

Présentation d'une matrice emplois-expositions aux fibres céramiques réfractaires

Quelques applications à un échantillon de population en France

Groupe de travail Matgéné

Santé travail

Département santé travail, Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice ; Essat (Equipe associée en santé travail), LSTE-Isped/DST-InVS

Le programme Matgéné

Le Département santé travail de l'Institut de veille sanitaire (InVS) a mis en place et coordonne un programme de réalisation de matrices emplois-expositions adaptées à la population générale en France : le programme Matgéné.

Une matrice emplois-expositions peut être sommairement décrite comme un tableau donnant la correspondance entre des intitulés d'emplois et des indices d'exposition à une ou plusieurs nuisances. Les expositions peuvent ensuite être attribuées automatiquement aux individus en fonction de leurs intitulés d'emploi.

Les applications potentielles de ces matrices sont nombreuses. Elles permettent notamment d'estimer la prévalence d'expositions professionnelles dans la population et d'étudier les variations de cette prévalence en fonction du sexe, de l'âge, de la région, de la profession, du secteur d'activité et de la période. Elles peuvent également être utilisées pour évaluer les expositions professionnelles de sujets dans des études épidémiologiques, ou comme aide au repérage des expositions pour la prévention ou la prise en charge médico-sociale.

Les matrices réalisées sont spécifiques d'une substance ou d'un groupe de substances. Afin de pouvoir être utilisée de façon la plus large possible, chaque matrice comprend l'ensemble des professions et branches d'activité considérées comme pouvant générer une exposition, avec les codes correspondants dans plusieurs nomenclatures. Les professions et branches d'activité considérées comme non exposées ne sont pas présentées dans la matrice.

FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES : DÉFINITIONS ET UTILISATIONS

Définitions

Les fibres sont définies comme des particules ayant un rapport longueur/diamètre supérieur ou égal à 3, et des côtés approximativement parallèles.

Les fibres céramiques réfractaires (FCR) sont les fibres minérales artificielles (FMA) les plus utilisées pour l'isolation haute température, le terme FMA désignant couramment un groupe de fibres siliceuses et vitreuses (laines minérales, filaments continus de verre, fibres de verre à usages spéciaux ou microfibrés® et FCR). Les FCR sont produites par la fusion d'un mélange d'alumine et de silice, ou bien par la fusion de kaolin (argile blanche). L'ajout de divers oxydes (zirconium, titane...) permet de faire varier certaines caractéristiques physiques des FCR, et notamment d'augmenter leur résistance thermique. Le point de fusion varie de 1 740 à 1 800 °C suivant les compositions pour des utilisations jusqu'à 1 400 / 1 500 °C en continu. Le diamètre moyen des FCR varie de 1 à 3 µm.

Définitions réglementaires :

Directive européenne 97/69/CE du 05/12/1997 : "Fibres (de silicates) vitreuses artificielles à orientation aléatoire et dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux ($[Na_2O] + [K_2O] + [CaO] + [MgO] + [BaO]$) est inférieur à 18 %".

Définition CAS (Chemical Abstract Service) : "Fibres artificielles amorphes produites à partir du mélange, par centrifugation ou soufflage, de kaolin calciné ou d'une combinaison d'alumine et de silice. Des oxydes tels que la zircon, l'oxyde ferrique, l'oxyde de magnésium, l'oxyde de calcium ou des alcalins peuvent être ajoutés. Les pourcentages pondéraux estimés correspondent à : alumine (20-80 %) ; silice (20-80 %) ; autres oxydes en quantité moindre".

Utilisations

Étant donné la relative difficulté à fabriquer des FCR et leur coût plus élevé, ces fibres ne sont pas aussi répandues que les laines minérales. Elles sont, par exemple, quasiment absentes de l'isolation des bâtiments et donc plutôt réservées à des applications industrielles à (très) hautes températures.

En effet, pour ces températures extrêmes, elles sont relativement économiques par rapport à d'autres produits (briques réfractaires, fibres polycristallines...) du fait de leurs propriétés physiques (bonne résistance mécanique, faible conductivité thermique...).

Concernant les applications, la répartition en volumes de FCR utilisées est la suivante :

- isolation de fours industriels, de hauts fourneaux : 50 % ;
- isolation des appareils de chauffage industriels ou domestiques : 20 % ;
- isolation dans la métallurgie : 10 % ;
- autres isolations industrielles (tuyaux, machines...) : 10 % ;
- autres applications : 10 %, notamment dans l'automobile (pot catalytique, filtre airbag...), la protection incendie (porte coupe-feu, clapet anti-feu), la production d'énergie, la construction navale, ferroviaire ou aérospatiale.

Les principales professions exposées sont les ouvriers de la production ou de la transformation de FCR, les métiers de l'isolation, les métiers de la maintenance, les tuyauteurs industriels et les chaudronniers.

LA RÉGLEMENTATION

Classement de la substance

- Circ : groupe 2B (l'agent ou le mélange est un cancérigène possible pour l'homme).
- UE : cancérigène de catégorie 2 (substances devant être assimilées à des substances cancérigènes pour l'homme. On dispose de suffisamment d'éléments pour justifier une forte présomption que l'exposition de l'homme à de telles substances peut provoquer un cancer).

Valeurs limites moyennes d'exposition professionnelle (VME)

- France : 0,1 fibre.cm⁻³ depuis le 01/07/2009 (valeur contraignante) ; historique : 1 fibre.cm⁻³ jusqu'au 01/01/1997 ; puis 0,6 fibre.cm⁻³ jusqu'au 26/11/2007 (valeurs indicatives) ; puis 0,5 fibre.cm⁻³ jusqu'au 01/07/2009 (valeur contraignante) ;
- USA : 0,2 f.cm⁻³ (ACGIH) ; 0,5 f.cm⁻³ (Niosh) ;
- Belgique : 1 f.cm⁻³ (MMVF).

Tableau de maladie professionnelle

Néant.

MATRICE EMPLOIS-EXPOSITIONS AUX FCR

Cette matrice présente tous les emplois exposés aux FCR à une période donnée, un emploi étant défini comme une profession exercée dans un secteur d'activité précis. Les codes et intitulés des professions et des activités sont issus de nomenclatures internationales (CITP¹ 1968) et nationales (PCS² 1994 et NAF³ 2000). La matrice retrace les expositions aux FCR de 1960 à 2007.

¹ CITP : Classification internationale type des professions.

² PCS : Professions et catégories socioprofessionnelles.

³ NAF : Nomenclature des activités française.

De nombreuses périodes apparaissent dans la matrice FCR. Les principaux événements qui ont influencé les utilisations de FCR sont :

- 1960 : début de l'utilisation industrielle en France dans quelques secteurs (céramique notamment) ;
- 1975 : choc pétrolier (effort dans l'isolation ; substitution des briques réfractaires notamment) : augmentation de l'utilisation des FCR ;
- 1985 : baisse significative de l'utilisation de l'amiante (amorcée dès 1975) + abaissement des VLE amiante (1987) et 2^e réglementation amiante (seul le chrysotile reste autorisé après 1988) : augmentation significative de l'utilisation des FCR ;
- 1990 : la décennie 1990 est celle de l'apogée dans l'utilisation des FCR en termes de volume. Mais certains secteurs débutent la substitution des FCR par d'autres laines haute température, et notamment par les laines de silicates alcalino-terreux (AES) de 1^{ère} génération ;
- 2000 : la majorité des secteurs ont entamé la substitution des FCR, par des laines AES notamment. Les FCR ne sont quasiment plus utilisées que pour les applications à très hautes températures (>1 200 °C).

Dans les faits, de nombreuses autres dates particulières ont été utilisées dans la matrice. En effet, ces dates (de début d'utilisation des FCR ; de début de substitution des FCR par d'autres fibres ou produits isolants) sont très fluctuantes suivant les secteurs d'activité. Par exemple, les secteurs de la verrerie ou de la sidérurgie auraient utilisé les FCR dès les années 1970, mais on ne les retrouverait qu'à partir des années 1980 dans le secteur de la pétrochimie.

Trois indices sont utilisés pour évaluer l'exposition aux FCR :

• **Probabilité** : donne la proportion de travailleurs de l'emploi concerné exposés aux FCR. Cinq classes sont utilisées :

1. de 0,1 à 1 % ;
2. de 1 à 10 % ;
3. de 10 à 50 % ;
4. de 50 à 90 % ;
5. supérieure ou égale à 90 %.

Lorsque la probabilité d'exposition est inférieure à 0,1 %, les emplois sont considérés comme non exposés et n'apparaissent pas dans la matrice.

• **Fréquence** : donne une indication du temps que l'opérateur passe à effectuer des tâches exposantes sur l'ensemble de son temps de travail. Ces tâches peuvent être :

1. occasionnelles (de 1 à 5 % du temps de travail) ;
2. intermittentes (de 5 à 30 % du temps de travail) ;
3. fréquentes (de 30 à 70 % du temps de travail) ;
4. permanentes (plus de 70 % du temps de travail).

• **Intensité** : évalue la concentration (en fibres par cm³ d'air) à laquelle est soumis l'opérateur pendant les tâches exposantes, en fonction de la nature des tâches et de l'environnement de travail :

1. inférieure à 0,1 f.cm⁻³ ;
2. de 0,1 à 1 f.cm⁻³ ;
3. de 1 à 3 f.cm⁻³ ;
4. supérieure à 3 f.cm⁻³.

La notion de pics d'exposition n'a pas été retenue.

Toutes les fibres céramiques réfractaires, quel que soit leur diamètre, sont prises en compte lors de cette évaluation. La matrice est décrite plus en détail dans un document technique comportant également des éléments sur l'exposition professionnelle aux fibres de laines minérales (verre, roche, laitier) (voir encadré en fin de document).

DESCRIPTION DE L'EXPOSITION AUX FCR DANS LA POPULATION EN FRANCE

Les prévalences d'exposition (proportions d'exposés) aux FCR ont été estimées à partir d'un échantillon d'environ 10 000 sujets, pour lesquels on dispose, pour chaque emploi exercé pendant la vie active, de la profession et de la branche d'activité. L'échantillon est représentatif de la population en France âgée de 25 à 74 ans en 2007, en termes de sexe, d'âge, de région et de catégorie socioprofessionnelle. L'application de la matrice à cet échantillon permet d'estimer à la fois les proportions d'exposés en 2007 et les prévalences d'exposition sur la vie entière.

Les prévalences d'exposition ont été calculées en prenant en compte les probabilités d'exposition de chaque sujet. Elles peuvent être considérées comme fiables, même s'il ne s'agit pas de valeurs exactes. Les fluctuations d'échantillonnage sont prises en compte par la présentation de l'intervalle de confiance (IC), estimé par la méthode du bootstrap, mais il subsiste toutefois une imprécision difficile à estimer, liée à différentes approximations inhérentes à la nature même des matrices, aux divers calculs et à l'imprécision des nomenclatures utilisées. L'intensité et la fréquence d'exposition étant évaluées séparément, un niveau moyen d'exposition sur la journée de travail a été calculé pour chaque sujet, en multipliant l'intensité par la fréquence.

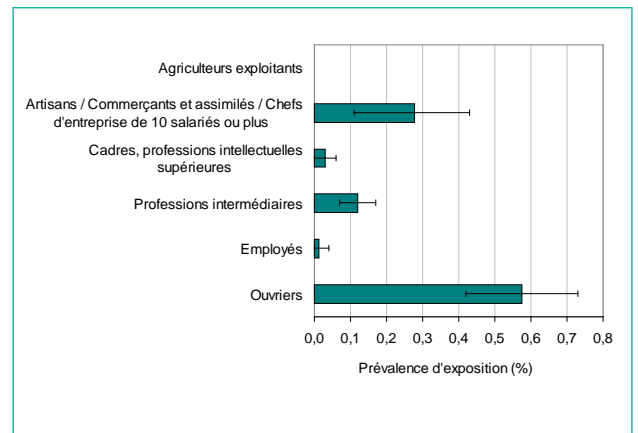
En 2007, 0,27 % [0,21-0,33] des hommes et 0,04 % [0,01-0,08] des femmes en activité étaient exposés aux FCR. Les niveaux d'exposition sont faibles, et n'excèdent jamais 1 f.cm⁻³.

Les niveaux compris entre 0,1 f.cm⁻³ et 1 f.cm⁻³ concernent 0,11 % des hommes et moins de 0,01 % des femmes. En raison de la très faible proportion d'exposées chez les femmes, les résultats détaillés ne seront présentés que pour les hommes.

La prévalence d'exposition varie en fonction de la catégorie socioprofessionnelle, avec des proportions d'exposés plus élevées chez les ouvriers et les artisans (figure 1).

FIGURE 1

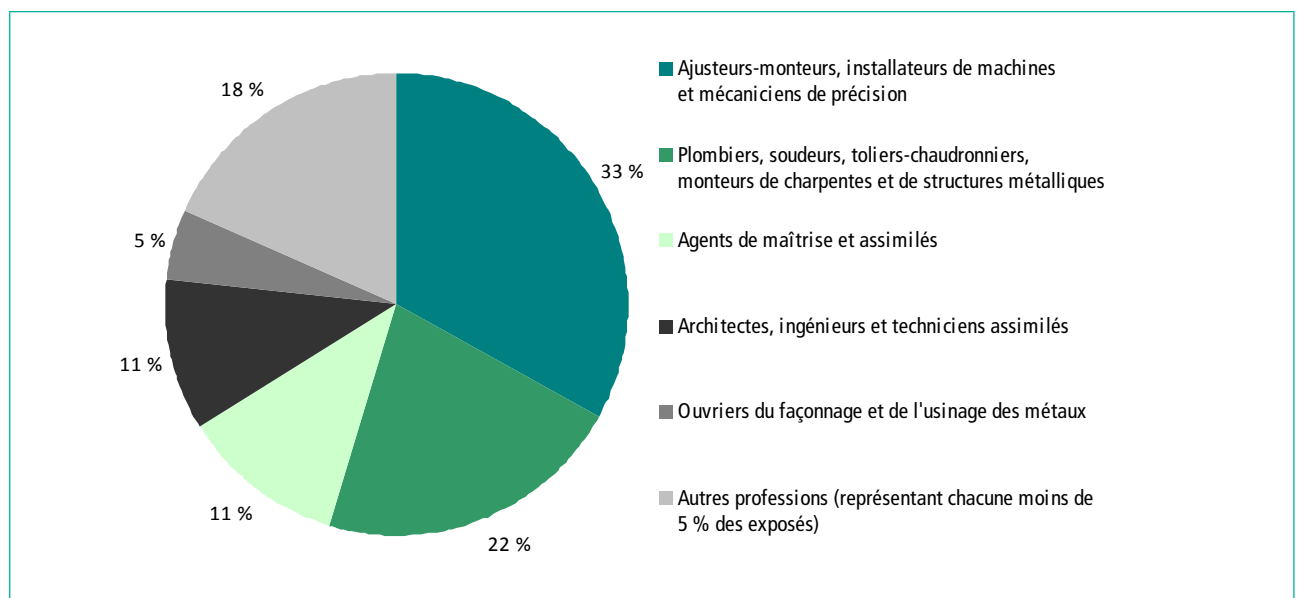
Prévalence d'exposition aux FCR chez les hommes en 2007 selon la catégorie socioprofessionnelle



La figure 2 présente la répartition des hommes exposés aux FCR en 2007, en fonction de la profession. Un tiers des hommes exposés aux FCR sont des ajusteurs-monteurs, installateurs de machines et mécaniciens de précision, 22 % sont des plombiers, tuyauteurs et tôliers-chaudronniers. Les expositions aux FCR proviennent également d'emplois d'agents de maîtrise (12 % des exposés) et d'ingénieurs et techniciens (11 % des exposés). Les autres professions représentent moins de 5 % des exposés.

FIGURE 2

Distribution des hommes exposés aux FCR en 2007 selon la profession

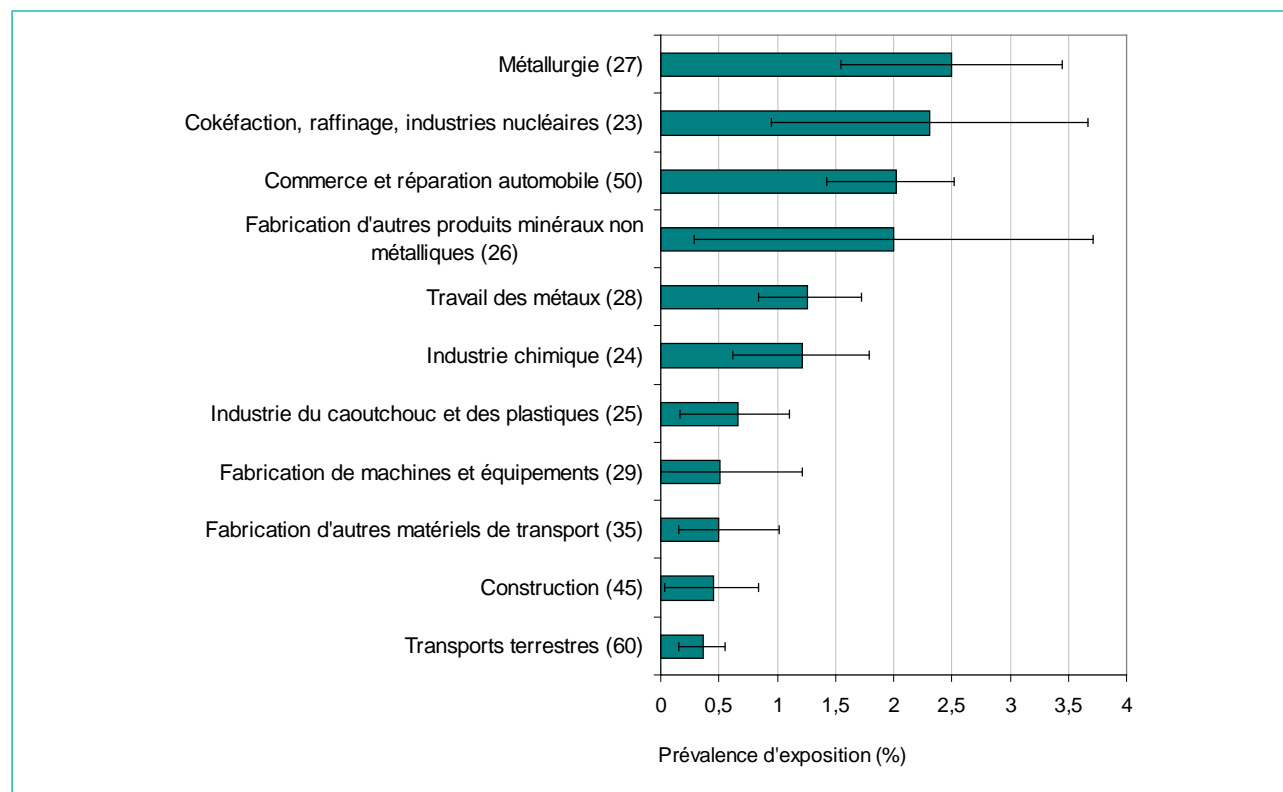


Les secteurs d'activité dans lesquels la prévalence d'exposition chez les hommes est supérieure à la moyenne (0,3 %) sont présentés sur la figure 3. La métallurgie et les secteurs de la cokéfaction et du raffinage de pétrole sont les secteurs d'activité dans lesquels on observe les prévalences d'exposition les plus élevées. Ces secteurs contribuent peu cependant à l'exposition globale en France : respectivement 6 % et 3 % des exposés travaillent dans ces secteurs.

Les expositions aux FCR chez les hommes proviennent majoritairement d'emplois dans le secteur de la construction (18 % des exposés), bien que la prévalence d'exposition dans ce secteur soit proche de la moyenne. Le secteur du commerce et de la réparation automobile présente une prévalence d'exposition élevée et est également à l'origine d'une part non négligeable des expositions (15 % des exposés).

I FIGURE 3 I

Prévalence d'exposition aux FCR chez les hommes en 2007 selon le secteur d'activité (code NAF)*



* Ne sont présentés dans la figure 3 que les secteurs comptant au moins 5 exposés dans l'échantillon.

La prévalence d'exposition sur la vie professionnelle entière a également été estimée. La proportion de personnes qui ont été exposées aux FCR dans au moins un de leurs emplois est de 1,97 % chez les hommes et de 0,13 % chez les femmes. Le tableau 1 donne les proportions d'exposés en fonction du niveau d'exposition le plus élevé atteint au cours de la vie professionnelle. Les expositions sont majoritairement des expositions de faible niveau.

La prévalence d'exposition vie entière est plus élevée chez les ouvriers (3,4 %) et chez les artisans (2,9 %) (figure 4). Environ 1,6 % des retraités ont été exposés aux FCR au cours de leur vie professionnelle passée.

I TABLEAU 1 I

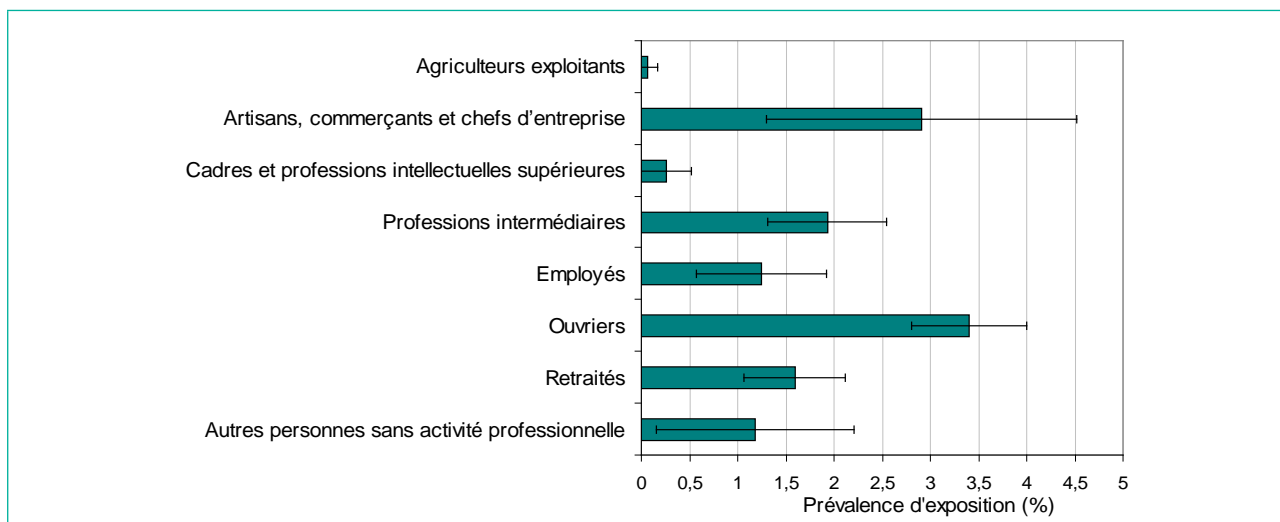
Prévalence d'exposition aux FCR vie entière, selon le niveau d'exposition maximum atteint au cours de la vie professionnelle

Niveau d'exposition ^a	% d'exposés	
	Hommes	Femmes
<0,1 f.cm ⁻³	1,5 [1,3-1,7]	0,1 [0,0-0,2]
0,1-1 f.cm ⁻³	0,5 [0,3-0,6]	0,0 [0,0-0,1]
>1 f.cm ⁻³	0	0
Total	2,0 [1,7-2,2]	0,1 [0,1-0,2]

^a Niveau moyen sur la journée de travail.

I FIGURE 4 I

Prévalence d'exposition aux FCR vie entière chez les hommes selon la catégorie socioprofessionnelle en 2007

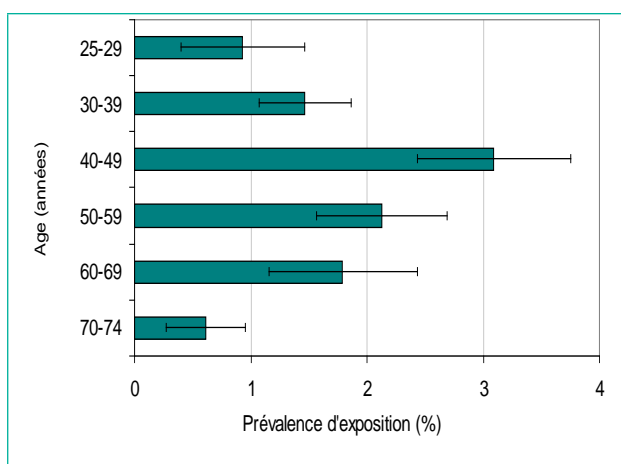


La figure 5 présente la prévalence d'exposition vie entière en fonction de l'âge en 2007. La prévalence est maximale pour la tranche d'âge 40-49 ans. La diminution de la prévalence dans les âges plus élevés reflète une utilisation plus importante des FCR dans la période 1985-2000.

L'échelle d'intensité est semi-quantitative car les données métrologiques sont rares en dehors du secteur de la production. Mais elles existent toutefois pour certains secteurs utilisateurs (réfection de fours industriels, calorifugeages industriels). Ceci nous a permis de reconstituer des profils d'exposition dans d'autres secteurs par analogisme avec les tâches effectuées.

I FIGURE 5 I

Prévalence d'exposition aux FCR vie entière chez les hommes selon l'âge en 2007



L'évaluation de l'exposition la plus fine concerne la version CITP 1968 x NAF 2000, l'autre nomenclature utilisée pour les professions (PCS) étant beaucoup moins détaillée.

L'exposition aux FCR concerne principalement les hommes et les ouvriers. Comparativement aux laines minérales et à l'amiante, les quantités de FCR mises en jeu sont bien moindres (500 000 t de laines minérales *versus* 2 500 t de FCR en 2004 ; 130 000 t d'amiante par an à son pic d'utilisation dans les années 1970), et les secteurs utilisateurs sont moins nombreux. Les prévalences d'exposition sont donc nettement plus faibles. En 2007, 2 % des hommes ont été exposés aux FCR au cours de leur vie professionnelle, *versus* 15 % pour les laines minérales et 27 % pour l'amiante. Comme pour les laines minérales, et contrairement à l'amiante, ces expositions aux FCR sont majoritairement des expositions à de très faibles doses. Pour les trois quarts des hommes exposés, les niveaux sont inférieurs à 0,1 f.cm⁻³.

REMARQUES GÉNÉRALES

Les périodes définies dans la matrice essaient de tenir compte des évolutions de l'utilisation des isolants qui entraînent des variations de l'exposition (économies d'énergie suite aux chocs pétroliers, législations sur l'amiante...).

Le pic d'utilisation des FCR se situe dans la décennie 1990. Avec l'interdiction de l'amiante en 1997, on pouvait penser que cette forte utilisation perdurerait, voire augmenterait. Mais d'autres types de fibres, notamment les laines AES fabriquées par les producteurs de FCR et classées non cancérogènes, ont supplanté ces dernières. De plus, depuis le 1^{er} juillet 2009, une VME contraignante de 0,1 f.cm⁻³ est en place, en remplacement d'une VME indicative de 0,6 f.cm⁻³. Compte tenu de tous ces paramètres, le nombre d'exposés aux FCR devrait continuer à décroître.

Sont consultables sur le site de l'InVS (<http://www.invs.sante.fr>), dans le dossier thématique "Matrices emplois-expositions : le programme Matgéné" :

- la matrice emplois-expositions aux FCR en deux versions de nomenclatures PCS 1994 x NAF 2000 et CIP 1968 x NAF 2000, chacune triée par activité ou par profession ;
- le document technique correspondant, qui traite également des laines minérales (verre, roche, laitier) ;
- le résumé de l'article "Matgéné : A Program to Develop Job-Exposure Matrices in the General Population in France ; Ann. Occup. Hyg., pp. 1–14 ; 2011 ; Joëlle Févotte *et al.*" ;
- le rapport "Le programme Matgéné : matrices emplois-expositions en population générale, état d'avancement septembre 2005", Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, 2006, 60 p. Disponible sur : <http://www.invs.sante.fr>

Les fichiers informatiques pourront être mis à disposition sur demande : contacter Stéphane Ducamp : stephane.ducamp@isped.u-bordeaux2.fr.

Équipe Matgéné (ordre alphabétique) : B. Dananché, L. Delabre, S. Ducamp, J. Févotte, L. Garras, M. Houot, D. Luce, C. Pilorget.

Mots clés : FCR, matrice emplois-expositions, fibres minérales, exposition professionnelle, réglementation

Citation suggérée :

Groupe de travail Matgéné. Présentation d'une matrice emplois-expositions aux fibres céramiques réfractaires. Quelques applications à un échantillon de population en France. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire ; 2012, 6 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>