

Lac du Der Chantecoq



# Crématorium du Perthois

Un projet sociétal, environnemental  
et économique



**PRESENTATION DES CARACTERISTIQUES  
TECHNIQUES DETAILLES DU PROJET**



---

# 1 - Code général des collectivités territoriales

---

## - **Sous-paragraphe 4 : Crématoriums (R).**

- **Article D2223-99 - Créé par Décret 2000-318 2000-04-07 jorf - 9 avril 2000**

*Le crématorium, tel que défini à l'article L. 2223-40, doit être conforme aux prescriptions fixées aux articles D. 2223-100 à D. 2223-109.*

- **Article R2223-99-1 - Modifié par Décret n°2011-121 du 28 janvier 2011 - art. 55**

*Le silence gardé pendant plus de six mois sur la demande de création et d'extension des crématoriums prévue par l'article L. 2223-40 vaut décision de rejet.*

- **Article D2223-100 - Créé par Décret 2000-318 2000-04-07 jorf 9 avril 2000**

*Le crématorium se divise en une partie publique réservée à l'accueil des familles et une partie technique réservée aux professionnels. Le crématorium doit être conforme à la réglementation applicable aux établissements recevant du public, notamment aux dispositions du règlement de sécurité contre l'incendie. La partie technique du crématorium doit être conforme à la réglementation du travail, notamment en ce qui concerne l'hygiène et la sécurité, les locaux et le matériel mis à la disposition du personnel, l'affichage obligatoire.*

- **Article D2223-101 - Modifié par Décret n°2007-328 du 12 mars 2007 - art. 3 JORF 13 mars 2007**

*La partie publique du crématorium comprend, au minimum, un local d'accueil et d'attente des familles, une salle de cérémonie et de remise de l'urne cinéraire à la personne qui a pourvu aux funérailles en vue de la disposition de celle-ci selon l'une des mentions de l'article R. 2213-39. Elle comprend une salle de présentation visuelle de l'introduction du cercueil dans le four de crémation.*

- **Article D2223-102 - Modifié par Décret n°2007-328 du 12 mars 2007 - art. 3 JORF 13 mars 2007**

*L'isolement acoustique de la salle de cérémonie et de remise de l'urne cinéraire à la personne qui a pourvu aux funérailles vis-à-vis des bruits routiers est de 30 décibels (A) au minimum. Lorsque le crématorium est à proximité d'une voie routière classée bruyante, l'isolement acoustique de la salle de cérémonie vis-à-vis des bruits routiers est celui imposé pour les bâtiments d'habitation conformément au décret n° 95-21 du 9 janvier 1995 relatif au classement des infrastructures de transports terrestres et modifiant le code de l'urbanisme et le code de la construction et de l'habitation. Les parois de la salle de cérémonie ont un indice d'affaiblissement acoustique " R " tel que l'isolement acoustique théorique vis-à-vis des bruits aériens intérieurs en provenance des locaux adjacents soit de 38 décibels (A) au minimum. Toutefois les portes intérieures de la salle de cérémonie et de remise de l'urne cinéraire à la personne qui a pourvu aux funérailles peuvent être détalonnées afin de permettre le passage de la ventilation. Les murs de la partie publique du crématorium sont recouverts de revêtements classés M 2 du point de vue de leur comportement au feu, en conformité avec l'arrêté du 30 juin 1983 modifié ou à toute norme européenne équivalente. Le passage de porte entre la salle de cérémonie et la partie technique doit avoir une largeur de 110 centimètres au minimum et doit permettre le passage du cercueil en position horizontale. Le couloir éventuel de liaison a une largeur de 120 centimètres au minimum.*

- **Article D2223-103 - Créé par Décret 2000-318 2000-04-07 jorf 9 avril 2000**

*La partie technique du crématorium comprend, outre un four de crémation, au minimum, un pulvérisateur de calcius, une salle d'introduction du cercueil et un local de dépôt provisoire des urnes cinéraires. Les pièces de la partie technique du crématorium communiquent entre elles pour permettre la circulation du personnel hors de la vue du public. L'accès des cercueils au crématorium doit s'effectuer, en position horizontale, par la partie technique. Les couloirs de la partie technique du crématorium ont, au minimum, une largeur de 120 centimètres. Le libre passage des portes de la partie technique du crématorium a, au minimum, une largeur de 110 centimètres.*

- **Article D2223-104 - Créé par Décret 2000-318 2000-04-07 jorf 9 avril 2000**

Chaque four de crémation est pourvu d'une seule chambre de combustion principale à sole plane et, au minimum, d'une chambre de postcombustion. Le four de crémation doit permettre, dans des conditions normales, d'assurer une durée de combustion inférieure à quatre-vingt-dix minutes. Chaque four de crémation est muni d'un système d'introduction du cercueil dans la chambre de combustion interdisant tout contact manuel avec le cercueil au cours de cette opération. Ce système d'introduction du cercueil dans le four de crémation doit assurer cette mise en place en moins de vingt secondes. Le four de crémation est muni de sécurités interdisant le dépôt du cercueil lorsque la température de la chambre de combustion est inférieure à 350 °C et supérieure à 900 °C. Dans la chambre de postcombustion, les gaz issus de la chambre de combustion sont portés, même dans les conditions les plus défavorables et à chaque instant, d'une façon contrôlée et homogène, à une température d'au moins 850 °C pendant au moins deux secondes et en présence d'au moins 6 % d'oxygène mesuré dans les conditions réelles. A cet effet, le four de crémation est muni de moyens de mesure en continu de la température dans la zone d'entrée de la chambre de postcombustion ainsi que de la température et du taux d'oxygène réel en zone de sortie de la chambre de postcombustion. Le conduit d'évacuation des gaz en sortie de chambre de postcombustion doit être pourvu d'un système d'éjection forcée, contrôlé par un ventilateur indépendant uniquement destiné à cet effet. Le conduit d'évacuation des gaz est également pourvu d'une sécurité de surchauffe agissant directement sur le contrôle de la combustion en chambre de combustion. La vitesse d'émission des gaz de combustion doit être supérieure à 8 mètres par seconde. Le ventilateur servant à l'éjection des gaz doit être contrôlé par une mesure de dépression dans la chambre de combustion, ceci afin de garantir à l'utilisateur une sécurité lors de l'ouverture des portes lorsque le four de crémation est en fonctionnement. Le fonctionnement des équipements de production de chaleur du four de crémation doit être protégé par une sécurité supplémentaire en cas de dépassement de leurs températures limites de fonctionnement. En cas de contrôle du processus de crémation par automate programmable ou tout autre mode de contrôle digital, la sécurité des équipements de production de chaleur sera doublée d'une sécurité à réenclenchement manuel indépendante de ce dernier et directement connectée sur l'alimentation des systèmes de contrôle des équipements de production de chaleur. Le système de mise en place du cercueil dans la chambre de combustion ainsi que le système d'ouverture de la porte d'introduction du four de crémation doivent pouvoir être actionnés à tout moment manuellement en cas d'incident et permettre de terminer l'opération d'introduction du cercueil, même en absence de tension électrique, par la mise en oeuvre des seuls dispositifs installés sur le four de manière inamovible.

- **Article D2223-105 - Modifié par Décret n°2011-385 du 11 avril 2011 - art. 10**

Chaque crématorium est muni au moins d'une cheminée d'évacuation des gaz du (ou des) four (s) de crémation. Chaque conduit de la cheminée devra comporter un orifice de prélèvement d'échantillons d'effluents gazeux, conforme à la norme NF X 44 052 ou à toute norme européenne équivalente. La hauteur minimale du débouché à l'air libre de la cheminée ainsi que les quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés dans l'atmosphère sont définies par arrêté du ministre chargé de la santé pris après avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail.

- **Article D2223-106 - Créé par Décret 2000-318 2000-04-07 jorf 9 avril 2000**

Chaque ouverture du four de crémation est à une distance minimale de 4 mètres de la paroi opposée du local. L'ouverture du four de crémation destinée à l'introduction du cercueil a une dimension minimale de 80 centimètres sur 80 centimètres.

- **Article D2223-107 - Créé par Décret 2000-318 2000-04-07 jorf 9 avril 2000**

Le crématorium doit être pourvu de moyens de secours contre l'incendie. Le local contenant le four de crémation ainsi que la salle d'introduction du cercueil sont séparés des locaux adjacents par des parois fixes de degré coupe-feu deux heures, par des parois mobiles de degré coupe-feu une heure, le vitrage éventuel de la salle de présentation visuelle étant de degré coupe-feu une heure. Le local contenant le ou les fours de crémation ainsi que la salle d'introduction du cercueil sont pourvus en parties haute et basse d'orifices d'aération donnant directement sur l'extérieur du crématorium et placés de façon opposée, d'une surface au moins égale à 16 décimètres carrés par orifice, cette valeur s'appliquant pour un seul four de crémation. Dans le cas où le pulvérisateur de calcaire n'est pas intégré au four de crémation, il doit être équipé d'un dispositif d'aspiration des poussières.

Le local contenant le ou les fours de crémation ainsi que la salle d'introduction du cercueil ne contiennent que les matériels et matériaux nécessaires au fonctionnement du four. Tout dépôt de produits ou matériels combustibles est interdit. Le dispositif général d'arrêt d'urgence des circuits électriques de la partie technique du crématorium est

placé à l'extérieur du local contenant le ou les fours de crémation ainsi que de la salle d'introduction du cercueil. Ce dispositif est repéré par un panneau précisant sa fonction. La vanne de coupure d'urgence de l'arrivée du combustible qui alimente le ou les fours de crémation, placée à l'extérieur du bâtiment, est signalée par une ou plusieurs plaques.

- **Article D2223-108 - Créé par Décret 2000-318 2000-04-07 jorf 9 avril 2000**

Ne s'appliquent pas aux crématoriums et aux fours de crémation en activité au 24 décembre 1994, date de publication du décret n° 94-1117 du 20 décembre 1994 relatif aux prescriptions applicables aux crématoriums :

1° Le deuxième alinéa de l'article D. 2223-101 ;

2° Les dimensions de couloir et de libre passage de porte fixées aux articles D. 2223-102 et D. 2223-103 ;

3° Les dimensions de l'orifice de prélèvements d'échantillons d'effluents gazeux et de la hauteur de la cheminée d'évacuation des gaz de crémation fixées à l'article D. 2223-105 ;

4° Les dispositions fixées au quatrième alinéa de l'article D. 2223-104 ;

5° Les dispositions de l'article D. 2223-106.

- **Article D2223-109 - Modifié par Décret n°2011-1304 du 14 octobre 2011 - art. 2**

Le crématorium est soumis à une visite de conformité par un organisme de contrôle tierce partie accrédité pour ces activités par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou par tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord de reconnaissance multilatéral établi dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation (European Cooperation for Accreditation ou " EA ") selon les critères généraux relatifs au fonctionnement des différents types d'organismes procédant à l'inspection. La visite de conformité porte sur le respect des prescriptions prévues aux articles D. 2223-100 à D. 2223-108. L'attestation de conformité de l'installation de crémation est délivrée au gestionnaire du crématorium par le directeur général de l'agence régionale de santé pour une durée de six ans, au vu de ce rapport de visite.

Le ou les fours de crémation font l'objet d'un contrôle tous les deux ans par un organisme de contrôle accrédité pour ces activités par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou par tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord de reconnaissance multilatéral établi dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation (European Cooperation for Accreditation ou " EA ") selon les critères généraux relatifs au fonctionnement des différents types d'organismes procédant à l'inspection. Le contrôle porte sur la conformité aux dispositions de l'article D. 2223-104, sur le respect des prescriptions applicables aux rejets gazeux fixées à l'article D. 2223-105 et sur les dispositifs de sécurité.

Les résultats de ce contrôle sont adressés au directeur général de l'agence régionale de santé qui a délivré l'attestation de conformité.

La responsabilité des contrôles de conformité et des contrôles périodiques est assurée par l'organisme accrédité selon les dispositions des premier et deuxième alinéas. L'organisme procédant aux inspections mentionnées aux premier et deuxième alinéas ne doit posséder aucun lien d'intérêt de nature à porter atteinte à son impartialité et à son indépendance à l'égard de l'entreprise dont l'installation est soumise à son contrôle.

Les prélèvements et les analyses réalisés dans le cadre des dispositions du troisième alinéa de l'article D. 2223-105 sont effectués par des laboratoires accrédités pour ces activités par le Comité français d'accréditation (COFRAC) ou par tout autre organisme d'accréditation signataire de l'accord de reconnaissance multilatéral établi dans le cadre de la coordination européenne des organismes d'accréditation (European Cooperation for Accreditation ou " EA "), selon les exigences générales relatives à la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.

Lors de la mise en service d'un nouveau four de crémation, une campagne de mesures permettant de vérifier le respect des prescriptions des articles D. 2223-104 et D. 2223-105 doit être effectuée dans les trois mois suivant la mise en service de l'installation. Les résultats sont communiqués, dans les trois mois, au directeur général de l'agence régionale de santé qui a délivré l'attestation de conformité.

---

## 2- NOTE JUSTIFICATIVE DES GRANDS CHOIX DE PROCÉDÉS PROPOSÉS

---

### 1a) Procédé du four pyrolytique Facultatieve Technologies

- Les fours FT III proposés utilisent la combustion comme support thermique de réduction du cercueil et de son contenu. La réduction induite est supérieure à 99 % en moins de 90'. Au terme de la crémation, l'équivalent de 3 à 4 litres de calcius pulvérisés subsisteront et seront soit dispersés au Jardin du Souvenir, soit remis à la famille avec traçabilité obligatoire du parcours et de la destination finale de l'urne. Les autres éléments ferreux et non ferreux considérés comme déchets – non remis dans l'urne – suivront alors le parcours de la valorisation.



- Le principe pyrolytique retenu est d'introduire le cercueil et son contenu en chambre principale à une température comprise entre 350 et 900°C tout en s'assurant que la température de postcombustion est égale ou supérieure à 850°C. Les fours FT III proposés optimisent subtilement le mélange air combustible pour permettre un minimum d'imbrûlés conduisant à un minimum de polluants atmosphériques carbonés rejetés.



### 1b) Procédé de traitement et de filtration des effluents

- Après avoir refroidi instantanément les fumées issues de la combustion du cercueil et de son contenu, les effluents sont traités à basse température pour que le dispositif « d'adsorption » soit efficace. Cette neutralisation se fera par l'injection dans la veine gazeuse de charbon actif pour le piégeage des espèces organiques, des métaux lourds et des dioxines et, par addition de bicarbonate de sodium, le piégeage des acides HCl et HF sera efficace. La séparation gaz-adsorbant s'effectue au moyen d'un filtre à manches (30 pour la ligne simple). En l'espèce, une efficacité de captation des particules de 99 % est obtenue. L'efficacité de récupération des dioxines et furanes et du mercure est rendue possible par la qualité de l'adsorbant injecté



« Factivate », de l'efficacité du mélange effluent gazeux - adsorbant et de la conduite du système. 500 g de réactif par crémation sont préconisés par Facultatieve Technologies eu égard aux compositions erratiques du contenu du cercueil. Cette technique permet d'obtenir des teneurs en dioxines et furanes et en mercure inférieures respectivement à 0,1 ng I. TEQ / Nm<sup>3</sup> et à 0,1 mg / Nm<sup>3</sup>. Actuellement, les valeurs constatées sont deux fois inférieures à celles-ci-dessus

indiquées.

---

### **3- Note détaillée sur la conformité du projet avec la réglementation en vigueur et à venir concernant les rejets de fumées**

---

#### **a. Conformité par rapport aux textes en vigueur**

- i. Chaque four de crémation est pourvu d'une seule chambre de combustion principale à sole plane et d'une chambre de postcombustion. Le four de crémation permet, dans des conditions normales, d'assurer une durée de combustion inférieure à **quatre-vingt-dix minutes**. Chaque four de crémation est muni d'un système d'introduction du cercueil dans la chambre de combustion interdisant tout contact manuel avec le cercueil au cours de cette opération. Ce système d'introduction du cercueil dans le four de crémation assure cette mise en place **en moins de vingt secondes**.
- ii. Le four de crémation est muni de sécurités interdisant le dépôt du cercueil lorsque la température de la chambre de combustion est inférieure à **350°C et supérieure à 900°C**. Dans la chambre de postcombustion, les gaz issus de la chambre de combustion sont portés, même dans les conditions les plus défavorables et à chaque instant, d'une façon contrôlée et homogène, à une température **d'au moins 850°C** pendant au moins deux secondes et en présence **d'au moins 6 %** d'oxygène mesuré dans les conditions réelles. A cet effet, le four de crémation est muni de moyens de mesure en continu de la température dans la zone d'entrée de la chambre de postcombustion ainsi que de la température et du taux d'oxygène réel en zone de sortie de la chambre de postcombustion.
- iii. Le conduit d'évacuation des gaz en sortie de chambre de postcombustion est pourvu d'un système d'éjection forcée, contrôlé par un ventilateur indépendant uniquement destiné à cet effet. Le conduit d'évacuation des gaz est également pourvu d'une sécurité de surchauffe agissant directement sur le contrôle de la combustion en chambre de combustion. La vitesse d'émission des gaz de combustion doit être supérieure à **8 mètres par seconde**.  
Le ventilateur servant à l'éjection des gaz est contrôlé par une mesure de dépression dans la chambre de combustion, ceci afin de garantir à l'utilisateur une sécurité lors de l'ouverture des portes lorsque le four de crémation est en fonctionnement. Le

fonctionnement des équipements de production de chaleur du four de crémation est protégé par une sécurité supplémentaire en cas de dépassement de leurs températures limites de fonctionnement. La sécurité des équipements de production de chaleur est doublée d'une sécurité à réenclenchement manuel indépendante de ce dernier et directement connectée sur l'alimentation des systèmes de contrôle des équipements de production de chaleur.

Le système de mise en place du cercueil dans la chambre de combustion ainsi que le système d'ouverture de la porte d'introduction du four de crémation peuvent être actionnés à tout moment manuellement en cas d'incident et permettre de terminer l'opération d'introduction du cercueil, même en l'absence de tension électrique, par la mise en œuvre des seuls dispositifs installés sur le four de manière inamovible.

- iv. En l'espèce, le crématorium sera doté d'un four avec **1 cheminée de by-pass** et **une de filtration**. Le conduit de filtration comportera un orifice de prélèvement d'échantillons d'effluents gazeux, conforme à la norme NF X 44 052 ou équivalent.
- v. Chaque ouverture du four de crémation sera à une distance minimale de 4 mètres de la paroi opposée du local. L'ouverture du four de crémation destinée à l'introduction du cercueil aura une dimension minimale de 80 centimètres sur 80 centimètres. En l'espèce, le four FT III extra large pourra accepter des cercueils de 100 cm.
- vi. Le pulvérisateur de calcaire externe est équipé d'un dispositif d'aspiration des poussières.

## **b. Conformité par rapport à la hauteur des cheminées et aux VLE en vigueur.**

### **Arrêté du 28 janvier 2010 relatif à la hauteur de la cheminée des crématoriums et aux quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère**

Dans le cadre de ce projet :

1- les cheminées respecteront l'article 1 de l'Arrêté du 28 janvier 2010 en vigueur à savoir :

La hauteur minimale du débouché à l'air libre des cheminées ( $H_o$ ) du crématorium sera calculée comme suit :

$$H_o = 1,05 \times h_i$$

Où  $h_i$  est :

- soit la hauteur du faite du bâtiment où se trouve la cheminée,
- soit la hauteur des obstacles naturels ou artificiels d'une largeur supérieure à 10 mètres situés à une distance horizontale de la cheminée inférieure ou égale à 30 mètres.

$H_o$  est la plus grande des valeurs  $1,05 \times h_i$  calculées selon les dispositions du présent article ; en tout état de cause,  $H_o$  ne doit pas être inférieure à 6 mètres par rapport au plan de pose du four.

2- Les quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère du crématorium de Perthois respecteront l'article 2 annexe 1 de l'Arrêté du 28 janvier 2010 à savoir :

Quantités maximales de polluants contenus dans les gaz rejetés à l'atmosphère par les crématoriums :

**20 mg / normal m<sup>3</sup> de composés organiques (exprimés en carbone total),**  
**500 mg / normal m<sup>3</sup> d'oxydes d'azote (exprimés en équivalent dioxyde d'azote),**  
**50 mg / normal m<sup>3</sup> de monoxyde de carbone,**  
**10 mg / normal m<sup>3</sup> de poussières,**  
**30 mg / normal m<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique,**  
**120 mg / normal m<sup>3</sup> de dioxyde de soufre,**  
**0,1 ng I-TEQ (1) / normal m<sup>3</sup> de dioxines de furanes,**  
**0,2 mg / normal m<sup>3</sup> de mercure.**

1. Le débit volumétrique des gaz résiduaires est exprimé en mètres cubes par heure rapportés à des conditions normalisées de température et de pression après déduction de la vapeur d'eau (gaz secs).

2. Les valeurs d'émission de la présente annexe sont déterminées en masse par volume des gaz résiduaires et exprimées en milligramme par normal mètre cube sec (mg / normal m<sup>3</sup>), sauf pour les dioxines pour lesquelles les valeurs d'émission sont exprimées en nanogramme par normal mètre cube sec (ng / normal m<sup>3</sup>). Elles sont rapportées à une teneur en oxygène dans les gaz résiduaires de 11 % après déduction de la vapeur d'eau (gaz secs) ou à une teneur en dioxyde de carbone dans les gaz résiduaires de 9 % après déduction de la vapeur d'eau (gaz secs).

#### **a. Conformité par rapport aux VLE à venir**

Il n'est pas improbable que les textes se durcissent dans un avenir relativement proche et en particulier au niveau des NOx. Facultatieve Technologies a déjà testé avec succès un dispositif permettant à un coût raisonnable d'atteindre des niveaux de **NOx < à 200 mg / Nm<sup>3</sup> à 11 % d'O<sub>2</sub>.**

Facultatieve technologies **adaptera l'installation** pour laisser la possibilité ultérieure d'ajouter le matériel ad hoc permettant de réduire à moins de 200 mg / Nm<sup>3</sup> à 11 % d'O<sub>2</sub> les rejets NOx (dioxydes d'azote)

#### **b. Valeurs de rejets habituellement retenues**

Polluants / Paramètres	Symbole chimique	VLE	Fac.Tech.	
Composés Organiques volatils	COv	20	10	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Dioxydes d'azote	NOx	500	350	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Monoxyde de carbone	CO	50	25	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Poussières	-	10	5	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Acide chlorhydrique	HCl	30	15	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Dioxydes de soufre	SO <sub>2</sub>	120	60	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Dioxines/Furanes	-	0,1	0,05	ng/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Mercure	Hg	0,2	0,1	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>

---

### 3- Descriptif fonctionnel de l'installation du Perthois

---

**Les différents dispositifs techniques mis en œuvre sont les suivants :**

- Dispositif d'introduction,
- Dispositif de crémation,
- Dispositif de préparation des cendres,
- Dispositif de supervision,
- Synoptique de filtration,
- Dispositif de refroidissement,
- Dispositif de traitement des effluents,
- Dispositif de filtration,
- Dispositif d'extraction des « filtrat »,
- Dispositif d'extraction des gaz propres.

#### 1) Dispositif d'introduction

Le plan de principe communiqué mentionne l'installation d'une table **élévatrice** mobile permettant d'alimenter le four. La solution avec « monte et baisse » donc **élévatrice** permet **d'éliminer une manutention importante**. Nous vous laissons le soin de choisir le dispositif ad hoc.

- 1- Dispositif **sans** monte et baisse (base)
- 2- Dispositif **avec** monte et baisse (**option 1**)



Le catafalque (50 cm de hauteur) vient alors se positionner à la même hauteur que la table d'introduction surbaissée. Il suffit alors de translater le cercueil sur le plateau du dispositif. L'opérateur actionne alors via la pédale de droite la montée directe au bon positionnement automatique de l'ensemble.



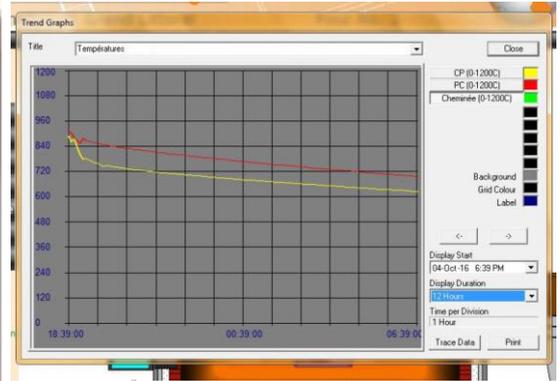
## 2) Dispositif de crémation FT III (DE)

- Conformément à votre demande, Facultatieve Technologies mettra en œuvre l'installation d'un FT III DE (à décrochage arrière).
- L'ingénierie proposée permettra de positionner l'appareil FT et son dispositif de refroidissement dédié. L'esthétique générale sera très proche de l'implantation ci-contre



### Les atouts de l'appareil de crémation pyrolytique FT III (DE) extra-large :

- Introduction extra large permettant d'accepter des cercueils de **105 cm**
- Structure réfractaire « **long life** » permettant
  - Un remplacement des dalles de sole toutes les **3 000 crémations +/- 10 %**
  - Un remplacement du garnissage réfractaire total toutes les **10 000 crémations +/- 10 %**
  - **Supporte les explosions des nouveaux micro-pacemakers sans dégâts pour la structure réfractaire**
  - D'éviter toute coulure de graisse
  - De restituer le lendemain les calories « stockées » par le « long life » diminuant ainsi drastiquement la durée du préchauffage et donc la consommation de gaz.



Après **12** heures d'arrêt four, la chambre principale aura perdu seulement 30 % des calories emmagasinées dans le « long life » ; la chambre secondaire n'aura, quant à elle, perdu que **22 %** de sa température initiale.

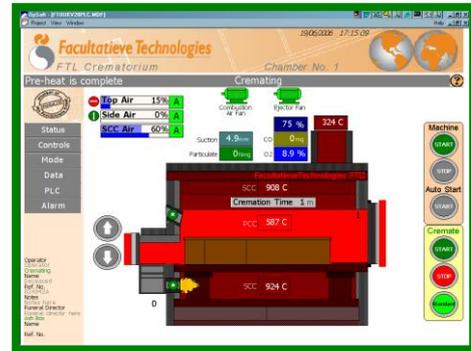
### 3) Dispositif de préparation des cendres



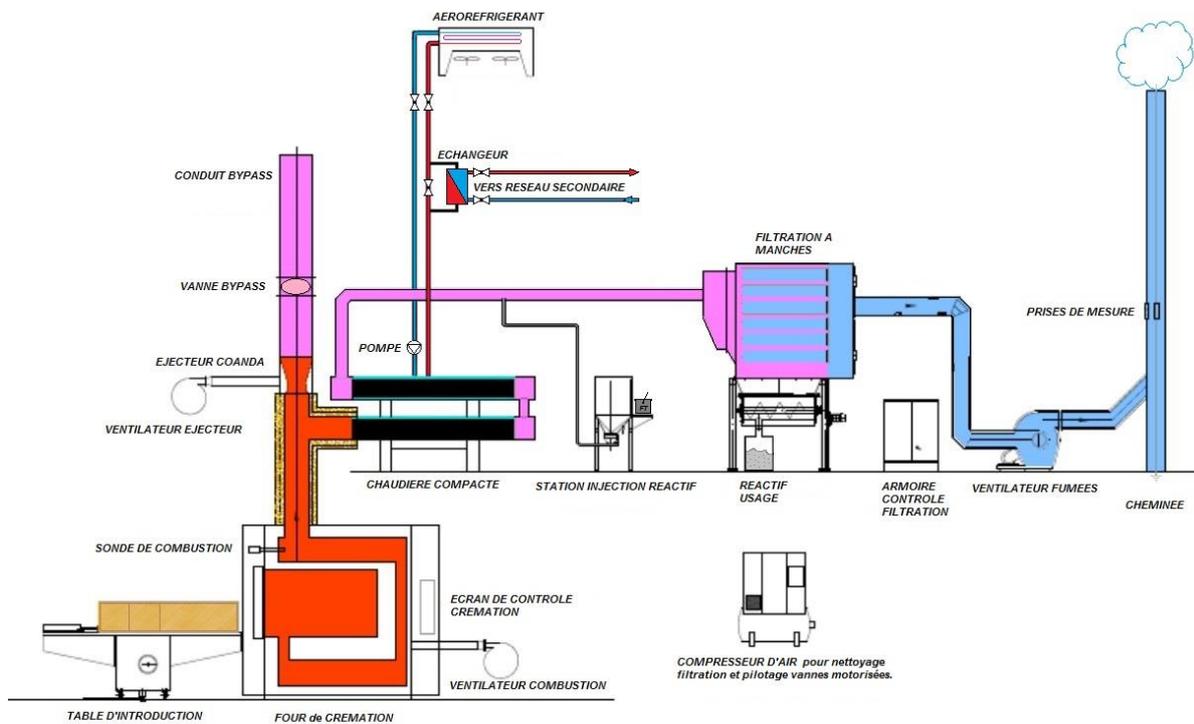
Le four FT III (DE) extra-large proposé dispose dans sa partie basse d'un cendrier ad hoc collectant les calcius bruts de la sole du four par le truchement de la trémie de décendrage. L'opérateur libère alors le cendrier de calcius de son support et le positionne dans le dispositif de pulvérisation.

Après 3'' de pulvérisation, les calcius sont triés et pulvérisés. Les éléments ferreux et non ferreux sont **automatiquement** stockés dans le cendrier initial ; les calcius pulvérisés viennent remplir l'urne technique d'un volume de 3 à 4 litres. L'opérateur retire alors les 2 réceptacles : le contenu du premier (éléments ferreux et non ferreux) sera stocké dans l'attente de leur valorisation ; le contenu du second (calcium pulvérisés) sera versé dans l'urne familiale avec filtration automatique des petites particules en suspension.

#### 4) Dispositif de supervision



#### 5) Synoptique crémation / filtration



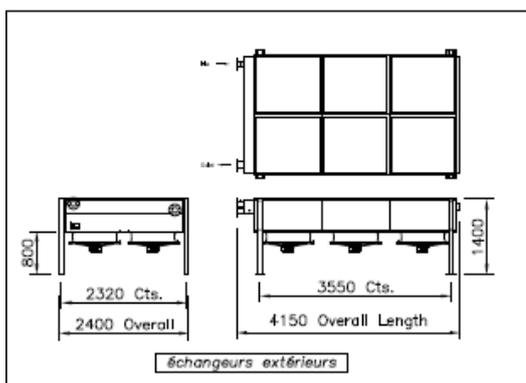
## 6) Dispositif de refroidissement des gaz (photo de principe)



Refroidisseur : 1 500 à 2 000 Nm<sup>3</sup> de gaz à 850°C produits par la combustion du cercueil et de son contenu feront l'objet d'un refroidissement instantané pour permettre à basse température (150°C) d'être traités par la méthode de l'adsorption et filtrés. Aujourd'hui, nous préconisons que chaque appareil de crémation soit doté de son propre refroidisseur procurant au process souplesse d'exploitation et efficience.

Idéalement, le refroidisseur compact est situé le plus près possible de l'appareil de crémation évitant ainsi les rayonnements excessifs. Corrélativement, l'échangeur de refroidissement est adossé à un aérotherme **simple** permettant de refroidir le fluide caloporteur de l'échangeur tubulaire ci-dessus indiqué. L'aérotherme comportera 4 ventilateurs.

## 6 bis) L'aérotherme simple en toiture (ou terrasse)



## 7) Dispositif de traitement des gaz

### a- Version standard

« Principe de l'adsorption » : pour permettre le traitement par adsorption des gaz issus de la combustion du cercueil, 500 g de neutralisant – par crémation - seront diffusés dans la veine gazeuse. Métaux lourds, dioxines / furanes, acides, composés organiques volatils se trouvent alors piégés par le neutralisant « Factive ».



*Station fermée*



*Position du fût de 15 kg*



*Fût électriquement retourné*



*station refermée*

Toutes les 30 crémations, un seau de 15 kg de réactif sera positionné dans le support amovible de la station. Après fermeture de la porte, il sera retourné électriquement dans la trémie.

Cette opération dure 2 à 3 minutes au maximum. La palette de neutralisant « factivate » (36

## 8) Dispositif de filtration SIMPLE des effluents



Les effluents mélangés au neutralisant viendront alors s'amalgamer sur les **30** manches filtrantes en Aramide du dispositif de filtration simple. En fin de cycle, le dé colmatage sera mis en œuvre et les filtrats migreront dans les fûts hermétiques prévus à cet effet. Les **30 manches** filtrantes développent 75 m<sup>2</sup> de surface filtrante.

## 9) Dispositif d'extraction des filtrats (déchets de filtration)

A l'issue de la filtration, les effluents piégés par le neutralisant et amalgamés sur les manches filtrantes du filtre **simple** seront décolmatés en fin de cycle (le soir) ou en cours de cycle (rarement) lorsque la perte de charge devient trop forte. Les filtrats collectés migreront alors dans un **fût hermétique** de 200 litres prévus cet effet.



## 10) Dispositif d'extraction des gaz

Un ventilateur dimensionné pour extraire les deux volumes de gaz (4 000 Nm<sup>3</sup>) sera positionné entre le filtre et l'exhaure de filtration (ci-dessous indiqué).

Cf. caractéristiques dans doc technique.



La ligne de filtration **simple** disposera de sa cheminée de **filtration unique** dimensionnée pour extraire les 2 volumes de gaz « propres ». Cette cheminée double sera également concentrique pour recevoir dans son axe le flux « by pass » de la cheminée n°1.



- Les dimensions de la **double cheminée** concentrique :
  - Diam intérieur du **by pass n°1** = 450 mm
  - Diam intérieur de l'enveloppe « filtration double » = 570 mm
  - Diam extérieur calorifugée pour cette double cheminée = 740 mm



## 4 : Sécurité du travail et ergonomie

### 1 Sécurité du personnel (liste non exhaustive)

1	<b>Dispositif d'introduction</b>	Ecran d'air	Lame d'air haute pression	Évite retour de flamme / fumée
		Table avec monte et baisse	Évite toute manutention supplémentaire	L'opérateur poussera aisément le cercueil du catafalque à la surface de la table surbaissée
		Sécurité d'introduction	< 20'' (Arrêté)	Diminuer le temps d'exposition et de rayonnement avec porte ouverte
2	<b>Dispositif de crémation</b>	Bouclier thermique	À poser en cas d'incendie	Permet de bloquer les refoulements de flammes lors d'une panne électrique par exemple
		Rétention de graisses	Sole « long life » incurvée	Graisses chaudes demeurent sur la sole avec re combustion aisée
		Température d'introduction	.> 350° C < 950°C	Évite-les sur températures et la création d'imbrûlés excessifs en cas de faible température d'introduction < 350°C
		Programme lourd	Corps supérieurs à 150/170kg	Permet de stopper les emballements éventuels du four par diminution des airs comburants en CP et injection d'air frais en PC
		Décendrage	Sole à 1,10 (opérations de ringardage)	Évite le mal de dos pour actions répétées à mauvaise hauteur
		Refroidissement accélérée	Double arrivée d'air	Permet le refroidissement des calcuis en même temps que l'introduction d'un autre cercueil.
3	<b>Dispositif de supervision</b>	In situ et à distance	Ecran tactile sur façade du four PC sur bureau du responsable PC du technicien	Facilite la télémaintenance, le télédiagnostic, l'aide de l'opérateur en temps réel mais bien entendu enregistre tous les défauts

			Facultative Technologies	du process, enregistre toutes les actions de l'opérateur. Toutes les statistiques induites Consommation de gaz, etc.
4	Dispositif de pulvérisation des calcis	Pulvérisation des calcis	< 3"	Pulvérisation et séparation automatique des ferreux et non ferreux
		Poussières en suspension	Toutes les poussières en suspension sont aspirées dès mise en marche du pulvérisateur et du cabinet de transfert.	Évite aux opérateurs d'inhaler les petites particules en suspension au cours de la pulvérisation et au cours du transfert des calcis
5	Dispositif de refroidissement des gaz	Refroidisseur compact. 1 par four	Calorifuge efficient	Évite par inadvertance une brûlure
6	Dispositif de diffusion de réactif	Petit fût	Ergonomie aisée et automaticité élevée	15 kg 20 litres < 2 minutes pour remplacement Option : Optimisation avec autonomie x 10
		Dosage automatique		
		Retournement automatique		
7	Dispositif de récupération des filtrats			Optimisation avec 2 fûts de 200 litres

## 2- Ergonomie pour les opérations de maintenance de bases (liste non exhaustive)

			Facilité de remplacement	
		Four CP	*****	Raccordements des fiches détrompées. Plug and play. Montage mécanique par presse étoupe permettant un démontage manuel aisé
		Four PC	*****	
		Cheminée four	***	
		Sortie de PC	*****	W t° basse (peu de remplacement) W t° basse (peu de remplacement)
		Cheminée filtration	***	
		Entrée filtre	*****	

2	Boîtier de contrôle de flamme	Pour CP	*****	Afficheur numérique permet à l'opérateur une facilité aisé de diagnostic
		Pour PC	*****	
3	Armoire électrique	FTIII	*****	Armoire encastrée au four sur charnière permettant d'accéder aisément aux organes de régulation
4	Trappes de visite	FTIII	*****	Un nombre important de trappes de visite (7) sont positionnées pour avoir accès en toute circonstance aux parcours réfractaires
5	Volants manuels	Table & four	*****	3 volants manuels (2 pour les portes - 1 pour la table) en accès directs permettent d'intervenir manuellement en cas de besoin
6	Bougies & sondes d'ionisation	Brûleurs four	*****	2 bougies et 2 sondes d'ionisation (par four) peuvent être remplacées aisément
7	Tube de prélèvement de fumées	Sonde O2	***	Tube de la sonde en deux parties ; une partie au cœur du flux est remplacée par le technicien de maintenance
8	Écran tactile	Paroi extérieure du four	*****	Permet à hauteur d'homme d'avoir une lecture directe et aisée des données enregistrées du process crémation et filtration
9	Carters d'habillage	Plaques aimantées	*****	Tous les carters d'habillage sont aimantés et facilitent aisément leur dépose
10	Vannes	Vanne de bypass filtre Vanne de bypass four Vanne de sortie filtre	***	Le positionnement des différentes vannes de by-passe est particulièrement étudié pour permettre un démontage aisé
11	Recul maintenance pour filtre et refroidisseur	Espace disponible	*****	Une attention particulière est apportée à l'emplacement du filtre et du refroidisseur compact pour permettre aisément le nettoyage manuel le cas échéant ou le remplacement des manches

## 5 : Note de fonctionnement en mode dégradé

**Hypothèse de base** : défaillance d'un organe – pendant la crémation - générant un mode dégradé de fonctionnement et nécessitant ou non l'arrêt d'un autre équipement ou arrêt de l'installation.

	Défaillance de l'organe	Fonctionnement du four	Arrêt four	Crémation plus longue	By-pass filtration
1	Brûleur principal hs	manuel	non	oui	non
2	Brûleur secondaire hs	manuel	non	oui	oui
3	Boîtier contrôle de flamme CP hs	manuel	non	oui	non
4	Boîtier contrôle de flamme PC hs	manuel	non	oui	oui
5	Sonde Oxygène hs	Profil d'air	non	oui	non
6	Thermocouple CP hs	Remplacement en cours de crémation			
7	Thermocouple PC hs	Remplacement en cours de crémation			
8	Variateur / ventilateur air comburant hs	Fonctionnement dégradé		oui	oui
9	Ventilateur de filtration hs	normal	non	non	oui
10	Pompe circulation chaudière hs	normal	non	non	oui
11	Coupage courant sur crématorium hs	Tirage naturel		oui	oui
12	Panne compresseur hs	normal	non	non	non
13	Station de réactif hs	normal	non	non	non
14	Vanne d'air inférieure four hs	dégradé	non	oui	non
15	Vanne d'air supérieure four hs	dégradé	non	oui	non
16	Aérotherme hs	ralentissement	non	oui	oui
17	PC hs (porte déchargement manuelle)	normal	non	non	non
18	Ecran tactile hs	normal	non	non	non
19	Ventilateur d'éjection du four hs	normal	non	non	non
20	Registre froid (double)	normal	non	non	oui

## 6 : Évolutivité

### Équipements envisageables

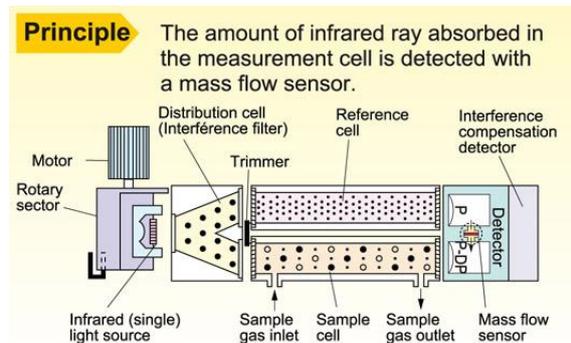
#### 1) Contrôle en continu.

Contrôle en continu de l'O<sub>2</sub> et CO & poussières.

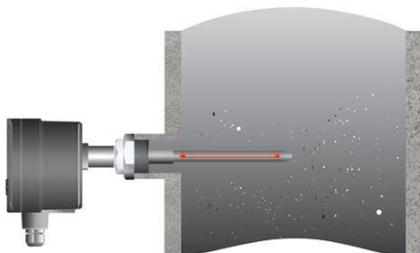
Si la collectivité le souhaite, Facultative Technologies peut doter son installation de crémation / filtration d'un enregistreur en continu de CO / O<sub>2</sub> par ligne.

Un dispositif en continu permettra de suivre et d'enregistrer – pour chacune des lignes de traitement et de filtration - l'évolution de l'oxygène (O<sub>2</sub>) et du monoxyde carbone (CO) ainsi que la concentration en poussières.

Dans l'affirmative, nous optons pour l'analyseur **FUJI ELECTRIC TYPE ZRJ (CO / CO<sub>2</sub>)**



Concernant le détecteur de poussières, nous optons pour le **PCME leak alert 65**



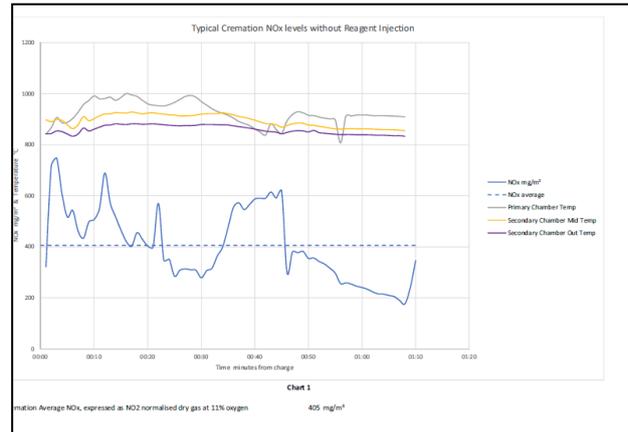
## 2) Réduction massive des NOx ; prochaine évolution Facultatieve Technologies

Les prochaines évolutions européennes en matière de rejets atmosphériques passeront

**407 mg / Nm<sup>3</sup>  
à 11 % O<sub>2</sub>**

invariablement vers la réduction des dioxydes d'azote. Composés d'azote et d'oxygène qui comprennent les gaz d'acide nitrique et de dioxyde d'azote. Ils sont produits principalement par la combustion des combustibles fossiles.

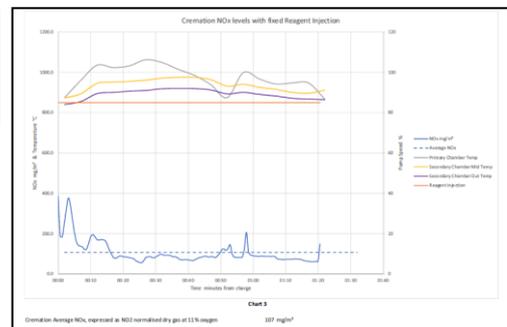
Voilà aujourd'hui ce que peuvent être les rejets atmosphériques de NOx sur durée normale de crémation (Arrêté 500 mg / Nm<sup>3</sup> à 11 % O<sub>2</sub>).



Moyennant une petite adaptation, voilà ce que demain, le niveau de Nox sera. Ces tests ont été réalisés sur des installations de crémation strictement identiques à celles du projet du Perthois.

**107 mg / Nm<sup>3</sup>  
à 11 % O<sub>2</sub>**

**Engagement Facultatieve Technologies**  
(si option prise) : NOx < 200 mg / Nm<sup>3</sup> à 11 % d'O<sub>2</sub>



## 7 : liste des équipements de l'offre

	Table à translation standard & pousoir	Four FT III (DE) extralarge	Filtration simple	Préparation des cendres	Options	libellé
Dispositif d'introduction	<b>1</b>				<b>n°1</b>	« avec monte et baisse »
Four extra-large « long life »		<b>1</b>				
Supervision		<b>1</b>	<b>1</b>			
Cheminée(s) de by-pass & filtration		<b>1</b>	<b>1</b>			
Pulvérisateur ultra-rapide				<b>1</b>		
Cabinet de transfert des cendres				<b>1</b>		
Refroidisseur(s) compact(s)			<b>1</b>			
Station de réactif			<b>1</b>			25 / 30 crémations
Dispositif de filtration 30 manches			<b>1</b>			
Dispositif d'extraction des filtrats (1 fûts de 200 litres)			<b>1</b>			
Compresseur			<b>1</b>			
Armoire électrique filtration			<b>1</b>			
Extracteur <b>simple</b>			<b>1</b>			
Aérotherme <b>simple</b> (4 ventilateurs)			<b>1</b>			
Contrôle en continu de l'O <sub>2</sub> / CO / CO <sub>2</sub>					<b>n°4</b>	Permet en continu le contrôle du CO / O <sub>2</sub> / CO <sub>2</sub>
Contrôle en continu des poussières					<b>n°5</b>	Permet en continu le contrôle des poussières post-filtre
Dispositif DENOX < 200 mg / Nm <sup>3</sup>					<b>n°6</b>	Permet de passer sous le seuil des 200 mg / Nm <sup>3</sup>

## 8- Performances environnementales

### A – POLLUANTS/PARAMETRES

Polluants / Paramètres	Symbole chimique	VLE	Fac.Tech.	
Composés Organiques volatils	COv	20	10	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Dioxydes d'azote	NOx	500	350	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Monoxyde de carbone	CO	50	25	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Poussières	-	10	5	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Acide chlorhydrique	HCl	30	15	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Dioxydes de soufre	SO <sub>2</sub>	120	60	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Dioxines/Furanes	-	0,1	0,05	ng/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>
Mercure	Hg	0,2	0,1	mg/Nm <sup>3</sup> à 11% d'O <sub>2</sub>

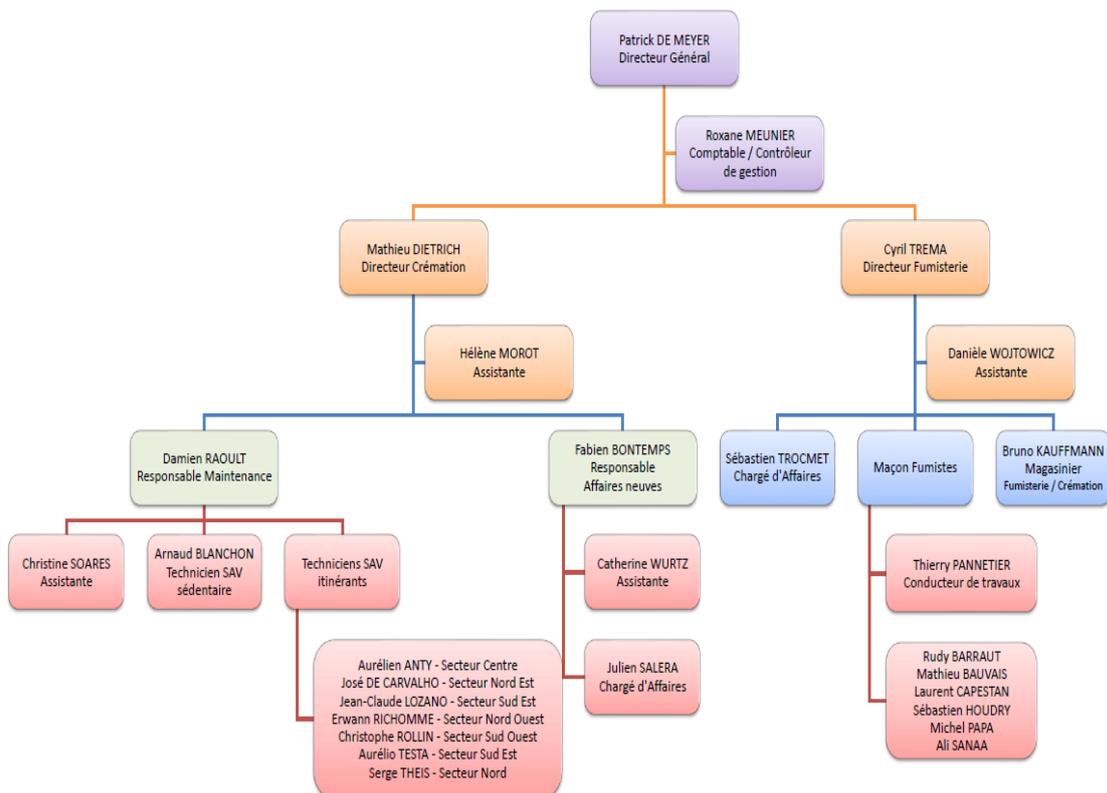
### B- MOYENS MATERIELS & HUMAINS

Plus de **650** installations de crémation / filtration sont actuellement en activité, en France et en Europe et plus de **180** personnes ;

- En France (à Sainte-Savine 10300 ou à Leeds (UK) contribuent à mettre en œuvre et à entretenir pour la France le parc installé.
- Dès la commande prise, une équipe (française) de bureau d'études et de suivi d'affaires, établira avec la maîtrise d'œuvre, le périmètre de fournitures et de réalisation permettant de valider avec les autres corps de métier, les contraintes des uns et des autres et en particulier les différents prérequis concernant le process crémation / filtration, les charges au sol et les contraintes fluides, gaz, électricité, puissances installées et puissances d'exploitation.
- Après échanges et les derniers arbitrages du cabinet d'ingénierie, l'affaire est validée en interne et lancée en fabrication.
- Moyens mis en œuvre :
  - A chacune des nouvelles affaires, une équipe de réalisation est déterminée :
    - Bureau d'études
    - Méthodes et Approvisionnement
    - Lancement des sous-ensembles (fours & filtration & pulvérisateur)

- Assemblage des sous-ensembles (fours & pulvérisateur) en usine
  - Montage des éléments finis en usine
  - Montage des réfractaires
  - Electricité et automatismes
  - Essais usine
    - Et directement sur chantier
  - Assemblage des sous-ensembles (filtration) sur site
  - Montage des éléments finis sur site
  - Electricité et automatismes
  - Calorifuge
  - Mise en route
  - Formation
- 
- Entre les dessinateurs / projecteurs / technicien des méthodes / maîtrise d'ateliers et compagnons spécialistes / mécaniciens / maçons fumistes / électriciens et électromécaniciens / monteur / metteur en route / formateur, une équipe de **50 personnes est concernée** par une affaire de ce type et dédiée à ce nouveau projet.
  - A cela s'ajoutera, à partir de la mise en route, **une équipe française de 18 personnes** spécialisées en maintenance préventive et curative ainsi qu'une équipe de maçons-fumistes français dédiée aux réparations d'usure de l'habillage réfractaire des fours pyrolytiques installées.

▪ Organigramme Facultative France & Usine



- **Ateliers et Usine**



**SAV-Fumisterie France**  
**Facultative**  
**Technologies 10300**



Magasin pièces détachées et réfractaires situé à Sainte-Savine (10) :

- Nb articles gérés : **1 276** articles référencés
- Tonnages produits réfractaires : **112** tonnes



**Usine**  
**Facultative**  
**Technologies**



## D- CHANTIER à FAIBLE Impact environnemental



### 1) Maîtrise des nuisances sonores

	Origine des nuisances sonores		Moyens ou outillages	Types de bruits	Procédure utilisée
1)	Déchargement des matériels	Four-Refroidisseur- filtre-cheminée- compresseur- HSC – armoie – aérotherme etc	Présence de camions, de grue hydraulique, du personnel FT ou ST	Bruits de moteurs et bruits de nature humaine (parlé fort)	Nuisances réduites car site non occupé par familles
2)	Désinstallation partielle de l'existant	Ouverture mur fusible introduction	Moyens pneumatiques, électriques ou manuels	Bruits de matériels de perçages et/ou sciages	Nuisances réduites car site non occupé par familles
		Ouverture mur fusible garage	Moyens pneumatiques, électriques ou manuels		
		Ouverture bouchon fusible dalle	Moyens pneumatiques, électriques ou manuels		
		Evacuations des gravats	Bennes extérieures	Chute des gravats dans bennes	Bruits de faibles amplitudes
3)	Installation des nouveaux sous-ensembles	Carottages éventuels, sciage tubes aciers et découpe aluminium pour calorifugeage	Appareils de découpe, disqueuses et perforateurs	Bruits aigus pour les disqueuses et les perforateurs	Nuisances réduites car site non occupé par familles

### 2) Gestion des déchets

#### A) Élimination des déchets

Facultative Technologies est responsable de sa production de déchets pendant sa présence sur site, pendant toute la durée prévue du chantier, de l'ouverture jusqu'à la réception de l'installation technique. Pour ce chantier du Perthois, nous produisons très peu de **déchets inertes** (voire pas) de type :

- Pierre, Béton, Ciment, Parpaing
- Terre cuite / Briques



- Terre / Cailloux
- Ardoise, Faïence, Porcelaine, Céramique...
- Mélanges de ces différents déchets
- Ou verre ordinaire

et des **déchets non dangereux** dits déchets industriels banals (DIB), qui représenteront les plus gros volumes de production pendant les semaines de chantier. Ces déchets seront par définition, non toxiques, non inertes et seront constitués de

- Métaux
- Emballages
- Complexes isolants
- Textiles
- Matières plastiques :PVC, polystyrène, PE...
- Plâtre
- Bois non traités (classes A et B)
- Peintures à l'eau
- Colles et mastics à solvant aqueux
- Complexes alliant plusieurs matériaux : plâtre, polystyrène, carton, bois, acier...



Si par nécessité, un déchet dangereux pouvait être produit par Facultative Technologies, une attention particulière sera apporté à cette production avec traitement spécial de son élimination en CET de classe 1. Les matériaux concernés sont de type :

- Huiles
- Hydrocarbures et produits associés
- Piles, accumulateurs
- Déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE) : Électroménagers, équipements informatiques, outillages électriques
- Silicone et produits associés
- Bois traités et produits de traitement du bois
- Plâtre
- Bois non traités (classes A et B)



Dans tous les cas de figure, Facultative Technologies effectuera le tri sélectif des matériaux ci-dessus désignés, en assurera les rotations et sera à même de produire les documents de traçabilité (BSD cerfa joint).

---

## 9- Réalisation chantier

---

### Plan d'action *Facultative Technologies* versus comportement environnemental

#### 1) Moyens et procédures internes

##### a. Avant travaux :

- i. Responsable : **Andrew Mallalieu**
- ii. Recensement des non qualités et des usages ayant un impact sur l'environnement
  1. Check List des non qualités de frêt
  2. Check List des non qualités qualitatives
  3. Check List des non qualités quantitatives
  4. Check List des non qualités administratives
- iii. Plan d'action pouvant améliorer nos reflexes de consommation ayant un impact sur l'environnement
  1. Regroupement des transports pour un même site
  2. Approche optimisée des outillages et matériels nécessaires au chantier avec nomenclature type pour un standard de chantier.
  3. Optimisation des consommations matières par rapport à une installation définie



##### b. Pendant travaux :

- i. Responsable : **Fabien Bontemps**
- ii. Mise en œuvre des protocoles d'élimination des déchets
- iii. Optimisation des bilans carbones
  1. Matériels de transport
  2. Matériels de levage
  3. Retours chantier
  4. Optimisation des consommables eau/électricité
- iv. Formation des opérateurs de crématoriums
  1. Sensibilisation des économies d'énergie liées aux comportements
  2. Optimisation énergétique du process crémation filtration.



##### c. Après travaux :

- i. Responsable : **Damien Raoult**
- ii. Mise en œuvre de la maintenance préventive et curative
- iii. Mise en œuvre de la télémaintenance pouvant remplacer des milliers de km parcourus
- iv. Mise en œuvre de la filière d'élimination des déchets de maintenance

