préférentiellement sur cette molécule dans une approche majorante.

Les unités des dioxines-furanes sont converties en équivalent iTEQ par des facteurs équivalent toxiques.

**Inhalation :**

Pour les effets à seuil lorsque la voie d'exposition est l'inhalation, la VTR retenue est celle de l'ATSDR :

-  $MRL = 4.10^{-5} \text{ TEQ } \mu\text{g}/\text{m}^3 = 4.10^{-2} \text{ TEQ ng}/\text{m}^3$

Concernant les effets cancérigènes (effets sans seuil), l'OEHHA donne la valeur suivante :

-  $ERU_i = 38 (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$

Cette valeur est celle retenue pour la suite de l'étude.

**Ingestion :**

Pour les effets à seuil lorsque la voie d'exposition est l'ingestion, la VTR retenue est celle de l'OMS :

-  $DJA = 1.10^{-6} \text{ TEQ } \mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$

Concernant les effets cancérigènes (effets sans seuil), l'OEHHA donne la valeur suivante :

-  $ERU_0 = 1,3.10^5 (\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$

Cette valeur est celle retenue pour la suite de l'étude.

## 7 EVALUATION DES EXPOSITIONS DES POPULATIONS

L'évaluation des risques chronique porte essentiellement sur deux domaines : la santé humaine et les milieux et écosystèmes naturels. On peut distinguer quatre étapes de l'évaluation en risque chronique. Les deux premières correspondent à la caractérisation des dangers, les deux suivantes à l'évaluation du risque proprement dit.

- **Identification des dangers des substances** : toxicité des substances, mode d'action, types d'effet (cancérogène, reprotoxique, bioaccumulable...).
- **Détermination quantitative et qualitative de la gravité des effets néfastes** : relation dose-réponse, exprimé par les Valeurs Toxicologique de Référence (VTR).
- **Estimation des expositions** :
  - o déterminer les concentrations potentielles de substance présentes dans l'environnement des organismes exposés ;
  - o répertorier les voies par lesquels les organismes sont exposés à la substance ;
  - o étudier les phénomènes de transfert des substances à l'intérieur de cet environnement de puis la source d'émission ;
  - o prendre en compte les usages quotidiens et les pratiques des personnes exposées ;
  - o calculer une « concentration environnementale prévisible »
- **Caractérisation du risque avec estimation des effets et des expositions pour exprimer la probabilité d'un impact sur la santé ou les écosystèmes.**

Seuls les rejets atmosphériques du crématorium sont susceptibles d'induire des effets directs et indirects sur la santé des riverains. Ils feront donc l'objet d'une évaluation des expositions en fonctionnement normal.

L'évaluation de l'exposition consiste à déterminer les émissions, les voies de transfert et les vitesses de déplacement des substances et leur transformation ou leur dégradation afin d'évaluer les concentrations ou les doses auxquelles les populations humaines sont exposées ou susceptibles de l'être.

L'exposition à une substance toxique dépend :

- de sa concentration dans les compartiments environnementaux et de son comportement physico-chimique,
- des voies et des conditions d'exposition des individus en contact avec cette substance.

Elle est caractérisée par sa durée et sa fréquence, par la détermination des voies d'exposition et par le niveau de concentration.

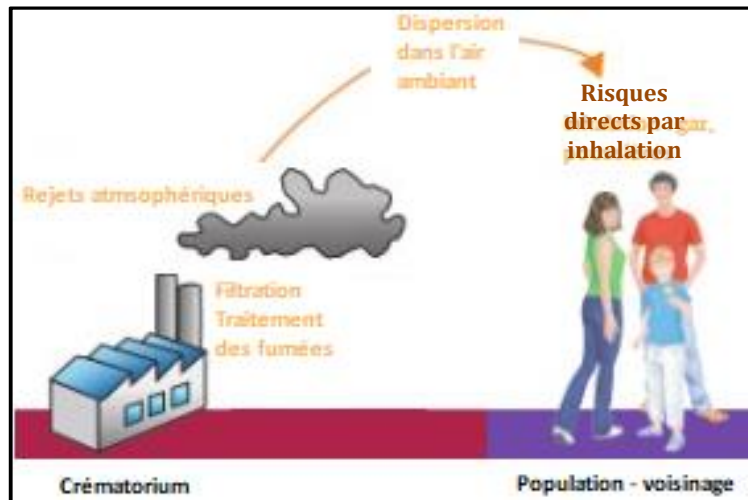
Comme indiqué précédemment, l'évaluation de l'exposition de la population se fera par rapport aux rejets atmosphériques du futur crématorium. Une exposition chronique, se basant sur un fonctionnement normal des installations sera retenue.

## 7.1 SCHEMAS CONCEPTUELS D'EXPOSITION

La population peut être exposée aux rejets de l'installation :

- **Soit de façon directe par inhalation** des substances, gazeuses ou particulaires, se dispersant dans l'air ambiant autour de l'installation.

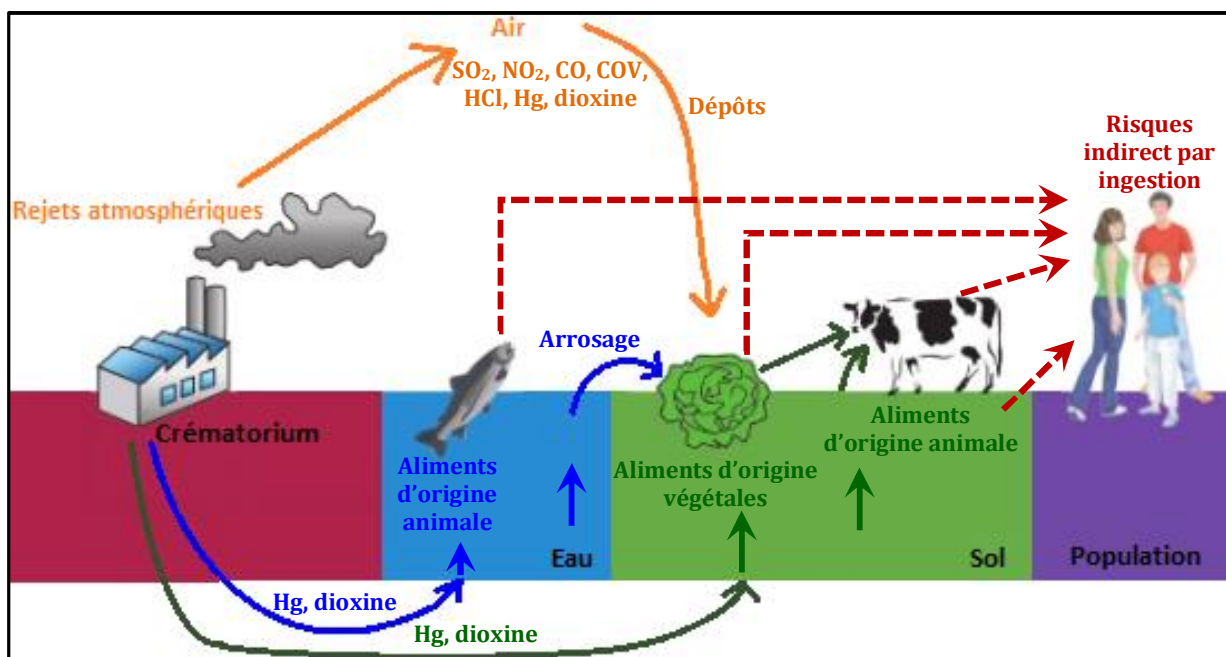
Figure 12 : Exposition par effets directs



Source : INERIS, 2013

- **Soit de façon indirecte par ingestion** de substances particulières par l'intermédiaire du sol et des denrées alimentaires directement contaminées par les dépôts secs et humides. Cette exposition considère une contamination du sol et de la chaîne alimentaire sur les jardins et les cultures environnants (les fruits et les légumes sont les aliments qui sont le plus susceptibles d'être consommés à proximité du crématorium du fait de la présence de vergers et de jardins potagers individuels le cas échéant).

Figure 13 : Exposition par effets indirects



Source : INERIS, 2013

Les voies d'expositions étudiées seront l'inhalation et l'ingestion.

### 7.1.1 Voie d'exposition par inhalation

Les risques seront définis au niveau du point de retombées maximales.

Afin de réaliser les modélisations et calculs ci-après, les hypothèses qui ont été émises sont les suivantes :

- exposition des populations, en zone habitée, 100 % de leur temps soit 365 jours/an (chronique), aux concentrations maximales ;
- temps de résidence ou d'exposition (T) de 70 ans pour les risques non cancérigènes ;
- temps de résidence ou d'exposition (T) de 30 ans pour les risques cancérigènes ;
- temps (T<sub>m</sub>) pendant lequel l'exposition moyenne est égale à 70 ans.

Le temps de résidence est différent en fonction des risques (cancérigènes ou non cancérigènes) car :

- les effets non cancérigènes se déclenchent à partir d'une valeur seuil, le temps de résidence est donc égale à la durée de vie ;
- les effets cancérigènes se déclenchent même pour une faible exposition, le temps de résidence est alors égal au temps moyen que la population reste à un endroit donné. Le temps de résidence moyen d'un Français à la même adresse est évalué à 30 ans.

Ainsi les concentrations sont les suivantes (C<sub>m</sub> = Concentration maximale modélisée) :

- Pour les risques non cancérigènes : C = C<sub>m</sub> ;
- Pour les risques cancérigènes : C<sub>ERU</sub> = C<sub>m</sub> x (30/70)

### 7.1.2 Voie d'exposition par ingestion

Au regard de la localisation du site et des caractéristiques de l'environnement dans la zone d'étude, les risques liés à l'exposition par ingestion seront calculés en tenant compte des expositions suivantes :

- ingestion directe de terre, en particulier chez les enfants ;
- ingestion indirecte via la consommation de aliments cultivés dans les champs alentour (céréales, vignes). Ces champs cultivés se situent à l'est et au sud de la zone de projet.

Le scénario d'ingestion d'aliments cultivés dans les champs alentour constitue le scénario le plus majorant en termes d'ingestion d'aliments, par les quantités de produits et de polluants générés. Il sera donc considéré, dans cette étude, des ingestions de produits locaux selon les proportions d'autoproduction moyennes françaises.

L'exposition par ingestion d'eau n'est pas retenue pour l'évaluation de l'exposition liée strictement aux émissions du site, aucun captage d'alimentation en eau potable n'étant présent à proximité du crématorium.

L'exposition par ingestion de viande (porc, volaille, bœuf, etc.) et de produits d'origine animale (lait, œufs, etc.) n'a pas été retenue car la zone d'étude ne recense pas ce type de production (élevages).

Les calculs d'exposition seront réalisés de manière séparée entre les adultes et les enfants, à partir de données d'entrée adaptées.

## 8 MODÉLISATION DES REJETS ATMOSPHÉRIQUES DU SITE

Le rapport de modélisation est présenté annexe 3. Les valeurs de seuils VTR retenus ne sont pas atteintes.

La modélisation permet d'évaluer les risques sanitaires du crématorium.

### 8.1 ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES PAR VOIE D'EXPOSITION PAR INHALATION

#### 8.1.1 Calcul des Indices de Risque (effets à seuil) par inhalation

Les concentrations maximales modélisées en moyenne annuelle permettent d'évaluer les indices de risque (IR) pour les effets à seuil par inhalation.

**Tableau 7 : Indices des risques - Effets à seuil par inhalation**

Substances	C Concentration maximale modélisée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	VTR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	IR substance	IR total	Organe cibles principaux
<b>COV (formaldéhyde)</b>	$5,80 \cdot 10^{-2}$	10	$5,80 \cdot 10^{-3}$	$1,31 \cdot 10^{-1}$	Système respiratoire (SR)
<b>Dioxyde d'azote</b>	3,89	40	$9,73 \cdot 10^{-2}$		Système respiratoire
<b>Poussières</b>	$4,70 \cdot 10^{-2}$	10	$4,70 \cdot 10^{-3}$		Système respiratoire
<b>Mercure</b>	$1,69 \cdot 10^{-3}$	0,3	$5,63 \cdot 10^{-3}$		Système nerveux central (SNC), reins, système cardio-vasculaire (SCV)
<b>Dioxyde de soufre</b>	$3,80 \cdot 10^{-1}$	30	$1,27 \cdot 10^{-2}$		Système respiratoire
<b>Acide chlorhydrique</b>	$9,70 \cdot 10^{-2}$	20	$4,85 \cdot 10^{-3}$		Système respiratoire
<b>Dioxines</b>	$8,70 \cdot 10^{-10}$	$4 \cdot 10^{-5}$	$2,18 \cdot 10^{-5}$		Développement (dév.), système immunitaire (SI)

Indice de risque					
SR	SNC	SCV	reins	SI	dév.
$1,25 \cdot 10^{-1}$	$5,63 \cdot 10^{-3}$	$5,63 \cdot 10^{-3}$	$5,63 \cdot 10^{-3}$	$2,18 \cdot 10^{-5}$	$2,18 \cdot 10^{-5}$

Les tableaux ci-dessus montrent que la somme des Indices de Risques (IR) pour chaque organe cible est inférieure à 1 et que la somme de l'ensemble des IR est également inférieure à 1.

**On peut donc conclure que le crématorium respecte les recommandations sanitaires (IR<1) permettant d'assurer la protection de la population pour les effets chroniques, à seuil, et par la voie d'inhalation.**

### 8.1.2 Calcul des Excès de Risques Individuels (effets sans seuil) par inhalation

Les concentrations maximales modélisées en moyenne annuelle permettent de d'évaluer les Excès de Risques Individuels (ERI) pour les effets sans seuil par inhalation.

**Tableau 8 : Excès de risques individuels - Effets sans seuil par inhalation**

Substances	C ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	$C_{\text{ERU}}$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	VTR ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>-1</sup>	ERI substance	ERI total	Organes cibles principaux
<b>COV (formaldéhyde)</b>	$5,80.10^{-2}$	$2,49.10^{-2}$	$1,3.10^{-5}$	$3,23.10^{-7}$	$3,37.10^{-7}$	Systeme respiratoire (SR)
<b>Dioxines</b>	$8,70.10^{-10}$	$3,73.10^{-10}$	38	$1,42.10^{-8}$		Développement (dév.), système immunitaire (SI)

ERI		
SR	SI	dév.
$3,23.10^{-7}$	$1,42.10^{-8}$	$1,42.10^{-8}$

Les tableaux ci-dessus montrent que la somme des Excès de Risque Individuel (ERI) pour chaque organe cible est inférieure à  $10^{-5}$  et que la somme de l'ensemble des ERI est également inférieure à  $10^{-5}$ .

**On peut donc conclure que le crématorium respecte les recommandations sanitaires (ERI <  $10^{-5}$ ) permettant d'assurer la protection de la population pour les effets chroniques, sans seuil, et par la voie d'inhalation.**



## 8.2 ÉVALUATION DES RISQUES SANITAIRES PAR VOIE D'EXPOSITION PAR INGESTION

### 8.2.1 Consommation de végétaux autoproduits

#### 8.2.1.1 Concentration dans le sol

La concentration de polluant dans les sols est déterminée à partir des dépôts obtenus par la modélisation. Le calcul de la concentration dans un sol racinaire (30 cm) est réalisé via l'équation suivante :

$$C_{\text{sol}} = \frac{D_{\text{dépôt}} \times T_{\text{vég}}}{d_{\text{sol}} \times P_{\text{dépôt}}}$$

avec :

- $C_{\text{sol}}$  : concentration en polluant dans le sol racinaire (mg/kg) en poids sec
- dépôt : dépôts totaux en moyenne annuelle issus de la modélisation de la dispersion atmosphérique (mg/m<sup>2</sup>/s)
- $T_{\text{vég}}$  : Durée d'accumulation dans le sol – Valeur généralement utilisée : 30 ans (soit 946 080 000 s).
- $d_{\text{sol}}$  : densité moyenne du sol (kg/m<sup>3</sup>) – Valeur utilisée : 1 700 kg/m<sup>3</sup>
- $P_{\text{dépôt}}$  : profondeur du dépôt (m) – Valeur utilisée pour les végétaux : 30 cm soit 3.10<sup>-2</sup> m

**Tableau 9 : Concentration de polluant dans le sol racinaire en poids sec**

Substances	Dépôt moyen annuel maximal		$C_{\text{vég}}$
	µg/m <sup>3</sup> /s	mg/m <sup>2</sup> /s *	mg/kg
<b>Dioxines</b>	2,91.10 <sup>-13</sup>	2,91.10 <sup>-16</sup>	5,40.10 <sup>-9</sup>
<b>Mercure</b>	5,59.10 <sup>-5</sup>	5,59.10 <sup>-8</sup>	1,04

#### 8.2.1.2 Concentration dans les végétaux

Les facteurs de bioconcentration (BCF) traduisent l'accumulation d'un composé dans une plante. Ils varient en fonction des mécanismes de transferts (racines ou feuilles) et sont spécifiques de chaque composé.

**Tableau 10 : Facteur de bioconcentration**

Substances	BCF	
	Feuilles (mg/kg plant) / (mg/kg sol)	Racine (mg/kg plant) / (mg/kg sol)
<b>Dioxines</b>	0,00455	<b>1,03</b>
<b>Mercure</b>	0,0145	<b>0,036</b>

Source : HHRAP

Le calcul de la concentration dans les végétaux est réalisé via l'équation suivante :

$$C_{\text{vég}} = \text{BCF} \times C_{\text{sol}}$$

Nous prendrons en compte le facteur de bioconcentration le plus pénalisant, à savoir les BCF racines.

**Tableau 11 : Concentration dans les végétaux en poids sec**

Substances	C <sub>vég</sub> (mg/kg)
Dioxines	5,56.10 <sup>-9</sup>
Mercure	3,73.10 <sup>-2</sup>

Rapport poids frais / poids sec :

Pour passer de la concentration en poids sec à la concentration en poids frais dans le végétal, le taux d'humidité du végétal doit être considéré. Ce taux varie en fonction des végétaux entre 95% pour la salade et 74% pour les petits pois.

Nous prendrons en compte un taux d'humidité moyen de 80 %. Ainsi la concentration en poids frais s'exprime de la manière suivante :

$$C_{\text{vég,h}} = C_{\text{vég}} \times (1-80\%) = C_{\text{vég}} \times 0,2$$

**Tableau 12 : Concentration dans les végétaux en poids frais**

Substances	C <sub>vég,h</sub> mg/kg
Dioxines	1,11.10 <sup>-9</sup>
Mercure	7,47.10 <sup>-3</sup>

**8.2.1.3 Dose journalière d'exposition par ingestion**

La dose journalière d'exposition par ingestion de végétaux DJE contenant le polluant s'exprime par l'équation suivante :

$$DJE_{\text{vég}} = \frac{C_{\text{vég}} \times Q_{\text{vég}} \times f_{\text{vég}} \times f_{\text{a,ing}} \times T \times F}{P}$$

avec :

- DJE<sub>vég</sub> : Dose journalière d'exposition par ingestion de végétaux (mg/kg/j)
- C<sub>vég</sub> : concentration en dioxine dans les végétaux (mg/kg de poids frais)
- Q<sub>vég</sub> : consommation journalière de végétaux (kg/j)
- f<sub>vég</sub> : fraction de végétaux consommés produits sur le site. Valeur retenue : 100 % (le plus pénalisant)
- f<sub>a,ing</sub> : fraction de polluants ingérés qui sont absorbés. Valeur retenue : 100 %
- T : durée d'exposition (années)
- F : fréquence d'exposition : nombre de jours d'exposition par an (j/an) : Valeur retenue : 365 j/an
- P : poids corporel de la cible (kg)

-  $T_m$  : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (jours)

Les principaux paramètres retenues pour les adultes et les enfants sont :

Paramètres	Cible	
	Adulte	Enfant
Poids corporel P	70 kg	22 kg
Consommation journalière de végétaux $Q_{veg}$	environ $350 \cdot 10^{-3}$ kg/j	$240 \cdot 10^{-3}$ kg/j
Durée d'exposition T	30 ans pour les substances sans effet de seuil 1 an pour les substances à effet de seuil	6 ans pour les substances sans effet de seuil 1 an pour les substances à effet de seuil
Période sur laquelle l'exposition est moyennée $T_m$	70 ans pour les substances sans effet de seuil soit 25 550 jours 1 an pour les substances à effet de seuil soit 365 jours	

Tableau 13 : Dose journalière d'exposition par ingestion

	Dioxine		Mercure
	à seuil	sans seuil	à seuil
DJE - adulte (mg/kg/j)	$5,56 \cdot 10^{-12}$	$2,38 \cdot 10^{-12}$	$3,73 \cdot 10^{-5}$
DJE - enfant (mg/kg/j)	$1,21 \cdot 10^{-11}$	$1,04 \cdot 10^{-12}$	$8,14 \cdot 10^{-5}$

### 8.2.2 Calcul des Indices de Risque (effets à seuil) par ingestion

Les dépôts maximaux modélisés en moyenne annuelle permettent d'évaluer les indices de risque (IR) pour les effets à seuil par ingestion.

Tableau 14 : Indices des risques - Effets à seuil par ingestion

Substances	DJE ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ )	VTR ( $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{j}$ )	IR substance	IR total	Organe cibles principaux	IR SNC	IR peau	IR foie
<b>Adulte</b>								
Dioxines	$5,56 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$5,56 \cdot 10^{-3}$	$2,42 \cdot 10^{-2}$	Peau, foie	$1,87 \cdot 10^{-2}$	$5,56 \cdot 10^{-3}$	$5,56 \cdot 10^{-3}$
Mercure	$3,73 \cdot 10^{-2}$	2	$1,87 \cdot 10^{-2}$		SNC			
<b>Enfant</b>								
Dioxine	$1,21 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1,21 \cdot 10^{-2}$	$5,29 \cdot 10^{-2}$	Peau, foie	$4,07 \cdot 10^{-2}$	$1,21 \cdot 10^{-2}$	$1,21 \cdot 10^{-2}$
Mercure	$8,14 \cdot 10^{-2}$	2	$4,07 \cdot 10^{-2}$		SNC			

Le tableau ci-dessus montre que la somme des Indices de Risques (IR) pour chaque organe cible est inférieure à 1 et que la somme de l'ensemble des IR est également inférieure à 1.

**On peut donc conclure que le crématorium respecte les recommandations sanitaires (IR<1) permettant d'assurer la protection de la population pour les effets chroniques, à seuil, et par la voie d'ingestion.**

### 8.2.1 Calcul des Excès de Risque Individuel (effets sans seuil) par ingestion

Les dépôts maximaux modélisés en moyenne annuelle permettent de d'évaluer les Excès de Risques Individuels (ERI) pour les effets sans seuil par ingestion.

**Tableau 15 : Excès de risques individuels – Effets sans seuil par ingestion**

Substances	DJE (mg/kg/j)	VTR (mg/kg/j) <sup>-1</sup>	ERI substance	Organe cibles principaux	ERI peau	ERI foie
<b>Adulte</b>						
<b>Dioxines</b>	2,38.10 <sup>-12</sup>	1,3.10 <sup>5</sup>	3,10.10 <sup>-7</sup>	Peau, foie	3,10.10 <sup>-7</sup>	3,10.10 <sup>-7</sup>
<b>Enfant</b>						
<b>Dioxine</b>	1,04.10 <sup>-12</sup>	1,3.10 <sup>5</sup>	1,35.10 <sup>-7</sup>	Peau, foie	1,35.10 <sup>-7</sup>	1,35.10 <sup>-7</sup>

Les tableaux ci-dessus montrent que la somme des Excès de Risque Individuel (ERI) pour chaque organe cible est inférieure à 10<sup>-5</sup> et que la somme de l'ensemble des ERI est également inférieure à 10<sup>-5</sup>.

**On peut donc conclure que le crématorium respecte les recommandations sanitaires (ERI < 10<sup>-5</sup>) permettant d'assurer la protection de la population pour les effets chroniques, sans seuil, et par la voie d'ingestion.**

## 8.3 CONCLUSIONS

Le crématorium respecte les différentes recommandations sanitaires permettant d'assurer la protection de la population pour les effets chroniques à seuil et sans seuil, par les voies d'ingestion et d'inhalation.