

Conclusion

L'exposition telle qu'elle a été prise en compte dans cette étude est le reflet des émissions globales des UIOM.

Les relations statistiques positives mises en évidence entre l'exposition passée aux panaches d'incinérateurs et l'incidence au cours de la décennie 1990, notamment chez la femme, pour plusieurs cancers apportent des éléments convaincants au faisceau d'arguments épidémiologiques en faveur d'un impact des rejets d'incinérateurs sur la santé. Sur l'ensemble des localisations de cancers pour lesquelles nous avons retrouvé des liaisons significatives, l'excès de risque relatif de cancer associé à un niveau d'exposition moyen ($P_{50}/P_{2,5}$) est 2 à 3 fois moindre que l'excès de risque relatif associé à un niveau d'exposition élevé ($P_{90}/P_{2,5}$). Toutefois, ce risque plus faible, associé à un niveau d'exposition moyen, concerne une population cinq fois plus importante. Le problème de santé publique se présente alors moins sur l'importance du risque individuel encouru que sur le nombre de personnes potentiellement concernées.

Par ailleurs, ces relations observées pour des expositions associées au fonctionnement passé des incinérateurs, ne peuvent pas être transposées ni en dehors des quatre départements d'étude, ni aux installations en activité actuellement.

Remerciements

Ce travail a été conduit sous l'égide d'un comité scientifique. Les auteurs remercient tout particulièrement pour leur appui dans cette étude : A Paez-Jimenez, Institut de veille sanitaire (InVS) ; JF Viel, Faculté de médecine de Besançon ; S Richardson, Imperial Collège de Londres ; C Duboudin, Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) ; M Ledrans, InVS ; M Colonna, Registre du cancer de l'Isère ; M Velten, Registre du cancer du Bas-Rhin ; A Buemi, Registre du cancer du Haut-Rhin et P Grosclaude, Registre du cancer du Tarn.

Références

- [1] Biggeri A, Barbone F, Lagazio C, Bovenzi M, Stanta G. Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy : spatial analysis of risk as a function of distance from sources. *Environ Health Perspect.* 1996; 104(7):750-4.
- [2] Comba P, Ascoli V, Belli S, Benedetti M, Gatti L, Ricci P, et al. Risk of soft tissue sarcomas and residence in the neighbourhood of an incinerator of industrial wastes. *Occup Environ Med.* 2003; 60(9):680-3.
- [3] Viel JF, Arveux P, Baverel J, Cahn JY. Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clusters around a municipal solid waste incinerator with high dioxin emission levels. *Am J Epidemiol.* 2000; 152(1):13-9.
- [4] Elliott P, Shaddick G, Kleinschmidt I, Jolley D, Walls P, Beresford J, et al. Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain. *Br J Cancer.* 1996; 73(5):702-10.
- [5] Fabre P, Daniau C, Gorla S, de Crouy-Chanel P, Empereur-Bissonnet. Étude d'incidence des cancers à proximité des usines d'incinération d'ordures ménagères. Rapport d'étude et synthèse. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2008; 136 p. http://www.invs.sante.fr/publications/2008/rapport_uiom/index.html
- [6] Mandal PK. Dioxin : a review of its environmental effects and its aryl hydrocarbon receptor biology. *J Comp Physiol* [B]. 2005; 175(4):221-30.

[7] Schiestl RH, Aubrecht J, Yap WY, Kandikonda S, Sidhom S. Polychlorinated biphenyls and 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin induce intrachromosomal recombination in vitro and in vivo. *Cancer Res.* 1997; 57(19):4378-83.

[8] Bertazzi PA, Bernucci I, Brambilla G, Consonni D, Pesatori, AC. The Seveso studies on early and long-term effects of dioxin exposure : a review. *Environ Health Perspect.* 1998 Apr; 106 Suppl 2:625-33.

[9] Flesch-Janys D, Berger J, Gurn P, Manz A, Nagel S, Waltsgott H et al. Exposure to polychlorinated dioxins and furans (PCDD/F) and mortality in a cohort of workers from a herbicide-producing plant in Hamburg, Federal Republic of Germany. *Am J Epidemiol.* 1995; 142(11):1165-75.

[10] Manz A, Berger J, Dwyer JH, Flesch-Janys D, Nagel S, Waltsgott H. Cancer mortality among workers in chemical plant contaminated with dioxin. *Lancet.* 1991; 338(8773):959-64.

[11] Wolff MS, Weston A. Breast cancer risk and environmental exposures. *Environ Health Perspect.* 1997; 105 Suppl 4:891-6.

[12] Floret N, Mauny F, Challier B, Arveux P, Cahn JY, Viel JF. Dioxin emissions from a solid waste incinerator and risk of non-Hodgkin lymphoma. *Epidemiology.* 2003; 14(4):392-8.

[13] Bertazzi PA, Consonni D, Bachetti S, Rubagotti M, Baccarelli A, Zocchetti et al. Health effects of dioxin exposure : a 20-year mortality study. *Am J Epidemiol.* 2001; 153(11):1031-44.

[14] Zambon P, Ricci P, Bovo E, Casula A, Gattolin M, Fiore AR, et al. Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants : a population-based case-control study (Italy). *Environ Health.* 2007; 6:19.

[15] Beckerman B, Jerrett M, Brook J, Verma D, Arain A. Correlation parameters of NO2 to other traffic pollutants near an expressway. Poster presentation, ISEE/ISEA International Conference Tucson:6-9-2006.

[16] Nyberg F, Gustavsson P, Järup L, Bellander T, Berglund N, Jakobsson R, et al. Urban air pollution and lung cancer in Stockholm. *Epidemiology.* 2000; 11(5):487-95.

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

Nadine Fréry (n.frey@invs.sante.fr)¹, Jean-Luc Volatier², Abdelkrim Zeghnoun¹, Hélène Sarter¹, Grégoire Falq¹, Anne Thébaud², Mathilde Pascal¹, Marielle Schmitt³, Yvonnick Guillois-Becel³, Ursula Noury², Christophe Heyman², Arnaud Mathieu², Nathalie Lucas², Myriam Blanchard³, Jérôme Pouey³, Bénédicte Bérat¹, Georges Salines¹

1/ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France 2/ Agence française de sécurité sanitaire des aliments, Maisons-Alfort, France 3/ Cellules interrégionales d'épidémiologie, Institut de veille sanitaire, France

Résumé / Abstract

L'étude « Dioxines et incinérateurs » a été mise en place en 2005 par l'Institut de veille sanitaire en partenariat avec l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments. Son but était de comparer l'imprégnation par les dioxines, mais aussi par le plomb et le cadmium, de personnes exposées et non exposées aux émissions d'incinération d'ordures ménagères et d'évaluer l'impact de la consommation de produits locaux sur ces imprégnations.

L'étude a été réalisée auprès d'environ 1 030 personnes tirées au sort, âgées de 30 à 65 ans, résidant à proximité de huit usines d'incinération d'ordures ménagères. Des analyses de dioxines (PCDD/F), de PCB, de plomb et de cadmium ont été réalisées et des informations sur l'alimentation et l'environnement ont été recueillies à l'aide de questionnaires.

Les concentrations moyennes de dioxines, plomb et cadmium étaient similaires chez les personnes exposées et non exposées aux émissions d'incinérateurs. Il n'a pas été mis en évidence de surimprégnation due à l'exposition par inhalation aux dioxines, PCB, plomb et cadmium, des riverains des incinérateurs. Cependant, la consommation de produits locaux tels que les produits laitiers, les œufs et les graisses animales, augmentait l'imprégnation par les dioxines et par le plomb dans une moindre mesure. Cette relation était retrouvée en particulier chez les agriculteurs. La consommation de fruits et légumes provenant de zones exposées au panache d'UIOM n'influait pas l'imprégnation par les dioxines et les PCB, par le plomb ou le cadmium.

Study of dioxin concentration in residents living in the vicinity of municipal solid waste incinerators

The French Dioxin and Incinerators Study was performed in 2005 by the National Institute for Public Health Surveillance in collaboration with the French Food Safety Agency. The goal was to estimate whether concentrations of serum dioxins and PCBs, blood lead and urinary cadmium were higher in residents exposed to municipal solid waste incinerators emissions compared to non-exposed people, and to study the role of intake of local food produced under the plume. The study involved around 1,030 adults randomly selected (30-65 years old), living close to eight municipal solid waste incinerators in France. Analyses of dioxins (PCDD/Fs) and PCBs, lead and cadmium were performed and individual, food and environmental data were collected through questionnaires.

The mean concentrations of dioxins, lead and cadmium were similar in people living in the vicinity of incinerators compared to those of non exposed people. Contamination by inhalation seemed negligible. However, consumption of animal food produced under the plume of old incinerators (dairy products, eggs and more generally lipids) increased the serum dioxin concentrations and to a lesser extent the blood lead concentrations. This was particularly true in farmers. Intake of fruits and vegetables produced in areas exposed to the plume did not influence the levels of dioxins, lead, or

Par ailleurs, les facteurs personnels, tels que l'âge, la corpulence, et la consommation alimentaire habituelle, en particulier celle des produits de la pêche pour les dioxines, jouaient un rôle prépondérant sur l'imprégnation.

cadmium in residents. Individual characteristics (age or body mass index) and usual dietary intake, in particular fish intake for dioxins, were the most important factors on dioxins or metal levels.

Mots clés / Key words

Incinérateurs, incinérateur d'ordures ménagères, biomarqueur d'exposition, dioxines, plomb, cadmium, santé publique / *Incinerators, municipal solid waste incinerator, biomarker of exposure, dioxins, lead, cadmium, public health.*

Introduction

Au début des années 2000, les usines d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) comptaient parmi les principales sources émettrices de dioxines en France [1]. Les dioxines, terme qui recouvre un mélange de plusieurs substances stables formées lors des processus de combustion (dioxines proprement dites et furanes), s'accumulent dans l'organisme au cours du temps, principalement dans les graisses. Leur dosage dans les milieux biologiques reflète l'exposition des dernières années. Elles peuvent avoir divers effets sur la santé, en particulier sur l'immunité, le développement, le système nerveux, la thyroïde, la reproduction, le métabolisme, et la dioxine dite de Seveso (2,3,7,8-TCDD) est cancérigène [2]. L'exposition aux dioxines de la population générale se fait principalement par l'alimentation (plus de 95 %) essentiellement par l'ingestion de produits d'origine animale [3], mais l'exposition de la population à proximité de sources ponctuelles telles que les incinérateurs est mal connue [4].

Suite à une saisine de la Direction générale de la santé (DGS), en 2005, 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 ; les PCB, ou polychlorobiphényles, sont des substances persistantes souvent associées aux dioxines et certains PCB sont appelés PCB «dioxin-like» (PCB-DL), car ils ont les mêmes mécanismes d'action biologique que les dioxines. Cette étude a été financée dans le cadre du Plan cancer. L'objectif principal était de préciser si les populations vivant à proximité d'UIOM étaient plus imprégnées que les personnes non soumises à une source identifiée de dioxines et d'évaluer la contribution de l'alimentation produite localement à cette exposition. Un objectif secondaire de l'étude était d'estimer l'imprégnation de ces populations par le plomb et le cadmium, deux métaux susceptibles d'être également rejetés dans l'environnement par les incinérateurs. Le plomb et le cadmium intégrés à nos déchets ménagers en raison d'un large éventail d'utilisation sont des métaux qui s'accumulent également dans l'organisme au cours du temps.

Méthode

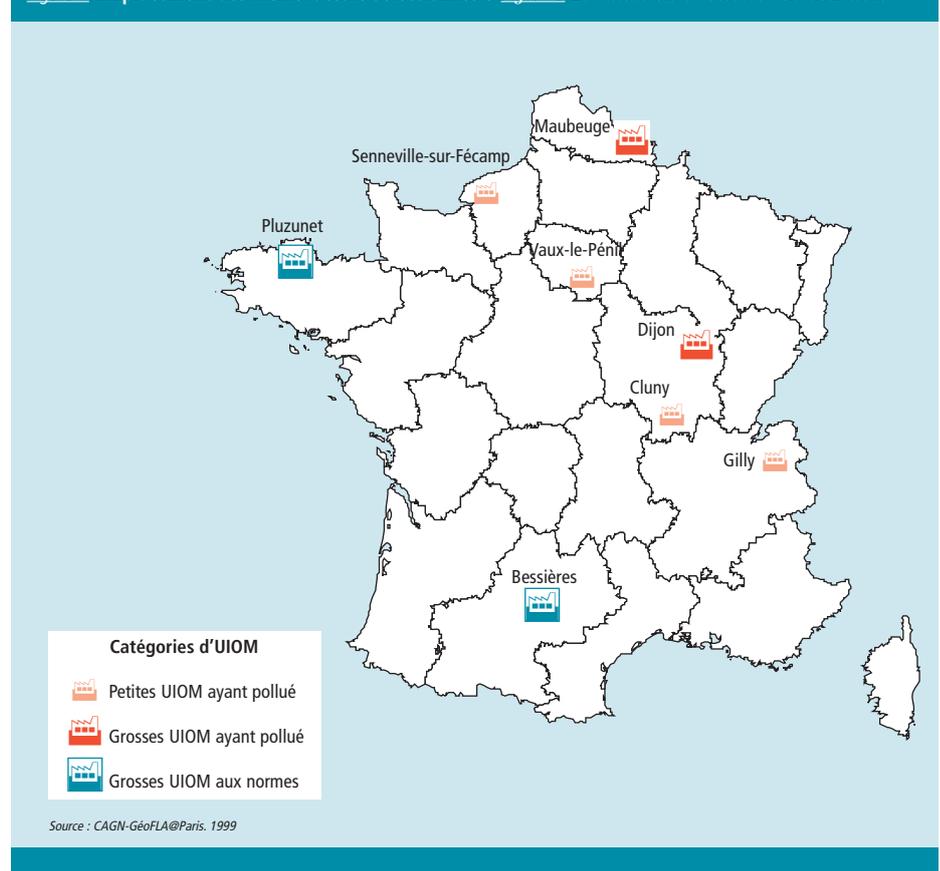
Il s'agit d'une étude multicentrique qui concerne huit sites proches d'UIOM (figure 1) : Bessières (31), Cluny (71), Dijon (21), Senneville-sur-Fécamp (76), Gilly-sur-Isère (73), Maubeuge (59), Pluzunet (22), Vaux-Le-Pénil (77). Ils correspon-

dent à trois catégories d'installations : 1) petites UIOM anciennes (capacité ≤ 6 tonnes/h) fortement polluantes par le passé, 2) grosses UIOM anciennes (> 6 tonnes/h) fortement ou moyennement polluantes par le passé et, 3) grosses UIOM récentes ayant respecté les normes d'émission en vigueur. Pour chaque site d'étude, des communes exposées au panache de l'UIOM et des communes témoins, non exposées au panache (éloignées de plus de 20 km d'un incinérateur) et de toutes sources fixes émettrices de dioxines identifiées par la Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE) ou la Cellule interrégionale d'épidémiologie (CIRE), ont été sélectionnées. Les zones exposées au panache des incinérateurs ont été définies à partir de modélisations de la dispersion atmosphérique des émissions de dioxines [5]. La base de sondage a été obtenue à partir de listes électorales des mairies et des données de France Télécom et d'une première vérification téléphonique auprès de la population de critères d'inclusion et d'exclusion. La population de l'étude a été choisie à partir d'un échantillon

aléatoire stratifié et à deux degrés (foyers puis individus) parmi les personnes âgées de 30 à 65 ans non exposées professionnellement aux dioxines, plomb, cadmium et pour les femmes, n'ayant pas ou très peu allaité au cours des 15 dernières années. Les participants devaient avoir vécu au moins 10 ans dans la zone d'étude, soit dans la zone de panache de l'UIOM, soit dans les communes témoins sélectionnées ; pour les zones exposées avec une UIOM récente, une durée minimale de cinq ans a été retenue.

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 (loisirs, chauffage, ancienneté du logement, utilisation d'un barbecue...). Un prélèvement de sang a été effectué par du personnel de l'Établissement français du sang (EFS) afin de doser dans le sérum les 17 dioxines les plus toxiques (PCDD/F), 12 PCB-DL, 4 PCB

Figure 1 Emplacement des incinérateurs sélectionnés / Figure 1 Localisation of selected incinerators



indicateurs (IUPAC 118, 138, 153, 180) et la plombémie. Un prélèvement d'urine était également recueilli pour doser le cadmium. Le dosage des dioxines et PCB a été effectué par chromatographie en phase gazeuse haute résolution et ceux de la plombémie et de la cadmiurie par spectrométrie d'absorption atomique. Les lipides sanguins ont également été mesurés par une méthode enzymatique.

Les concentrations de dioxines et PCB-DL ont été exprimées en picogrammes de TEQ (équivalent toxique) de l'OMS de 1998 par gramme de matière grasse (noté pg TEQ₉₈/g MG). Le TEQ est un indice qui résume en une seule valeur la toxicité 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 10⁻¹²g.

L'impact de l'incinérateur *via* la consommation de produits locaux a été étudié en fonction de la quantité d'aliments consommée, mais aussi du type de consommateur : agriculteurs autoconsommateurs (consommant des produits provenant de leur propre production), particuliers autoconsommateurs de produits animaux et végétaux, particuliers autoconsommateurs seulement de produits végétaux, particuliers consommant des produits du voisinage issus du panache (sans production personnelle) et particuliers ou agriculteurs non autoconsommateurs.

L'analyse statistique a été réalisée en utilisant des modèles de régression prenant en compte le plan de sondage à l'aide des logiciels SAS, R et Stata.

Résultats et discussion

Population

Le taux de participation était de 51 % (parmi les personnes tirées au sort joignables et répondant aux critères d'inclusion), ce qui est un très bon taux par rapport à d'autres études comparables. Au total, 1 053 personnes ont été incluses dans l'étude, mais après une étude plus approfondie des personnes exposées professionnellement et leur exclusion en fonction du polluant étudié, 1 030 personnes ont été retenues pour l'étude des dioxines et PCB, 1 029 pour l'étude de la plombémie et 1 033 pour la cadmiurie.

La population d'étude était âgée en moyenne 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. Globalement, les consommations alimentaires concernant les aliments ne provenant pas de la production locale étaient très similaires entre les deux zones d'exposition. Les aliments consommés produits localement étaient principalement des légumes et des fruits (environ 70 % de consommateurs). La quantité consommée de graisses animales d'origine locale, provenant principalement des œufs et des volailles, restait faible par rapport à la quantité totale consommée quotidiennement (en moyenne environ 8 grammes contre environ 100 grammes).

Imprégnation par les dioxines et PCB

Concentrations sériques

La concentration sérique moyenne de dioxines et PCB-DL était de 27,7 pg TEQ₉₈/g MG (13,7 et 13,6 pg TEQ/g MG respectivement pour les PCDD/F et les PCB-DL). Les valeurs minimales et maximales étaient respectivement de 7,1 et de 178,4 pg TEQ₉₈/g MG. Onze personnes (sur 1 030) dépassaient 100 pg TEQ₉₈/g MG et parmi elles, sept résidaient sur le site de Senneville-sur-Fécamp. Les valeurs de dioxines observées dans cette étude étaient similaires à celles d'autres pays d'Europe.

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. Les facteurs significatifs étaient l'âge, le sexe, la corpulence, la fluctuation récente du poids, le statut tabagique, la catégorie socioprofessionnelle actuelle et le site (le département de résidence).

D'autres facteurs d'exposition non liés à l'incinérateur avaient également une influence sur les concentrations sériques de 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 ou banlieue / zone rurale) et certaines consommations d'aliments non produits localement sous le panache de l'incinérateur (abats, produits laitiers, (tendance avec les œufs), porc et charcuterie, produits de la mer pour Senneville-sur-Fécamp et Pluzunet).

Facteurs associés aux UIOM

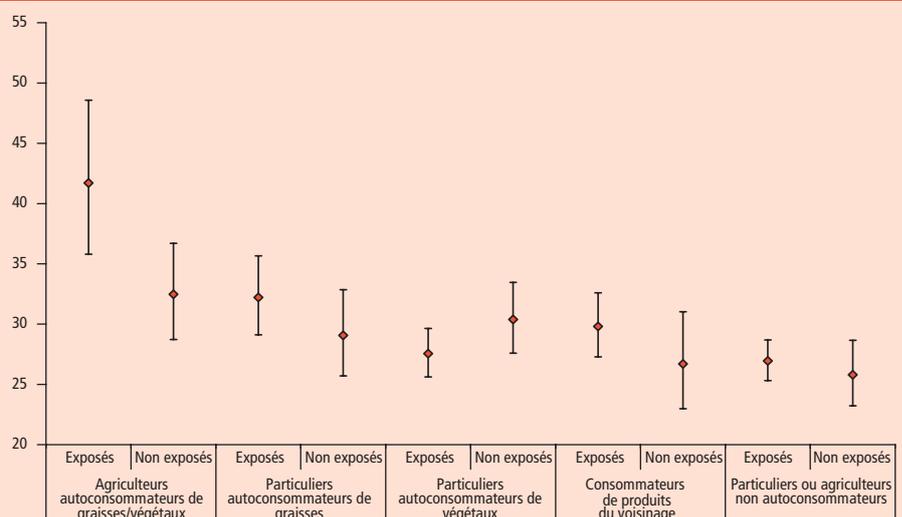
L'analyse des données ne montre pas de différence d'imprégnation par les dioxines et PCB entre les personnes exposées (riverains d'incinérateurs, moyenne_{ajustée}=28,9 pg TEQ/g MG [27,4 ; 30,4]) et non exposées (des communes témoins, m=28,4 pg TEQ/g MG [26,5 ; 30,3]). De nombreuses études étrangères réalisées auprès

de populations riveraines d'UIOM ont fait le même constat [6-9], à l'exception de deux d'entre elles, plus récentes, qui ont montré un impact sur les riverains d'UIOM ayant fortement pollué. Celle de Chen, à Taïwan, a montré une imprégnation un peu supérieure des riverains [10]. Fierens et coll. [11] en Belgique ont observé une augmentation de l'imprégnation par les dioxines associée à une consommation de lipides d'origine animale et locale. L'absence de différence d'imprégnation observée entre les deux zones d'exposition résulte vraisemblablement des faibles apports journaliers de graisses animales d'origine locale (8 grammes par jour en moyenne).

En fait, une analyse plus détaillée selon le type de consommateurs montre une différence d'imprégnation dans la sous-population des agriculteurs consommateurs de produits locaux et dans une moindre mesure des particuliers autoconsommateurs de graisses animales (figure 2). L'étude révèle l'influence de la consommation de produits locaux tels que les produits laitiers, les œufs et les graisses animales sur l'imprégnation. En particulier, les agriculteurs autoconsommateurs, vivant sur des exploitations situées en zone exposée au panache des UIOM, présentaient en moyenne un niveau d'imprégnation de dioxines et PCB-DL de 42 pg TEQ/g MG, alors qu'il était de 32 pg TEQ/g MG chez les agriculteurs non-exposés (1^{ère} classe de la figure 2) et de 27 pg TEQ/g MG chez les non autoconsommateurs exposés (dernière classe).

Quant aux particuliers exposés aux émissions des incinérateurs, les consommateurs d'aliments d'origine animale et végétale produits localement (2^e classe de la figure 2) avaient en moyenne une imprégnation supérieure aux auto-consommateurs uniquement de fruits et de légumes (3^e classe), et l'imprégnation de ces derniers était similaire à celle des personnes ne consommant pas de produits locaux (dernière classe). 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

Figure 2. Moyennes géométriques [IC 95%] ajustées des PCDD/F + PCB-DL en pg TEQ₉₈/g MG selon le type de consommateur et la zone d'exposition / Figure 2. Adjusted geometric means [95% CI] for PCDD/F + PCB-DL in pg TEQ₉₈/g MG by type of consumer and exposure area



sensible à l'imprégnation de la population ; en effet, les végétaux très peu gras sont moins contaminés par les dioxines que les produits d'origine animale gras et en bout de chaîne alimentaire. La surimprégnation associée à la consommation locale de produits laitiers ou d'œufs n'était observée que dans le cas d'incinérateurs anciens et hors normes (résultats non présentés).

Par ailleurs, l'imprégnation moyenne la plus élevée a été observée pour un site situé en zone littorale, celui de Senneville-sur-Fécamp, en zone exposée (36,9 pg TEQ/g MG [33,6 ; 40,5]), mais aussi non exposée (33,5 pg TEQ/g MG [29,6 ; 37,9]). Ce site est celui où la consommation habituelle 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 [12]. Ce résultat, ainsi que celui sur les valeurs d'imprégnation les plus élevées, montrent que l'impact de la consommation de produits de la mer sur l'imprégnation par les dioxines et PCB est particulièrement important.

Par ailleurs, les résultats de l'étude n'étaient pas en faveur du rôle de l'exposition par inhalation, question fortement soulevée initialement : les niveaux d'imprégnation de dioxines et PCB des personnes n'ayant pas consommé d'aliments produits localement étaient similaires dans les deux zones d'exposition (27,2 pg TEQ/g MG [exposés] versus 25,7 [non-exposés], ns).

Imprégnation par le plomb et le cadmium

Concentrations

Dans la population d'étude, les concentrations moyennes de plomb sanguin et de cadmium urinaire étaient égales respectivement à 28,7 µg/L et 0,27 µg/g de créatinine. Elles se situent dans des valeurs habituelles pour la population générale. Pour le plomb, elles étaient plus faibles que celles mesurées chez les jeunes adultes en France il y a 10 ans, vraisemblablement en raison de la réduction des émissions de plomb en France [13, 14].

Facteurs influençant les niveaux d'imprégnation en plomb et cadmium indépendamment des UIOM

Les facteurs personnels et la consommation alimentaire habituelle étaient les déterminants essentiels de l'imprégnation par le plomb et le cadmium, notamment :

- pour le plomb : 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, la consommation d'eau du robinet et la consommation habituelle de produits laitiers, légumes aériens, crustacés, porc et charcuterie ;

- pour le cadmium : l'âge, le sexe, la consommation tabagique, la catégorie socioprofessionnelle actuelle et la consommation habituelle de légumes aériens.

Des informations plus détaillées sont présentées dans le rapport complet de l'étude [5]. Ces

mêmes facteurs ont été retrouvés en partie dans l'étude de Fierens qui a aussi étudié l'imprégnation par le plomb et le cadmium de populations belges résidant autour d'UIOM [11].

Facteurs associés aux UIOM

Les niveaux de plomb et cadmium ne sont pas significativement plus élevés en zone exposée, sauf pour un site où les niveaux d'imprégnation de la population de la zone témoin étaient particulièrement faibles. L'exposition aux émissions de l'incinérateur par simple inhalation (chez les riverains non consommateurs de produits locaux) ne semblait pas avoir de répercussion sur les niveaux de plombémie ou de cadmiurie.

La consommation d'aliments produits sous les panaches d'incinérateurs n'influait pas la cadmiurie des résidents. En revanche, la consommation de viande (bœuf, veau ou agneau), d'abats et de produits laitiers augmentait la plombémie, de façon modérée, essentiellement en zone exposée, suggérant alors un possible rôle de l'incinérateur. Cependant, cette alimentation locale jouait un rôle moins important que les facteurs personnels.

Conclusion

Cette étude a montré que le fait de résider longtemps à proximité d'un incinérateur d'ordures ménagères n'avait pas de répercussion sensible sur les niveaux de dioxines sériques, de plomb sanguin ou de cadmium urinaire. Il n'a pas été mis en évidence de surimprégnation due à l'exposition par inhalation aux dioxines, PCB, plomb et cadmium, des riverains des incinérateurs. Cependant, la consommation de produits locaux, tels que les produits laitiers, les œufs et les graisses animales avait pour effet d'augmenter l'imprégnation par les dioxines et par le plomb dans une moindre mesure. Cette observation, qui était plus marquée chez les agriculteurs, concernait en fait les riverains d'incinérateurs anciens et hors normes. La consommation de fruits et légumes provenant de zones exposées au panache d'UIOM n'influait pas l'imprégnation par les dioxines et les PCB.

Les facteurs personnels et la consommation alimentaire habituelle étaient les déterminants essentiels des imprégnations, qui par ailleurs restaient dans des valeurs habituelles pour la population générale et se situaient dans la moyenne européenne. Cette étude souligne le rôle important de la consommation des produits de la pêche sur l'imprégnation par les dioxines indépendamment des incinérateurs. Par ailleurs, elle fournit les premières données sur les niveaux de dioxines sériques dans la population française.

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 des contrôles des produits animaux commerciaux élevés sous le panache des incinérateurs sont effectués par la Direction générale de l'alimentation. Il faut cependant inciter les gestionnaires locaux à rester vigilants (contrôles *ad hoc*,

conseils de non consommation le cas échéant) quant à la consommation des œufs de poules élevées sur des sols qui demeurent contaminés par une ancienne UIOM hors norme ; en particulier ces œufs, non commercialisés et destinés à la consommation personnelle et qui échappent aux contrôles officiels, peuvent contenir des niveaux de dioxines qui excèdent les valeurs seuils appliquées aux denrées alimentaires commercialisées. Le problème ne se pose pas pour le lait de vache, car l'herbe de repousse n'est plus contaminée après la mise aux normes ou l'arrêt des installations polluantes (*cf. données de contrôle*).

Références

[1] <http://www.ecologie.gouv.fr/L-evolution-des-emissions-de.html>

[2] Inserm. Dioxines dans l'environnement – Quels risques pour la santé ? Expertise collective. Ed. Inserm, 2000. 406 p.

[3] Afssa. Dioxines, furanes et PCB de type dioxine, évaluation de l'exposition de la population française. Rapport, Ed. Afssa, 2005.

[4] InVS - Afssa. Incinérateurs et santé. Exposition aux dioxines de la population vivant à proximité des UIOM. Etat des connaissances et protocole d'une étude d'exposition. Ed. InVS, Novembre 2003, 198 p.

[5] InVS - Afssa. Etude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères. Rapport InVS-Afssa. www.invs.sante.fr

[6] Gonzalez CA, Kogevinas M., Gadea E., Pera G., Päpke O. Increase of dioxin blood levels over the last 4 years in the general population in Spain. *Epidemiology*. 2001; 12:365.

[7] Evans RG, Shadel BN, Roberts DW, Clardy S, Jordan-Izaguirre D, Patterson DG, Needham L.L. Dioxin incinerator emission exposure study Times Beach. *Missouri. Chemosphere*. 2000; 40:1063-74.

[8] 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):2475-87.

[9] 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; 33:1941-50.

[10] Chen HL, Su HJ, Lee CC. Patterns of serum PCDD/Fs affected by vegetarian regime and consumption of local foods for residents living near municipal waste incinerators from Taiwan. *Environ Research*. 2006; 32:650-55.

[11] 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.* 2007; 70(3-4):222-6.

[12] Leblanc JC, Sirot V, Volatier JL, Bemrah-Aouachria N. Etude des consommations alimentaires de produits de la mer et imprégnation aux éléments traces, polluants et oméga3. Afssa, 2006, 160 p.

[13] RNSP, Réseau national de santé publique – Inserm, Institut national de la santé et de la recherche médicale. (Huel G, Jouan M, Fréry N, Huet M.). Surveillance de la population française vis-à-vis du risque saturnin. Ed. Inserm, Déc 1997 ; 90 p

[14] Inserm. Plomb dans l'environnement – Quels risques pour la santé ? Expertise collective. Ed. Inserm. 1999; 461 p.