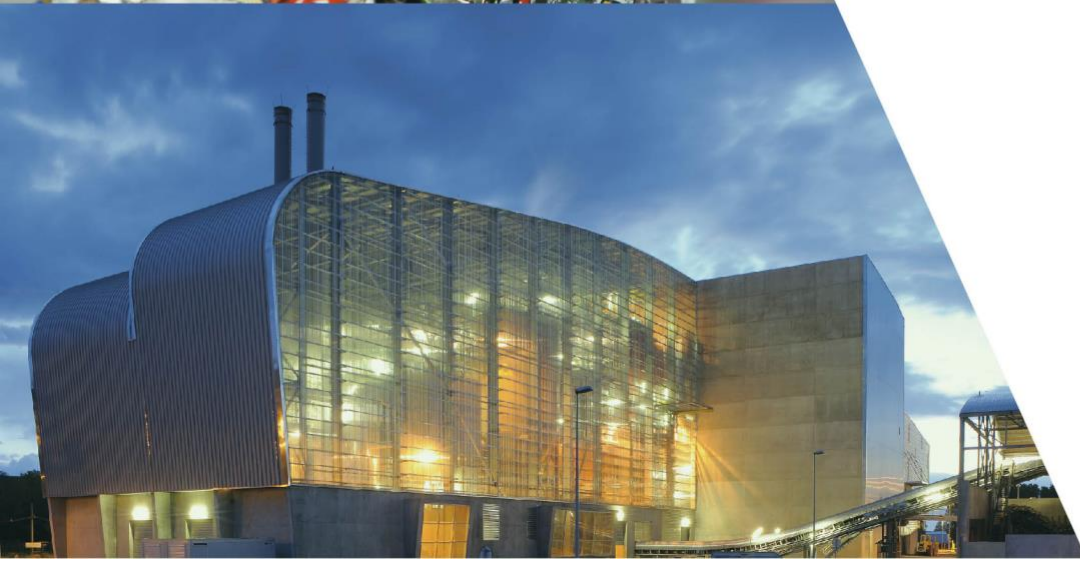


Série DT113
Février 2022

UIOM :

Fumées, surveillance

et maîtrise des risques sanitaires





PRÉSENTATION D'AMORCE

Rassemblant plus de 1000 adhérents pour 60 millions d'habitants représentés, AMORCE constitue le premier réseau français d'information, de partage d'expériences et d'accompagnement des collectivités (communes, intercommunalités, conseils départementaux, conseils régionaux) et autres acteurs locaux (entreprises, associations, fédérations professionnelles) en matière de transition énergétique (maîtrise de l'énergie, lutte contre la précarité énergétique, production d'énergie décentralisée, distribution d'énergie, planification) et de gestion territoriale des déchets (planification, prévention, collecte, valorisation, traitement des déchets).

Force de proposition indépendante et interlocutrice privilégiée des pouvoirs publics (ministères, agences d'État et du Parlement) AMORCE est aujourd'hui la principale représentante des territoires engagés dans la transition énergétique et l'économie circulaire. Partenaire privilégiée des autres associations représentatives des collectivités, des fédérations professionnelles et des organisations non gouvernementales, elle a joué un rôle majeur dans la défense des intérêts des acteurs locaux lors de l'élaboration de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte ou précédemment des lois relatives au Grenelle de l'environnement.

Créée en 1987, elle est largement reconnue au niveau national pour sa représentativité, son indépendance et son expertise, qui lui valent d'obtenir régulièrement des avancées majeures (TVA réduite sur les déchets et sur les réseaux de chaleur, création du Fonds Chaleur, éligibilité des collectivités aux certificats d'économie d'énergie, création de nouvelles filières de responsabilité élargie des producteurs, signalétique de tri sur les produits de grande consommation, généralisation des plans climat-énergie, obligation de rénovation des logements énergivores, réduction de la précarité énergétique, renforcement de la coordination des réseaux de distribution d'énergie, etc...).





RÉDACTEURS

Pôle Déchets, AMORCE

MENTIONS LÉGALES

©AMORCE – Septembre 2021

Les propos tenus dans cette publication ne représentent que l'opinion de leurs auteurs et AMORCE n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y sont contenues.

Reproduction interdite, en tout ou en partie, par quelque procédé que ce soit, sans l'autorisation écrite d'AMORCE.

Possibilité de faire état de cette publication en citant explicitement les références.



SOMMAIRE

INTRODUCTION	5
1 ÉTAT DES LIEUX DES UIOM EN FRANCE	6
1.1 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'INCINERATION	6
1.2 LA VALORISATION ENERGETIQUE	7
1.3 CARTOGRAPHIE DES UNITES EN FRANCE	8
2 PLACE DE L'INCINERATION DANS LES EMISSIONS SUR LE TERRITOIRE NATIONAL	
2.1 UNE CONTRIBUTION FAIBLE DE L'INCINERATION DANS LES EMISSIONS NATIONALES VIS-A-VIS DES AUTRES SECTEURS	9
2.2 ZOOM SUR L'EVOLUTION DES EMISSIONS EN DIOXINES ET FURANES LIEES A L'INCINERATION	17
2.2.1 RAPPELS SUR LES DIOXINES	17
2.2.2 DES EMISSIONS EN FORTES BAISES	19
3 LA MAITRISE DES EMISSIONS ATMOSPHERIQUES	20
3.1 RISQUES SANITAIRES	20
3.2 MAITRISE DES IMPACTS	21
CONCLUSION	26
BIBLIOGRAPHIE	27
GLOSSAIRE	28
ANNEXES	29



INTRODUCTION

En 2019, 582 kg/hab/an¹ de déchets ménagers et assimilés étaient produits en France représentant une quantité totale de plus de 38,9 millions de tonnes collectées par le service public. Seulement 47 % de ces déchets collectés en 2019 ont fait l'objet d'une valorisation matière ou organique. **32 % des déchets collectés ont donc été traités par incinération** avec valorisation énergétique et 21 % ont été enfouis.

Malgré une priorité donnée à la prévention de la production de déchets, il n'est pas réaliste aujourd'hui de considérer que l'on peut intégralement éviter de produire des déchets. Dès lors, l'objectif est de tirer le meilleur parti de ces déchets et des dispositifs disponibles, sur les plans techniques, économiques, environnementaux et sociaux avec respect de la hiérarchie de leur traitement (réutilisation, recyclage, ou à défaut valorisation).

Un certain nombre de matériaux qui composent les déchets peuvent faire l'objet d'un recyclage : une partie des emballages, des papiers, des déchets d'équipements électriques et électroniques, des pneus, de certains déchets de bois ou encore des textiles, ... Par ailleurs, les résidus organiques et en particulier les déchets verts et les fermentescibles, mais aussi éventuellement des papiers cartons, qui ne présentent plus de danger en termes de polluants, peuvent faire l'objet de valorisation sous forme de composts ou d'amendements organiques après méthanisation.

Au-delà des différentes collectes séparées permettant d'orienter les déchets produits vers des filières de valorisation ou de recyclage appropriées, restent ainsi les déchets résiduels. **Dans le cas des déchets dits « de routine », la part d'ordures ménagères résiduelles est évaluée en moyenne à 249 kg/hab/an en 2019¹. A cette part, s'ajoutent les déchets résiduels occasionnels** (tout-venants de déchèteries pour 53 kg/hab/an et encombrants collectés en porte à porte pour 10 kg/hab/an) ainsi que les **déchets émis par les installations de tri et traitement** (erreurs de tri, refus, résidus). Les efforts en matière de prévention et valorisation doivent être poursuivis pour minimiser la quantité de résiduels produits. **Néanmoins, une part incompressible des déchets (près d'un quart) n'est toujours pas recyclable dans les conditions technico-économiques actuelles.**

La valorisation énergétique du gisement résiduel qui contient un pouvoir calorifique à peu près identique à celui du bois et qu'il serait dommage de ne pas utiliser, reste donc une filière essentielle, et ce d'autant plus à l'heure où la France s'interroge sur son avenir énergétique en raison de sa très forte dépendance aux énergies fossiles importées et non renouvelables. Cette incinération peut être directe ou se faire à partir de combustible solides de récupération.

Les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) disposant d'équipements de récupération d'énergie restent donc un exutoire nécessaire au traitement des déchets produits sur le territoire. Or, malgré les progrès réalisés tant sur le plan réglementaire que technique depuis 2006 qui ont permis de limiter considérablement les impacts sanitaires des UIOM, cette filière de traitement souffre aujourd'hui des erreurs passées et le **risque sanitaire perçu par les populations est très souvent en décalage complet par rapport au risque réel.**

Cette note, à destination de tout public, a pour but de tenter de lever les craintes pouvant être perçues sur les émissions atmosphériques par les populations locales riveraines des UIOM. Elle présente un **rapide état des lieux des usines d'incinération françaises et des enjeux associés, éclaire sur les éventuels risques liés à l'exploitation de ce type d'usine et présente les moyens techniques et réglementaires disponibles permettant de les maîtriser.**

¹ La collecte des déchets par le service public en France, Résultats Clés 2019, ADEME

1 État des lieux des UIOM en France

L'incinération est un maillon de la chaîne de traitement des déchets qui consiste à une auto-combustion des déchets en présence d'air. Les ordures ménagères résiduelles constituent en effet un combustible certes hétérogène, avec un pouvoir calorifique variable suivant leur composition (autour de 2 600 kWh par tonne, proche de celui du bois). L'incinération s'effectue au sein d'une usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM). Dans le cas où l'usine valorise l'énergie émise par la combustion des déchets avec un rendement élevé, on la nomme également Unité de Valorisation Énergétique.

1.1 Caractéristiques techniques de l'incinération

En rappel, une usine de valorisation énergétique se compose :

- d'une fosse de réception des déchets dans laquelle peut être stocké, au minimum, le produit de 2 à 3 jours de collecte,
- d'un ou plusieurs fours dans lequel les déchets sont mélangés et mis en contact avec de l'air pour assurer la combustion,
- d'une unité de récupération de l'énergie (chaudière),
- d'un système d'épuration des gaz de combustion, avec récupération des résidus de l'épuration (nommés REFIOM),
- d'une installation de récupération des mâchefers (résidu solide de la combustion),
- d'un système de transformation de l'énergie, sous forme de chaleur et/ou d'électricité.

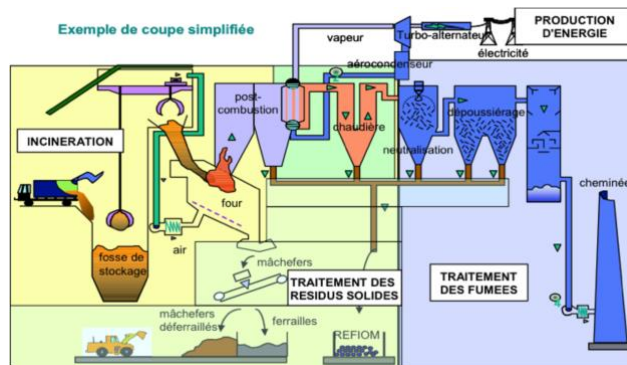


Figure 1: Schéma de fonctionnement d'un incinérateur (source : Guide élu et les déchets AMORCE)

La majorité des UIOM disposent d'un système de récupération de la chaleur produite par la combustion des déchets sous forme de vapeur. Cette vapeur peut ensuite être utilisée pour **produire de la chaleur, de l'électricité ou une combinaison des deux** via un dispositif de cogénération.

La combustion des déchets entraîne la formation de rejets polluants dans les fumées, qui proviennent des éléments composant les déchets : acide chlorhydrique, oxydes de soufre, métaux lourds ou qui sont formés pendant le processus de combustion : oxydes d'azote, dioxines et furanes, etc. Afin de limiter leurs impacts environnemental et sanitaire, les unités de valorisation énergétique sont équipées d'un traitement des fumées complet. Les résidus d'épuration des fumées (REFIOM) qui concentrent la quasi-totalité des polluants émis lors de l'incinération et sont donc considérés comme des déchets dangereux, sont récupérés et traités dans un site de stockage de déchets dédié après inertage et sous surveillance constante.

Les résidus non combustibles (minéraux, inertes) de l'incinération récupérés à la sortie du four sont appelés mâchefers. Ils représentent 20 à 25 % du tonnage initial de déchets. Les mâchefers comportent de la ferraille et des métaux non ferreux pouvant être récupérés en vue d'un recyclage matière. Après une phase de maturation et de préparation, les mâchefers peuvent être valorisés en technique routière sous conditions du respect de l'arrêté du 18 novembre 2011. Les sites génèrent également des rejets aqueux récupérés et traités in situ ou ex situ (effluents liquides du processus, eaux de pluie et de ruissellement).



L'incinération a l'avantage de réduire de 90 % le volume des déchets entrants et de concentrer les polluants dans les résidus de traitement des fumées qui font l'objet d'une gestion spécifique.


1.2 La valorisation énergétique

L'incinération des déchets permet de tirer parti de leur potentiel énergétique en produisant **une énergie dite de récupération (ou énergie fatale)**. Elle est également en partie assimilée aux **énergies renouvelables** du fait qu'elle provient pour partie de biomasse. On estime en effet que plus de 50% des déchets incinérés proviennent de cette biomasse. L'incinération des déchets permet ainsi de réduire l'utilisation de ressources fossiles et les émissions de gaz à effet de serre induites.

Le type de valorisation énergétique (chaleur et/ou électricité) mis en œuvre et ses performances dépendent de l'usine (taille, exploitation, type de chaudière) mais aussi de son contexte d'implantation, en particulier de l'existence ou non d'un utilisateur à proximité pour absorber la chaleur fournie tout au long de l'année. Pour être qualifiée d'opération de valorisation, les unités doivent atteindre un niveau de performance énergétique suffisant qui est calculé selon une formule décrite dans la directive IED 2008/98/CE (rendement R1).

La valorisation d'une tonne de déchets peut permettre de produire jusqu'à **500 kWh d'électricité (en valorisation d'électricité seule) ou 1 700 kWh de chaleur (en valorisation thermique seule)**. **En guise d'exemple, en valorisation thermique seule, les déchets de 7 familles (après tri) permettent de chauffer une famille. En valorisation électrique seule, les déchets de 10 familles permettent d'alimenter en électricité une famille (hors chauffage et eau chaude sanitaire)².**

En 2018, la récupération d'énergie par incinération a représenté 10,2 TWh (Térawatts heure) de chaleur et 4,2 TWh électriques³ (soit 0,9 % de la consommation nationale d'électricité). La chaleur produite par les unités de traitement thermique des déchets ménagers comptait alors pour 25 %⁴ du bouquet énergétique

 L'unité de valorisation énergétique de Lyon Sud, exploitée par la Métropole de Lyon et située dans le quartier de Gerland, a produit en 2018 environ 49% de la fourniture énergétique totale du réseau de chauffage urbain « Centre Métropole » desservant les villes, Villeurbanne, et Bron, 4^e réseau de chauffage urbain de France desservant plus de 40 000 équivalents logements.

Source : Métropole de Lyon

des réseaux de chaleur français (sur 25 TWh). **C'est ainsi autant d'énergie évitée issue des ressources fossiles, grandement émettrices de CO₂ mais également responsables d'une pollution atmosphérique avérée lors de leur extraction, transport et combustion pour la production d'énergie.**

² Les avis de l'ADEME, L'incinération des déchets ménagers et assimilés, décembre 2012

³ Enquête ITOM ADEME sur les données 2018

⁴ Enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid, Données 2018 (Edition 2019)

1.3 Cartographie des unités en France

122 UIOM sont en cours d'exploitation sur le territoire français dont 119 sont équipées d'un dispositif de récupération d'énergie, soit 99 % des tonnages entrants en incinération. Le nombre d'UIOM sans dispositif de récupération d'énergie tend à diminuer tandis que le parc cherche à optimiser le rendement énergétique des unités en fonctionnement.

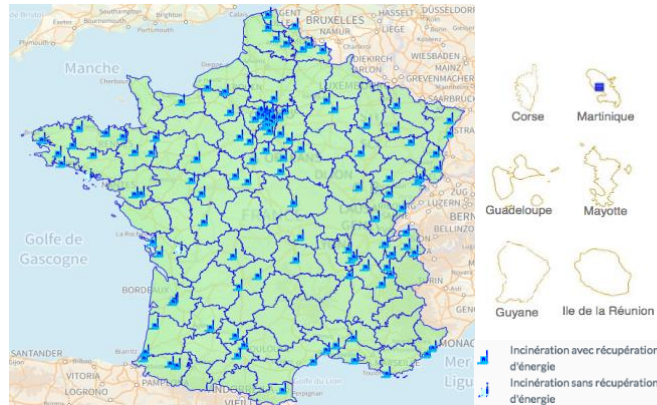


Figure 2 : Carte des UIOM françaises (source : SINOE)



2 Place de l'incinération dans les émissions sur le territoire national

Comme toutes combustions, l'incinération génère des polluants atmosphériques (dioxines et furanes, métaux lourds, gaz acides, poussières) qui, à haute dose, peuvent avoir un impact sur la santé si ces émissions ne sont pas filtrées. Les rejets gazeux émis sont toutefois limités au regard des autres secteurs d'activités.

2.1 Une contribution faible de l'incinération dans les émissions nationales vis-à-vis des autres secteurs ⁵

Il existe un Inventaire National des Émissions Polluantes en France réalisé par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique), toutes sources confondues et détaillé par secteur économique, qui est mis à jour annuellement. Le CITEPA est une association à but non lucratif, missionné par l'État, qui élabore, vérifie et diffuse de manière impartiale des informations relatives aux émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants atmosphériques. Il réalise notamment l'inventaire national annuel des émissions de GES et de polluants atmosphériques depuis plus de 20 ans.

Le tableau ci-après synthétise pour les polluants inventoriés dont l'incinération est contributrice, la part de la filière incinération sur la totalité des émissions du territoire métropolitain en 2017 (colonne en verte). L'évolution des émissions pour chaque polluant est aussi représentée par un graphique selon les 6 grands secteurs définis par le CITEPA (7 dans le cas des GES en intégrant le secteur de l'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie). Dans une dernière colonne, et à titre de comparaison, les principaux secteurs émetteurs sont précisés.

Il est important de noter que la filière incinération est classée par le CITEPA dans deux secteurs principaux qui sont :

- La transformation d'énergie pour les UIOM avec récupération d'énergie,
- Le **traitement centralisé des déchets pour les UIOM sans récupération d'énergie** (cette rubrique comporte également le stockage des déchets, le traitement des eaux usées et d'autres traitement de déchets solides).

Légende graphique :



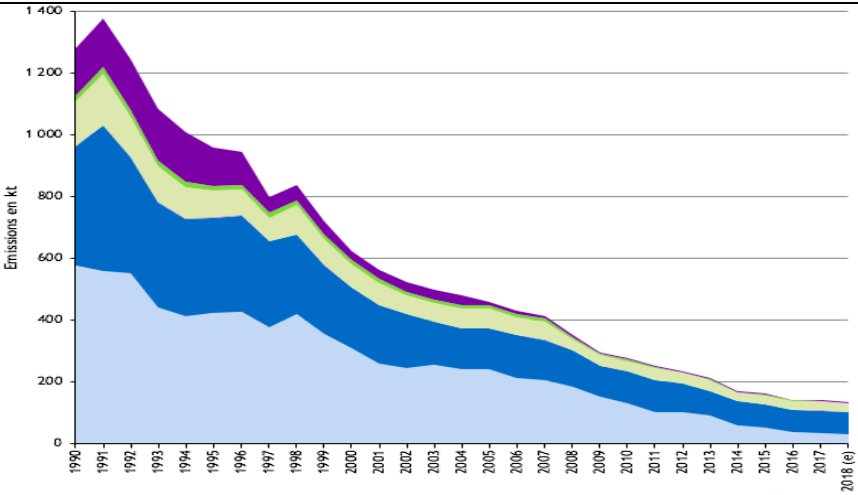
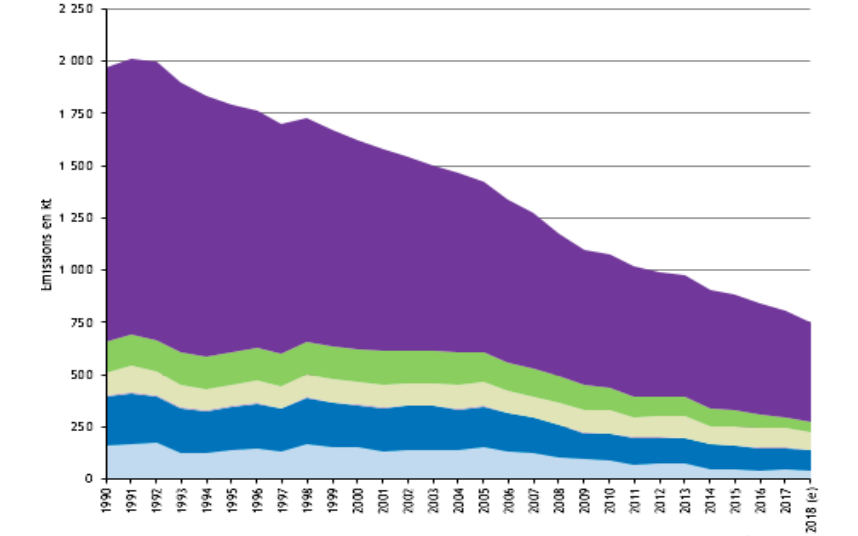
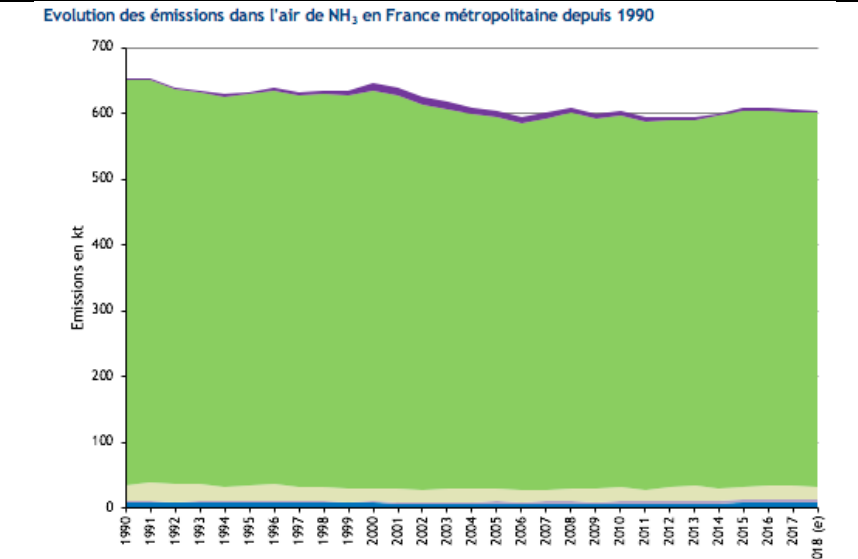
Le chlorure d'hydrogène, l'acide fluorhydrique et certains métaux lourds tels que le thallium, l'antimoine, le cobalt, le manganèse, et le vanadium ne sont pas dans l'inventaire national.

Polluants	Part de l'incinération	Évolution des émissions dans l'air en France Métropolitaine depuis 1990 par secteur	Sous-secteurs prépondérants (contribution >10 %)
-----------	------------------------	---	--

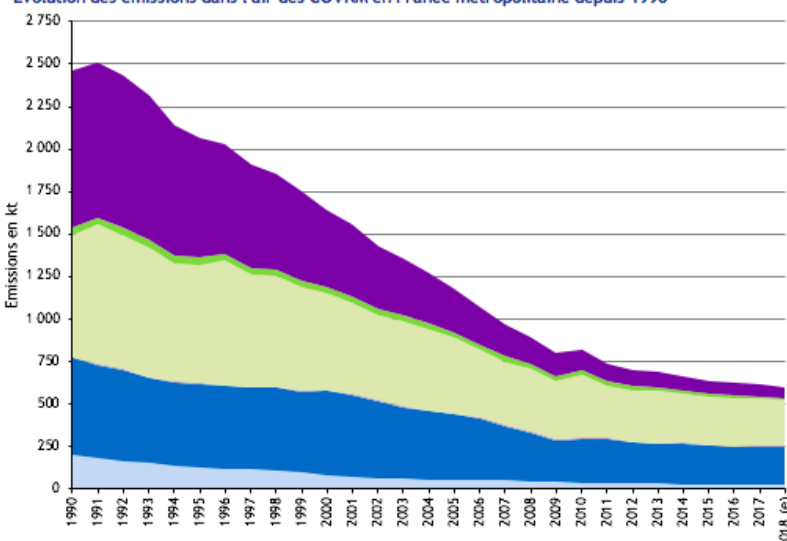
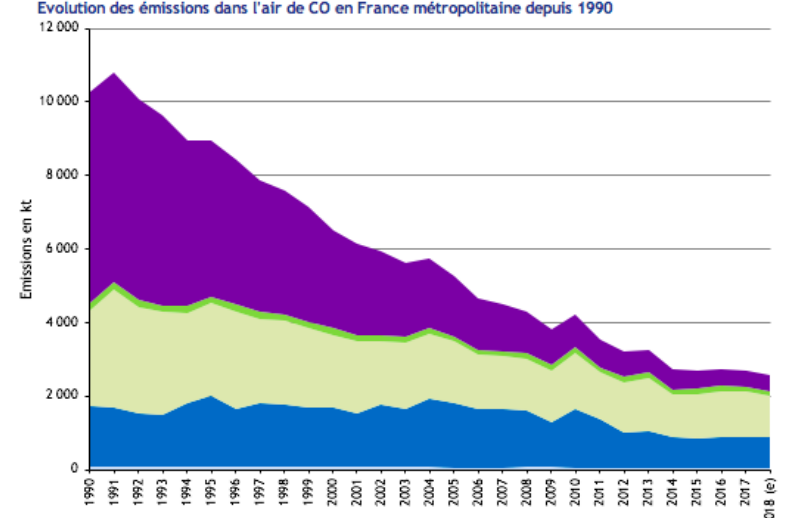
⁵ Source : CITEPA, Inventaire national, Edition 2018 et 2019 (année de référence : 2017)



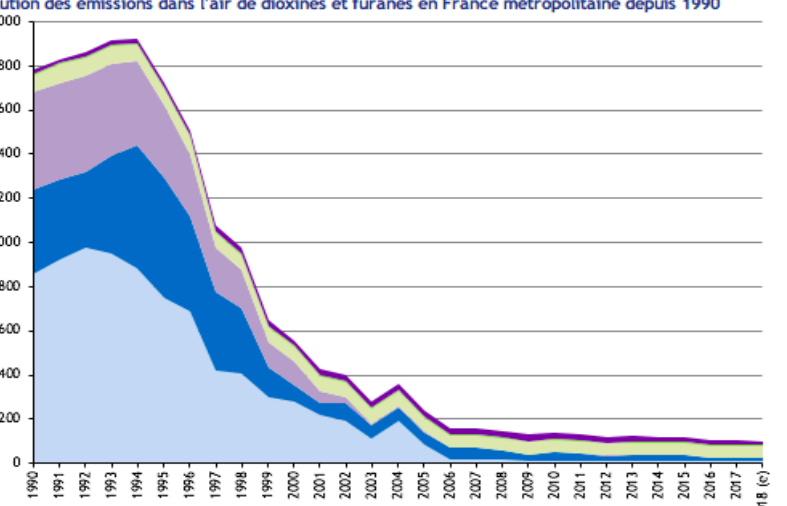
Acidification, Eutrophisation

<p>Dioxyde de soufre (SO₂)</p>	<p>0,7%</p>		<p>Métallurgie des métaux ferreux (18%) Raffinage du pétrole (18%) Résidentiel 11% Minéraux non-métalliques, matériaux de construction 11% Tertiaire (10%)</p>
<p>Oxyde d'azote (NO_x)</p>	<p>1,1%</p>		<p>VP/VUL/PL diesel (55%) Résidentiel (13%)</p>
<p>Ammoniac (NH₃)</p>	<p>0,03%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de NH₃ en France métropolitaine depuis 1990</p> 	<p>Engrais, amendements minéraux, amendements organiques (47%) Bovins (24%)</p>



<p>Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)</p>	<p>0,01%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air des COVNM en France métropolitaine depuis 1990</p> 	<p>Résidentiel 45 % dont 21 % pour les combustions d'appareils de chauffage et 22 % pour l'utilisation domestique de solvants Autres industrie manufacturière (10%)</p>
<p>Monoxyde de carbone (CO)</p>	<p>0,02%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de CO en France métropolitaine depuis 1990</p> 	<p>Résidentiel 44 % dont 40 % pour les combustions d'appareils de chauffage Métallurgie des métaux ferreux (26 %)</p>

Contamination par les polluants organiques persistants (POP)

<p>Dioxines furanes (PCDD/F)</p>	<p>1%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de dioxines et furanes en France métropolitaine depuis 1990</p> 	<p>Résidentiel 50 % dont brûlage de déchets à l'air libre 39 % et combustion des appareils de chauffage 11 % VP diesel 11%</p>
----------------------------------	-----------	---	--

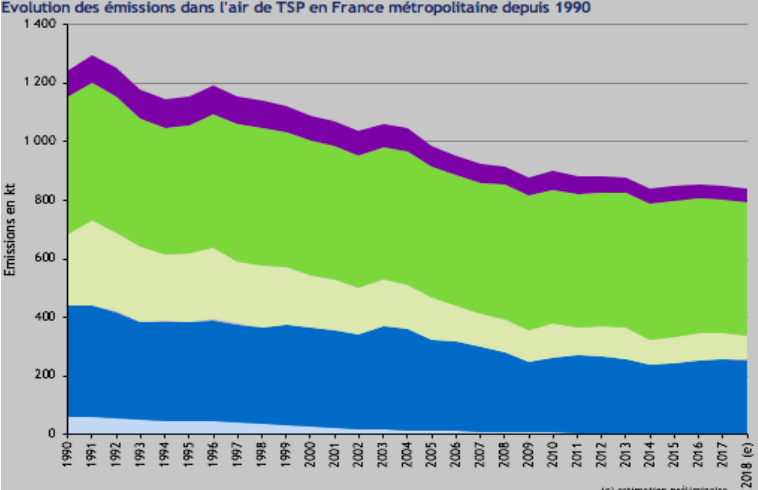


<p>HAP⁶</p> <p>0,9%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de HAP en France métropolitaine depuis 1990</p>	<p>Résidentiel 62 % dont 58 % combustion des appareils de chauffage</p>
<p>Polychloro- biphényles (PCB)</p> <p>0,02%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de PCB en France métropolitaine depuis 1990</p>	<p>Métallurgie des métaux ferreux (38 %) Résidentiel (25%) Production d'électricité (13%)</p>
<p>Hexachloro- benzène (HCB)</p> <p>54%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de HCB en France métropolitaine depuis 1990</p>	<p>Incinération de déchets domestiques avec récupération d'énergie (45%) Incinération sans récupération d'énergie (26%) Résidentiel (14%)</p>

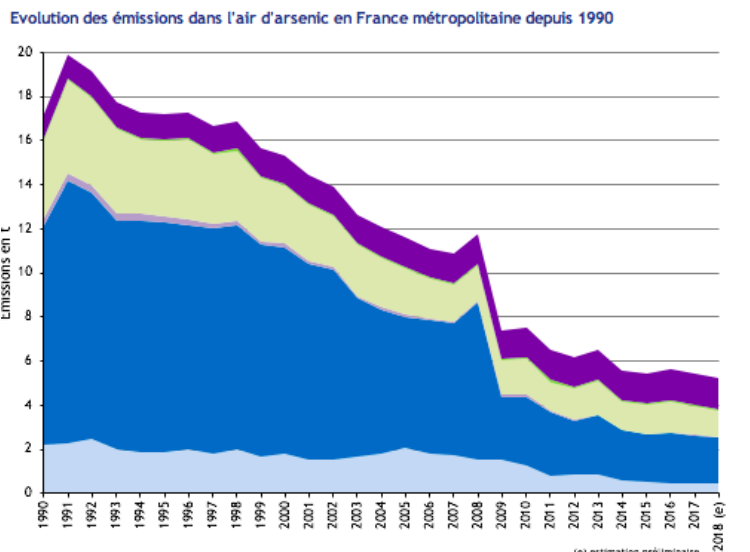
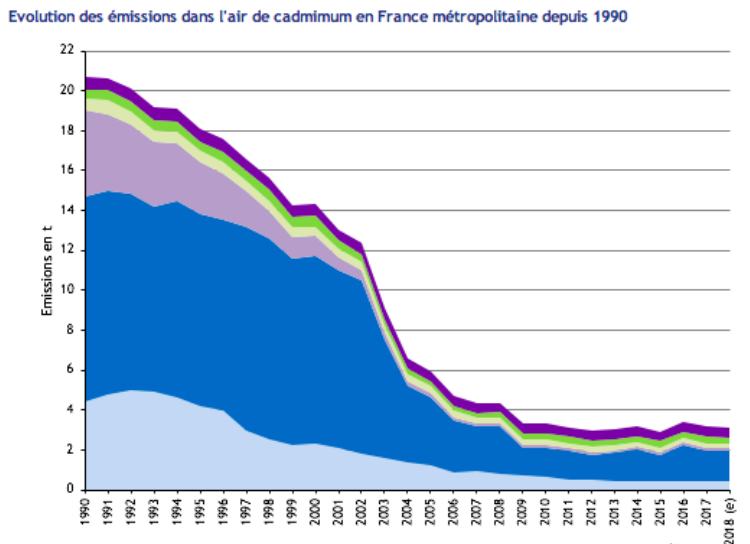
⁶ Somme des 4 HAP suivants : BaP, BbF, BkF, IndPy



Particules en suspension

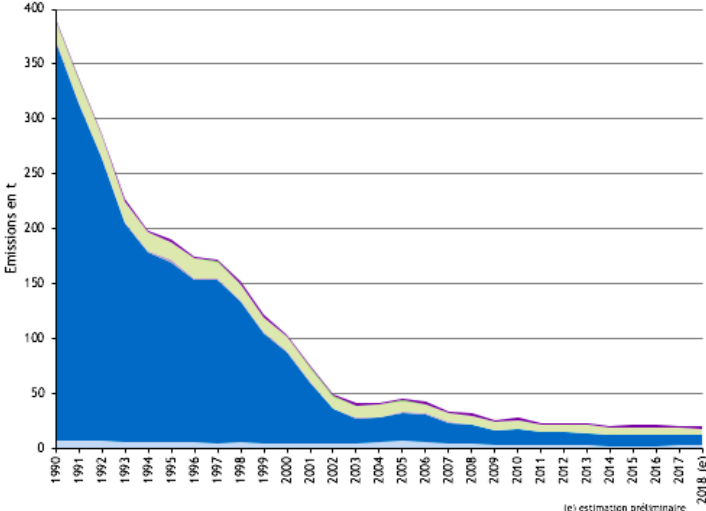
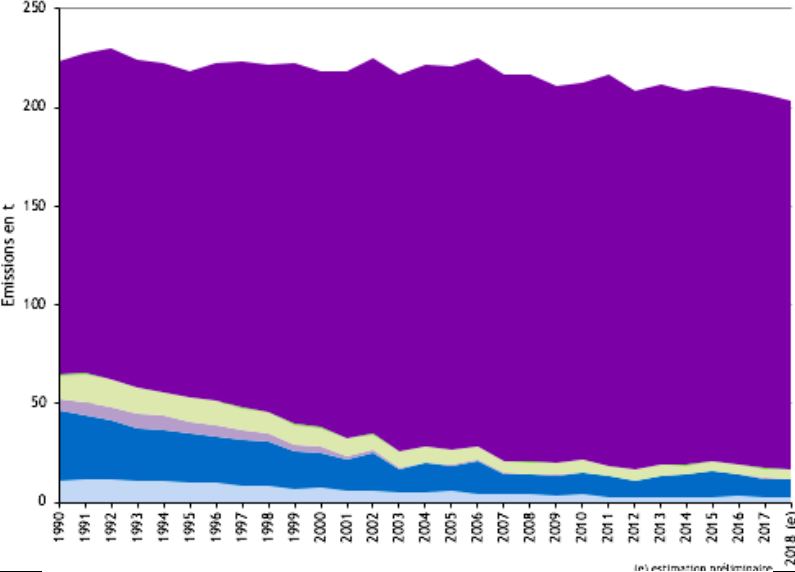
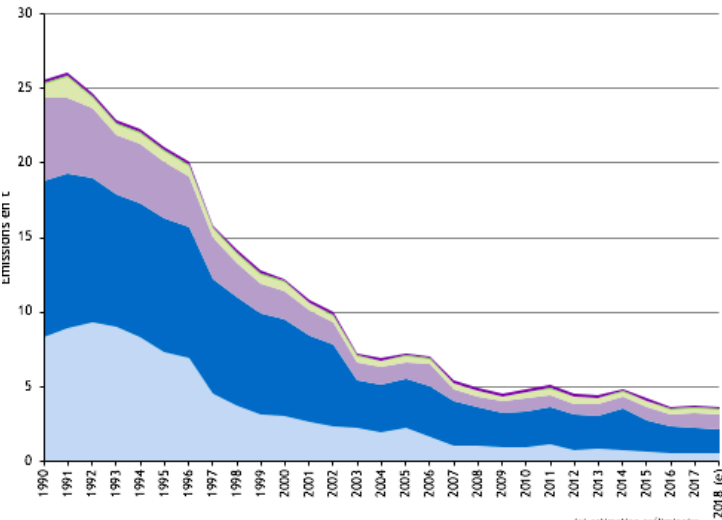
<p>Poussières totales en suspension (TSP)⁷</p>	<p>0,01%</p>		<p>Cultures avec engrais (46%), construction (16%), Résidentiel (10%)</p>
---	--------------	--	---

Contamination par les métaux lourds (ML)

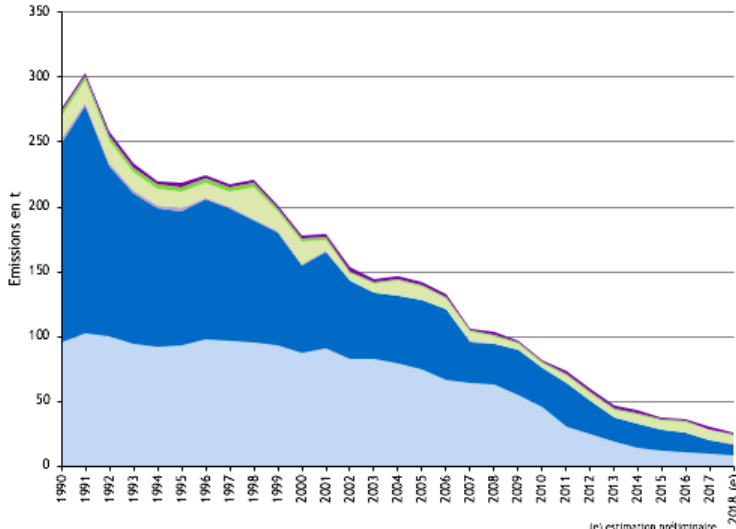
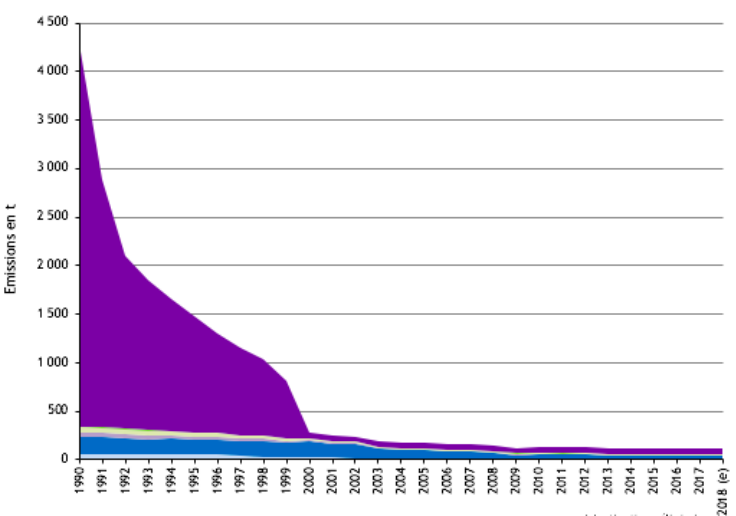
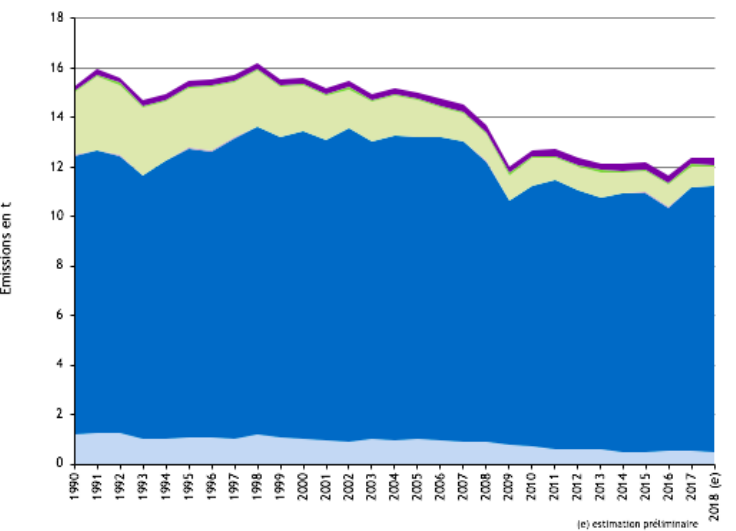
<p>Arsenic (As),</p>	<p>0,6 %</p>		<p>Résidentiel (20%), Minéraux non métalliques, matériaux de construction (14%), VP diesel (12%), Métallurgie des métaux ferreux (10%)</p>
<p>Cadmium (Cd)</p>	<p>3,5%</p>		<p>Métallurgie des métaux ferreux (30%), Brûlage des résidus agricoles (10%)</p>

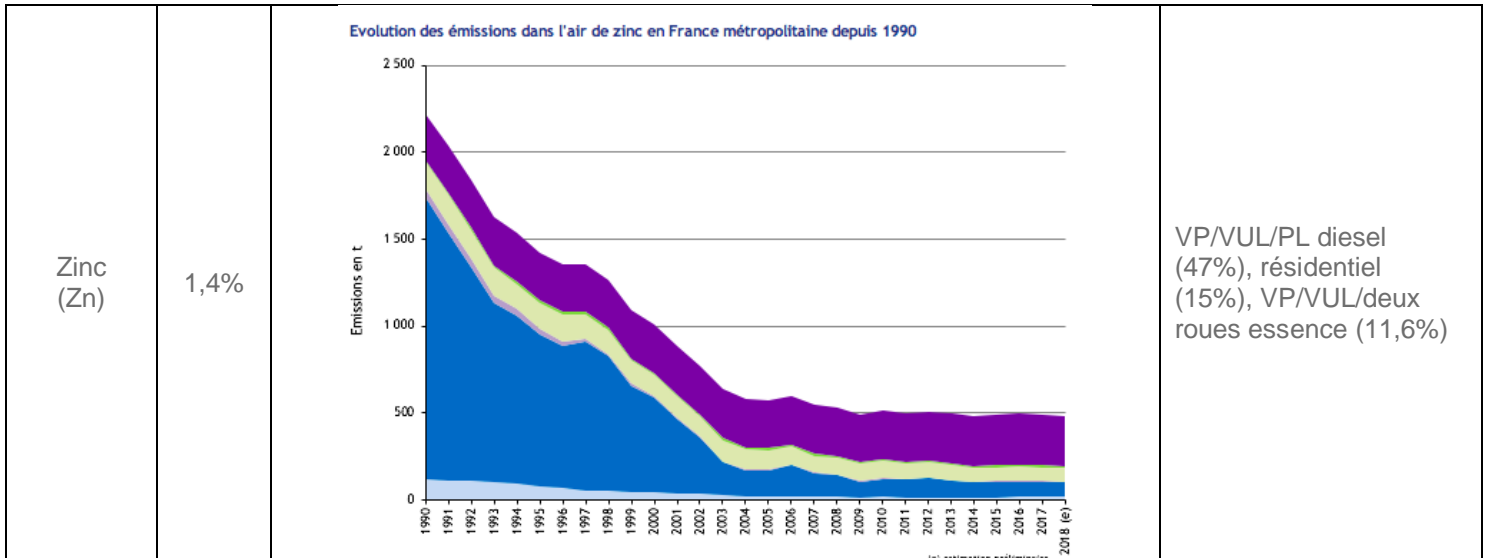
⁷ Contient notamment les PM10 qui contiennent les PM2,5 qui contiennent les PM 1.0



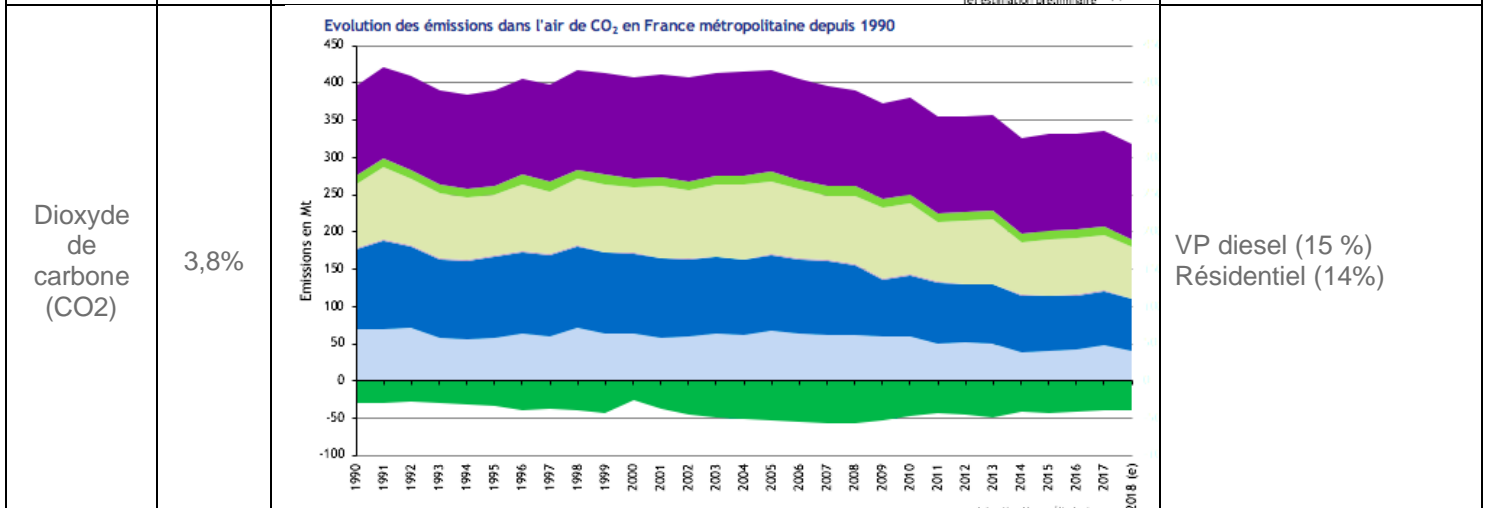
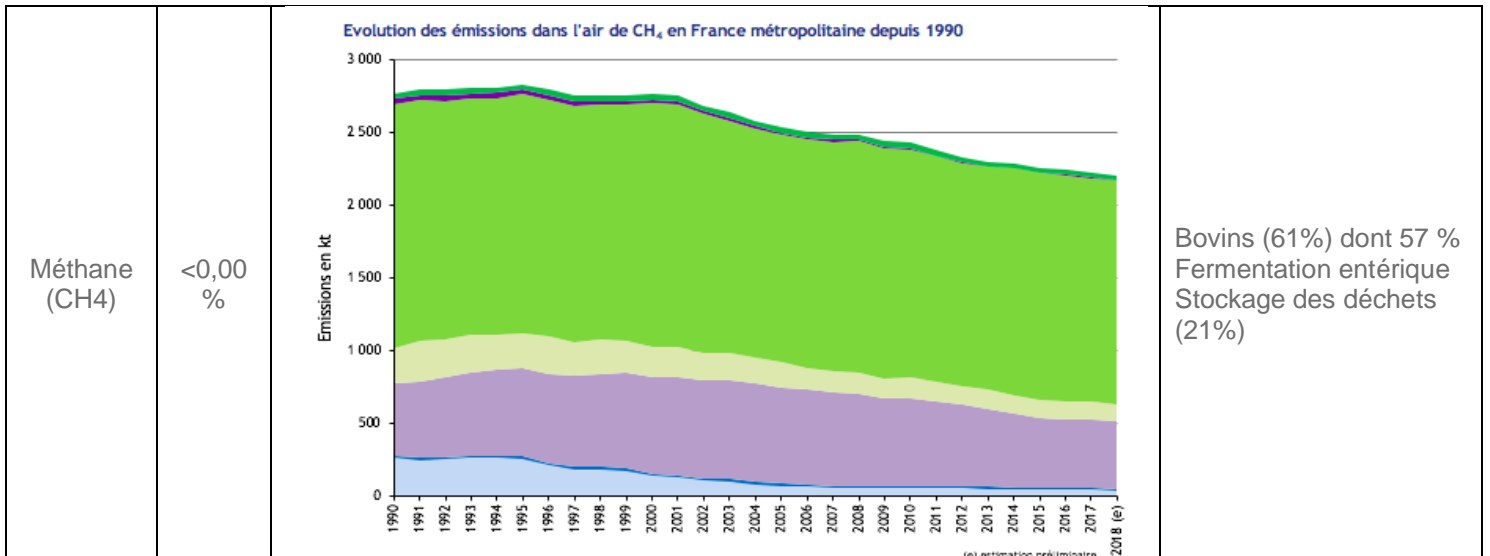
<p>Chrome (Cr)</p> <p>2,1%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de chrome en France métropolitaine depuis 1990</p>  <p>(e) estimation préliminaire</p>	<p>Résidentiel (25%), Métallurgie des métaux ferreux (19%), minéraux non métalliques, matériaux de construction (10 %)</p>
<p>Cuivre (Cu)</p> <p>0,5%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de cuivre en France métropolitaine depuis 1990</p>  <p>(e) estimation préliminaire</p>	<p>VP/VUL/PL diesel (57 %) Transport ferroviaire (22%) VP/VUL essence (11,9%)</p>
<p>Mercure (Hg)</p> <p>9,6%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de mercure en France métropolitaine depuis 1990</p>  <p>(e) estimation préliminaire</p>	<p>Stockage des déchets (18%), Métallurgie des métaux ferreux (16%), minéraux non métalliques, matériaux de construction (11 %), autres secteurs de la transformation d'énergie (10%)</p>

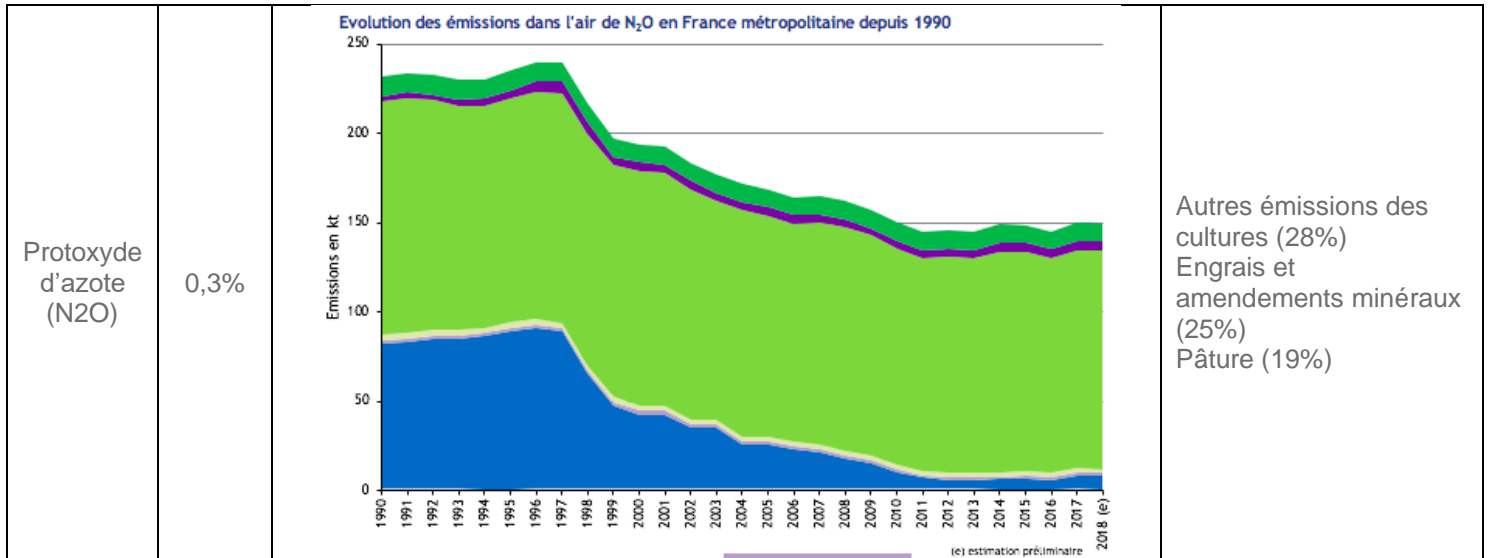


<p>Nickel (Ni)</p> <p>1,9%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de nickel en France métropolitaine depuis 1990</p>  <p>Tertiaire (23%), raffinage du pétrole (20%), Métallurgie des métaux ferreux (12%)</p>
<p>Plomb (Pb)</p> <p>0,9%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de plomb en France métropolitaine depuis 1990</p>  <p>VP/VUL diesel (36%), Métallurgie des métaux ferreux (22%)</p>
<p>Sélénium (Se)</p> <p>0,1%</p>	<p>Evolution des émissions dans l'air de sélénium en France métropolitaine depuis 1990</p>  <p>Minéraux non métalliques, matériaux de construction (73%) dont verre 70%</p>



Accroissement de l'effet de serre





En bilan et contrairement aux idées reçues, la **part de l'incinération dans les émissions nationales a fortement diminué depuis les années 90' et est faible voir très faible aujourd'hui pour la majorité des polluants répertoriés**. Seule la contribution de l'incinération pour les polluants mercure (un peu moins de 10 % de contribution) et l'hexachlorobenzène (54 %) est conséquente. Bien que fortement variable selon les polluants, **la quantité émise totale tend également vers une diminution**.

A noter que la quantité globale de mercure évaluée sur l'ensemble des secteurs référencés par le CITEPA a fortement diminué depuis 1990 passant de 26 tonnes à moins de 4 tonnes par an émises.

Les processus conduisant à la production de dioxines induisent généralement aussi des HCB (hexachlorobenzène). Les HCB font partie de la famille des composés aromatiques organiques chlorés à l'instar des PCB et sont classés comme Polluants Organiques Persistants (POP). Les émissions globales en HCB répertoriées ont très fortement diminué puisqu'elles représentent aujourd'hui 0,5% du niveau de 1990, où la principale source d'émission était alors le sous-secteur de la métallurgie des métaux non ferreux qui utilisait de l'hexachloroéthane dans son procédé de fabrication à l'origine directe des émissions en HCB. Ce composé est interdit depuis 1993. La quantité d'HCB annuelle émise dans l'atmosphère tous secteurs d'activités confondus inventoriés est passée de 1,2 t en 1990 à moins de 200 g. D'autre part, l'HCB est un pesticide utilisé principalement comme fongicide, et fait l'objet d'une interdiction de vente et de production depuis 1988. L'estimation des émissions d'HCB pour l'application des pesticides est en cours par le CITEPA et devrait être ajoutée prochainement à l'inventaire. L'incinération reste donc aujourd'hui le secteur prépondérant dans les émissions d'HCB inventoriées mais le sera moins avec la prise en compte de l'application des pesticides. Les émissions liées à la filière incinération ne représentent aujourd'hui que 100 g par an grâce aux techniques mises en place de réduction des émissions de dioxines qui sont également efficaces sur les HCB.

2.2 Zoom sur l'évolution des émissions en dioxines et furanes liées à l'incinération

2.2.1 Rappels sur les dioxines

Le terme « dioxines » désigne de manière générale deux grandes familles : les **dioxines** (polychlorodibenzodioxines ou **PCDD**) et les **furanes** (polychlorodibenzofuranes ou **PCDF**). Ce sont des hydrocarbures aromatiques polycycliques chlorés (HAPC). Il existe de nombreux composés identifiés (75 PCDD et 135 PCDF) appelés « **congénères** » en fonction du nombre et de la position des atomes de chlore qu'ils possèdent. **17 congénères** (7PCDD et 10 PCDF) **sont mesurés et étudiés pour leur toxicité avérée avec (niveau de toxicité toutefois variable)**.



La mesure des dioxines et furanes s'effectue en **Equivalent Toxique (Teq)**. Cette indice résume en **une seule valeur** la contamination du milieu par le **mélange des 17 substances préoccupantes ou pour chacune desquelles est appliqué un coefficient correspondant à sa toxicité (TEF)** :

$$\rightarrow I\text{-TEQ} = \sum(\text{concentration}_i \times \text{TEF})$$

Les PCDD/F **se forment essentiellement lors des procédés industriels et processus de combustion** : incinérateurs de déchets, fonderie, métallurgie, sidérurgie, chauffage résidentiel, blanchiment de la pâte à papier, fabrication d'herbicides et de pesticides, brûlage de déchets verts et feux domestiques... Elles peuvent également résulter d'événements naturels comme les éruptions volcaniques, les feux de forêt. Les incinérateurs d'ordures ménagères d'ancienne génération ont été pendant longtemps des sources importantes d'exposition aux dioxines. Depuis la loi de décembre 2002, les émissions de dioxines par les incinérateurs sont très réglementées et ont par conséquent nettement diminué (divisées par 100 entre 1995 et 2006). Aujourd'hui les sources principales d'exposition aux dioxines restent l'industrie manufacturière et le chauffage résidentiel que nous verrons ci-après.

Les **dioxines et furanes font partis des Polluants Organiques Persistants (POP)** qui sont des substances persistantes pendant plusieurs décennies dans l'environnement et toxiques pour le monde vivant. Initialement émis vers l'atmosphère, les dioxines s'accumulent progressivement dans l'environnement (stabilité chimique) et plus particulièrement dans les sols, au sein des particules en suspension dans l'eau, et dans les sédiments marins et des rivières (propriété hydrophes). Certains composés dans les sols peuvent se volatiliser selon leur degré de chloration (plus il détient d'atomes de chlore, moins le composé sera volatil). Présentant une affinité particulière pour les graisses (caractère lipophile), les POP s'accumulent tout au long de la chaîne alimentaire (bioaccumulation), en se concentrant surtout dans les tissus graisseux des animaux. La principale voie de contamination de la population (97%) est donc l'ingestion d'aliments contaminés riches en graisses, tels que les poissons, les crustacés, mais aussi les produits laitiers et les œufs. Le reste de l'exposition (3% par inhalation ou cutanée) est liée aux PCB dans l'air.

La convention de Stockholm listait initialement 12 POP causant des effets délétères sur l'homme et les écosystèmes dont les PCDD et les PCDF. Ils ont ainsi fait l'objet de nombreuses études portant sur leurs mécanismes de formation, leur comportement dans l'environnement ainsi que leur toxicité. Une exposition à court terme à ces substance, à des teneurs élevées peut être à l'origine de lésions cutanées (chloracné), de formation de tâches sombres sur la peau, voire d'une altération de la fonction hépatique. Une exposition prolongée (au moins sur plusieurs années) peut entraîner des perturbations du système immunitaire et du développement du système nerveux, des troubles du système endocrinien et de la fonction de reproduction. **Les POP sont classés en tant que substances probablement cancérigènes pour l'homme.**

L'OMS a évalué la dose journalière admissible en dioxines (ou DJA) entre 1 à 4 picogrammes par kilogramme de poids corporel pour un adulte de 70 kg. Il s'agit d'un seuil de précaution pour une exposition quotidienne au cours de la vie entière. La DJA prend en compte l'exposition aux dioxines ainsi que leur quantité accumulée dans l'organisme.

Il existe des polluants analogues qui sont les **dioxines et furanes bromés** : les polybromodibenzo-p-dioxine (**PBDD**) et les polybromodibenzofurane (**PBDF**). Leur structure est semblable aux dioxines et furanes chlorés mais les atomes de chlore sont remplacés par des atomes de brome. Ils forment également un ensemble de congénères dont le nombre est identique aux dioxines et furanes chlorés. Contrairement à leur homologues chlorés, **la connaissance de ces polluants n'est pas encore aboutie**. Les études menées dernièrement ont toutefois permis de mettre en avant des similitudes dans la structure chimique avec les PCDD/F. Ils **contiendraient un potentiel toxique et cumulatif similaire**.

La source principal de brome dans les déchets est issue des retardateurs de flamme bromés (RFB) utilisés pour de nombreuses applications : équipements électriques et électroniques, bâtiment et construction, transport et textile. Le brome peut être également utilisé en applications industrielles sous forme de bromure d'hydrogène ou en intermédiaire de fabrication des produits agrochimiques et pharmaceutiques. A l'instar des PCDD/F, les PBDD/F **se forment essentiellement par combustion** : incinérateurs, installations de frittage et fonte de métaux utilisant une part de métaux recyclés, feux incendies accidentels domestiques ou industriels (combustion de plastiques, déchets électroniques,...), secteur du recyclage de plastiques et de matériaux électroniques...



En raison de l'accroissement du volume de déchets bromés par rapport à celui des déchets chlorés, dû à l'utilisation accrue des RDFs qui s'est répandue au cours de ces 30 dernières années, des études complémentaires commencent à se développer afin d'approfondir les connaissances sur ces composés.

2.2.2 Des émissions en fortes baisses

Concernant les dioxines et furanes, cet inventaire traduit une diminution drastique des émissions globales depuis 1994 (toutes sources confondues). Celles-ci sont en effet passées de **1921 grammes I-TEQ en 1994 à 102 grammes en 2017, soit une baisse de 95%**. Les baisses d'émissions observées depuis 1994 viennent des progrès réalisés dans les secteurs de l'incinération des déchets (contribuant pour 60 % des émissions globales de dioxines et furanes en 1994) et de la métallurgie (industrie manufacturière), et les actions menées par les autorités européennes, nationales et locales.

En 2017, l'incinération des déchets ménagers en France (avec ou sans valorisation énergétique) a émis pour l'année 2017, 1,05 g de dioxines et furanes ce qui représente environ 1% des émissions totales dioxines. L'incinération est donc devenue, depuis 2006, une source mineure de dioxines et furanes en France.

A titre de comparaison, cela représente 10 fois moins que les émissions générées par la combustion des appareils de chauffage (chaudières, inserts, foyers fermés et ouverts, cuisinières, ... émissions évaluées à 10,5 g) ; on estime également que le brûlage des déchets à l'air libre, théoriquement interdit, dégagerait environ 40 fois plus de dioxines en France que les UIOM.

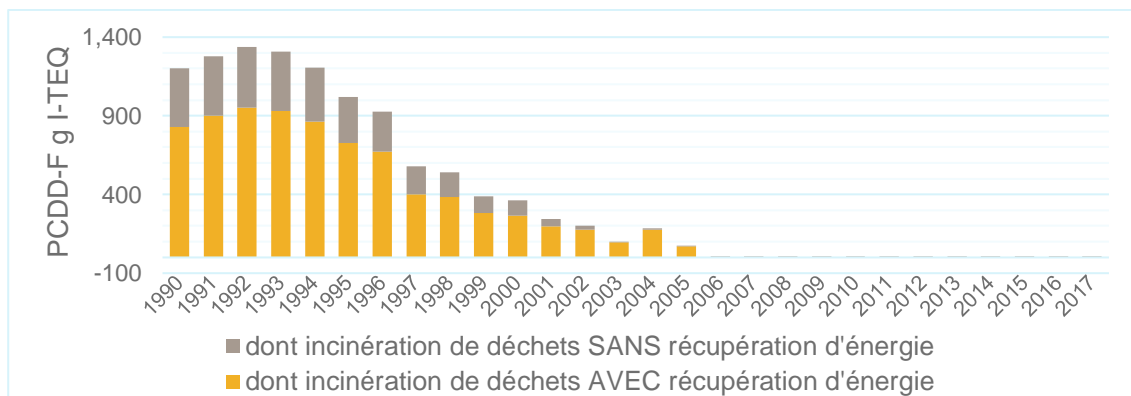


Figure 3 : Historique des émissions en dioxines-furanes liées à l'incinération des déchets ménagers et assimilés (Source : données CITEPA)



3 La maîtrise des émissions atmosphériques

Le secteur de l'incinération des déchets est aujourd'hui l'un des secteurs les plus réglementés et les plus contrôlés en matière d'émissions. Les niveaux de risques apparaissent très liés aux niveaux de performances de l'épuration des fumées et **sont très faibles pour les installations récentes.**

3.1 Risques sanitaires

La prise de conscience des risques de pollution associés aux UIOM a été tardive et les premières normes réglementant les émissions des incinérateurs ont donc été fixées après les années 2000. Les mauvaises pratiques des débuts de l'incinération ont pu avoir des effets nocifs sur la santé des riverains d'installations. Ainsi, l'incinération est le domaine de gestion des déchets le plus étudié sur le plan sanitaire. Deux études s'intéressant aux riverains des UIOM peuvent notamment être cités.

En 2008, au terme d'une vaste étude épidémiologique menée sur 2,5 millions de personnes, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) et l'Institut de veille sanitaire (INVS) ont constaté une augmentation du risque de cancers pour les personnes ayant vécu sous le panache d'un incinérateur entre 1972 et 1985. Mais selon l'Anses, ces résultats « ne peuvent pas être transposés aux situations actuellement générées par les incinérateurs, moins polluants et mieux contrôlés qu'auparavant ».

En 2006, l'INVS a menée en collaboration avec l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (AFSSA) une étude nationale, d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères. L'étude ne relève pas globalement de différence d'imprégnation directe entre les riverains d'UIOM et les résidents non soumis à une source connue de dioxines. En revanche, **l'étude observe une augmentation du niveau d'imprégnation de 5 à 20 % chez les riverains d'UIOM anciennes** qui consomment régulièrement des produits animaliers issus d'exploitations locales. Ce constat concerne principalement les produits laitiers, les œufs et les lipides animaux **et ne se vérifie pas chez les riverains d'UIOM récentes**. A noter, que cette étude met également en évidence la **combustion domestique du bois comme une source émettrice bien identifiée** et cite « qu'il n'est pas étonnant d'observer une imprégnation légèrement plus importante de dioxines chez les personnes ayant un foyer ouvert ou un poêle à bois dans le logement. ». De même « Des comportements individuels, tels que la pratique d'activités de bricolage sont également susceptibles d'exposer aux dioxines et ont été effectivement retrouvés associés aux niveaux d'imprégnation dans l'étude ».

Dans la période 1990–2002, le manque de respect des normes en vigueur et la mauvaise exploitation de certaines unités, notamment les unités de faible capacité ont porté préjudice à l'image de cette filière de traitement. L'arrêté du 20 septembre 2002 qui transcrit en droit français la Directive européenne du 4 décembre 2000 imposa une mise aux normes drastique de l'ensemble du parc d'incinérateurs, quels que soient la taille de l'installation ou le type de déchets traités. L'échéance était fixée au 28 décembre 2005, et toutes les installations qui n'étaient pas aux normes à cette date ont été fermées. Ainsi 300 unités étaient en fonctionnement au début des années 1990, contre 126 aujourd'hui.



Pour plus de détail, voir la publication AMORCE DT25 Effets sanitaires liés à la gestion des déchets ménagers et assimilés, avril 2012.



3.2 Maitrise des impacts

Les UIOM sont des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à la directive européenne relative aux émissions industrielles, appelée plus communément directive IED. Cette directive vise à prévenir et réduire les pollutions émises par les installations industrielles et agricoles entrant dans son champ d'application.

L'arrêté ministériel du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération des déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activités de soins à risques infectieux transcrit cette directive dans le droit français. Cet arrêté règlemente les UIOM **quelle que soit la taille de l'installation ou le type de déchets traités** en précisant les conditions d'exploitation des unités (température, temps de séjour des gaz), les limites des valeurs d'émissions gazeuses, le traitement des différents résidus de l'incinération, etc.

D'une part, la réglementation impose aux unités un suivi environnemental des rejets atmosphériques avec des valeurs limites à l'émission à respecter. L'exploitant doit ainsi assurer un suivi continu des fumées pour les paramètres suivants : poussière totales, substances organiques à l'état de gaz ou de vapeur exprimées en carbone organique total (COT), chlorure d'hydrogène, fluorure d'hydrogène et dioxyde de soufre, oxydes d'azote et, le cas échéant, ammoniac en cas de traitement des oxydes d'azote par injection de réactifs azotés, monoxyde de carbone, l'oxygène et la vapeur d'eau. L'exploitant a également l'obligation de mettre en place un prélèvement continu des dioxines et furanes. Celles-ci ne pouvant techniquement pas être analysées en continu compte tenu de la lourdeur des procédés d'analyse, elles le sont en « semi-continu ». A savoir qu'un flux homocinétique (de même composition que) du flux principal des gaz émis est dévié et accumulé dans une cartouche qui piège toutes les molécules de dioxines et furanes contenues dans ce flux. Cette cartouche est prélevée et remplacée chaque mois et envoyée en laboratoire pour analyse. Les résultats de cette analyse rapportés aux paramètres de combustion qui eux sont enregistrés en continu, permettent de connaître le taux exact de dioxines et furanes émis sur la période, d'identifier la quantité de chacun des 17 congénères, et donc la toxicité du flux émis. Si une anomalie est relevée, sa source peut être recherchée pour ensuite mettre en œuvre les dispositions correctives appropriées (obligation réglementaire).

En complément, l'exploitant doit faire réaliser par un organisme accrédité des mesures semestrielles de l'ensemble des paramètres cités précédemment accompagnées d'analyses du cadmium et de ses composés, du thallium et de ses composés, du mercure et de ses composés, et du total des autres métaux lourds pouvant se retrouver dans les fumées (Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V).



Les meilleures techniques disponibles (MTD) fixées au niveau européen pour l'incinération sont en cours de révision. Cette révision va introduire de nouvelles obligations de contrôle des rejets induits par les usines d'incinération dans l'environnement **dont le suivi en continu du mercure dans les fumées. Le contrôle des dioxines et furanes bromés va également être imposé.** Les autorisations d'exploiter des usines vont également devoir être revues d'ici 4 ans pour imposer de nouvelles valeurs limites d'émissions aux rejets, situées dans les plages des niveaux d'émissions associés aux MTD. qui **sont inférieures aux seuils actuels.**

D'autre part, les UIOM doivent établir un programme de surveillance de l'impact de l'installation sur l'environnement dû au transfert des émissions atmosphériques. Ce programme est à réaliser tous les ans et concerne au moins les dioxines et les métaux. Cette surveillance peut se faire :

- par la mise en place de matériel dans l'environnement du site (mesures de concentrations dans l'air par analyseurs ou préleveurs actifs et/ou passifs, mesures de dépôts atmosphériques par jauges ou collecteurs) ;
- sur des prélèvements de matrices utilisées en biosurveillance de la qualité de l'air environnant qui permettent d'indiquer, selon les végétaux utilisés, la biodisponibilité des polluants, c'est-à-dire la contamination reçue par les organismes vivants ainsi que les risques sanitaires potentiels. Les végétaux ont la capacité de concentrer les contaminants ce qui donne des analyses plus fiables et l'information obtenue est intégrée dans le temps. Deux approches de biosurveillance sont possibles pour le choix des végétaux :



- la méthode passive qui consiste à utiliser les végétaux déjà en place (mousses, lichens),
- la méthode active qui est la mise en place sur un site donné, pendant une période donnée, de végétaux génétiquement sélectionnés ou cultivés dans des conditions standardisées (ex : ray-grass).

L'INERIS a notamment publié un « Guide de surveillance dans l'air autour des installations classées » (2016) portant des recommandations permettant de mesurer les retombées des émissions atmosphériques autour d'une installation ».

Les matrices alimentaires, telles que le lait, les œufs... peuvent également être utilisées. Toutefois, leur lien avec la source éventuelle d'impact est plus difficile à établir du fait :

- de la cinétique (temps de réponse),
- du transfert et de l'accumulation dans la chaîne alimentaire, variable suivant les milieux récepteurs, suivant les congénères de PCDD/F, ...
- de facteurs externes (sources multiples de contamination via la voie alimentaire).

Plus particulièrement, pour les œufs, certaines pratiques d'élevage des particuliers peuvent entraîner une contamination significative en dioxines des œufs par apport de cendres par exemple, des feux de jardin, ..., indépendamment de la zone d'impact éventuelle du site. Ce problème a pu être mis en avant dans la littérature (Cf. « Note de synthèse sur l'utilisation des œufs dans les programmes de surveillance de l'impact des UIOM sur l'environnement » en Annexe)



Les UIOM font l'objet d'une Commission de suivi de site, constituée des représentants de l'État, de collectivités territoriales, de riverains, des exploitants et des salariés. Elle a pour objectif d'instaurer un cadre d'échange entre personnes concernées par le fonctionnement de l'ICPE et de suivre son activité et de promouvoir l'information du public.

Par ailleurs, les UIOM sont souvent exploitées par des sociétés liées aux collectivités qui les accueillent par un contrat dit de Délégation de Service Public (DSP). L'exécution de ces contrats est soumis, entre autres, au contrôle annuel d'une commission qui réunit les collectivités, l'exploitant et les associations de défense des consommateurs qui ont tout loisir de poser les questions qu'elles souhaitent et d'obtenir réponse à ces questions.

ZOOM sur la réglementation applicable aux UVE pour les dioxines et furanes

La réglementation impose pour les unités de traitement thermique de déchets **un traitement des dioxines et des furanes chlorés tel que leur présence dans les fumées soit inférieure à 0,1 ng/m³ (Nano-gramme, soit 10 puissance -9 gramme) rendant ce risque aujourd'hui infime.**

En 2004, sur demande de la ministre en charge de l'Environnement, le CPP (Comité de la prévention et de la précaution) avait effectué une synthèse des travaux scientifiques disponibles, en matière d'impact sanitaire, et concluait que « l'impact actuel et futur de l'incinération semble maîtrisé, mais qu'il reste des incertitudes à lever », et qu'un renforcement des mesures d'impact sur les sites existants devait être mené. L'arrêté du 3 août 2010 a donc rendu obligatoire la mise en place d'un dispositif de mesure en semi-continu des dioxines dans chaque unité de traitement thermique au plus tard au 1^{er} juillet 2014 (mesure auparavant réalisée semestriellement par un organisme extérieur accrédité).

Des **teneurs maximales** en dioxines et PCB dans les denrées ont également été fixées par la **commission européenne**. Si la teneur dépasse cette limite, les denrées sont considérées comme impropre à la consommation et à la vente. Ainsi, le règlement CE n° 1259/2011 modifiant le règlement n°1881/2006 de la Commission européenne du 19 décembre 2006 fixe les teneurs maximales en dioxines, PCB type dioxine et en PCB autres dans les denrées alimentaires.



Dans le cas du lait cru et des produits laitiers, y compris la matière grasse butyrique, les limites⁸ sont les suivantes :

- Doxines (OMS-PCDD/F-TEQ) : 2,5 pg/g de graisses
- Dioxines + PCB type dioxines (OMS-PCDD/F-PCB-TEQ) : 5,5 pg/g de graisses
- PCB type non dioxines : 40 ng/g de graisses

La directive de la Commission du 11 septembre 2014 (2014/663/CE) modifiant l'annexe de 2013/711/UE) sur la réduction de la présence de dioxines, de furanes, et de PCB dans les aliments pour animaux et denrées alimentaires recommande une intervention à partir des seuils suivants dans le cas des laits¹ :

- dioxines + furanes TEQ-OMS : 1,75 pg/g de graisses
- PCB de type dioxines TEQ-OMS : 2 pg/g de graisses

Actuellement, il n'existe pas de teneurs maximales en dioxines et furanes bromés réglementaires.

Face à l'utilisation croissante des retardateurs de flammes bromés (RFB) dans différents produits pouvant *in fine* être incinérés, une première base de données sur le contenu en dioxines et furanes bromés dans les rejets atmosphériques des UIOM a dernièrement été constitué. L'efficacité des systèmes de traitement des fumées actuels sur l'abattement de ces polluants a également été vérifié. Une campagne de prélèvements et de mesures a ainsi été réalisée à l'émission de 14 incinérateurs de déchets non dangereux en fin d'année 2017⁹ (27 mesurages au total). Les teneurs en dioxines-furanes chlorés, bromés et les polychlorobiphényles de type dioxines (PCB-DL) ont été évaluées. Les résultats obtenus ont mis en évidence que les **teneurs en équivalent toxique** (en retenant des facteurs équivalents toxiques identiques à ceux des congénères chlorés comme recommandé par les experts consultés par l'OMS) **sont toutes inférieures à 0,01 ng I.TEQ/Nm³ à 11% d'O₂** à l'exception d'une valeur (0,059 ng I.TEQ/Nm³ à 11% d'O₂), liée probablement à l'introduction de matériaux chargés en RFB. En complément, les teneurs en dioxines et furanes bromés, en équivalent toxique, sont généralement inférieures ou du même ordre de grandeur que les teneurs en dioxines et furanes chlorés. Elles correspondent en moyenne à 50% environ de cette dernière. Enfin, **la prise en compte des émissions de PBDD/F ne semble pas de nature à changer l'appréciation du risque autour des installations** sauf si elle se surajoute dans une situation où les niveaux sont déjà proches des valeurs repères. Dans ces cas, l'influence des émissions de PBDD-DF devra être examinée avec les incertitudes portant sur l'évaluation, en s'appuyant dans la mesure du possible par des mesures sur l'installation.

En rappel, le suivi semestriel des PBDD-DF sera imposé pour les UIOM d'ici 4 ans. Il n'y a toutefois pas de niveaux d'émissions associés à cette mesure.



Zoom sur la mise en place d'un programme de surveillance locale des dioxines et métaux lourds en AURA

Les associations de surveillance de la qualité de l'air (AASQA) mettent également en œuvre des inventaires des émissions polluantes.

Depuis 2006, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes pilote notamment un programme de surveillance des dioxines et des métaux lourds émis dans l'atmosphère en Auvergne Rhône-Alpes. Il est réalisé en partenariat avec des établissements industriels tels que les UIOM de Passy, Bourgoin, Grenoble,... ainsi que la DREAL et l'ARS et cible deux grandes familles de polluants :

- les dioxines et furanes, aussi désignés sous le terme générique de «dioxines»;
- les éléments traces métalliques (ETM), aussi appelés «métaux lourds» (14 métaux lourds surveillés)

Ce programme comprend deux grandes phases :

1. l'évaluation des émissions dans l'atmosphère avec la mise à jour régulière et l'évolution méthodologique d'un cadastre régional des émissions concernant ces polluants;
2. les mesures en air ambiant et dans les retombées atmosphériques : à proximité de sites industriels partenaires du programme et sur des sites de référence urbains et ruraux.

⁸ Valeurs applicables pour des denrées avec une teneur en matière grasse > 2 %

⁹ . Les résultats de cette campagne de mesure ont été rendu publiques le 15 Juillet. Le rapport est consultable au lien suivant : <https://www.ineris.fr/fr/caracterisation-emissions-dioxines-furanes-bromes-incinerateurs-dechets-non-dangereux>



L'évolution des émissions annuelles de dioxines en Rhône-Alpes, à l'instar de l'inventaire national, montre une nette diminution des émissions entre 2000 et 2005 (Figure 1). Cette diminution est essentiellement liée à la mise aux normes progressive des unités d'incinération qui sont comprises :

- dans le secteur de l'industrie manufacturière (s'il n'y a pas de valorisation énergétique du traitement des déchets) ;
- dans le secteur de la transformation d'énergie (s'il y a valorisation énergétique) pour les partenaires du programme dioxines et métaux lourds.

Depuis 2006, le secteur du résidentiel et du tertiaire est le premier émetteur de dioxines : le chauffage au bois et le brûlage des câbles concentrent la quasi-totalité des émissions de ce secteur soit près de 62 % des émissions totales régionales en 2016.

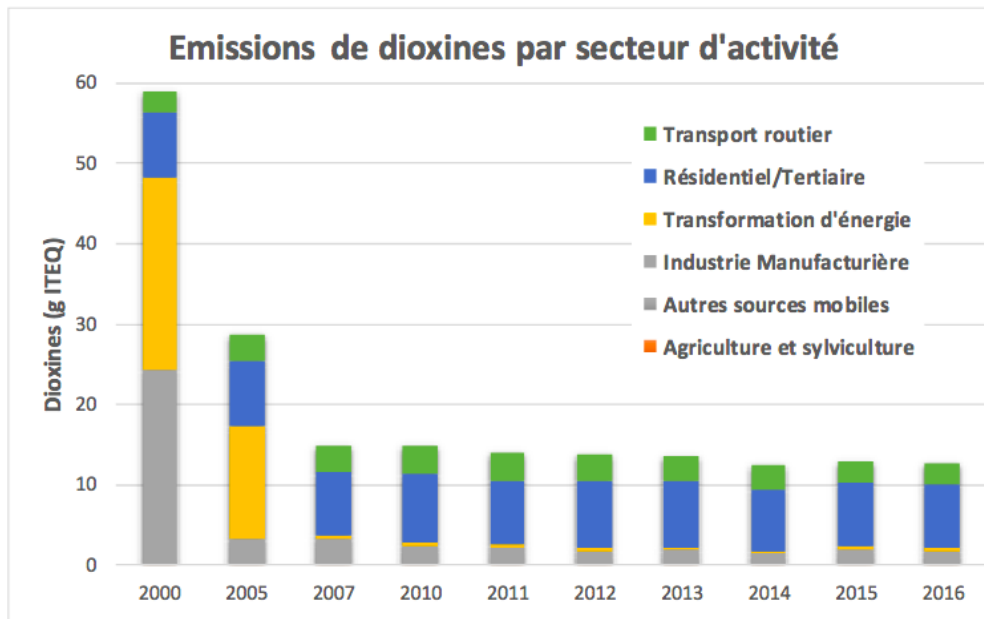


Figure 4 : Évolution sectorielle des émissions annuelles des dioxines en Rhône-Alpes entre 2000 et 2016 (source : ATMO AURA)

En 2018, la variation saisonnière des concentrations de dioxines est toujours bien présente. Les niveaux en air ambiant sont plus élevés en automne et en hiver. Deux raisons principales expliquent ce fait :

- La mise en service du chauffage au bois qui est un émetteur important de dioxines sous forme gazeuse ou particulaire, notamment en raison des installations de chauffage peu performantes ;
- Les conditions météorologiques stables et peu dispersives pendant cette période de l'année favorisent l'accumulation des polluants dans les basses couches de l'atmosphère.

À partir du mois de novembre jusqu'à la fin de l'année, des niveaux élevés de concentration ont été observés et corrélés à des épisodes de pollution. Par rapport à l'année précédente, les niveaux mesurés en 2018 sont en augmentation sur le site urbain de référence Lyon Centre. Deux dépassements de la valeur repère (0,1 pg ITEQ/m³ sur une semaine) ont été constatés sur un même site. Les dates auxquelles ils ont été enregistrés correspondent à des périodes d'épisode de pollution

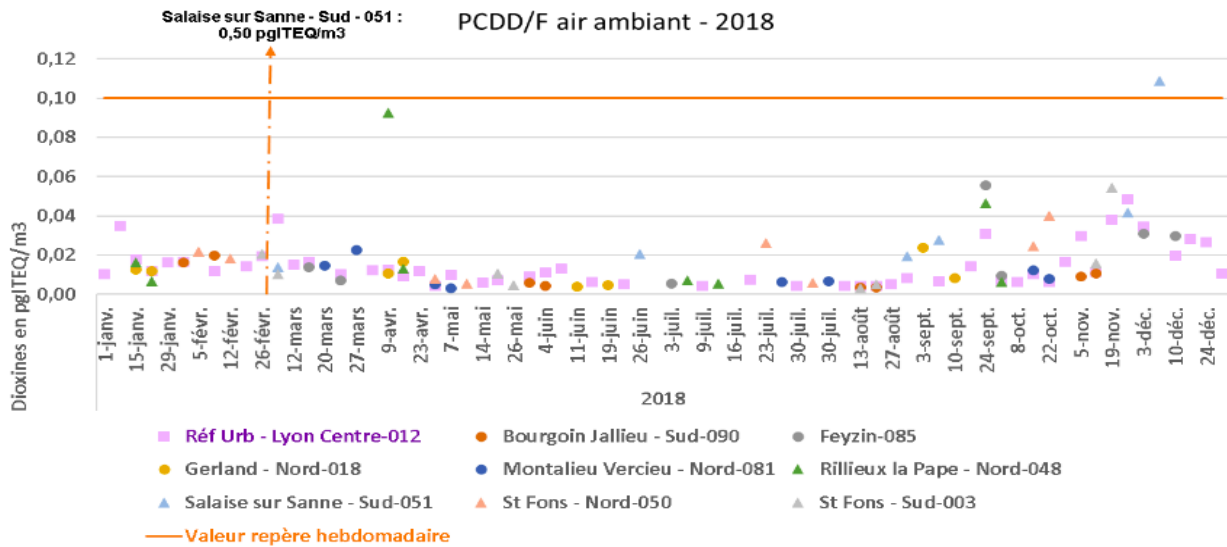


Figure 5 : Concentrations de dioxines en air ambiant – 2018

Globalement les valeurs observées dans les retombées atmosphériques totales sont relativement homogènes tout au long de l'année et proches de celles échantillonnées sur le site de référence urbain de Lyon. Deux dépassements sont toutefois survenus lors de 2 campagnes à St Pierre de Chandieu, phénomène déjà observé les années précédentes (hypothèse : nombreuses sources locales présentes dans le périmètre et stockage de terres à proximité)

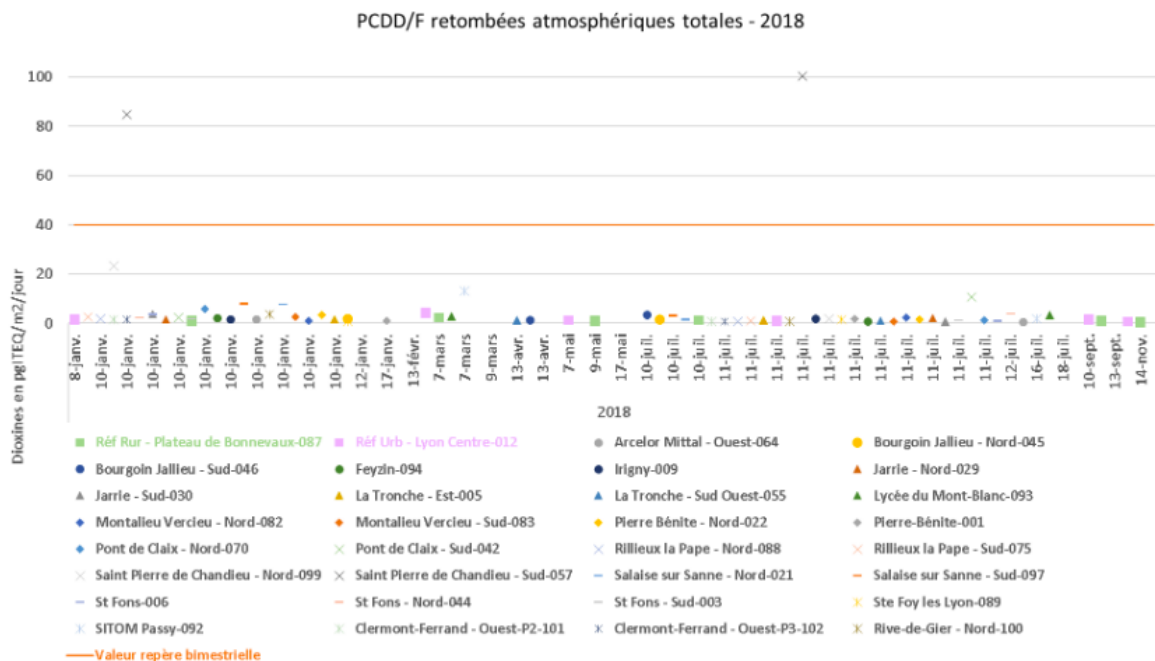


Figure 6 : concentrations de dioxines dans les retombées atmosphériques – 2015

Pour en savoir plus : ATMO AURA



CONCLUSION

L'image de l'incinération des déchets en France pâtit encore aujourd'hui des erreurs passées et la prise de conscience tardive des risques de pollution liés à cette technologie. Les travaux épidémiologiques menés durant les quinze dernières années ont en effet pu mettre en évidence une augmentation du nombre possible de cancers auprès de la population riveraine d'unités anciennes et non mises aux normes. Les résultats sur les effets possibles d'une exposition aux rejets des UIOM sur la santé apparaissent fortement liés aux niveaux des performances des installations.

L'arrêté du 20 septembre 2002, qui transcrit en droit français la Directive européenne du 4 décembre 2000, imposa une mise aux normes drastique pour 2005 de l'ensemble du parc d'incinérateurs assurant une maîtrise solide des rejets dans l'environnement. Plus de la moitié des unités du territoire national ont été ainsi fermées : 300 usines fonctionnaient en 1990 contre 126 aujourd'hui. La réglementation impose aux unités un programme de surveillance environnemental poussé et des valeurs limites à l'émission à respecter : suivi continu des rejets atmosphériques, analyses complémentaires semestrielles, surveillance de l'impact de l'installation sur l'environnement (air, eau, sol) dû au transfert des émissions. Sur ce dernier point, il est nécessaire de rester vigilant sur la difficulté d'établir le lien entre source éventuelle de polluants et impact selon les matrices de surveillance utilisées. C'est le cas des œufs par exemple qui n'est pas l'indicateur adéquat pour repérer les sources émettrices en dioxines.

Le contrôle des rejets des UIOM permet d'alimenter l'inventaire national des émissions polluantes en France réalisé par le CITEPA. La part de l'incinération dans les émissions nationales est relativement faible aujourd'hui pour la majorité des polluants contrairement aux idées reçues. Alors que les UIOM sont souvent incriminées pour leurs émissions en dioxines, l'incinération des déchets ménagers en France représente aujourd'hui environ 1% des émissions totales en dioxines en furanes soit près de 10 fois moins que les émissions générées par la combustion domestique.



Bibliographie

ADEME, Les installations de traitement des déchets ménagers et assimilés en France

ADEME, Les avis de l'ADEME : l'incinération des déchets ménagers et assimilés, Décembre 2012
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/avis-ademe-sur-incineration-dechets-menagers-et-assimiles-2012.pdf>

AFSSA, Dioxines, Furanes et PCB de type dioxine : évaluation de l'exposition de la population française, Novembre 2005
<https://www.anses.fr/fr/system/files/RCCP-Ra-DioxinesPCB.pdf>

ATMO AURA, Programme de surveillance des dioxines, furanes et métaux lourds, Inventaire des émissions atmosphériques et synthèse des mesures dans l'air ambiant et dans les retombées -2017-2018
https://www.atmo-auvergnepicardie.fr/sites/ra/files/atoms/files/surveillance_dioxines_métaux_lourds-synthese_2017-2018.pdf

CITEPA, Inventaire National, Edition 2018 Juillet 2019

Eau Seine Normandie, Guide Pratique des micropolluants dans les eaux du bassin Seine Normandie, Edition 2018

FNADE, Note de synthèse sur l'utilisation des œufs dans le programme de surveillance des impacts des UIOM sur l'environnement, Février 2018

INERIS, Note de synthèse sur l'état des connaissances sur les dioxines et furanes bromés (PBDD/Fs), 20/03/2017, référence *INERIS-DRC-17-164541-02799A*
<https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/note-drc33-pbdds-pbdfs-vf-1497971444.pdf>

INERIS, Guide de surveillance dans l'air autour des installations classées-Retombées atmosphériques, 1^{ère} édition Novembre 2016
https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Guide_Air_INERIS-DRC-16-158882-12366A.pdf

InVS-Ministère de la Santé-AFSSA, Étude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères, Synthèse des résultats, Novembre 2006

SNCU, Edition 2019 de l'enquête nationale sur les réseaux de chaleur et de froid

Anzivio-Viricel L, Falette N, Carretier J, Montestrucq L, Guye O, Philip T, Fervers B, Gestion des déchets ménagers et assimilés : bilan des connaissances et évaluation des effets sanitaires en population générale et au travail. Environ Risque Santé, Volume 11, n°5, septembre-octobre 2012 2012 : 360-77.doi : 10.1684/ers.2012.0559



Glossaire

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air

ARS : Agence Régionale de Santé

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique

DMA : Déchets Ménagers et Assimilés

DREAL : Direction Régionale Environnement Aménagement et Logement

GES : Gaz à Effet de Serre

OMR : Ordures Ménagères Résiduelles

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

POP : Polluants Organiques Persistants

UIOM : Usine d'incinération d'Ordures Ménagères

UVE : Unité de Valorisation Énergétique

AMORCE

18, rue Gabriel Péri – CS 20102 – 69623 Villeurbanne Cedex

Tel : 04.72.74.09.77 – Fax : 04.72.74.03.32 –

Mail : amorcer@amorcer.asso.fr

www.amorce.asso.fr -  [@AMORCE](https://twitter.com/AMORCE)





Annexes



NOTE DE SYNTHÈSE SUR L'UTILISATION DES ŒUFS DANS LES PROGRAMMES DE SURVEILLANCE DE L'IMPACT DES UIOM SUR L'ENVIRONNEMENT

1. INTRODUCTION

En termes de méthodes de surveillance environnementale, il convient de distinguer :

- Les matrices environnementales de premier niveau, telles que les jauges, les méthodes de biosurveillance/bio-accumulateur (lichen, mousse...) etc. Elles ont un lien direct avec la source d'impact éventuelle.
- Les matrices environnementales de second niveau : il s'agit des matrices alimentaires. Leur lien avec la source éventuelle d'impact est plus difficile à établir, en particulier du fait de :
 - la cinétique (temps de réponse),
 - du transfert et de l'accumulation dans la chaîne alimentaire (biodisponibilité des PCDD/F variable suivant les milieux récepteurs, facteurs de bioconcentration variables suivant les congénères de PCDD/F, etc.),
 - de facteurs externes (sources exogènes de contamination via la voie alimentaire).

L'objet de la présente note est d'exposer pourquoi l'utilisation d'œufs comme matrices environnementales pose problème.

2. DIFFICULTÉS LIÉES À L'UTILISATION DES ŒUFS COMME MATRICE DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE

2.1. Rappels sur la réglementation relative aux teneurs en PCDD/F et en PCB type dioxine dans les denrées alimentaires (alimentation humaine)

Le Règlement (CE) n°1881/2006 de la Commission du 19 décembre 2006 abroge le règlement (CE) n° 466/2001 et fixe des teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires, dont les dioxines et les PCB de type dioxine. Ce règlement est applicable depuis le 1^{er} mars 2007.

La recommandation de la commission du 6 février 2006 porte sur la réduction de la présence de dioxines, de furanes et de PCB dans les aliments pour animaux et les denrées alimentaires et fixe des niveaux d'intervention (des niveaux cibles doivent être définis d'ici fin 2008). Elle abroge la recommandation de la commission 2002/201/CE avec effet au 14 novembre 2006.

Ainsi, les seuils de PCDD/F fixés par la réglementation sont applicables aux aliments destinés à la commercialisation. Ils ne s'appliquent donc pas aux particuliers élevant des volailles pour leur propre consommation privée.

2.2. Etudes sur les mesures de dioxines dans les œufs

Certaines pratiques d'élevage des particuliers peuvent entraîner une contamination significative en PCDD/F des œufs (apport de cendres, feux de jardin etc.), indépendamment de la zone d'impact éventuelle du site.

Diverses études permettent d'étayer ce point :

- En 2003, l'étude INVS/AFSSA, intitulée *Incinérateurs et santé Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM Etat des connaissances et protocole d'une étude d'exposition*, évoque le fait que « les poulets de chair et poules pondeuses élevés sur sol présentent de fait des taux de PCDD/F plus élevés que des volailles élevés en bâtiment ; cela tient d'une part à l'ingestion de sol d'autre part à la consommation de vers et insectes pouvant concentrer les contaminants. Dans une récente enquête DGAL en Alsace (1998)¹, les œufs de

¹ DGAL, Bilan du plan de surveillance dioxines en Alsace réalisé en 1998. Direction générale de l'alimentation, Lettre-circulaire n° 1271 du 1er juillet 1999.



poules élevées au sol présentent des taux de 1,5 à 5,5 pg/g MG contre 0,3 à 1 dans des oeufs de poules élevées en bâtiments. ». On remarque ainsi que les teneurs mesurées habituellement dans les œufs de poules élevées en plein air sont supérieures à celles des poules élevées en bâtiments, proches du seuil d'intervention et susceptibles d'être supérieures à la teneur de retrait du marché. Le rapport mentionne également qu'en 1999, un groupe de travail du comité « contaminants » du CSHPF intégré à l'AFSSA avait calculé les quantités de dioxines ingérées en France à partir de divers aliments pour différentes tranches d'âge et qu'il ressortait de cette analyse que les œufs et dérivés ne représentent environ que 6% des apports totaux en PCDD/F contre environ 40% pour le lait et ses dérivés et 10 à 20% pour la viande. Les œufs ne constituent donc pas le contributeur majeur d'apport en dioxines dans l'alimentation humaine.

- En 2004, la DGAL a effectué des campagnes de mesures dans le cadre de plan de surveillance dans les œufs de poules d'élevage en plein air, mais il ne s'agissait pas d'œufs issus d'élevage de particulier². Cette campagne a montré que, à deux exceptions près (dont une s'explique du fait de la proximité d'une source d'émission de PCDD/F), les résultats étaient conformes pour les œufs d'élevages commerciaux de poules en plein air. Elle conclut : « *il convient de rappeler que ces résultats ne sont pas transposables aux œufs d'élevages familiaux qui, selon toutes les études disponibles, sont sensiblement plus contaminés. Ces œufs n'étant pas mis sur le marché, les seuils prévus par le règlement CE 2375/2001 ne leur sont pas applicables.* ».
- L'Afssa a publié fin 2005 une étude concernant l'évaluation de l'exposition alimentaire de la population française aux PCDD/F et PCB-DL et une saisine (n°2006-SA-0372), ainsi qu'une note de synthèse. Dans ce rapport, l'Afssa mentionne que « *les cendres d'incinération de fond de jardin apparaissent comme source majeure de contamination [en PCDD/F] des œufs de poules élevées en liberté dans certaines fermes* ».
- Le Comité scientifique belge, expose dans son Avis 2002/35 – *La présence de dioxines dans les œufs de poule en libre parcours chez des personnes privées (2003)* – que les teneurs [en dioxines observées dans des œufs de poules d'élevages privés] sont supérieures à celles observées dans les œufs de poules provenant d'élevages professionnels de type fermé (batteries) ou même de type ouvert (libre parcours), que ce soit en production biologique ou en production conventionnelle. Les éléments présentés pour discuter de ces différences sont également repris par la note de l'AFSSA et exposés au chapitre 2.3 de la présente note.
- Une note technique de l'Afssa (AQR/ATH/2005-203 du 27/9/2005) concerne *l'Analyse des déterminants de la contamination en dioxines et furanes (PCB non compris) des œufs issus d'élevage de volailles en plein air de particulier*. Cette note rappelle que des dépassements des seuils réglementaires en PCDD/F ont pu être observés à plusieurs reprises dans les œufs issus d'élevage en plein air de particulier, alors que les valeurs de contamination des sols étaient jugées faibles et a priori compatibles avec des activités d'élevage. L'objet de cette note est d'identifier les pratiques à risques susceptibles d'entraîner une contamination significative des œufs issus d'élevage en plein air de particulier, en vue de proposer des pratiques de substitution et des études complémentaires (cf §2.3 de la présente note).
- Il est important de noter que, comme le souligne l'Afssa dans sa note, outre l'ingestion de sol, la nourriture peut constituer une source non négligeable de contamination en PCDD/F. En particulier, une étude³ a montré qu'en respectant le seuil maximum de 0,75 ng/kg dans l'alimentation animale, il ne serait pas possible de respecter le seuil maximal de 3 pg/gMG dans les œufs.

NB : Dans la note de l'Afssa, il est question que la DGAL fasse une campagne de mesure dans les œufs issus d'élevage de particulier, mais il n'y a pas de publication à ce jour à ce sujet.

² Notes de service DGAL/SDSSA/N2003-8163 du 30 septembre 2003 et DGAL/SDSSA/N2003-8040 du 27 janvier 2004 - résultats du plan de contrôle des dioxines dans les œufs de poules pondeuses élevées en plein air.

³ Traag, W.A., Portier, L., Bovee, T.F., van der Weg, G., Onstenk, C., Elghouch, N., Coors, R., Kraats, C., Hoogenboom, R., 2002. Residues of dioxins and coplanar PCBs in eggs of free range chickens. *Organohalogen Compounds* 57, 245-248.



Ces différentes études montrent que de nombreux facteurs peuvent conduire à des dépassements du seuil fixé par la réglementation sans pour autant que l'impact des rejets du site soit en cause (par exemple, feux de fond de jardin, épandage de cendres, facteurs favorisant l'ingestion de sol ou de vers, distribution de nourriture à la volée, diète insuffisante en protéine etc.).

A titre d'illustration, lors de la réunion de la Commission Locale d'Information et de Surveillance de l'UIOM d'Arrabloy du 15 septembre 2005 (cf. compte-rendu synthétique de la Sous-Préfecture de Montargis), il a été constaté que les résultats du programme de surveillance confirmaient l'absence d'impacts sanitaires de l'UIOM dans les légumes des jardins potagers familiaux, les légumes des cultures maraîchères destinées à la vente, les végétaux des pâturages consommés par les animaux et les ensilages récoltés en 2004. Par contre, les résultats du programme montraient que les oeufs prélevés dans trois poulaillers familiaux présentaient des teneurs en dioxines dépassant le seuil réglementaire de 3 pg/g MG. Des études complémentaires ont été menées pour rechercher les causes de la présence de dioxines dans ces oeufs. Ces études portaient sur des analyses de sol des poulaillers et sur des sols témoins. Elles ont mis en évidence que :

- les teneurs étaient plus élevées dans les sols des poulaillers que dans les sols témoins.
- les plus fortes teneurs dans les oeufs étaient observées chez les particuliers où les teneurs des sols du poulailler étaient importantes.
- les valeurs observées dans les sols des poulaillers apparaissaient être liées aux pratiques des propriétaires (épandage de cendre, de résidus de tonte, feux de bois...).

Il a été conclu que le niveau de contamination en dioxines observée dans les oeufs ne pouvait pas être mis en relation avec les émissions de l'UIOM.

2.3. Principaux facteurs de risques de contamination des oeufs

Les principaux facteurs de risques identifiés dans l'étude de l'Afssa sont les suivants :

Apport de cendres sur le parcours

- Pratique : utilisation de cendres issues de la combustion de végétaux et/ou de déchets sur le sol et/ou le potager, pour améliorer la qualité des coquilles.
- Facteur de risque : sur-contamination du sol par des cendres riches en dioxines (de 100 à 42000 pg PCDD/g) et en métaux lourds.
- Méthode de substitution : autres apports en phosphore et calcium.

Nourriture déposée sur le sol

- Pratique : distribution des grains à la volée.
- Facteur de risque : sur-exposition liée à une consommation accrue de sol, de végétaux et de lombrics (contamination passive des grains et ingestion de terre).
- Méthode de substitution : distribution des aliments en mangeoires.

Ration alimentaire

- Pratique : rations alimentaires déséquilibrées.
- Facteur de risque : changement de comportement et de performance de ponte, entraînant une surconsommation de terre à la recherche de protéines animales.
- Méthode de substitution : alimentation couvrant les besoins des volailles (graine de céréales, complément protéique, minéral, végétaux...).

Emissions diffuses

- Pratique : feux de chauffage et feux de fond de jardin.
- Facteur de risque : émission de quantités non négligeables de dioxines localement.
- Méthode de substitution : impact difficile à évaluer (distance, fréquence, caractéristiques des feux ?).

Epluchures et légumes du potager

- Pratique : alimentation complémentaire à base d'épluchures et/ou de légumes du potager.
- Facteur de risque : consommation passive de terre.
- Méthode de substitution : libre accès au bâtiment pour les pondeuses.



Temps passé à l'extérieur

- **Pratique** : temps d'accès au parcours libre, notamment sans possibilité de retour au poulailler.
- **Facteur de risque** : contamination éventuelle des végétaux en PCDD/F par voie aérienne et/ou contact de la terre.
- **Méthode de substitution** : limiter les épluchures ou les végétaux à large surface exposée (fourrage).

Age et performances des pondeuses, accès au parcours

- **Pratique** : âge des pondeuses (début et fin du transfert dans l'élevage)⁴, performance de ponte (nombre d'œufs et saisonnalité).
- **Facteur de risque** : augmentation de la durée d'exposition (accès plus jeune au parcours, âge plus avancé avant réforme), augmentation de la contamination des œufs (excrétion moindre/variable)⁵.

Densité

- **Pratique** : faible densité (pour permettre la persistance du couvert végétal...).
- **Facteur de risque** : augmentation du niveau de contamination du fait d'un plus large accès à la macrofaune.
- **Méthode de substitution** : effet bénéfique d'une plus grande densité – difficulté à conclure.

Traitement du sol

- **Pratique** : traitement du sol insuffisant.
- **Facteur de risque** : incidence éventuelle du taux de matière organique sur la biodisponibilité des dioxines, ingestion des PCDD/F contenues dans les fientes, concentration en PCDD/F du sol superficiel plus importante.
- **Méthode de substitution** : dilution de la contamination par mélange des couches superficielles et profondes de terres (tel que pratiqué dans les élevages en plein air), mais efficacité non établie sur le long terme du fait d'une durée de demi-vie plus longue dans les couches profondes.

2.4. Stratégie d'échantillonnage et d'analyses

Si des mesures dans les œufs devaient être réalisées, compte tenu des nombreux facteurs de "biais" dans les résultats de mesures, il conviendrait de suivre un protocole strict, par précaution :

- L'échantillonnage et l'analyse doivent être effectués suivant le RÈGLEMENT (CE) No 1883/2006 DE LA COMMISSION du 19 décembre 2006 portant fixation des méthodes de prélèvement et d'analyse d'échantillons utilisées pour le contrôle officiel des teneurs en dioxines et en PCB de type dioxines de certaines denrées alimentaires modifiant la directive 2002/69/CE. Il est stipulé que la taille d'échantillons pour les œufs est a minima de 12 œufs (cf. §4.2 relatif au plan d'échantillonnage).
- Il est recommandé que l'analyse soit faite par un laboratoire agréé. Par exemple, la note de la DGAL du 9 novembre 2004 précise la liste des laboratoires agréés pour la recherche des PCDD/F, PCB type dioxine sur les denrées alimentaires ou les aliments pour animaux, et des PCB indicateurs sur les échantillons où sont recherchés dioxines et PCB de type dioxine (note de service DGAL/SDRRC/N2004-8262), dans le cadre des plans de surveillance ou de contrôle de la DGAL.

Lors de la mise en œuvre de mesures dans les œufs, il est recommandé :

- d'effectuer une mesure dans le sol sur lequel est effectué l'élevage,
- de recueillir le maximum d'informations sur les conditions d'élevage (cf. facteurs déterminants de contamination, tels que l'épandage de cendres, l'alimentation insuffisante des poules etc.),
- d'effectuer des mesures sur plusieurs site d'élevage, hors et sous influence potentielle du site.

⁴ En général, âge des pondeuses en élevage en plein air ou en batterie entre 20 et 70 semaines

⁵ 5-6 œufs par semaine en période de ponte en élevage



3. CONCLUSION

Les mesures de PCDD/F dans les oeufs sont sujets à de nombreux facteurs de biais : si les résultats sont inférieurs au seuil, cela démontre qu'il n'y a pas de sources de contamination à proximité ; s'ils sont supérieurs au seuil, cela peut être des "faux positifs", c'est-à-dire qu'il y a vraisemblablement une source d'impact mais qu'elle n'est pas pour autant liée à l'installation suivie.

En conclusion, les sources de contamination des oeufs sont multiples et dépassent la problématique de la surveillance de l'impact sur l'environnement des installations d'incinération de déchets (bonne pratique et recommandations en termes d'élevage). De plus, les seuils définis dans la réglementation s'appliquent aux œufs mis sur le marché et non aux œufs produits par les particuliers pour leur propre consommation privée. C'est pourquoi, cette matrice n'apparaît pas adaptée pour le suivi de l'impact d'une installation d'incinération de déchets sur l'environnement.