

# 54

## Données d'exposition en milieu professionnel

Ce chapitre présente les données d'exposition issues des bases professionnelles décrites précédemment et également un état des lieux sur des expositions aux métaux lourds, aux pesticides, aux dioxines et PCB.

### Données des bases d'expositions professionnelles françaises

#### Données Sumer

Le tableau 54.I présente de façon résumée la fréquence d'exposition à certaines nuisances cancérogènes, en indiquant à chaque fois que possible l'évolution de l'effectif estimée entre 1994 et 2002. Quelques données sur l'intensité d'exposition, les secteurs d'activité principaux et les familles professionnelles représentant le plus grand nombre de salariés exposés sont également présentées. Des informations plus complètes peuvent être obtenues dans les différents documents mis à disposition sur le site du ministère chargé du Travail. Pour certaines nuisances, il n'a pas été possible de faire des comparaisons 1994-2002, les questions étant trop différentes. C'est le cas du benzène sauf carburant, des cytostatiques, des essences automobiles, des éthers de glycol dérivés de l'éthylène glycol ou du propylène glycol, des fibres céramiques et autres fibres minérales artificielles, des fongicides du formaldéhyde, des fumées dégagées par les procédés dans la métallurgie et l'électrométallurgie, des gaz d'échappement diesel, des herbicides, des insecticides autres qu'organophosphorés, du perchloroéthylène, des résines formophénoliques, et du trichloréthylène.

#### Données relatives à l'amiante (Base Colchic, programme Matgéné)

Sur le plan métrologique, les données issues de la base Colchic pour les FMA et l'amiante ont été récemment publiées (Kauffer et Vincent, 2007). Les prélèvements atmosphériques ont été analysés selon deux périodes (1986-1996 et 1997-2004). Ces résultats mettent en évidence une diminution

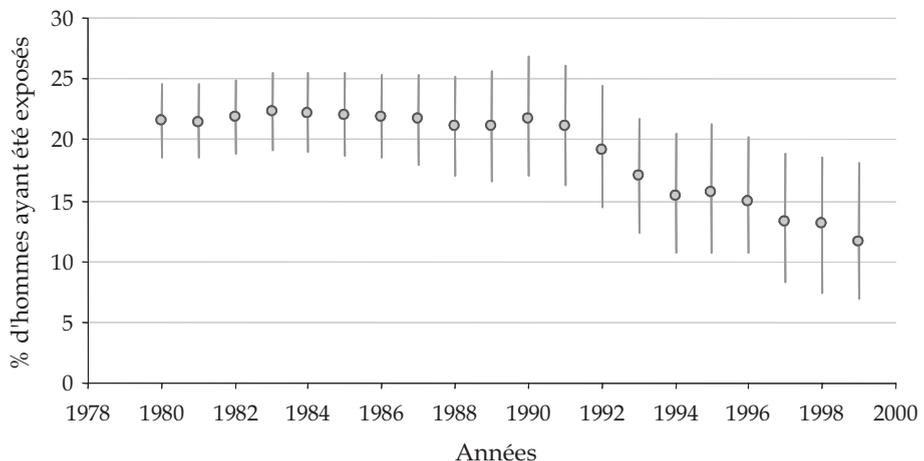
nette des niveaux d'exposition entre les deux périodes, pour les trois types de fibres considérées (tableau 54.1). À titre d'exemple, le niveau moyen de fibres d'amiante obtenues par prélèvements individuels passe de 2,5 f/ml pour la période 1986-1996 à 0,60 f/ml pour la période 1997-2004, témoignant de la diminution des niveaux d'exposition après l'interdiction en France de l'utilisation d'amiante. Des données plus précises par secteurs d'activités industrielles sont disponibles dans la base de données Fibrex<sup>67</sup>.

Il apparaît nettement que la proportion d'hommes ayant au moins une fois été exposés à l'amiante au cours de leur histoire professionnelle a fortement varié au cours du temps.

Les sujets jeunes sont moins souvent exposés en 1999 qu'ils ne l'étaient en 1980 : pour illustration (figure 54.1), dans la classe d'âge 35-39 ans, la proportion varie de 22 % (IC 95 % [19-25]) à 12 % (IC 95 % [7-18]) entre 1980 et 1999.

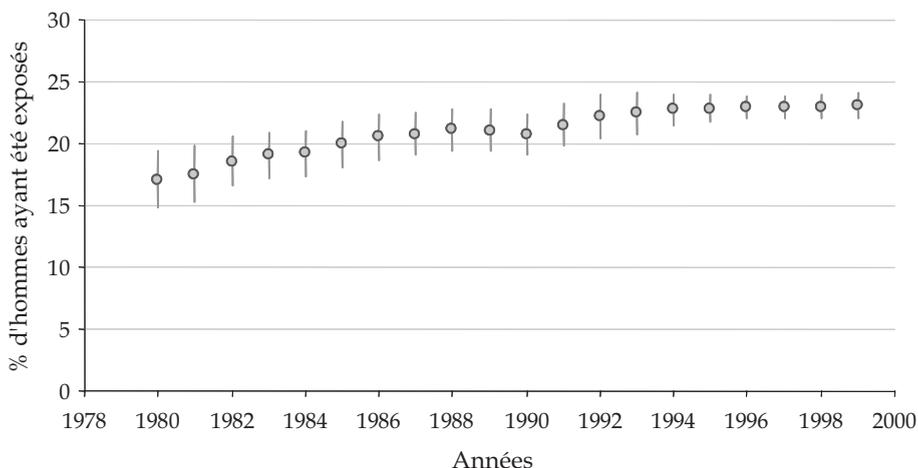
On observe le phénomène inverse chez les sujets plus âgés : pour la classe d'âge 60-64 ans (figure 54.2), la proportion augmente de 17 % (IC 95 % [15-19]) à 23 % (IC 95 % [22-24]).

Par ailleurs, les hommes nés dans les années 1940 ont été plus fréquemment exposés à l'amiante au cours de leur histoire professionnelle que les hommes nés au début du XX<sup>e</sup> siècle. En effet, à âge égal, la proportion est environ deux fois plus élevée pour la cohorte 1940 que pour la cohorte 1910 (figure 54.3).

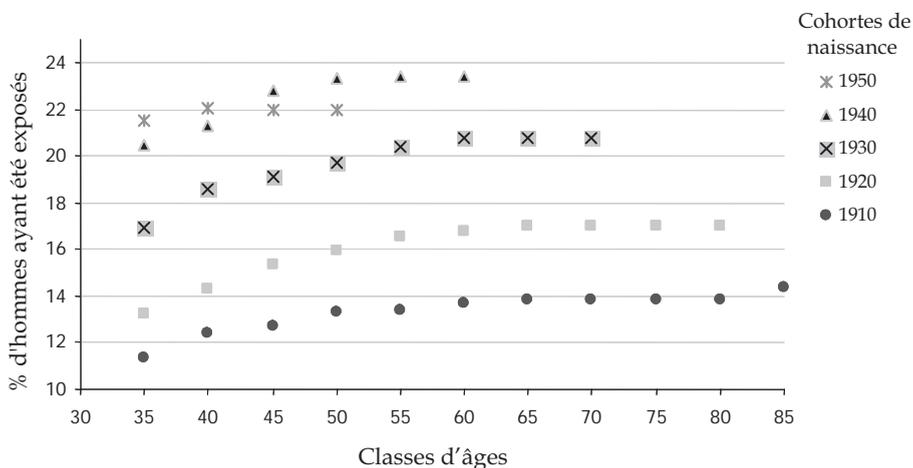


**Figure 54.1 : Proportion d'hommes de la classe d'âge 35-39 ans ayant été exposés au moins une fois à l'amiante au cours leur histoire professionnelle, par année, de 1980 à 1999**

Cette tendance semble s'atténuer pour la cohorte la plus récente (1950) pour laquelle la proportion est quasi-constante pour les classes d'âges disponibles (35 à 54 ans).



**Figure 54.2 : Proportion d'hommes de la classe d'âge 60-64 ans ayant été exposés au moins une fois à l'amiante au cours leur histoire professionnelle, par année, de 1978 à 2000**



**Figure 54.3 : Proportion d'hommes ayant été exposés au moins une fois à l'amiante au cours leur histoire professionnelle, par classe d'âge et cohorte de naissance**

**Tableau 54.1 : Données d'exposition en milieu de travail issues de l'enquête Sumer**

Nuisance	% et effectifs exposés		Intensité exposition		Secteurs d'activité principaux exposant le plus grand nombre de salariés <sup>a</sup>	Familles professionnelles principales exposant le plus grand nombre de salariés <sup>a</sup>				
	1994		Faible/ très faible (%)	Forte/ très déclarée (%)						
	% n(×10 <sup>3</sup> )	% n(×10 <sup>3</sup> )	n(×10 <sup>3</sup> ) champ 2002	n(×10 <sup>3</sup> ) champ 1994						
Amiante	0,8	92	0,6	106,6	95,4	76,1	8,2	15,7	Construction Commerce, réparation automobile et articles domestiques Production et distribution (électricité, gaz et eau)	OO du bâtiment, second œuvre
Cadmium et dérivés	0,1	10	0,2	27,7	27	71,4	14,2	14,4	Métallurgie et travail des métaux	
Carbures métalliques frittés	0,1	17	0,2	36,5	35,6	72,4	9,9	17,8		
Cobalt et dérivés	0,2	24	0,3	47,6	46,6	74,6	11,8	13,7		
Chrome et dérivés	0,4	52	0,6	108	106,3	72,8	15,8	11,5	Métallurgie et travail des métaux Fabrication de matériel de transport	OO de la mécanique OO travaillant sur le formage du métal
Épichlorhydrine	0,1	10	0,1	19,7	19	87,9	6,4	5,7	Construction	OO travail par formage du métal
Fumées de soudage d'éléments métalliques	3	360	3,4	594,8	578,5	71,7	17,3	11	Commerce, réparations auto et articles domestiques Métallurgie et travail des métaux Immobilier, location et services aux entreprises Fabrication de machines et équipements	OO de la maintenance OO du bâtiment second œuvre Ouvriers de la réparation automobile ONQ de la mécanique Techniciens, AM maintenance et organisation ONQ du gros œuvre du BTP
Goudrons de houille et dérivés, bitumes et brais de pétrole	0,5	65	0,7	117,1	112,2	65,8	25,2	9,1	Construction	

Huiles entières minérales	4,4	523	3,8	669,1	648	74,9	12,8	12,3	Commerce, réparation automobile et articles domestiques Métallurgie et travail des métaux Construction Fabrication de matériel de transport Immobilier, location et services aux entreprises	Ouvriers de la réparation automobile OQ de la maintenance ONQ de la mécanique Techniciens, AM maintenance et organisation OQ travail par enlèvement de métal OQ de la mécanique OQ travail par formage de métal ONQ travail enlèvement de métal Marailleurs, jardiniers, viticulteurs
Insecticides organophosphorés Nickel et dérivés	1,2 0,4	139 46	0,4 0,6	76,1 97,7	72,5 95,1	70,2 73	6,9 11,6	22,9 15,5	Agriculture, chasse, sylviculture Métallurgie et travail des métaux Fabrication équipements électriques et électroniques	
Silice cristalline	0,8	97	1,5	269	260,5	64,8	24,2	11	Construction Immobilier, location et services aux entreprises Métallurgie et travail des métaux Fabrication d'autres produits minéraux non métal	ONQ du gros œuvre du BTP OQ du gros œuvre du bâtiment OQ du bâtiment second œuvre OQ des industries de process OQ des TP, béton et extraction
Radiations ionisantes, DATR de catégorie A	0,8	94	1	173,3	113,7				Commerce, réparations automobile et articles domestiques Santé et action sociale Production et distribution : électricité, gaz et eau Immobilier, location et services aux entreprises Construction Santé et action sociale Transports et communications	Techniciens, AM maintenance et organisation Infirmiers, sages-femmes Techniciens, agents de maîtrise industries de process
Radiations ionisantes, DATR de catégorie B	0,4	53	0,6	106,3	64,6				Santé et action sociale Transports et communications	Aides soignants Infirmiers, sages femmes Agents administratifs et commerciaux du tourisme et des transports
Benzène, sauf carburants			0,3	47,4		79,9	7,7	12,4	Industrie chimique	
Cytostatiques			0,4	69,2		88,8	3,7	7,5		Infirmiers, sages-femmes

Essence automobile	2,4	423,2	76,7	9,4	13,9	Commerce, réparations automobile et articles domestiques Construction Immobilier, location et services aux entreprises	Ouvriers de la réparation automobile ONQ de la mécanique Techniciens, AM maintenance et organisation Marailleurs, jardiniers, viticulteurs OQ de la maintenance ONQ du gros œuvre du BTP
Éthers de glycol dérivés de l'éthylène glycol (Q.467)	1,2	213,4	84,5	8,7	6,9	Commerce, réparations automobiles et articles domestiques Immobilier, location et services aux entreprises Santé et action sociale Construction Industrie chimique	Ouvriers de la réparation automobile Agents d'entretien ONQ de la mécanique
Éthers de glycol dérivés du propylène glycol	1,3	220,7	86,1	5,7	8,2	Commerce, réparations automobiles et articles domestiques Immobilier, location et services aux entreprises Construction Industrie chimique Santé et action sociale	Agents d'entretien Ouvriers de la réparation automobile
Fibres céramiques réfractaires	0,6	104	76,8	10,5	12,8	Commerce, réparations automobiles et articles domestiques Métallurgie et travail des métaux Construction Industrie chimique Santé et action sociale	Ouvriers de la réparation automobile
Autres fibres minérales artificielles (Q.418)	2	350,2	77,4	12,1	10,5	Construction Immobilier, location et service aux entreprises Commerce, réparations automobiles et articles domestiques Métallurgie et travail des métaux Fabrication de matériel de transport	OQ du bâtiment second œuvre OQ du gros œuvre du bâtiment Ouvriers de la réparation automobile OQ de la maintenance Techniciens et agents de maîtrise du BTP
Fongicides (Q.459)	0,9	157	72,6	8,3	19,2	Agriculture, chasse, sylviculture Commerce, réparations automobiles et articles domestiques Santé et action sociale	Marailleurs, jardiniers, viticulteurs

	0,9	153,6	81,3	6,3	12,4	Santé et action sociale	Infirmiers, sages-femmes
Formaldéhyde						Immobilier, location et services aux entreprises	Aides soignants
						Industrie chimique	Professions paramédicales
Fumées dégagées par les procédés dans la métallurgie et l'électrométallurgie	0,5	92,9	66,6	23,4	10	Métallurgie et travail des métaux	OQ des industries de process
Gaz d'échappement diesel	4,2	727,5	72,5	13,8	13,8	Commerce, réparations automobiles et articles domestiques	Ouvriers de la réparation automobile
						Transports et communications	Conducteurs de véhicule
						Construction	ONQ de la mécanique
						Immobilier, location et services aux entreprises	OQ de la maintenance
							Techniciens, AM maintenance et organisation
							ONQ du gros œuvre du BTP
Herbicides (Q.460)	0,6	107,5	71,3	9,7	19,1	Agriculture, chasse, sylviculture	Agriculteurs, éleveurs, sylviculteurs, bûcherons
Insecticides autres qu'organophosphorés (Q.462)	0,6	100,2	69,9	7,3	22,8	Agriculture, chasse, sylviculture	Marailleurs, jardiniers, viticulteurs
Perchloréthylène (Q.474)	0,3	47,4	72,1	19,6	8,3		OQ du gros œuvre du bâtiment
Résines formophénoliques	0,2	39,4	80,3	12,2	7,5		OQ des TP, béton et extraction
Trichloréthylène	0,9	153,6	77,3	10,4	12,3	Commerce, réparations automobiles et articles domestiques	Marailleurs, jardiniers, viticulteurs
						Construction	Marailleurs, jardiniers, viticulteurs
						Métallurgie et travail des métaux	OQ du bâtiment second œuvre
							OQ de la maintenance

<sup>a</sup> Les secteurs d'activité et familles professionnelles mentionnés correspondent à ceux comportant le plus grand nombre de salariés exposés (> 10 000), par ordre décroissant. En règle générale, les effectifs et les proportions de salariés exposés ne figurent que si les effectifs enquêtés ne sont pas trop faibles. En deçà d'un seuil fixé à 40 salariés concernés, les résultats statistiques ne sont en effet pas significatifs, compte tenu des aléas de sondage.

AM : agent de maîtrise ; BTP : bâtiment-travaux publics ; ONQ : ouvriers non qualifiés ; Q... : fait référence au questionnaire Sumer 2002 ; DATR : directement affecté à des travaux sous rayonnements

### **Données relatives aux fibres céramiques réfractaires (FCR)**

Une analyse récente des niveaux d'exposition professionnelle aux FCR en France a été réalisée dans le cadre d'un travail de l'Afsset (2007) en exploitant les bases de données métrologiques actuellement disponibles :

- la base de données Colchic évoquée plus haut ;
- la base de données Evalutil alimentée, entre autre, par une partie des résultats de mesures d'exposition effectuées par les laboratoires inter-régionaux de chimie des Cram. Consultable depuis 2000, Evalutil regroupe donc des données métrologiques et documentaires sur l'exposition aux fibres d'amiante et aux fibres minérales artificielles (FMA) ;
- la base de données d'exposition aux FCR constituée par l'*European Ceramic Fibres Industry Association* (association des producteurs européens de laines d'isolation haute température) dans le cadre du programme Care. Créée à partir de 1996, cette base regroupe actuellement plus de 4 000 résultats de mesures d'exposition individuelle collectés dans des établissements européens.

Les données de la base Colchic sont reprises ici.

Les laboratoires inter-régionaux de chimie des Cram et les laboratoires spécialisés de l'INRS ont réalisé 2 101 prélèvements d'air des lieux de travail en vue de quantifier l'exposition professionnelle aux FCR entre 1986 et mai 2006. Ces prélèvements individuels ou d'ambiance ont été collectés lors de 252 interventions menées dans 153 établissements différents. Une analyse détaillée de ces résultats a été publiée en 2003 (Catani et coll., 2003).

Après élimination d'un certain nombre de prélèvements présentant des critères techniques (débit, méthode de comptage) insuffisants, 1 858 résultats ont été retenus pour mener une analyse globale et 839 résultats d'exposition individuelle pour l'analyse détaillée.

Sur 1 858 résultats de mesures en FCR dans l'air des lieux de travail disponibles, 1 262 correspondent à des prélèvements individuels et 596 à des prélèvements d'ambiance. Ces résultats concernent des FCR dont les caractéristiques dimensionnelles correspondent à une longueur supérieure à 5 microns et un diamètre inférieur à 3 microns. La nature chimique de la fibre, compte tenu de la méthode d'analyse, a été retenue à partir des indications données par le technicien réalisant le prélèvement. Dans quelques cas, un prélèvement d'échantillon de matériau fibreux est analysé par microscopie électronique à balayage (MEB) pour confirmer la nature chimique des fibres prélevées.

Les statistiques concernant les résultats de mesures de FCR sans souci de représentativité liée à la stratégie de prélèvement (durée notamment) figurent dans le tableau 54.II.

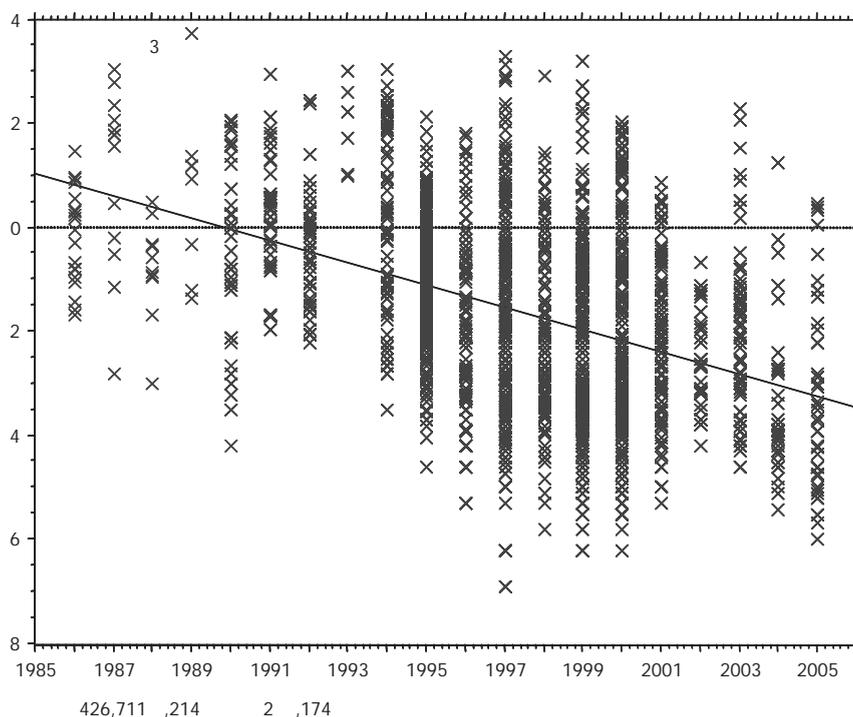
L'analyse des distributions log-normales des prélèvements d'ambiance et individuels présentées montrent qu'environ 40 % des résultats de prélèvements

individuels sont supérieurs à  $0,6f/cm^3$ . Pour les prélèvements d'ambiance, cette proportion est d'environ 15 % pour la période 1986-2006.

D'autre part une analyse de tendance montre que l'exposition a décliné de manière significative ( $p < 0,0001$ ) entre 1986 et 2005 (figure 54.4).

**Tableau 54.II : Résultats des mesures de concentration (fibres/cm<sup>3</sup>) en FCR durant la période 1986–2006 (d'après Afsset, 2007)**

Type de prélèvement	Nombre résultats	Durée moyenne min	Moyenne arithmétique	Moyenne géométrique	Étendue	Médiane	Percentiles		
							25	75	90
Individuel	1 262	116	1,288	0,363	0,003-43	0,37	0,12	1,1	2,82
Ambiance	596	154	0,36	0,056	0,001-12,8	0,043	0,016	0,137	0,67



**Figure 54.4 : Évolution des résultats de mesures d'exposition individuelles aux FCR entre 1986 et 2006 (d'après Afsset, 2007)**

Cette tendance à la baisse des expositions est similaire à celle relevée lors de la réalisation d'autres campagnes de mesures des expositions aux FCR (Class, 2006).

De façon à estimer plus précisément l'exposition aux FCR, une analyse complémentaire des résultats de mesures archivés dans la base de données Colchic, pendant la période 1990 à 2001, a été réalisée. Ces mesures ont été effectuées par les huit laboratoires inter-régionaux de chimie des Cram (LIC) et ceux de l'INRS lors d'interventions menées dans 101 établissements appartenant à divers secteurs d'activités. Une campagne spécifique de mesures d'exposition aux FCR, menée par les huit LIC, a été organisée durant la période 2000-2001. Durant cette campagne la description des facteurs d'exposition a fait l'objet d'une saisie d'informations codifiées. La profession des salariés, ayant fait l'objet d'une mesure d'exposition, a été codifiée en utilisant le Répertoire opérationnel des métiers et des emplois (Rome, 1993) de l'Agence nationale pour l'emploi (ANPE). Tous les dossiers des interventions réalisées avant la période 2000-2001, ont été ensuite codifiés de la même manière. Les résultats de ces mesures correspondent à des concentrations en fibres de FCR dans la zone respiratoire des salariés, indépendamment de l'éventuelle présence d'une protection respiratoire individuelle.

Les fibres ont été comptées par microscopie optique en contraste de phase (MOCP) suivant la norme X 43-269 (Afnor, 1991). Les fibres retenues pour le comptage sont les fibres de longueur supérieure à 5 µm, de rapport longueur/largeur supérieur à 3 et de largeur au plus égale à 3 µm.

Seuls ont été pris en compte les résultats concernant une mono-exposition aux FCR. Cette mono-exposition aux FCR a été confirmée par la connaissance des fibres utilisées (78,3 %), par une analyse complémentaire des filtres en microscopie électronique à balayage (19,7 %) et par l'analyse d'échantillons de matériaux fibreux (1 %). Dans 1 % des cas, la méthode utilisée pour spécifier une exposition exclusive aux FCR, n'a pas été précisée.

Au total 869 mesures d'exposition ont été réalisées par prélèvement individuel de l'air des lieux de travail. La majorité des prélèvements a été exécutée durant la période 1996-2001 (64,7 %). La valeur médiane des durées de prélèvement est pratiquement de deux heures (109 minutes [3-417]), ce qui permet généralement d'estimer de manière représentative l'exposition sur la durée du poste de travail. Des prélèvements de courte durée ont été effectués lorsque le niveau d'empoussièrement était, a priori, considéré comme très élevé.

Les niveaux d'exposition pour les professions les plus fréquemment codifiées sont reportés dans le tableau 54.III. Les professions indiquées dans ce tableau représentent 80 % des mesures d'exposition aux FCR.

Tableau 54.III : Exposition par profession lors de la mise en œuvre de FCR (d'après Afset, 2007)

Code ROME	Libellé profession	Nombre résultats	Statistiques en fibres/cm <sup>3</sup>				P <sup>a</sup>
			Moyenne arithmétique	Moyenne géométrique	Médiane	Étendue	
42124	Ouvrier de l'étanchéité et de l'isolation	128	2,83	1,06	1,10	0,05-27,00	65,6
43312	Agent de manutention	24	0,42	0,32	0,35	0,05-1,19	12,5
44131	Agent de montage, assemblage de la construction mécanique	65	0,38	0,20	0,17	0,02-2,56	21,5
44211	Agent de fabrication de matériel électrique et électronique	27	1,28	0,79	0,85	0,12-5,30	55,5
45112	Agent de fabrication des industries chimiques	253	0,89	0,56	0,50	0,05-8,55	43,1
45212	Ouvrier métallurgiste	46	1,70	0,36	0,50	0,02-17,00	41,3
45232	Ouvrier de production de céramique et de matériaux de construction	43	2,21	0,40	0,40	0,01-15,70	41,8
45412	Ouvrier de finition, contrôle, conditionnement	43	5,05	3,10	3,32	0,32-24,50	95,3
46115	Opérateur d'atelier de coupe des industries des matériaux souples	36	0,15	0,11	0,11	0,03-1,00	2,7

<sup>a</sup> P représente le pourcentage de résultats supérieurs à la VME de 0,6 f/cm<sup>3</sup>

Les données d'exposition aux FCR issues de la base Colchic sont très comparables à celles collectées lors de programmes d'évaluation des expositions, menées en Europe (ECFIA, 1999 et 2000 ; Maxim et coll., 1997) ou aux États-Unis (Maxim et coll., 2000).

L'exposition professionnelle aux FCR mesurée dans les établissements français, pendant la période de 1990 à 2001 varie entre moins de  $0,01 \text{ f/cm}^3$  à  $27 \text{ f/cm}^3$ . Les expositions mesurées dans différents établissements européens et dans le cadre du programme Care (ECFIA, 1999), pendant les années 1996 et 1997 variaient entre moins de  $0,01 \text{ f/cm}^3$  à  $53,6 \text{ f/cm}^3$ .

L'analyse des résultats en fonction de la profession des salariés utilisant des FCR met en évidence deux types de profession particulièrement exposés :

- les ouvriers affectés à des travaux de finition, contrôle et conditionnement ( $5,05 \text{ f/cm}^3$  en moyenne et 95,3 % de résultats supérieurs à  $0,6 \text{ f/cm}^3$ ) ;
- les ouvriers de l'étanchéité et de l'isolation ( $2,83 \text{ f/cm}^3$  en moyenne et 65,6 % de résultats supérieurs à  $0,6 \text{ f/cm}^3$ ).

Pour les autres types de profession, l'exposition aux FCR dépasse également de manière variable la valeur moyenne d'exposition (VME).

## Données relatives aux métalloïdes et métaux lourds

Certains métaux lourds et métalloïdes (cadmium, chrome VI, nickel, arsenic et composés...) peuvent être utilisés ou manipulés en milieu professionnel.

### Arsenic

Les expositions à l'As peuvent avoir lieu dans la métallurgie (fonderies de métaux non ferreux, cuivre notamment), où cet élément est inhalé, en même temps que d'autres polluants gazeux ( $\text{SO}_2$ ) ou métalliques (cuivre), dans les activités minières où de nombreux autres cancérrogènes pulmonaires peuvent être simultanément présents (radon notamment) (Kreuzer et coll., 1999a et b ; Chen et Chen, 2002 ; Kreuzer et coll., 2002 ; Bruske-Hohlfeld et coll., 2006 ; Chen et coll., 2006).

### Béryllium

Il n'y a pas en France d'industries d'extraction ou de traitement minier du Be. Ce métal est importé sous la forme de Be pur, de produits ou de déchets qui en contiennent pour un total de 40 à 60 tonnes par an (Vincent et coll., 2005). Une enquête par échantillonnage de l'INRS auprès des prothésistes dentaires indique qu'environ 50 % de ces laboratoires ont utilisé des alliages

de Be depuis une quinzaine d'années. Depuis la fin 2003, c'est le cas seulement d'un sur 7. Cet Institut estime la population exposée en dentisterie entre 7 600 et 9 700 en 1990, déclinant entre 2 600 et 3 300 en 2003 (Vincent et coll., 2005). Les mêmes auteurs ont enquêté auprès d'industries potentiellement utilisatrices et la population potentiellement exposée est estimée entre 6 800 et 11 000 personnes, essentiellement dans l'industrie aérospatiale et électronique ou travaillant pour des applications particulières tirant parti des propriétés physiques de ce métal (ressort, moules). Globalement, les effectifs exposés professionnellement tous secteurs confondus ont peu varié depuis 1995 (environ 12 000 personnes). Les niveaux d'exposition n'ont guère varié depuis le milieu des années 1980. Les plus élevés sont observés dans les industries de moulage des métaux. Le tableau 54.IV résume les effectifs estimés par niveau d'exposition.

**Tableau 54.IV : Effectifs de travailleurs potentiellement exposés par niveau d'exposition atmosphérique (d'après Vincent et coll., 2005)**

Niveau d'exposition Be ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Effectifs
0,1 <	5 574
0,1-0,2 <	1 275
0,2-0,5 <	1 639
0,5-1 <	974
1-2 <	811
> 2	1 658

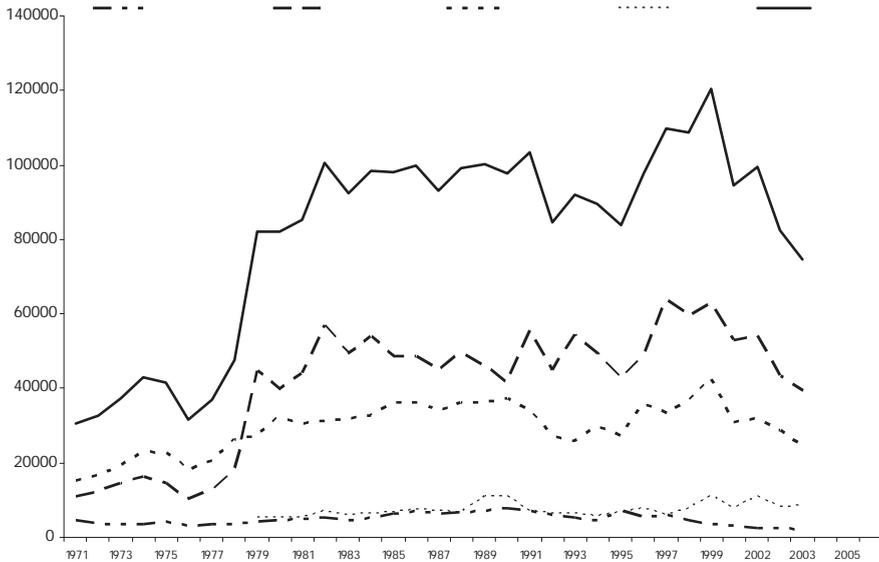
## Nickel

En milieu professionnel, les expositions au Ni comportent fréquemment une exposition simultanée aux composés solubles et insolubles du Ni (Haber et coll., 2000a et b). Par ailleurs, l'industrie du Ni peut impliquer une co-exposition des travailleurs à d'autres cancérrogènes pulmonaires comme l'arsenic (Karjalainen et coll., 1992 ; Haber et coll., 2000a et b), ou, pour certains alliages utilisés dans les traitements de surface, à du chrome (lui-même cancérrogène pulmonaire).

## Données relatives aux pesticides

L'exposition professionnelle, présente ou passée aux pesticides concerne en France une population très nombreuse, entre 1 et 2 millions de personnes d'après le recensement agricole de 2000 (Recensement agricole 2000, Agreste, cahier spécial RA 2000 n° 3/4, décembre 2001). Les données de

tonnages de pesticides à usage agricole utilisés en France ne sont disponibles qu'à partir des années 1970 (figure 54.5 ; Union des industries de la protection des plantes, UIPP), et témoignent de l'importance de l'utilisation française (entre 75 000 et 100 000 tonnes par an) au premier rang européen, et dans les tout premiers utilisateurs mondiaux (derrière les États-Unis, et très proche du Japon et du Brésil).



**Figure 54.5 : Tonnages des produits phytosanitaires utilisés en France (d'après UIPP)**

Le rapport d'expertise scientifique collective « Pesticides, agriculture et environnement » établi par l'Inra et le Cemagref (Aubertot et coll., 2005) présente les chiffres de tonnages de substances actives vendues en France entre 1990 et 2005 selon les sources de l'UIPP<sup>68</sup>.

Aux expositions agricoles, largement majoritaires, s'ajoutent également des expositions dans d'autres secteurs professionnels : désherbage des routes, des voies ferrées, des zones industrielles, entretien des espaces verts et des terrains de sport, des jardins privés, traitement contre les nuisibles du bois (termites, capricornes...) depuis les exploitations forestières jusqu'aux habitations, soins vétérinaires aux animaux domestiques ou d'élevage... Le tonnage de substances actives utilisées dans ces secteurs non agricoles serait de l'ordre de 10 000 tonnes par an.

La nature des produits, les quantités utilisées, leur mise en œuvre, et par conséquent les expositions des utilisateurs varient d'un secteur professionnel à un autre. Au sein même du secteur agricole, les cultures, et dans une moindre mesure les zones géographiques (par le biais des conditions climatiques plus ou moins favorables au développement des nuisibles), influencent les modes d'utilisation et d'exposition. De plus, l'évolution de l'agriculture, en particulier son intensification au cours de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, découle de l'innovation en matière de pesticides, avec une grande diversification des produits commercialisés et une nette augmentation des quantités utilisées après la seconde guerre mondiale. C'est pourquoi les analyses épidémiologiques portant sur le lien entre les expositions professionnelles aux pesticides et la survenue de cancers doivent intégrer à la fois la spécificité des contextes et des périodes. La reconstitution rétrospective des expositions, nécessaire à la recherche d'associations, nécessite de documenter d'une part la nature des produits utilisés et d'autre part les niveaux d'exposition des utilisateurs.

### Nature des expositions

Un premier niveau de classification des pesticides consiste à distinguer les herbicides, les insecticides et les fongicides. La France se différencie d'autres pays tels que les États-Unis par le tonnage important de fongicides, supérieur à celui des herbicides, et beaucoup plus élevé que celui des insecticides. Cependant, chacune de ces catégories regroupe un nombre conséquent de substances actives dont les modes d'exposition et la toxicité potentielle est très variable (plus de 900 matières actives, qui contiennent des coformulants divers, homologuées en France, commercialisées dans plus de 9 000 produits différents).

La mise sur le marché de ces substances répond à une réglementation spécifique, relevant du ministère de l'Agriculture, dont la mise en œuvre revenait à la Direction générale de l'alimentation du ministère de l'Agriculture jusqu'en 2006 et a été confiée à l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments à compter de cette date. Ainsi l'archivage des données concernant l'homologation et le retrait des substances par culture depuis les années 1950 devrait théoriquement permettre de connaître les substances utilisables dans un contexte agricole donné à une période donnée. De manière indirecte, cette information est pour partie reprise dans les index phytosanitaires édités annuellement par l'Association de coordination technique en agriculture depuis les années 1960. De plus, des données concernant les produits recommandés au cours du temps et par région existent au niveau des services de protection des végétaux ou de certains organismes agricoles. Enfin, les agriculteurs eux-mêmes sont susceptibles de fournir des données sur les produits utilisés au cours du temps, soit au travers du panel BVA (Institut d'études de marché et d'opinion) mis en place par les industriels sur un mode prospectif, soit par des enquêtes spécifiques s'appuyant sur l'archivage de calendriers de traitement.

En pratique, la compilation de ces données s'avère une tâche complexe. Des travaux sont en cours pour estimer la probabilité, la fréquence et l'intensité d'utilisation des substances par culture et par année, à partir de l'ensemble de ces sources de données, et en s'appuyant sur l'expertise agronomique pour chacune des cultures (Matrice Pestimat). On ne dispose pour l'instant que de notions relativement générales sur l'utilisation des substances. Il est ainsi possible de dire que seuls des produits minéraux ou des extraits végétaux étaient utilisés jusque dans les années 1940 en France. À partir de cette date apparaissent les premières familles organiques (herbicides phytohormones tels que le 2-4D, insecticides organochlorés avec le DDT et organophosphorés avec le parathion). Les molécules de synthèse se multiplient à partir des années 1950. À titre d'exemple, un viticulteur avait à sa disposition moins de 10 substances actives utilisables en 1950 pour protéger sa vigne contre les nuisibles et plus de 150 en 2000. Aujourd'hui, un agriculteur en polyculture peut utiliser dans une même année plusieurs dizaines de produits commerciaux différents, représentant deux à trois fois plus de matières actives différentes.

Le constat global est donc qu'il n'existe pas actuellement de statistiques à une échelle géographique fine concernant la nature des produits pesticides utilisés en France. Même si le schéma est plus simple dans les années 1950, ce manque vaut pour les années les plus anciennes comme pour les années récentes. Ainsi, il n'a pas été gardé de mémoire « organisée » de l'utilisation de ces produits au cours du temps. Compte tenu de l'immense diversité des produits, la reconstitution de l'utilisation des pesticides au travers de la seule déclaration des individus ne saurait être exhaustive et présente des biais, en particulier de mémorisation. C'est dans cet objectif que de nouveaux outils sont aujourd'hui en cours de développement.

### **Niveaux d'exposition**

La connaissance des niveaux d'exposition apparaît indispensable à la compréhension des situations professionnelles et à la recherche de relations dose-effet, argument clé pour un jugement de causalité dans les études épidémiologiques. Cependant, très peu d'études ont été aujourd'hui développées pour connaître les niveaux d'exposition réels des populations agricoles lors des traitements ou lors du contact avec les cultures traitées.

Certains modèles, employés dans les dossiers d'homologation de nouvelles molécules mises sur le marché, sont utilisés pour évaluer l'exposition des utilisateurs (UK-POEM, Europoem, modèle allemand...) et évaluer les risques potentiels pour l'utilisateur. Cependant, ces modèles ne rendent pas nécessairement compte de l'ensemble des pratiques agricoles (en particulier de la formulation ou de la dose de produits déjà commercialisés) et ne peuvent être utilisés dans le cadre d'études épidémiologiques en population agricole du fait de la confidentialité de ces études financées par les industriels.

Quelques études de terrain en conditions réelles d'utilisation ont été réalisées dans divers pays, permettant de documenter les niveaux auxquels sont soumis les agriculteurs dans des contextes agricoles spécifiques (Hollande, États-Unis). Généralement, ces études décomposent l'activité de traitement par les pesticides en deux tâches essentielles : la préparation des bouillies, et leur application sur les cultures. En effet, même si la première de ces tâches est la plus courte, de l'ordre d'une demi-heure par jour, elle peut apparaître plus contaminante en raison de la concentration du produit avant dilution, et d'un contact répété de l'opérateur avec le matériel contaminé. La tâche d'application dure généralement plusieurs heures et conduit à une contamination soit par le biais du nuage de dispersion, soit par le contact avec le matériel contaminé lors des opérations de déploiement des rampes, de bouchages de buses, ou autres interventions sur le matériel ou la culture en cours de traitement. À ces deux tâches, il convient d'ajouter le nettoyage, généralement négligé dans les études, et qui pourtant peut conduire à des contaminations importantes pouvant représenter jusqu'à 80 % de la contamination de l'agriculteur au cours de la journée (Pestexpo, étude menée depuis 2001 par le laboratoire santé travail environnement de l'ISPED et le Groupe régional d'études sur le cancer du Centre François Baclesse, chargée d'analyser les expositions des utilisateurs professionnels de produits phytosanitaires).

Les facteurs influençant le niveau d'exposition de l'opérateur sont également mal connus. Les études épidémiologiques existantes partent fréquemment du postulat que le niveau d'exposition des opérateurs est en lien avec la surface de l'exploitation et avec le nombre d'années de traitement. Il s'agit là d'indicateurs rudimentaires dont la corrélation avec le niveau d'exposition n'est pas du tout démontrée. Les études de terrain tendent même à prouver que l'exposition des opérateurs diminue avec la surface de l'exploitation. En effet, le matériel, les équipements de protection et l'organisation des tâches de traitement varient sensiblement avec la taille de l'exploitation et permettent de diminuer les expositions dans les grandes exploitations. De la même manière, le nombre de jours (ou d'années) de traitement n'est pas nécessairement un bon indicateur pour classer les individus exposés, ces unités de temps pouvant correspondre à des durées effectives de traitement très diverses. De nombreux autres paramètres méritent une attention particulière quant à la contamination des opérateurs tels que les caractéristiques du matériel (type de pulvérisateurs, nature du jet, dispositif d'incorporation, existence d'une cabine sur le tracteur), ou des opérations (nombre de phases dans une journée, fréquence des incidents, port d'équipement de protection...). Leur détermination permettrait probablement de mieux classer les individus quant à leurs niveaux d'exposition.

La mesure des expositions est une difficulté majeure dans les études épidémiologiques concernant des facteurs de risque environnementaux ou professionnels. Ainsi, l'étude du rôle des pesticides dans la survenue des pathologies chroniques se heurte à des difficultés méthodologiques toutes

particulières, expliquant certainement les contradictions entre les résultats des études existantes, et le faible nombre de conclusions statistiquement significatives. Parmi ces difficultés, la reconstitution rétrospective des expositions des individus aux pesticides occupe un rôle de premier plan. Elle nécessite aujourd'hui d'une part de mieux déterminer la nature des produits auxquels les opérateurs ont été exposés, d'autre part de les classer quant au niveau d'exposition cumulé au cours de la vie.

## Données relatives aux dioxines et PCB

Les données disponibles en milieu de travail dans les pays européens ne font pas apparaître de surimprégnation par les HAPH chez les travailleurs de l'incinération, quoique les profils de congénères puissent être chez eux relativement spécifiques (Comité de la prévention et de la précaution, 2004). L'exposition massive à la TCDD qui a eu lieu dans l'industrie chimique dans les années 1950-1970 (y compris l'accident de Seveso) n'a plus de raison de se produire en Europe de l'Ouest, soit parce que les produits qui entraînaient la formation de dioxines ne sont plus fabriqués, soit parce que les *process* industriels ont changé. Ce constat n'est pas nécessairement vrai pour les pays de la CEI ou industriellement émergents.

## BIBLIOGRAPHIE

AFNOR, NORME X43-269. Décembre 1991. Détermination de la concentration en nombre de fibres par microscopie optique en contraste de phase - Méthode du filtre à membrane. Paris La Défense, 1991, 38p

AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL (AFSSET). Les fibres minérales artificielles. Évaluation de l'exposition de la population générale et des travailleurs. Rapport final janvier 2007, 290p

AGENCE NATIONALE POUR L'EMPLOI. Répertoire Opérationnel des Métiers et des Emplois (ROME), Vol. 1, 2, 3, 4, La Documentation Française, Paris, 1993

AUBERTOT JN, BARBIER JM, CARPENTIER A, GRIL JJ, GUICHARD L, et coll. Pesticides, agriculture et environnement. Réduire l'utilisation des pesticides et limiter leurs impacts environnementaux. Rapport d'Expertise scientifique collective, INRA et Cemagref (France), 2005

BESSO A, NYBERG F, PERSHAGEN G. Air pollution and lung cancer mortality in the vicinity of a nonferrous metal smelter in Sweden. *Int J Cancer* 2003, 107 : 448-452

BRUSKE-HOHLFELD I, ROSARIO AS, WÖLKE G, HEINRICH J, KREUZER M, et coll. Lung cancer risk among former uranium miners of the WISMUT Company in Germany. *Health Phys* 2006, 90 : 208-216

CATANI J, CERTIN JF, CHARRETTON M, CREAM Y, GOUTET P, et coll. Exposition professionnelle aux fibres céramiques réfractaires. Mesures de prévention lors de l'utilisation. Cahiers de notes documentaires – Hygiène et sécurité du travail, N° 191, 2e trimestre 2003

CHEN W, CHEN J. Nested case-control study of lung cancer in four Chinese tin mines. *Occup Environ Med* 2002, **59** : 113-118

CHEN W, YANG J, CHEN J, BRUCH J. Exposures to silica mixed dust and cohort mortality study in tin mines: exposure-response analysis and risk assessment of lung cancer. *Am J Ind Med* 2006, **49** : 67-76

CLASS P. The CARE (Controlled And Reduced Exposure) programme : what did we learn after 7 years of refractory ceramic fibres (RCF) personal monitoring. Communication présentée au 28ème congrès international de santé au travail, Milan, Juin 2006

COMITÉ DE LA PRÉVENTION ET DE LA PRÉCAUTION. Les incinérateurs d'ordures ménagères : quels risques ? Quelles politiques ? Paris, Ministère de l'Écologie et du Développement Durable, 2004 : 54

DONDON MG, DE VATHAIRE F, QUÉNEL P, FRÉRY N. Cancer mortality during the 1968-1994 period in a mining area in France. *Eur J Cancer Prev* 2005, **14** : 297-301

EUROPEAN CERAMIC FIBRE INDUSTRY ASSOCIATION (ECFIA). Recognition and control of exposure to refractory ceramic fibres (RCF). Paris, 1999 : 58p

EUROPEAN CERAMIC FIBRE INDUSTRY ASSOCIATION (ECFIA). Code of practice working with Refractory Ceramic Fibres (RCF). European Ceramic Fibres Industry Association, 2000. Disponible à l'adresse Internet : [http://www.unifrax.com/web/UnifraxWebEU.nsf/AllDocuments/163D226CD7BE824785256F1700663993/\\$File/Code%20of%20practice%20for%20working%20with%20RCF.pdf](http://www.unifrax.com/web/UnifraxWebEU.nsf/AllDocuments/163D226CD7BE824785256F1700663993/$File/Code%20of%20practice%20for%20working%20with%20RCF.pdf)

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY-SCIENTIFIC PANEL ON CONTAMINANTS IN THE FOOD CHAIN. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to arsenic as undesirable substance in animal feed. Question N° EFSA-Q-2003-031. *EFSA Journal* 2005, **180** : 1-35

HABER LT, DIAMOND GL, ZHAO Q, ERDREICH L, DOURSON ML, et coll. Hazard identification and dose response of ingested nickel-soluble salts. *Regul Toxicol Pharmacol* 2000a, **31** : 231-241

HABER LT, ERDREICHT L, DIAMOND GL, MAIER AM, RATNEY R, et coll. Hazard identification and dose response of inhaled nickel-soluble salts. *Regul Toxicol Pharmacol* 2000b, **31** : 210-230

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE (INVS). Évaluation quantitative des risques sanitaires en Auvergne. Saint Maurice, InVS, 2003 : 108

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE (INVS). Exposition chronique à l'arsenic hydrique et risques pour la santé. Bilan des données épidémiologiques, 2002

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. Beryllium, Cadmium, Mercury, and Exposures in the Glass. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans 1993, **58** : 41-117

INTERNATIONAL PROGRAMME ON CHEMICAL SAFETY (IPCS). Arsenic and arsenic compounds (second edition). Environmental Health Criteria. Geneva, World Health Organization, 2001, 521

KARJALAINEN S, KERTTULA R, PUKKALA E. Cancer risk among workers at a copper/nickel smelter and nickel refinery in Finland. *Int Arch Occup Environ Health* 1992, **63** : 547-551

KAUFFER E, VINCENT R. Occupational exposure to mineral fibres: analysis of results stored on colchic database. *Ann Occup Hyg* 2007, **51** : 131-142

KREUZER M, GROSCHE B, BRACHNER A, MARTIGNONI K, SCHNELZER M, et coll. The German uranium miners cohort study: feasibility and first results. *Radiat Res* 1999a, **152** (suppl 6) : S56-S58

KREUZER M, POHLABELN H, AHRENS W, KREIENBROCK L, BRÜSKE-HOHLFELD I, et coll. Occupational risk factors for lung cancer among young men. *Scand J Work Environ Health* 1999b, **25** : 422-429

KREUZER M, BRACHNER A, MARTIGNONI K, WICHMANN HE, GROSCHE B Characteristics of the German uranium miners cohort study. *Health Phys* 2002, **83** : 26-34

LEBLANC JC, MALMAURET L, GUÉRIN T, BORDET F, BOURSIER B, VERGER P. Estimation of the dietary intake of pesticide residues, lead, cadmium, arsenic and radionuclides in France. *Food Addit Contam* 2000, **17** : 925-932

MAXIM LD, ALLSHOUSE JN, DEADMAN J, KLECK C, KOSTKA M, et coll. CARE: a European programme for monitoring and reducing refractory ceramic fibre dust at the workplace: initial results. *Gefahrstoffe-Reinhalung der Luft* 1997, **58** : 97-103

MAXIM LD, ALLSHOUSE JN, CHEN SH, TREADWAY JC, VENTURIN DE. Workplace monitoring of refractory ceramic fiber in the United States. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 2000, **32** : 293-309

METROPOL. Recueil des méthodes de prélèvement et d'analyse de l'air, Fiche 001-Aldéhydes, INRS. Disponible sur <http://www.inrs.fr/> (site consulté le 7/06/2006)

VINCENT R, JEANDEL B. COLCHIC-occupational exposure to chemical agents database: current content and development perspectives. *Appl Occup Environ Hyg* 2001, **16** : 115-121

VINCENT, R, GRZEBYK M, SAVARY B. Occupational exposure to beryllium in France. Recherche sur le Béryllium, Montréal, Canada, IRSST, 2005

WILLIS HH, FLORIG HK. Potential exposures and risks from beryllium-containing products. *Risk Anal* 2002, **22** : 1019-1033