

# Études sanitaires menées autour de l'incinérateur de Gilly-sur-Isère, France

Marielle Schmitt (marielle.schmitt@sante.gouv.fr)

Cellule interrégionale d'épidémiologie Rhône-Alpes, Institut de veille sanitaire, Lyon, France

## Résumé / Abstract

L'usine d'incinération d'ordures ménagères de Gilly-sur-Isère a été fermée en octobre 2001 suite à des mesures de concentrations en dioxines très élevées à l'émission, alors que la population s'inquiétait du nombre de cancers autour de l'installation. Dans ce contexte, quatre études sanitaires ont été lancées en 2002 : une évaluation des risques sanitaires, une étude d'imprégnation en dioxines dans le lait maternel, une étude de mortalité par cancer et une étude d'incidence des cancers. Les résultats de ces études étaient cohérents et n'ont pas montré d'effet observable de l'incinérateur sur la santé de la population riveraine.

## Health studies conducted in the vicinity of a municipal solid waste incinerator, Gilly-sur-Isère, France

The municipal solid waste incinerator of Gilly-sur-Isère was closed in October 2001 after very high levels of dioxins had been measured. These measurements had been carried out because the population worried about the number of cancers around the plant. In this context, four health studies were launched in 2002: a health risk assessment, a study about dioxin concentration in breast milk, a cancer mortality study, and a cancer incidence study. The results of those studies were consistent. They showed no observable effect of the incinerator on the health of the local population.

## Mots clés / Key words

Usine d'incinération d'ordures ménagères, dioxines, cancers / Municipal solid waste incinerator, dioxins, cancers

## Introduction

L'usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) de Gilly-sur-Isère, située près d'Albertville en Savoie, a démarré en 1971. En 2001, des élus et un médecin de Grignon, le village le plus proche de l'incinérateur, ont interpellé les pouvoirs publics sur un nombre élevé de cancers dans la rue principale du village. Sous la pression, l'exploitant a fait réaliser des mesures de dioxines à l'émission. Les concentrations mesurées, très élevées, ont entraîné la fermeture de l'incinérateur en octobre 2001, puis l'abattage massif du bétail et le retrait des produits alimentaires et du foin contaminés par les dioxines. Ces mesures spectaculaires et très médiatisées ont renforcé les inquiétudes de la population.

Dans ce contexte de crise, et pour répondre aux questions de la population relatives aux effets de l'incinérateur sur sa santé, quatre études sanitaires ont été lancées en 2002 :

- une évaluation des risques sanitaires menée par le Centre Rhône-Alpes d'épidémiologie et de prévention sanitaire (Careps) ;
- une étude sur les concentrations en dioxines dans le lait maternel également menée par le Careps ;
- une étude sur la mortalité par cancer menée par le registre des cancers de l'Isère ;
- une étude sur l'incidence des cancers menée par la Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) de Rhône-Alpes.

Les quatre études ont considéré une zone d'étude, exposée aux rejets de l'incinérateur, de 30 communes (48 000 habitants) déterminée par modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de l'UIOM (figure 1). Les 30 communes correspondaient à celles sur lesquelles les concentrations en dioxines modélisées dans l'air ambiant dépassaient, en un point au moins, 50 fg/m<sup>3</sup>, correspondant à la borne supérieure de l'étendue des concentrations couramment mesurées en milieu rural (20-50 fg/m<sup>3</sup>).

Les principaux résultats de ces quatre études sont présentés dans cet article.

## Évaluation des risques sanitaires [1,2]

### Objectifs

L'objectif était d'évaluer les risques sanitaires potentiels, associés aux émissions de l'UIOM, pendant son fonctionnement (risques passés) et après sa fermeture (risques résiduels).

### Méthode

La démarche d'évaluation des risques sanitaires (ERS) a été appliquée [3].

Lorsque l'UIOM était en fonctionnement (de 1971 à 2001), deux voies d'exposition ont été retenues : l'ingestion (de sols et d'aliments produits localement) et l'inhalation. Après sa fermeture, seule l'ingestion a été prise en compte. Les calculs ont été réalisés pour des adultes et des enfants, forts ou faibles autoconsommateurs (i.e. consommateurs d'aliments produits localement). Les concentrations d'exposition par inhalation ont été estimées à partir d'une modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions de l'UIOM. Les doses d'exposition par ingestion ont été estimées, d'une part à l'aide de modélisations en partant des émissions de l'UIOM (modélisation de la dispersion atmosphérique puis des transferts des polluants dans l'environnement) et, d'autre part, à partir de mesures réalisées dans l'environnement (mesures de dioxines dans les aliments réalisées au moment de la fermeture de l'incinérateur et mesures de métaux lourds dans les sols réalisées en 2004).

### Résultats

Les polluants retenus pour l'évaluation des risques étaient les suivants :

- pour l'inhalation : poussières, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, acide chlorhydrique, arsenic, cadmium, chrome, manganèse, mercure, nickel et plomb ;
- pour l'ingestion : arsenic, cadmium, manganèse, nickel, plomb et dioxines.

Pendant le fonctionnement de l'incinérateur, les calculs ont conduit à estimer que les émissions de cadmium, plomb et dioxines pouvaient potentiellement générer des risques sanitaires :

- de 1971 à 1985 (un four, dépoussiérage par cyclone), les concentrations en cadmium dans l'air attribuables à l'installation (modélisées) dépassaient la valeur guide (5 ng/m<sup>3</sup>) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sur une zone de 4 km<sup>2</sup> autour de l'UIOM ;

- sur la même période, les apports en plomb par ingestion attribuables à l'installation étaient supérieurs à la dose tolérable de l'OMS (3,5 µg par kg de poids corporel et par jour) pour les enfants vivant à proximité immédiate de l'UIOM et consommant beaucoup d'aliments produits localement ;

- de 1985 à 2001 (deux fours, dépoussiérage par électrofiltre), les apports en dioxines par ingestion attribuables à l'installation étaient supérieurs à la dose tolérable recommandée par l'OMS (2,3 pg TEQ par kg de poids corporel et par jour) à proximité immédiate de l'incinérateur pour les faibles autoconsommateurs et sur toute la zone d'étude pour les forts autoconsommateurs.

Après fermeture de l'incinérateur, les calculs ont permis d'estimer que la contamination résiduelle de l'environnement associée aux rejets de l'ancien incinérateur n'était pas susceptible de générer des risques sanitaires.

## Discussion

Les principaux facteurs d'incertitude de l'ERS concernaient :

- les niveaux d'émissions de l'incinérateur lors de son fonctionnement, notamment pour les dioxines avec seulement deux mesures à l'émission sur la dernière année de fonctionnement, très différentes l'une de l'autre ;
- les facteurs de transfert des polluants des sols et de l'air vers les végétaux et les animaux.

Cependant, pour les dioxines, l'estimation des risques a également été réalisée à partir des mesures réalisées au moment de la fermeture de l'incinérateur par la Direction des services vétérinaires dans le lait, le fromage, les œufs, la viande et les légumes.

Figure 1 Zone d'étude / Figure 1 Study area



## Dioxines dans le lait maternel [4]

### Objectif

L'objectif était d'estimer si l'imprégnation par les dioxines des mères allaitantes résidant sur la zone d'étude était supérieure ou non à l'imprégnation des mères allaitantes incluses dans l'étude nationale réalisée en 1998-1999 [5].

### Méthode

La méthodologie de l'étude nationale a été appliquée afin de pouvoir comparer les résultats : inclusion de mères primipares de moins de 35 ans souhaitant allaiter plus d'un mois, recueil des échantillons de lait entre la 4<sup>e</sup> et la 8<sup>e</sup> semaine après l'accouchement, dosage des 17 dioxines et furanes les plus toxiques, recueil de données indi-

viduelles par questionnaire (âge, taille, poids, tabagisme, habitudes alimentaires, historique des lieux de résidence, durée de la grossesse, taille, poids et état de santé de l'enfant à la naissance). Les mères ont été recrutées par la maternité d'Albertville et devaient avoir habité au moins cinq ans dans la zone d'étude au cours des 20 dernières années.

L'analyse a consisté à comparer l'imprégnation moyenne obtenue à celle de l'étude nationale, tester la corrélation entre l'imprégnation et les facteurs de confusion potentiels (identifiés dans l'étude nationale), tester la corrélation entre l'imprégnation et les facteurs d'exposition en ajustant sur les facteurs de confusion.

### Résultats

Entre mars 2003 et mars 2006, 93 mères répondant aux critères d'inclusion ont été sollicitées mais seulement 48 (52 %) ont pu participer à l'étude, les autres ayant arrêté d'allaiter trop tôt. La concentration moyenne en dioxines et furanes dans le lait maternel des 48 participantes, égale à 11,4 pg TEQ<sub>OMS</sub>/g MG, était inférieure, de manière statistiquement significative, à la concentration moyenne égale à 19,6 pg TEQ<sub>OMS</sub>/g MG obtenue chez les 244 mères incluses dans l'étude nationale.

Les facteurs influençant le niveau d'imprégnation étaient : l'âge, le tabagisme, le taux de matière grasse du lait, la consommation de lait et de produits laitiers et, pour quelques congénères uniquement, la consommation de porc, jambon, volaille et œufs.

La durée de résidence sur la zone d'étude variait de 6 à 32 ans (75 % y avait habité plus de 20 ans) ; elle n'était pas associée à l'imprégnation. La plus faible imprégnation des mères participantes ne pouvait pas être expliquée par leurs caractéristiques individuelles (âge, tabagisme, taux de matière grasse du lait), proches de celles des mères incluses dans l'étude nationale (tableau 1). Les habitudes alimentaires étaient également très similaires, les quelques spécificités (consommation de fromage inférieure mais plus souvent produit localement, consommation de charcuterie supérieure et plus souvent auto-produite) ne pouvant pas expliquer la différence d'imprégnation observée.

Cette étude ne montrait donc pas d'influence de l'incinérateur sur la concentration en dioxines dans le lait maternel des mères vivant à proximité.

Tableau 1 Comparaison des caractéristiques individuelles et des habitudes alimentaires des 48 mères participantes à l'étude avec les 244 mères incluses dans l'étude nationale / Table 1 Comparison of individual characteristics and eating habits of 48 mothers participating in the study with the 244 mothers included in the national study

		Moyennes étude locale (n=48)	Moyennes étude nationale (n=244)	Test de comparaison
Caractéristiques individuelles	Âge moyen	27 ans	27 ans	NS*
	% de fumeuses ou anciennes fumeuses	44 %	42 %	NS
	Indice de masse corporel moyen (poids en kg / taille en m au carré)	22,1	22,4	NS
	% de matière grasse dans le lait	3,6 %	3,0 %	NS
Habitudes alimentaires (quantités consommées avant la grossesse en g/j)	Produits de la pêche	22	23	NS
	Viande (bœuf, porc, volaille)	85	82	NS
	Charcuterie	23	12	p<0,05
	Œufs	26	21	NS
	Lait	235	210	NS
	Laitages	146	143	NS
	Fromages	24	30	p<0,05

\*NS = non significatif.

## Discussion

La probable diminution générale de l'imprégnation par les dioxines de la population française entre 1998-1999 et 2003-2006 pouvait sans doute expliquer, en partie, la différence observée entre les mères participant à l'étude et celles incluses dans l'étude nationale.

## Mortalité par cancer [6]

### Objectif

L'objectif était d'étudier s'il existait ou non une surmortalité par cancer dans la zone d'étude.

### Méthode

Les données de mortalité ont été fournies par le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (Cépi-DC) par cause, sexe, classe d'âge de 5 ans, année et commune de décès.

Les localisations cancéreuses retenues étaient :  
 - tous cancers, lymphomes malins non hodgkiniens (LMNH), leucémies (cancers les plus souvent associés aux incinérateurs ou aux dioxines dans les études) ;  
 - foie, poumon, larynx (associés aux incinérateurs dans quelques études) ;  
 - vessie, lèvre-bouche-pharynx (LBP) (localisations témoins présentant des facteurs de risques communs, tabac et/ou alcool, avec les cancers bronchiques et du larynx).

Deux périodes d'étude ont été retenues, 1968-1982 et 1983-1999, pouvant approximativement être considérées comme un « avant » et un « après » effet potentiel de l'UIOM, en tenant compte de l'année de démarrage de l'incinérateur (1971), du temps de latence des cancers et de la durée de survie.

La mortalité par cancer sur la zone d'étude a été comparée à celle sur le reste du département de la Savoie par la méthode de standardisation indirecte : calcul de ratios standardisés de mortalité (SMR).

D'autre part, l'homogénéité ou non de la répartition des décès par cancer sur le département de la Savoie sur la période 1983-1999 a été testée (tests d'hétérogénéité et d'autocorrélation spatiale appliqués à l'échelon cantonal) et les éventuels agrégats de surmortalité ont été recherchés par fenêtrage spatial systématique du département.

## Résultats

Sur la période 1983-1999, une surmortalité significative tous cancers chez les hommes était trouvée sur la zone d'étude par rapport au reste du département (SMR=1,1), majoritairement attribuable à des surmortalités significatives pour les cancers bronchiques (SMR=1,16), le larynx (SMR=1,57) et la vessie (SMR=1,38). Pour le poumon et le larynx, des excès non significatifs étaient déjà observés sur la période 1968-1983. Pour les cancers les plus souvent associés aux incinérateurs ou aux dioxines (LMNH et leucémies), il n'existait pas d'excès de mortalité, quelle que soit la période.

Sur la période 1983-1999, des agrégats de surmortalité étaient mis en évidence sur le département de la Savoie pour les cancers bronchiques et du larynx chez les hommes mais ces agrégats ne concernaient pas uniquement les cantons appartenant à la zone exposée à l'incinérateur (figure 2). Sur la période 1968-1983, il était déjà observé des zones de dominante de surmortalité au centre du département pour les cancers bronchiques et à l'Est pour les cancers du larynx.

Ainsi, les surmortalités observées n'apparaissent pas, géographiquement et temporellement,

en lien avec l'exposition aux rejets de l'incinérateur.

## Incidence des cancers [7]

### Objectif

L'objectif était d'étudier s'il existait ou non un excès de cancers dans la zone d'étude.

### Méthode

Les cancers survenus entre 1994 et 2002 dans la zone d'étude ont été recensés de la manière la plus exhaustive possible afin de comparer les incidences observées à celles établies par les registres des cancers français par le calcul de ratios standardisés d'incidence (SIR) pour tous cancers et chaque localisation cancéreuse.

Le recueil des données médicales a été réalisé auprès de multiples sources d'information : laboratoires d'anatomo-cyto-pathologie et d'hématologie, départements d'information médicale et services spécialisés des hôpitaux et cliniques, caisses primaires d'assurance maladie, médecins libéraux, registres des cancers spécialisés. Des données administratives ont également été recueillies auprès des bureaux des entrées des

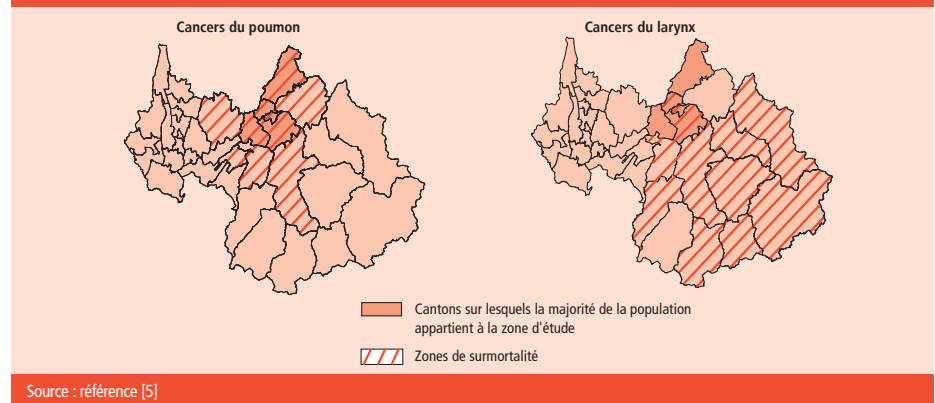
établissements de soin et de la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés. La majorité des cancers identifiés via ces sources d'information ont dû être validés par consultation du dossier médical. D'importants moyens ont été déployés pour le recueil et la validation des données : 2,5 équivalents temps plein pendant 3 ans [8].

## Résultats

Un total de 2 055 cas de cancers a été recensé. Les indicateurs d'exhaustivité et de validité calculés [9] montraient que la qualité du recensement s'apparentait à celle des registres. Les taux d'incidence des cancers sur la zone d'étude entre 1994 et 2001 ont pu être comparés aux taux d'incidence moyens sur sept départements couverts par un registre général des cancers et disposant de données jusqu'en 2001.

Il n'était pas observé d'excès de cas significatif ni pour l'ensemble des cancers, ni pour les localisations les plus souvent associées aux incinérateurs ou aux dioxines : LMNH, sarcomes des tissus mous (STM), leucémies aiguës chez l'adulte

Figure 2 Agrégats de surmortalité pour les cancers du poumon et du larynx chez les hommes sur la période 1983-1999 en Savoie, France / Figure 2 Clusters of excess mortality for lung and larynx cancers in men over the period 1983-1999 in Savoie, France



Source : référence [5]

Tableau 2 Ratios standardisés d'incidence 1994-2001 / Table 2 Standardized incidence ratios 1994-2001

Localisation	Hommes				Femmes			
	NO <sup>1</sup>	NA <sup>2</sup>	SIR	p	NO	NA	SIR	p
LBP-Larynx	112	99,4	1,13	0,23	9	15,8	0,57	0,11
Œsophage	30	27,5	1,09	0,7	3	4,4	0,68	0,75
Estomac	33	34,2	0,96	0,9	14	19,6	0,71	0,25
Côlon-Rectum	108	133,1	0,81	<b>0,03</b>	80	108,3	0,74	<b>0,007</b>
Foie	31	29,3	1,06	0,82	9	6,8	1,32	0,5
Pancréas	27	19,2	1,41	0,1	16	16,5	0,97	0,99
Poumon	166	154	1,08	0,35	21	28,4	0,74	0,2
Mésotéliome de la plèvre	7	3,4	2,05	0,12	0	0,6	0	1
Mélanome de la peau	34	20,8	1,64	<b>0,005</b>	42	25,6	1,64	<b>0,002</b>
Sein	-	-	-	-	287	256,3	1,12	0,06
Col de l'utérus	-	-	-	-	16	23,4	0,68	0,16
Corps de l'utérus	-	-	-	-	39	38,1	1,02	0,95
Ovaire	-	-	-	-	36	31,4	1,15	0,47
Prostate	195	222,2	0,88	0,07	-	-	-	-
Vessie	47	55,2	0,85	0,3	13	12,1	1,08	0,9
Rein	46	34,2	1,34	<b>0,05</b>	27	18,5	1,46	0,06
Système nerveux central <sup>3</sup>	29	26,6	1,09	0,71	25	28,2	0,89	0,61
Thyroïde	9	6,2	1,44	0,36	21	19,4	1,08	0,81
LMNH	29	32,2	0,9	0,64	21	26,8	0,78	0,31
Maladie de Hodgkin	8	5,5	1,45	0,39	6	4,1	1,46	0,47
MMMH	7	13,8	0,51	0,09	14	12	1,17	0,66
Toutes leucémies	34	27,9	1,22	0,29	24	20,6	1,16	0,53
<b>Leucémies aiguës chez l'adulte</b>	8	9,1	0,88	0,9	8	7,7	1,03	0,98
<b>STM</b>	6	5,4	1,1	0,92	0	4,3	0	-
Tous cancers	1 033	1 008	1,02	0,44	779	757,9	1,03	0,45

<sup>1</sup> NO : nombre de cas observés

<sup>2</sup> NA : nombre de cas attendus

<sup>3</sup> Référence : Registre des cancers de l'Isère

En gras : Localisations les plus souvent associées aux incinérateurs ou aux dioxines ; p < 0,05.

(correspondant majoritairement à des leucémies myéloïdes aiguës) (tableau 2). Ce résultat n'étayait pas l'hypothèse d'un effet de l'incinérateur sur l'incidence des cancers dans cette zone. L'analyse des données sur une sous-zone plus exposée renforçait cette conclusion.

## Discussion - Conclusion

Globalement, les résultats des quatre études locales étaient cohérents. Elles n'ont pas montré d'effet observable de l'incinérateur sur la santé de la population résidant sur la zone d'étude, malgré la contamination avérée en 2001 de productions alimentaires locales (lait, fromages, œufs, viande) par les dioxines, ayant nécessité la fermeture de l'incinérateur. Compte-tenu des résultats des études sanitaires, il n'était pas justifié d'entreprendre de nouvelles études, ni de recommander aux autorités la mise en œuvre de mesures complémentaires de réduction des expositions de la population ou de suivi sanitaire des personnes exposées.

Les résultats des études locales étaient également cohérents avec ceux de l'étude nationale sur l'imprégnation par les dioxines menée autour de huit incinérateurs en France, qui donnaient une imprégnation moyenne pour la population exposée à l'incinérateur de Gilly-sur-Isère inférieure à celles obtenues pour les populations exposées aux cinq autres incinérateurs anciens et du même niveau que celles obtenues pour les deux incinérateurs récents.

En revanche, l'absence d'excès significatif de cancers sur la zone exposée à l'incinérateur de Gilly-sur-Isère pouvait sembler contradictoire avec les résultats de l'étude nationale d'incidence des cancers autour des UIOM, laquelle montrait un excès significatif de certains cancers dans les populations exposées dans les années 1970-1980 aux panaches de 16 incinérateurs. En fait, plusieurs interprétations sont possibles :

- il n'y avait pas d'effet perceptible à Gilly-sur-Isère ; ceci pourrait être le fait d'une particularité de l'incinérateur (on ne peut pas exclure totalement, en effet, l'existence de différences entre les incinérateurs) ou lié à d'autres facteurs locaux ;
- l'étude nationale disposait d'une puissance statistique plus grande, laquelle a permis de mettre en évidence des excès de risque avec une significativité que ne pouvait atteindre l'étude locale.

Une restitution publique des résultats des études locales et nationales (journée porte-ouverte avec présentation de posters sur les études) a été organisée à Albertville le 2 décembre 2006. Elle a été l'occasion pour les personnes intéressées :

- de s'informer directement auprès des personnes ayant réalisé les études ;
- de poser leurs questions afin que des éléments de réponse adaptés à leurs niveaux de préoccupation puissent leur être apportés.

## Références

- [1] Rouhan A. Évaluation quantitative des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques de l'usine d'incinération de l'usine d'incinération d'ordures ménagères à Gilly-sur-Isère en Savoie (73). Rapport du Careps n° 385-2 réalisé pour la préfecture de Savoie. Mai 2004.
- [2] Rouhan A. Évaluation quantitative des risques sanitaires autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de Gilly-sur-Isère en Savoie (73), à partir de mesures environnementales. Rapport du Careps n° 385-3 réalisé pour la préfecture de Savoie. Mars 2005.
- [3] Ineris. Évaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des installations classées. Guide méthodologique. 2003
- [4] Hedreville L. Étude d'imprégnation en dioxines et furanes du lait maternel chez des mères allaitantes résidant autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de Gilly-sur-Isère (73). Rapport du Careps n° 375 réalisé pour la Ddass de la Savoie. Septembre 2006.
- [5] Fréry N, Deloraine A. Étude sur les dioxines et les furanes dans le lait maternel en France. InVS, Careps, Ademe. Mai 2000.
- [6] Colonna M. Répartition spatio-temporelle des cas de cancers dans la région de Gilly-sur-Isère (Savoie). Analyse de la mortalité. Registre des cancers de l'Isère. Février 2004.
- [7] Thabuis A, Schmitt M. Usine d'incinération d'ordures ménagères de Gilly-sur-Isère (Savoie) : étude rétrospective d'incidence des cancers. Cire Rhône-Alpes. Novembre 2006.
- [8] Thabuis A, Schmitt M, Mégas F, Fabres B. Recensement rétrospectif des cas de cancers de 1994 à 2002 autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de Gilly-sur-Isère. Rev Epidemiol Santé Publique. 2007; 55:426-32.
- [9] Parkin DM, Chen VW, Ferlay J, Galceran J, Stm JJ, Whelan SL. Comparability and quality control in cancer registration. Lyon : IARC; 1994 (Technical Report 19).

# Dioxines émises par l'usine d'incinération d'ordures ménagères de Besançon et risque de cancers : une approche éco-épidémiologique en France

Jean-François Viel (jean-francois.viel@univ-fcomte.fr), Nathalie Floret

UMR CNRS n° 6249 « Chrono-environnement », Faculté de médecine, Besançon, France

## Résumé / Abstract

Des incertitudes demeurent quand au risque que représente une exposition environnementale aux dioxines pour la population générale. Notre équipe a donc conduit un programme de recherche autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères (UIOM) de Besançon, ayant émis des concentrations élevées de dioxines.

Dans une première étude menée de 1998 à 1999, un agrégat spatial très significatif et identique (contenant l'UIOM) a été identifié pour les lymphomes non hodgkiniens (LNH) et les sarcomes des tissus mous (STM), diagnostiqués entre 1980 et 1995. Les ratios standardisés d'incidence étaient respectivement de 1,27 ( $p < 10^{-4}$ ) et 1,44 ( $p < 0,01$ ).

La deuxième étape a comporté deux enquêtes cas-témoins (menées de 2000 à 2002), comparant les cas incidents de LNH et STM à des témoins tirés au sort à partir du recensement de la population. L'exposition aux dioxines était dérivée d'un modèle gaussien de diffusion atmosphérique de première génération. Le risque de développer un LNH s'est révélé 2,3 fois plus élevé pour les individus résidant dans la zone la plus exposée aux retombées de dioxines (intervalle de confiance 95 % 1,4-3,8), tandis qu'aucun risque significatif n'était mis en évidence pour les STM.

Le troisième volet (2002-2004) a porté sur la validation de l'exposition par la mesure de dioxines dans le sol. Une relation croissante entre les quatre classes d'exposition modélisée à partir de la diffusion atmosphérique et les concentrations de dioxines est retrouvée, mais uniquement en topographie simple (au Nord-Est de l'UIOM).

## *Dioxins emitted from the municipal solid waste incinerator of Besançon and risk for cancers: an eco-epidemiological approach in France*

*It is not clear whether environmental doses of dioxin affect the general population. Our team has therefore conducted a research program around a municipal solid waste incinerator (MSWI) with high emission levels of dioxin (Besançon, France).*

*In a first study conducted in 1998-1999, a highly significant and identical cluster (containing the MSWI) was found for non-Hodgkin's lymphomas (NHL) and soft-tissue sarcomas (STS), diagnosed between 1980 and 1995. Standardized incidence ratios were 1.27 ( $p$  value  $< 10^{-4}$ ), 1.44 ( $p$  value  $< 0.01$ ), respectively.*

*The second step consisted of two case-control studies (carried out in 2000-2002), comparing incident cases of NHL and STS to controls randomly selected from the population census. Dioxin exposure was derived from a first generation Gaussian-type atmospheric dispersion model. The risk of developing NHL revealed 2.3 times higher (95% confidence interval 1.4-3.8) among individuals living in the area with the highest dioxin concentration, while no significant risk was highlighted for STS.*

*In the third step (2002-2004), exposure was assessed through dioxin measurements from soil samples. In simple terrain (i.e. northeast of the MSWI), an upward trend is highlighted for measured dioxin soil concentrations across geographic-based exposure categories.*