

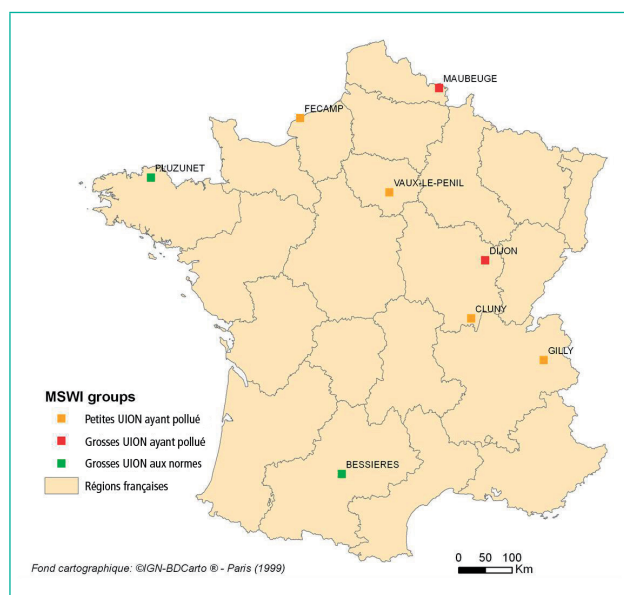
# Étude d'imprégnation par les dioxines des populations résidant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères

L'Institut de veille sanitaire (InVS) en collaboration avec l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a réalisé une étude nationale d'imprégnation de la population par les dioxines et les PCB. Cette étude, effectuée à la demande de la Direction générale de la santé a été financée dans le cadre du Plan cancer. L'objectif principal était de préciser si les populations résidant autour d'usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) étaient plus imprégnées que celles qui en étaient éloignées et d'évaluer la contribution de l'alimentation produite localement à cette exposition (InVS, Afssa 2003). Cette étude avait également comme objectif l'étude de l'imprégnation de ces populations par le plomb et le cadmium. Les incinérateurs rejettent en effet également ces métaux dans l'environnement.

## MÉTHODE

Il s'agit d'une étude multicentrique qui concerne huit sites proches d'UIOM répartis dans plusieurs départements de France : Bessières (31), Cluny (71), Dijon (21), Senneville-sur-Fécamp (76), Gilly-sur-Isère (73), Maubeuge (59), Pluzunet (22), Vaux-Le-Pénil (77). Ces huit sites ont été choisis à la suite d'un inventaire des UIOM de France métropolitaine, en fonction des caractéristiques de fonctionnement de celles-ci, de l'existence à la fois de données d'émission et de contamination des aliments et de la présence de consommateurs de produits locaux. Ces sites correspondent à trois catégories d'UIOM :

- petites UIOM anciennes (capacité  $\leq$  à 6 tonnes/h) fortement polluantes par le passé ;
- grosses UIOM anciennes ( $>$  à 6 tonnes/h) fortement ou moyennement polluantes par le passé et ;
- grosses UIOM récentes ayant respecté les normes d'émission en vigueur.



L'identification de la zone d'étude à proximité des UIOM a été obtenue par modélisation des panaches de dispersion atmosphérique par l'Afssa et Aria Technologie, avec la contribution de l'Inéris, et à partir des dépôts surfaciques cumulés de 1994 à 2004. Des communes non exposées au panache et sans source connue de dioxines ont également été sélectionnées afin de comparer les imprégnations entre exposés et non exposés. Au total, une quarantaine de communes ont ainsi été retenues.

L'étude a porté sur 1 053 personnes adultes âgées de 30 à 65 ans incluses à partir d'un échantillon aléatoire stratifié et à deux degrés (dont 1 030 participations exploitables pour l'étude des dioxines et PCB, 1 029 pour l'étude de la plombémie et 1 033 pour la cadmiurie). L'étude de terrain s'est déroulée de février à juin 2005 et a été mise en œuvre par le Département santé environnement de l'InVS et coordonnée localement par les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire, antennes régionales de l'InVS). Une première vérification auprès de la population de critères d'inclusion et d'exclusion (tels que l'âge, l'absence d'exposition professionnelle) des personnes résidant dans les zones d'étude a été réalisée par contact téléphonique ; la liste des personnes et leurs coordonnées ont été obtenues à partir de listes électorales des mairies et des données de France Télécom. Le taux de participation global était de 51 % (participants tirés au sort joignables et répondant aux critères d'inclusion), ce qui est un très bon taux par rapport à d'autres études comparables.

Pour chacun des sites, environ 130 personnes ont été incluses. Elles y résidaient depuis au moins 10 ans (du moins pour les UIOM anciennes), étaient non exposées professionnellement aux dioxines, au plomb et au cadmium et pour les femmes, n'avaient pas allaité au cours des 15 dernières années (ou très peu). Les groupes étudiés étaient composés :

- des personnes résidant dans la zone de retombée du panache de l'incinérateur ("zone exposée") :
  - a) consommant des aliments produits localement (volaille, viande, œufs, lait, légumes...), c'est-à-dire exposées par voie alimentaire ;
  - b) ne consommant pas d'aliment d'origine locale, c'est-à-dire exposées par voie aérienne uniquement ;
- des personnes (consommatrices et non consommatrices d'aliments locaux) résidant à plus de 20 km de tout incinérateur et non exposées à des sources connues de dioxines ("zone non exposée") ; pour chaque site, des personnes non exposées ont été incluses afin de prendre en compte les spécificités locales pouvant avoir un impact sur l'exposition habituelle, hors influence éventuelle de l'incinération : contamination "bruit de fond" des aliments courants, habitudes alimentaires.

Des accords préalables de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil) et du Comité consultatif de protection des personnes pour la recherche biomédicale (CCPPRB) ont été obtenus pour la réalisation de cette étude. Les participants étaient invités par courrier et par téléphone à se rendre à un entretien individuel, dans un lieu proche de leur domicile. Un questionnaire en face à face leur était administré afin de recueillir des informations sociodémographiques, alimentaires (consommations habituelles et de produits locaux), d'exposition professionnelle et environnementale. Une des forces de cette étude a été d'appréhender la consommation alimentaire des participants de la façon la plus détaillée possible. Un prélèvement de sang a été effectué par du personnel de l'Établissement français du sang afin de doser dans l'organisme les dioxines les plus toxiques (mélange de 17 substances, PCDD/F), les PCB (polychlorobiphényles, autres substances rémanentes souvent associées aux dioxines : 12 PCB dénommés "dioxine-like" (PCB-DL qui ont les mêmes mécanismes d'action biologique que les dioxines) et quatre PCB (118, 138, 153, 180), dits indicateurs) ainsi que la plombémie. Un prélèvement d'urine était également recueilli afin de doser le cadmium, autre métal que le plomb susceptible d'être rejeté par les incinérateurs. Les résultats de dosages de dioxines sont généralement exprimés en picogrammes de TEQ par gramme de matière grasse (pg TEQ<sub>98</sub>/g de MG) ; le TEQ, équivalent toxique international, est un indice qui résume en une seule valeur la contamination du mélange de dioxines ; c'est la somme de la concentration de chaque substance du mélange multipliée par son facteur de toxicité (TEF). Un picogramme (pg) représente 10<sup>-12</sup> g.

Pour étudier si le fait de résider autour d'un incinérateur était associé à une augmentation des concentrations sériques de dioxines et PCB, et de métaux, des analyses simples et multiples (croisant plusieurs données) ont été utilisées. L'analyse statistique a été réalisée avec les logiciels SAS, R et Stata. Dans un premier temps, la confrontation des caractéristiques personnelles (âge, sexe, corpulence...) ou d'habitudes de vie (consommation tabagique, habitudes alimentaires...) et des imprégnations, a permis d'identifier leur influence et ainsi d'isoler le rôle propre des facteurs de risque liés à l'environnement de l'UIOM et à la consommation de produits locaux. Les données de dioxines et métaux, qui ont une distribution statistique asymétrique dans la population, ont été décrites en termes de moyenne géométrique plutôt qu'en termes de moyenne arithmétique, cette dernière pouvant être affectée par des valeurs extrêmes.

## POPULATION

La population d'étude avait un âge moyen de 52 ans et était composée de 54,7 % de femmes. Pour les riverains des UIOM, la distance médiane du lieu de résidence à l'UIOM était de 2,2 km. Le nombre d'années de résidence sous les retombées du panache de l'incinérateur était au moins de 18 ans pour plus de 50 % des personnes, variant selon les sites en raison des durées très variables de fonctionnement des incinérateurs. Les populations des deux zones d'étude (exposée et non exposée) étaient comparables au niveau sociodémographique (âge, sexe, niveau d'études, statut matrimonial), et sur leur consommation tabagique. Néanmoins, les personnes de la zone non exposée vivaient plus fréquemment en zone rurale, ce qui résultait de la volonté de sélectionner des localisations éloignées de toute source d'émission de dioxines. Cette population comportait ainsi plus d'agriculteurs et possédait plus souvent un jardin potager.

## CONSOMMATION ALIMENTAIRE

Globalement, les consommations alimentaires concernant les aliments ne provenant pas de la production locale étaient très similaires entre les deux zones ; c'était en particulier le cas pour les produits animaux et donc pour les lipides d'origine animale, dont on sait qu'ils sont les principaux aliments contributeurs à l'exposition aux PCDD/F, substances lipophiles s'accumulant dans les chaînes alimentaires animales. Les quantités d'aliments et de lipides consommées étaient très cohérentes avec celles observées lors de l'étude pilote et un peu plus importantes que celles constatées dans l'étude nationale Inca1 (Volatier, 2000). L'objectif de cibler des sites où la consommation de produits locaux était suffisamment fréquente a été atteint, puisque plus de 83 % des participants ont consommé des produits locaux et près de 68 % des participants ont consommé des produits issus de leur propre production. Cette consommation locale concernait principalement les légumes et les fruits (respectivement 70,1 % et 66,6 % de consommateurs), mais aussi les produits animaux (viande, œufs, produits laitiers), principalement les œufs et les volailles (respectivement 34,8 % et 28,8 % de consommateurs). La proportion de consommateurs de produits animaux d'origine locale et donc de lipides d'origine animale était plus forte dans les zones non exposées que dans les zones exposées, en particulier dans les sites à dominante rurale avec une présence d'agriculteurs. Toutefois, la quantité consommée de graisses animales d'origine locale restait faible par rapport à la quantité totale consommée quotidiennement (en moyenne environ 8 grammes contre environ 100 grammes).

## IMPRÉGNATION PAR LES DIOXINES

### Teneurs sériques en dioxines et PCB dans la population d'étude

Les valeurs de dioxines observées dans cette étude étaient similaires à celles d'autres pays d'Europe. La concentration sérique moyenne de dioxines et de PCB "dioxine-like" (PCDD/F + PCB-DL : TEQ total) estimée dans la population d'étude était de 27,7 pg TEQ<sub>98</sub>/g de MG exprimée avec les TEF de 1998, alors qu'elle n'était plus que de 18,5 pg TEQ<sub>2005</sub>/g de MG avec les nouveaux TEF 2005, puisque la toxicité de certaines substances a été revue à la baisse. Les PCDD représentaient 56 % des PCDD/F et les PCB-DL 51 % du TEQ total. Les profils des congénères (concentrations de chaque substance du mélange) se déclinaient de façon similaire à l'intérieur de chaque zone d'exposition et chaque site d'étude et ne permettaient donc pas de distinguer un incinérateur avec un rejet particulier. Les caractéristiques des personnes ayant les valeurs les plus élevées de dioxines et PCB indiquaient que ces personnes étaient plus âgées, avaient souvent un surpoids, étaient plus souvent des hommes et consommaient des produits de la pêche de façon plus importante que la moyenne (le site côtier de Senneville-sur-Fécamp était surreprésenté). La zone d'exposition ne semblait pas être un facteur déterminant. Ces niveaux élevés restaient inférieurs à ceux constatés dans des populations fortement exposées telles que les pêcheurs de la Baltique (Kirivanta et coll. 2002).

### Facteurs influençant les niveaux d'imprégnation par les dioxines et PCB indépendamment des UIOM

Les caractéristiques personnelles des participants avaient un rôle prépondérant sur les concentrations de dioxines et PCB. Celles qui influençaient significativement les dioxines et PCB étaient l'âge,

le sexe, la corpulence, la fluctuation récente du poids, le statut tabagique, la catégorie socioprofessionnelle actuelle et la localisation géographique. L'imprégnation par les dioxines augmentait avec l'âge, de 10 % tous les 5 ans pour les PCDD/F, ce qui correspondait à une augmentation moyenne d'environ 0,3 pg de PCDD/F/g de MG par année d'âge, résultat qui a été retrouvé également dans une étude américaine récente (Collins et coll. 2006). On sait en effet que ces substances s'accumulent au cours du temps dans l'organisme, en particulier dans les graisses. L'imprégnation augmentait aussi avec la corpulence (élimination plus lente des dioxines), une perte récente de poids et elle était plus élevée chez les femmes, et chez les non fumeurs (relation un peu surprenante mais bien connue, Garabrant et coll. 2007).

D'autres facteurs d'exposition non liés à l'incinérateur pouvaient influencer les dioxines et PCB : la présence d'un foyer ouvert ou d'un poêle à bois dans le logement, la pratique d'un loisir susceptible d'exposer aux dioxines, l'urbanisation (centre ville/périphérie, banlieue/zone rurale) et certaines consommations d'aliments non produits localement sous le panache de l'incinérateur. Une imprégnation légèrement plus importante de dioxines a été observée chez les personnes ayant un foyer ouvert ou un poêle à bois dans le logement. La combustion domestique du bois est une source de dioxines déjà bien identifiée. L'imprégnation augmentait aussi avec la consommation habituelle de certains aliments d'origine animale (abats, produits de la pêche, produits laitiers). Néanmoins, la consommation des principaux groupes d'aliments vecteurs de dioxines dans l'alimentation, que sont les poissons, produits de la mer et les produits laitiers, n'était que partiellement associée à l'imprégnation. La consommation de produits de la pêche était corrélée à l'imprégnation uniquement pour les sites des départements littoraux (Pluzunet et Senneville-sur-Fécamp).

## Facteurs associés aux UIOM

### Zone et durée d'exposition

L'imprégnation par les dioxines n'était pas statistiquement plus élevée dans les populations résidant dans la zone de retombée du panache d'une UIOM en comparaison à celle des populations non exposées. De plus, l'imprégnation par les dioxines n'était associée ni à la durée de résidence sous les retombées du panache de l'UIOM, ni aux niveaux de dépôt surfacique cumulé au sol dans la zone du panache, ou à la distance à l'UIOM, excepté pour les agriculteurs chez lesquels l'imprégnation augmentait avec la proximité de résidence par rapport à une UIOM et aussi avec leur temps de résidence sous le panache. Les niveaux d'imprégnation similaires entre les zones exposées et non exposées observés dans notre étude constituent un résultat cohérent avec ceux de diverses études étrangères ; celles-ci ne prenaient pas en compte la consommation locale et concluaient que résider autour d'UIOM avait peu d'influence sur les concentrations sériques de dioxines des riverains (Evans 2000, Schumacher 1999, Deml 1996, Gonzalez 1998). Toutefois, les imprégnations moyennes de dioxines les plus basses étaient observées à Bessières et Pluzunet, les deux sites correspondant aux incinérateurs aux normes. L'imprégnation moyenne la plus élevée a été observée pour le site de Senneville-sur-Fécamp, mais aussi bien en zone exposée que non exposée, ce qui semble montrer que l'impact de la consommation de produits de la mer sur l'imprégnation par les dioxines et PCB est plus important que celui des incinérateurs. Ce site est celui où la consommation de produits de la mer était la plus importante et où leur contamination par les dioxines et PCB dans cette partie de la Manche-Est est connue pour être un peu supérieure à celle rencontrée sur d'autres parties du littoral (Leblanc et coll, 2004).

Chez les personnes n'ayant pas consommé d'aliments produits localement (notamment sous les retombées d'un incinérateur), les niveaux d'imprégnation de dioxines et PCB étaient similaires entre zones exposées et non exposées ; ce résultat n'est pas en faveur du rôle de l'exposition par inhalation (question fortement soulevée initialement), ce qui est cohérent avec les résultats d'études réalisées à l'étranger (Huang 2007, Adriaens et coll. 2007).

### Consommation d'aliments produits localement

La relation entre l'imprégnation par les dioxines et l'exposition aux UIOM pouvant être effective que dans certains groupes de la population, une étude approfondie a été menée auprès des consommateurs d'aliments produits localement, puisque l'alimentation constitue habituellement la voie majeure d'exposition aux dioxines. Une imprégnation par les dioxines et PCB était plus élevée chez les agriculteurs des zones exposées comparativement à ceux des zones non exposées au panache d'un incinérateur. Les agriculteurs, qui ont tendance à consommer plus d'aliments produits localement, avaient une imprégnation plus élevée que tous les autres groupes de consommateurs des zones exposées (particuliers consommateurs d'aliments locaux d'origine animale et/ou végétale, non consommateurs de produits locaux).

En zone uniquement exposée aux émissions des incinérateurs, l'imprégnation moyenne des particuliers consommateurs de produits animaux (tels que produits laitiers et œufs) et végétaux était statistiquement supérieure à celle des particuliers consommateurs seulement de produits végétaux, et cette dernière était similaire à celle des personnes ne consommant pas de produits locaux. Ainsi, l'apport en dioxines par les fruits et légumes issus du potager ou du verger exposés aux retombées du panache de l'UIOM ne contribue pas de façon sensible à la contamination de la population. Les végétaux très peu gras sont moins contaminés par les dioxines que les produits d'origine animale et en bout de chaîne alimentaire.

L'étude montre que la contamination de la population associée aux rejets de l'UIOM provient essentiellement de la consommation des matières grasses d'origine animale des aliments produits sous le panache (produits laitiers, œufs, viandes). L'augmentation de 8 grammes par jour de la consommation de lipides d'origine locale (correspondant à la consommation d'un œuf ou d'une tasse de lait par jour), était associée à une augmentation modérée de l'imprégnation par les dioxines et PCB-DL (TEQ total) : de 5,8 % pour les habitants des zones exposées (équivalent à 1,6 pg/g de MG en moyenne) et de 2,6 % pour ceux des zones témoins éloignées des UIOM. Les faibles apports journaliers de graisses animales d'origine locale expliquaient probablement en partie pourquoi la consommation locale d'aliments (possiblement contaminés par les retombées du panache) impactait si peu l'imprégnation des populations. Dans une étude réalisée auprès de populations belges riveraines d'UIOM ayant fortement pollué, Fierens et coll. (2003) ont également observé une augmentation de l'imprégnation par les dioxines associée à une consommation de lipides d'origine animale et locale. Dans notre étude, on a constaté que l'imprégnation par les dioxines était davantage augmentée par la consommation de produits animaux issus de zones exposées à des incinérateurs anciens que récents. Les mesures de réglementation prises pour réduire les émissions des UIOM ont été semble-t-il pertinentes et se traduisent par une imprégnation moindre des riverains des UIOM récentes et aux normes.

**En conclusion**, cette étude a montré que le fait de résider à proximité d'un incinérateur d'ordures ménagères n'a pas de répercussion sensible sur les niveaux sériques de dioxines, excepté pour les consommateurs

de produits animaux d'origine locale (notamment les produits laitiers et les œufs), et en particulier pour ceux ayant résidé auprès d'anciens incinérateurs ayant pollué par le passé. Cette observation était plus marquée chez les agriculteurs.

Les facteurs personnels et la consommation alimentaire habituelle en particulier celle des produits de la pêche jouaient un rôle prépondérant sur l'imprégnation par les dioxines.

## PLOMBÉMIE

### Plombémie dans la population d'étude

La plombémie moyenne dans la population d'étude était de 28,7 µg/L, ce qui reste dans des valeurs habituelles pour la population générale ; elles étaient plus faibles que celles mesurées chez les jeunes adultes en France il y a dix ans, vraisemblablement en raison de la réduction des émissions de plomb en France (RNSP 1997, Inserm 1999). À titre de comparaison, les plombémies retrouvées dans la population adulte belge résidant autour d'UIOM étaient un peu plus élevées, de l'ordre de 43 µg/L (Fierens 2002).

Les caractéristiques des personnes présentant des plombémies élevées (supérieures à 100 µg/L) étaient assez habituelles : âge relativement élevé (plus de 55 ans), sexe masculin, résidence ou activité liées à un habitat ancien. Ces personnes étaient réparties sur tous les sites, à l'exception de celui de Vaux-le-Pénit et ne résidaient pas plus souvent en zone exposée qu'en zone non exposée.

### Facteurs influençant les plombémies indépendamment des UIOM

Les facteurs connus généralement pour faire varier la plombémie ont été retrouvés dans cette étude : l'âge, le sexe, le niveau d'étude, les consommations de tabac et d'alcool, la pratique d'un loisir exposant au plomb, la résidence dans un habitat ancien et la consommation d'eau du robinet. Ils ont d'ailleurs aussi été retrouvés en partie dans l'étude de Fierens qui a étudié l'imprégnation par le plomb de populations résidant autour d'UIOM (2007).

On sait que le plomb est un toxique cumulatif, qui s'accumule dans l'organisme avec l'âge. Ainsi, la plombémie de la population d'étude augmentait de 2,5 % par an, ce qui correspondait à une augmentation annuelle moyenne d'environ 0,7 µg/L. La plombémie des hommes est généralement supérieure à celle des femmes (Staessen et coll. 1996, Inserm 1999), résultat retrouvé dans notre étude avec une différence d'environ 5 µg/L. Par ailleurs, l'observation des niveaux de plombémie qui augmentaient quand le niveau d'étude était faible, est fréquente dans les études et traduit le fait que le contexte socio-économique peut favoriser l'exposition. La plombémie était en moyenne supérieure d'environ 3 µg/L chez les personnes résidant dans des logements construits avant 1948. On sait que les logements anciens (datant d'avant 1948) peuvent constituer une source d'exposition au plomb par la présence d'anciennes peintures au plomb qui peuvent se retrouver dans les poussières. C'est ainsi, que nous avons souvent retrouvé une activité de rénovation d'un habitat ancien parmi les personnes présentant les plombémies les plus élevées. De façon générale, la pratique d'un loisir exposant au plomb (tel que le tir, la peinture, les émaux, la poterie, la rénovation d'un habitat ancien (décapage

d'huisseries...)) augmentait la plombémie en moyenne de 5 µg/L. L'habitat ancien peut constituer une source de plomb également par la présence de canalisations en plomb apportant l'eau de distribution. Dans notre étude, la plombémie augmentait d'environ 1,3 % (soit en moyenne de 0,4 µg/L) pour une consommation quotidienne d'eau du robinet augmentée de 100 ml. Par ailleurs, les associations retrouvées entre la plombémie et les consommations de tabac et d'alcool sont cohérentes, puisque ces dernières constituent aussi des sources de plomb bien identifiées (Huel et coll. 1986).

Les consommations habituelles de produits laitiers ou de légumes aériens (tels que les salades) semblaient préserver d'une plombémie élevée alors que la consommation de crustacés ou de porc et charcuterie l'augmentait. On sait que les aliments les plus contaminés par le plomb sont les crustacés, les mollusques et les abats et que par ailleurs, le plomb est absorbé au niveau du tube digestif en compétition avec le calcium, très présent dans les laitages.

### Facteurs associés aux UIOM

#### Zone et durée d'exposition

Les plombémies des populations riveraines des incinérateurs n'étaient pas supérieures à celles des témoins, excepté pour le site de Vaux-le-Pénit où les plombémies des habitants de la zone témoin étaient particulièrement faibles. Même si des publications scientifiques signalent la persistance de contamination des sols par le plomb autour de sites industriels ayant rejeté du plomb (Declercq et coll. 1990), l'exposition à l'incinérateur influençait beaucoup moins fortement les niveaux de plombémie que les facteurs de variation classiques cités ci-dessus. De plus, les autres facteurs d'exposition à l'UIOM (distance du lieu de résidence à l'UIOM, durée de résidence sous le panache) n'étaient pas associés à la plombémie. Par ailleurs, l'exposition à la pollution de l'incinérateur par simple inhalation, c'est-à-dire par le simple fait de résider aux alentours sans consommer de produits locaux, ne semblait pas avoir de répercussion sur les niveaux de plombémie.

#### Consommation d'aliments produits localement

L'impact observé de l'alimentation locale sur la plombémie était modéré et n'était visible qu'avec l'étude des quantités consommées d'aliments d'origine locale. Les aliments associés à une augmentation de la plombémie étaient essentiellement d'origine animale, et les légumes aériens semblaient protecteurs. Du fait du faible transfert du plomb du sol dans la plante, on considère habituellement que l'apport majeur en plomb des végétaux est d'origine atmosphérique et qu'il est majoritairement éliminé durant l'épluchage et le lavage (CSHPF 1996).

La consommation locale de viande (bœuf, agneau, veau, abats) et de produits laitiers augmentait la plombémie de façon modérée essentiellement en zone exposée, suggérant un rôle possible de l'incinération. La consommation d'œufs locaux n'influencait significativement la plombémie des riverains des zones exposées qu'au-delà d'un certain niveau de dépôt surfacique au sol, de l'ordre d'environ 0,2 µg/m<sup>2</sup> et dans le cas des UIOM anciennes hors normes. En revanche, la consommation de produits de la pêche augmentait la plombémie indépendamment de la zone d'exposition. L'étude belge menée sur la population résidant autour d'UIOM n'avait pas mis en évidence de surimprégnation par le plomb des riverains des incinérateurs (Fierens, 2002).

**En conclusion**, les facteurs personnels et l'alimentation habituelle avaient un poids beaucoup plus important sur la plombémie que les facteurs liés à l'incinérateur. La consommation de certains aliments locaux influençait la plombémie, mais cette influence restait modérée et moins importante que celle des facteurs personnels. Par ailleurs, la plombémie restait dans des valeurs habituelles pour la population générale.

## CADMIURIE

### Cadmiurie dans la population d'étude

La concentration moyenne de cadmium urinaire dans la population d'étude était de 0,27 µg/g de créatinine, ce qui est conforme aux niveaux rencontrés en France lors d'investigations précédentes par l'InVS, alors Réseau national de santé publique (environ 0,3 µg/g de créatinine à Salsigne, RNSP 1998, et Marseille, InVS-ORS PACA 2002). Une très faible proportion de personnes présentait des valeurs élevées de cadmium; c'était essentiellement des femmes âgées de 50 à 55 ans.

### Facteurs influençant les concentrations en cadmium indépendamment des UIOM

Quatre facteurs individuels, classiquement associés à la cadmiurie, ont été identifiés comme influençant de façon significative les concentrations urinaires de cadmium dans la population d'étude: l'âge, le sexe, la consommation tabagique et la catégorie socioprofessionnelle actuelle.

Du fait de sa faible élimination après absorption par l'organisme, le cadmium s'accumule au cours du temps et sa concentration urinaire augmente donc avec l'âge. Ainsi, dans notre étude on a observé une augmentation de 6,8 % de la cadmiurie tous les 5 ans. L'absorption du cadmium est facilitée lors d'une carence en fer, situation qui est plus courante chez les femmes. C'est pourquoi généralement la cadmiurie est plus élevée chez les femmes que chez les hommes. La consommation tabagique constitue la source principale de cadmium par inhalation en population générale et augmente ainsi la cadmiurie des fumeurs; on estime que 20 cigarettes en apportent 1 à 4 µg. La catégorie socioprofessionnelle influençait également les concentrations, avec les niveaux les plus élevés chez les agriculteurs. L'explication vient probablement en partie des pratiques. La consommation habituelle de légumes aériens augmentait également la cadmiurie, mais dans une moindre mesure comparativement aux facteurs précédents. On sait en effet que le cadmium existe naturellement dans les sols et qu'il est facilement transféré du sol aux végétaux.

### Facteurs associés aux UIOM

#### Zone et durée d'exposition

Il n'y avait pas de différence significative d'imprégnation par le cadmium entre les deux zones d'exposition. Dans un premier temps, les niveaux de cadmium urinaires des riverains des incinérateurs semblaient supérieurs comparativement à ceux qui n'y étaient pas exposés ( $p=0,10$ ). En fait, cette différence quoique non statistiquement significative disparaissait après l'exclusion du site de Vaux-le-Pénil, même si les cadmiuries moyennes des différents sites demeuraient très légèrement supérieures en zones exposées. La différence d'imprégnation entre les deux zones d'exposition observée sur le site de Vaux-le-Pénil provenait essentiellement des niveaux très faibles de cadmium observés en zone témoin et non de la pollution

de l'incinérateur, puisque les cadmiuries pour ce site étaient les plus faibles comparées à tous les sites de l'étude. En fait, les variations des cadmiuries constatées entre les huit sites d'étude étaient plus importantes que celles constatées entre les zones exposées et non exposées au panache des incinérateurs. Les autres facteurs d'exposition à l'UIOM (distance, dépôt, durée) n'ont pas été retrouvés associés à la cadmiurie. Dans son étude, Fierens (2002) n'avait pas observé de concentrations en cadmium urinaire plus élevées chez les personnes résidant à proximité d'UIOM après prise en compte des facteurs individuels. Chez les individus ne consommant pas de produits locaux, il n'a pas été mis en évidence de différence marquée des cadmiuries entre les zones exposées et non exposées, ce qui n'est pas en faveur d'une exposition par inhalation.

### Consommation d'aliments produits localement

L'apport en cadmium pouvant être très influencé par la consommation de végétaux et l'usage d'engrais riches en cadmium, une étude spécifique liée au jardin potager a été réalisée. La possession d'un potager n'influencait pas significativement les niveaux de cadmium urinaires et ceci aussi bien en zone exposée qu'en zone non exposée. De plus, la durée d'utilisation du potager sous le panache d'une UIOM n'augmentait pas la cadmiurie. Il a été observé des associations un peu inattendues et paradoxales entre l'alimentation locale et la cadmiurie, assez défavorables à l'hypothèse qu'une UIOM pourrait contaminer les aliments produits localement et contribuer ainsi à augmenter l'imprégnation en cadmium de la population (ex.: cadmiurie augmentée avec la consommation de produits laitiers, mais surtout en zone non exposée).

**En conclusion**, les riverains des incinérateurs ne montraient pas de surimprégnation par le cadmium. Leur cadmiurie restait dans des valeurs habituelles pour la population générale, considérées comme normales pour une population non exposée professionnellement et n'a pu être reliée à la consommation de produits locaux.

## RECOMMANDATIONS

Ces résultats ne conduisent pas à préconiser de nouvelles mesures de gestion car la réduction des émissions polluantes des incinérateurs et leur mise aux normes a déjà fait l'objet de mesures et le contrôle des produits animaux commerciaux élevés sous le panache des incinérateurs a été effectué par la Direction générale de l'alimentation (DGAL). Il faut cependant inciter les gestionnaires locaux à rester vigilants quant à la consommation des œufs de poules élevées sur des sols qui demeurent contaminés par une ancienne UIOM hors norme, en particulier lorsque ces œufs, non commercialisés et destinés à la consommation personnelle, échappent aux contrôles officiels.

### ETUDE RÉALISÉE PAR :

Nadine Fréry<sup>(1)</sup>, Jean-Luc Volatier<sup>(2)</sup>, Abdelkrim Zeghnoun<sup>(1)</sup>, Hélène Sarter<sup>(1)</sup>, Grégoire Falq<sup>(1)</sup>, Anne Thébault<sup>(2)</sup>, Mathilde Pascal<sup>(1)</sup>, Dorothée Grange<sup>(2)</sup>, Said Mouajjah<sup>(1)</sup>, Marielle Schmitt<sup>(3)</sup>, Yvonnick Guillois-Becel<sup>(3)</sup>, Ursula Noury<sup>(3)</sup>, Christophe Heyman<sup>(3)</sup>, Arnaud Mathieu<sup>(3)</sup>, Nathalie Lucas<sup>(3)</sup>, Myriam Blanchard<sup>(3)</sup>, Jérôme Pouey<sup>(3)</sup>, Bénédicte Bérat<sup>(1)</sup>, Perrine De Crouy-Chanel<sup>(1)</sup>, Georges Salines<sup>(1)</sup>

(1) Institut de veille sanitaire, Département santé environnement, Saint-Maurice, France

(2) Agence française de sécurité sanitaire des aliments, Derns, Maisons-Alfort, France

(3) Institut de veille sanitaire, Cellules interrégionales d'épidémiologie, France

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adriaens P, Towey T, Barabas N, Chang SC, Hedgeman E, Zwica L, Garabrant D. Multivariate statistical analysis of dioxin profiles to explain Source contributions to serum dioxins. *Organohalogen Compounds*<sup>1</sup>. 2007; 69.
- Collins JJ, Bodner K, Burns CJ, Budinsky RA, Lamparski LL, Wilken M, Martin GD, Carson ML. Body mass index and serum chlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran levels. *Chemosphere*. 2007; 66: 1079-1085.
- CSHPF (Boisset M. et coll.) Plomb, cadmium et mercure – Conseil supérieur d'hygiène publique de France – Section de l'alimentation et de la Nutrition. Paris. 1996, 287 p.
- Declercq C, Lahoute C, Mercier JF, Haguenoer JM. Évaluation de l'exposition au plomb de deux groupes d'enfants de la région Nord-Pas-de-Calais. *ORS Nord-Pas-de-Calais*. 1990.
- Deml E, Mangelsdorf I, Greim H. Chlorinated dibenzodioxins and dibenzofurans (PCDD/F) in blood and human milk of non-occupationally exposed persons living in the vicinity of a municipal waste incinerator. *Chemosphere*, 1996; 33:1941-1950.
- Evans RG, Shadel BN, Roberts DW, Clardy S, Jordan-Izaguirre D, Patterson DG, Needham LL. Dioxin incinerator emission exposure study Times Beach. Missouri. *Chemosphere*, 2000;40:1063-1074.
- Fierens S, Mairesse H, Bernard A. Évaluation de l'exposition environnementale aux dioxines et polluants associés en région wallonne. Rapport de l'unité Toxicol. Ind. Méd. Du Travail. Univ. Cathol. De Louvain ; Nov 2002 ; 84 p et annexes.
- Fierens S, Mairesse H, Hermans C, Bernard A, Eppe G, Focant JF, De Pauw E. Dioxin accumulation in residents around incinerators. *J. Toxicol. Environ. Health*, 2003; Part A, 66: 1287-1293.
- Fierens S, Mairesse H, Heilier JF, Focant JF, Eppe G, De PE *et al.* Impact of iron and steel industry and waste incinerators on human exposure to dioxins, PCBs, and heavy metals: results of a cross-sectional study in Belgium. *J Toxicol Environ Health A*. 2007; 70(3-4):222-226.
- Garabrant D, Hong B, Chen Q, Franzblau A, Lepkowski J, Adriaens P, Demond A, Hedgeman E, Knutson K, Zwica L, Chang CW, Lee SY, Olson K, Towey T, Trin H, Wenger Y, Luksemburg W, Maier M, Gillespie BW. Factors that predict serum dioxin concentrations In Michigan, USA. *Organohalogen Compounds*. 2007; 69: 206-209.
- Gonzalez CA, Kogevinas M, Huici A, Gadea E, Ladona M, Bosch A, Bleda MJ. Blood levels of polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in the general population of a Spanish Mediterranean city. *Chemosphere*, 1998; 36:419-426.
- Huang HY, Jeng TY, Lin YC, Ma YC, Kuo CP, Sung FC. Serum dioxin levels in residents living in the vicinity of municipal waste incinerators in Taiwan. *Inhal Toxicol* 2007; 19(5): 399-403.
- Huel G, Boudène C, Jouan M, Lazar P. Assessment of exposure to lead of the general population in the French community through biological monitoring. *Int. Arch Occup. Envir. Health*. 1986; 58: 131-139.
- Inserm. Plomb dans l'environnement – Quels risques pour la santé ? Expertise collective. Ed. Inserm. 1999 ; 461 p.
- InVS-Afssa. Incinérateurs et santé. Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM – État des connaissances et protocole d'une étude d'exposition. Ed. InVS. Novembre 2003, 198 p.
- Kiviranta H, Vartainen T, Tuomisto J. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and biphenyls in fishermen in Finland. *Environ Health Perspect*. 2002; 110(4): 355-361.
- Leblanc JC, Sirot V, Volatier JL, Bemrah-Aouachria N. Étude des consommations alimentaires de produits de la mer et imprégnation aux éléments traces, polluants et oméga 3, Afssa, 2006, 160 p.
- ORS PACA-InVS. Évaluation des conséquences sanitaires et environnementales de la pollution d'origine industrielle au cadmium autour du site TLM dans le 15<sup>e</sup> arrondissement de Marseille. Nov. 2001. 146 p et annexes.
- Réseau national de santé publique (RNSP) – Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm). (Huel G, Jouan M, Fréry N, Huet M). Surveillance de la population française vis-à-vis du risque saturnin. Édition insm. Déc 1997 ; 90 p.
- Réseau national de santé publique (RNSP), Ddass de l'Aude. (Fréry N, Ohayon A, Quénel P) Enquête sur l'exposition de la population aux polluants d'origine industrielle – Région de Salsigne (Aude). Déc. 1998 ; -50 p et annexes.
- Schuhmacher M, Domingo JL, Llobet JM, Lindstrom G, Wingfors H. Dioxin and dibenzofuran concentrations in adipose tissue of a general population from Tarragona, Spain. *Chemosphere*. 1999; 38(11): 2475-2487(13).
- Staessen JA, Buchet JP, Ginucchio G, Lauwerys RR, Lijnen P et coll. Public health implications of environmental exposure to cadmium and lead: an overview of epidemiological studies in Belgium. *Working groups. J. Cardiovasc. Risk*. 1996; 3: 26-44.
- Volatier JL (coord.). Enquête Inca (Individuelle et nationale sur les consommations alimentaires). Éditions Tec & Doc. 2000; 192 p. ISBN 2-7430-0426-6.

Tous nos remerciements aux participants, aux municipalités des sites étudiés, à l'Établissement français du sang et aux membres du comité scientifique.

Citation suggérée:

Étude d'imprégnation par les dioxines des populations résidant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, octobre 2008, 6 p. Disponible sur : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)