

## Annexe 1 – Données recueillies sur les UIOM

La nature des données recueillies sur les UIOM pour cette étude est indiquée dans le tableau 1. Toutes les données disponibles du tableau 1 ont été acquises depuis le démarrage des UIOM jusqu'à décembre 2004, compte tenu dans certains cas de l'installation de nouveaux incinérateurs (Maubeuge, Vaux-le-Pénil).

TABLEAU 1 RECUEIL DES DONNÉES SUR LES UIOM	
Paramètre	Remarque
Pour chaque période de fonctionnement	Définir la date et la nature du changement puis donner pour chaque période les renseignements ci-dessous
Date de mise en service	
Nombre de cheminées	
Fonctionnement (arrêts) (variations saisonnières)	24/24 ou arrêt nuit, week-end
Jours d'arrêts dans l'année (dates)	
Nb d'heures de fonctionnement dans l'année	
Nb de tonnes de déchets brûlés dans l'année et par heure	
Position cheminée X (Lambert II étendu)	En Lambert II étendu
Position cheminée Y	En Lambert II étendu
Nb de fours reliés/cheminée	
Hauteur de la cheminée/sol en mètres	
Diamètre intérieur de la(s) cheminée(s) en mètres Au niveau de l'éjection des gaz	
Température des rejets	Tous les comptes-rendus de mesures
Vitesse éjection des gaz	Tous les comptes-rendus de mesures
Débit moyen gaz sec en Nm <sup>3</sup> /h 11 % O <sub>2</sub>	Tous les comptes-rendus de mesures
% humidité	Si besoin
% O <sub>2</sub> sur gaz sec et humide	Si besoin
% Co <sub>2</sub>	Si besoin
Concentrations des différents congénères de dioxines et furanes et PCB dans les fumées	Tous les comptes-rendus de mesures et d'analyses
Concentrations en poussières	Tous les comptes-rendus de mesures et d'analyses
Concentrations en métaux lourds	Tous les comptes-rendus de mesures et d'analyses
% gaz et % particules	Si mesure
Granulométrie	Si mesure
Flux total en dioxines ng/h	Si calculé
Flux en dioxines mg/an	Si calculé

Les caractéristiques des UIOM sont rappelées ci-dessous :

### 1. Caractéristiques de l'UIOM de Gilly-sur-Isère

[Bureau Veritas/Careps 2004]

- De 1971 à 1984  
L'installation comportait deux fours pour une capacité totale d'incinération de l'ordre de 4 t/h de déchets, avec deux cheminées, pas de chambre post-combustion et un dépoussiérage de type cyclone.
- De 1985 à 1998  
L'installation comportait alors un four unique de capacité de l'ordre de 3,9 t/h, une chambre de combustion, un brûleur de réchauffage, une dilution des fumées sortie four et un électrofiltre 2 champs pour le dépoussiérage.
- De 1999 à 2001  
Même configuration que de 1985 à 1998 avec une augmentation du temps de fonctionnement de l'usine.

### 2. Caractéristiques de l'UIOM de Senneville-sur-Fécamp

- De 1974 à 1991  
Caractéristiques identiques à celles de 1992.
- De 1992 au 30 juin 1999 [Elyo 1996 ; Normandie mesures 1995]  
Les déchets étaient incinérés dans un seul four de capacité nominale de 3 t/h de déchets, les fumées étaient refroidies par dilution à l'air et partiellement dépoussiérées par un multicyclone de 108 cellules [Elyo 1996 ; Normandie mesures 1995] avant leur rejet à l'atmosphère via la cheminée. Augmentation du nombre d'heures de fonctionnement.
- De juillet 1999 à mai 2002  
L'usine de Senneville-sur-Fécamp disposait d'un four STEIN avec trois grilles d'une capacité maximale d'incinération de 3 t/h, d'une dilution par de l'air permettant le refroidissement des fumées, et d'un traitement des fumées par électrofiltre [Apave 2001b].

### 3. Caractéristiques de l'UIOM de Cluny

[Careps, Drass de Bourgogne 2003 ; MEDD, Grimot, d'Ornellas 2002]

- De 1986 à 2001  
Pas de dépoussiéreur, réduction de température par dilution à l'air aspiré au travers d'une fente [MEDD, Grimot, d'Ornellas 2002].
- De mars 2002 à juillet 2002  
Mise en place électrofiltre, et toujours un four de type pyrolyse, et un ventilateur de tirage [CME environnement 2002 ; MEDD, Grimot, d'Ornellas 2002].  
La capacité du four était de 0,99 t/h de déchets (source exploitant). D'autres sources [MEDD, Grimot, d'Ornellas 2002] indiquent que la capacité aurait pu être de 3,6 t/h sur la base d'un rapport de l'Apave de 1987.

### 4. Caractéristiques de l'UIOM de Vaux-le-Pénil

- De 1975 à 1980  
Fonctionnement en 1981 : un dépoussiéreur électrostatique, à tirage mécanique [AINF 1981].
- De 1981 à 1996  
Un four à grilles mécaniques Stein 4 t/h, alimenté par une trémie de refroidissement à pulvérisation d'eau et air de dilution, un ventilateur d'air primaire et secondaire de dilution (99), refroidissement des cendres hydraulique (dilution, pulvérisation eau), évacuation des fines séparées des cendres, dépoussiérage

électrostatique par un électrofiltre SECA à un champ, tirage par ventilateur d'extraction [Bureau Veritas, 1993].

- De 1997 à mai 1999  
Modification électrofiltre et aménagement irrigation des fumées (source information exploitant SIGUAM).

En 1999 l'installation était composée de [Apave 1999] :

- un four d'incinération (capacité nominale : 4 t/h) ;
- une gaine et un ventilateur d'air primaire et secondaire et de dilution ;
- une gaine de post-combustion, une chambre de pulvérisation d'eau (pour refroidir les fumées), un dépoussiéreur électrostatique à un champ, un ventilateur de tirage muni de vanelles et une cheminée.

La configuration était donc comparable à la période précédente.

En avril-juin 1999 installation d'un réseau d'air secondaire (post combustion de grosses particules mal brûlées, diminution des poussières) (source information rapport exploitant [SIGUAM 2001]).

- De juin 1999 à juin 2002 (arrêt de l'incinérateur SIGUAM)  
Les caractéristiques de l'incinérateur, globalement, sont restées comparables de juin 1999 à la fermeture de l'incinérateur [Apave 2001 ; Inéris, Rouil, Pradelle 2003 ; Veritas 2000].

- Nouvel incinérateur depuis mi-fin 2003 (SMITOM) (l'inauguration de l'Unité de valorisation énergétique date de juin 2003, la mise en service industriel date de décembre 2003 et la réception et l'exploitation de l'unité datent du 12 mars 2004).

La nouvelle installation est composée de deux lignes d'incinération (2 fours, 2 cheminées). Les fours sont composés de trois parties, une partie séchage, une deuxième de combustion et la dernière de refroidissement et ont une capacité unitaire de 8 t/h- PCI : 2350 Kcal/kg [source exploitant SMITOM]. Une injection d'eau ammoniacale (diluée à 25 %) dans les fours permet de traiter les oxydes d'azote. Les fumées en sortie de chaudières subissent successivement une neutralisation des polluants acides au lait de chaux dans les absorbeurs suivie d'une injection de charbon actif. Les poussières formées sont captées dans un filtre à manche (dépoussiéreur à élément filtrant cylindrique, [Koller 2004] constitué de 420 manches en Teflon P84 réparties en 3 caissons [SMITOM 2004].

Un contrôle continu de la température garantit les 850 °C pendant 2 secondes par apport complémentaire de comburant (air) si nécessaire depuis la mise en service de l'installation.

### 5. Caractéristiques de l'UIOM de Dijon

(source exploitant) [INGEVALOR 2001]

- De 1974 à juin 1998  
L'installation était équipée de 2 fours von Roll d'une capacité d'incinération de 12,5 t/h (nominale 11,6 t/h) avec chaudières de récupération d'énergie (34 t/h), d'un dépoussiéreur électrostatique CECA à 2 champs d'électrofiltre [Apave 1993] et d'une cheminée monoconduit de 60 m de hauteur [source exploitant Comadi].
- De juillet 1998 à début 2002  
Mise en service d'un système de traitement des fumées, de type humide à 2 laveurs, un laveur co-courant acide et un laveur contre-courant basique [Apave 2002 ; Socor 1999] en plus du traitement par dépoussiéreur électrostatique existant. L'installation comporte une cheminée par four (toujours de capacité 11,6 t/h chacun soit 23,2 t/h au total) (passage d'une cheminée de 60 m à deux cheminées de 33 m en juillet 1998) [source exploitant Comadi].

- Début 2002 au 4<sup>e</sup> trimestre 2004  
Rénovation complète des deux fours et chaudières des deux lignes, puis mise en service de ceux-ci. Par ailleurs, installation et mise en service d'un 3<sup>e</sup> champ d'électrofiltres en 2003 [Socor 2003].
- 4<sup>e</sup> trimestre 2004  
Mise en service d'un traitement complémentaire des fumées Denox/Dediox par réacteur catalytique (système SCR) [source exploitant Comadi].  
Depuis 1974, la température du foyer de combustion était contrôlée en continue.

## 6. Caractéristiques de l'UIOM de Maubeuge

[Aria 2004]

- De 1981 à fin 1991  
L'usine était équipée de deux fours Stein Industrie à trois grilles en cascade, avec chacun une capacité de 5,5 t/h. Chacune des deux grilles était équipée d'un électrofiltre à deux champs Research Cotrell pour le dépoussiérage des fumées. Les gaz étaient ensuite évacués via un ventilateur d'extraction par un conduit de cheminée par ligne [Smiaa 2002].  
Les équipements techniques ayant une influence sur les rejets en dioxines et furanes n'ont pas été modifiés entre 1981 et 1992.
- De 1992 au 20 mars 2001  
Le tonnage incinéré et la vitesse d'éjection des gaz constitue la majeure différence avec la période précédente, sans changement majeur d'équipements techniques mis à part les ventilateurs d'exhaure.
- Du 21 mars 2001 à 2004  
L'installation est équipée de deux nouveaux fours d'incinération (fours à grilles Von roll), mais toujours de capacité nominale de 5,5 t/h de déchets chacun. Mise en place en 2001 d'un traitement des fumées semi-sec constitué d'un réacteur et d'un dépoussiéreur filtre à manches par ligne. Les fumées sont refroidies par injection d'eau, puis neutralisées par injection de chaux éteinte et de coke de lignite dans le réacteur [Smiaa 2002] avant dépoussiérage dans le filtre à manches [Dioxlab 2004]. Les installations étaient depuis le début (1981) équipé d'un contrôle continu de la température du foyer de combustion.

## 7. Caractéristiques de l'UIOM de Bessières

- 08/01/2001 à décembre 2004  
L'installation comporte deux lignes d'incinération (four+cheminées) et pour chacune un four Alstom capable d'incinérer 11,4 t/h de déchets.  
Les fumées, à la sortie des chaudières, subissent successivement un dépoussiérage par un électrofiltre à deux champs, un lavage dans deux colonnes (traitement humide des fumées à deux laveurs), avec un traitement au charbon actif dans la deuxième colonne. Des ventilateurs d'extraction permettent ensuite l'évacuation des fumées épurées à la cheminée.  
Les deux cheminées sont équipées de mesures en continu des polluants et des contrôles semestriels complémentaires sont réalisés par l'Apave.  
Enfin, les fours sont équipés, depuis l'origine, de sondes de température (mesure en continu) permettant de vérifier le respect d'une température de combustion de 850 °C minimum pendant au moins deux secondes.

## 8. Caractéristiques de l'UIOM de Pluzunet

- 01/04/1997 à 01/07/2000  
Installation d'un four (Isita volund) d'une capacité de 7 t/h. Dépoussiérage par électrofiltre à 2 champs (Walther), et traitement des fumées de type humide à 2 laveurs (Sulther) [source d'information Smitred].
- 01/07/2000 à 12/2004  
Ajout d'un traitement catalytique des fumées de type Dediox/Denox (traitement à l'ammoniac à 8 l/h) (Apave, 2000 ; 2004)  
La température T25 (2 secondes) est contrôlée continûment à la sortie du four depuis 1997. Depuis 1997 aussi il y a arrêt du four si la température est < 850 °C en moyenne pendant 10 minutes.

## 9. Impact des caractéristiques des UIOM et des systèmes de filtres sur l'émission en dioxines et furanes et la taille des particules émises

- Combustion  
Il faut noter que dans certains cas, pour la catégorie des moins de 6/h, des UIOM concernés par l'étude ne contrôlaient pas régulièrement la température du foyer de combustion. La formation en dioxines est liée à la combustion de produits contenant du chlore. La combustion à des températures insuffisantes (en dessous de 850°) favorise la formation de ces composés [Trouve, Delfosse 1997]. La plage de température comprise entre 250 et 400°C est particulièrement à risque, et d'autres paramètres sont aussi susceptibles d'influer, comme la nature du combustible et la charge en métaux lourds [Collet 2000 ; Trouve, Delfosse 1997]. De même les phases de rallumage sont propices à la formation des dioxines du fait de ce passage aux faibles températures, un rapport de l'Ademe a montré que des arrêts volontaires ou non des fours entraînent lors des remises en route des concentrations en PCDD/DF très élevées pouvant dépasser plusieurs centaines de ng/Nm<sup>3</sup>. La modélisation prend en compte les temps de fonctionnement. Dans le cas de Cluny il a été tenu compte, en raison de rapports contradictoires de deux scénarios de fonctionnements dont l'un comporte l'effet d'un rallumage journalier et l'autre un fonctionnement 24h/24 (cf. Étude de sensibilité). Par ailleurs, l'optimisation de l'oxydation des gaz de combustion nécessite une température, un temps de séjour et une turbulence suffisants. Les gaz de combustion doivent ainsi être portés à une température de 850 °C pendant une durée minimum de 2 secondes.
- Traitement des fumées  
Le traitement des fumées est très différent selon les UIOM et selon les périodes et notamment depuis la mise en vigueur de la réglementation sur les dioxines et furanes (circulaire du 24/02/1997 puis arrêté du 20/09/2002).  
Le système d'épuration des fumées est un paramètre clef dans l'émission [Afssa-InVS 2003]. Les dépoussiéreurs ayant un impact direct sur la granulométrie (et la quantité) des particules émises en sortie, le principe de ces traitements est donc rappelé, notamment pour les petits UIOM de cette étude (inférieurs à 6 t/h), pour lesquels ces dépoussiéreurs constituaient le seul traitement des fumées.

### › Les multicyclones

Les cyclones sont des dépoussiéreurs mécaniques. Dans ces dépoussiéreurs, le gaz pollué est soumis à un mouvement de rotation. Sous l'influence de la force centrifuge, les particules se dirigent vers les parois du cyclone où elles s'agglomèrent et sont transportées sous l'action de la pesanteur, dans la trémie du cyclone [Bicocchi 1998 ; Koller 2004]. Comme l'accélération est inversement proportionnelle au diamètre, des petits cyclones de rayons faibles sont insérés dans des batteries de cyclone. Cette technologie ne permet de capter efficacement les particules inférieures à 10 µm [Bicocchi 1998] et en 2002, le procédé, pour de nouvelles installations, est considéré comme peu efficace pour des particules de taille inférieures à 5 µm [Bicocchi, L'hospitalier 2002]. Les cyclones (dont celui de Gilly-sur-Isère) ont un pouvoir de coupure entre 50 et 150 µm [Bicocchi 1998 ; Bureau Veritas/Careps, Dupasquier, Lassagne 2004].

### › Les électrofiltres

Les fumées passent entre deux électrodes sous une tension de plusieurs milliers de volts ; les particules se chargent négativement et sont collectées sur la plaque qui constitue l'électrode positive [Bicocchi 1998 ; Société française de santé publique 1999]. L'efficacité d'épuration dépend de la taille des particules. Une plus grande efficacité peut être obtenue pour les particules de 0,1 et 10 µm qu'entre ces deux valeurs [Bicocchi, L'hospitalier 2002]. Le nombre

de champs joue également un rôle important dans l'efficacité de collection [Bicocchi, L'hospitalier 2002]. La plupart des électrofiltres comportent au minimum 2 champs en série et peuvent atteindre 4 voir 5 champs [Bicocchi 1998]. De façon générale, le captage est plus ou moins efficace selon le spectre granulométrique des poussières émises, s'il est plus ou moins dispersé [Bicocchi, L'hospitalier 2002]. Ce spectre granulométrique des émissions est le plus souvent non connu dans le cadre de cette étude. Ce spectre est aussi fonction de la combustion et des composés brûlés [Bicocchi, L'hospitalier 2002]. Les performances d'un électrofiltre diminuent lorsque la teneur en poussières augmente. De façon générale un bon dépoussiérateur à média électrique est efficace sur des poussières dont le diamètre dépasse 10 µm [Bicocchi, L'hospitalier 2002]. Dans le cadre de l'étude de l'UIOM de Gilly-sur-Isère du Bureau Veritas pour le Careps, il a été considéré que les électrofiltres avaient un pouvoir de coupure entre 10 et 50 µm [Bureau Veritas/Careps, Dupasquier, Lassagne 2004].

- Une période d'activité homogène est une période au cours de laquelle il n'y a pas eu de changements significatifs des caractéristiques de l'incinérateur susceptibles d'influer sur les émissions en dioxines et furanes, comme par exemple l'installation d'un filtre, un changement de la cheminée ou du mode de fonctionnement.

Le tableau ci-dessous indique les différentes périodes de fonctionnement considérées pour chaque incinérateur, ainsi que les dates d'ouverture et de fermeture. Les données recueillies s'arrêtent à décembre 2004.

TABLEAU 2 DÉFINITION DES PÉRIODES HOMOGÈNES D'ACTIVITÉ PAR UIOM					
UIOM	Période 1 (ouverture)	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5
Bessières	08/01/2001 à 2004				
Pluzunet	01/04/1997	01/07/2000 à 2004 inclus			
Cluny	1986 à 2001	Mars à juin 2002			
Senneville-sur-Fécamp	1974 à 1991	1992 au 30 juin 1999	Juillet 1999 à mai 2002		
Gilly-sur-Isère	1971 à 1984	1985 à 1998	Début 1999 à octobre 2001		
Vaux-le-Pénil	1975 à 1980	1981 à 1996	1997 à mai 1999	Juin 1999 à juin 2002	Nouvel UIOM jusqu'à 2004
Dijon	1974 à 1981	1982 à 1988	1989 à juin 1998	Juillet 1998 à fin 2002	Janvier 2003 à 2004
Maubeuge	1981 à 1991	1992 à mars 2001		Nouvel incinérateur sept 2001 jusqu'à 2004	