# EXPOSITION PROFESSIONNELLE AUX FIBRES MINÉRALES

## ANALYSE DES RÉSULTATS ARCHIVÉS DANS LA BASE DE DONNÉES COLCHIC

☐ Fibre d'amiante
☐ Fibre de céramique
☐ Base de données
☐ Exposition
☐ Fibre minérale artificielle
☐ Appareil de protection respiratoire

► *Edmond KAUFFER, Raymond VINCENT*
*INRS, département Métrologie des polluants*

**L'objet de cet article est de présenter les données d'exposition aux fibres archivées dans la base COLCHIC. Cette base recense l'ensemble des données d'exposition professionnelle recueillies dans les entreprises françaises par les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS).**

**Concernant l'exposition à trois groupes de fibres (les fibres d'amiante, les fibres minérales artificielles à l'exclusion des fibres de céramique, les fibres de céramique seules), 8 029 résultats de la concentration en nombre de fibres mesurée par microscopie optique à contraste de phase sont disponibles. La présentation des données de la base par branches d'activité, secteurs d'activité ou postes de travail permet de cerner les situations où les efforts de prévention sont le plus nécessaires.**

**L'analyse des niveaux d'exposition sur la période 1986-2004 montre que ceux-ci sont largement influencés par l'évolution des valeurs limites d'exposition. Le port d'appareils de protection respiratoire par les salariés est également discuté. Les données peuvent être utiles aux médecins du travail pour le suivi professionnel des salariés exposés et aux épidémiologistes à la recherche d'information pour construire des matrices emplois-expositions. À cet égard, une base de données (FIBREX) sera disponible sur le site de l'INRS (*www.inrs.fr*) au début de 2007*. Cette base de données fournit un plus grand niveau de détail dans la description de l'activité ou du poste de travail que celui qu'il était possible de donner pour des raisons pratiques dans cet article.**

Cette étude de l'INRS a été publiée à l'origine dans Annals of Occupational Hygiene 2007 51(2):131-142. La version française est reproduite avec l'aimable autorisation d'Oxford University Press. © 2007 British Occupational Hygiene Society Published by Oxford University Press.

## INTRODUCTION

La mesure de l'exposition des salariés aux fibres est un souci constant des préventeurs depuis de très nombreuses années. Une méthode de prélèvement standardisée basée sur le prélèvement des fibres sur un filtre à membrane et leur comptage par microscopie optique à contraste de phase a été progressivement introduite au début des années 70. Cette méthode a évolué au fil d'améliorations successives (AIHA-ACGIH,1975 ; Walton, 1982 ; WHO, 1997). D'abord limitées aux fibres d'amiante les mesures ont été étendues à la plupart des fibres rencontrées en milieu professionnel. Les fibres minérales sont assurément celles pour lesquelles les résultats publiés sont les plus nombreux. Figurer ou avoir pour un temps figuré sur les listes de substance cancérogène de l'IARC explique l'intérêt particulier qui leur a été porté. Ainsi les fibres d'amiante sont classées cancérogène de catégorie 1 par l'IARC depuis 1977 (IARC, 1977), les fibres céramiques sont classées en catégorie 2B depuis 1988 (IARC, 1988). Les fibres de verre, roche ou laitier

** Depuis la publication de cet article, la base de données FIBREX a été mise en ligne sur le site de l'INRS (www.inrs.fr).*

OCCUPATIONAL EXPOSURE TO MINERAL FIBRES: ANALYSIS OF RESULTS STORED ON COLCHIC DATABASE

**The aim of this paper is to present fibre exposure data recorded on the COLCHIC database. This database consolidates all occupational exposure data collected in French companies by the Caisses régionales d'assurance maladie (regional health insurance funds, CRAM) and the Institut national de recherche et de sécurité (national institute for research and safety, INRS). A total of 8029 concentration results, expressed in number of fibres measured by phase-contrast optical microscopy, are available for exposure to asbestos fibres, ceramic fibres and man-made mineral fibres other than ceramic fibres. Presentation of base data by activity branch, activity sector or workplace permits identification of situations, for which prevention efforts are most essential. Analysis of exposure levels during the 1986–2004 period show that these are broadly influenced by changes in the exposure limit values. Wearing of respiratory protection equipment by employees is also discussed. The data may be helpful to occupational physicians performing occupational screening of exposed workers and to epidemiologists seeking information for building job-exposures matrices. In this respect, a database (FIBREX) is available on the INRS web site (*www.inrs.fr*). This database provides a higher level of detail in activity and workplace description than that which was possible for practical reasons in this paper.**

☐ Asbestos fibres
☐ Ceramic fibres
☐ Database
☐ Exposure
☐ Man-made mineral fibres
☐ Respiratory protective equipment

ont également été classées en catégorie 2B en 1988, mais lors d'une réévaluation des données disponibles en 2002 (IARC, 2002), leur classement a été revu en catégorie 3, tout en introduisant dans le classement en catégorie 2B les fibres de verre à usage spécial comme les fibres de verre E ou 475.

La finalité de ces mesures est multiple : comparaison avec les valeurs limites existantes, utilisation dans le cadre d'études épidémiologiques afin d'estimer la dose inhalée par les salariés, évaluation de l'efficacité des dispositifs de protection individuels ou collectifs... En se limitant aux dernières années, de très nombreux résultats de mesure d'exposition ont été publiés. Ces publications peuvent décrire des situations particulières comme par exemple l'article de Mowat *et al.*, 2005 sur l'exposition professionnelle aux fibres d'amiante durant le sablage ou le perçage de pièces phénoliques moulées. Ce peut être aussi des mesures d'exposition concernant un secteur professionnel donné comme l'exposition aux fibres céramiques réfractaires (Catani *et al.*, 2003). Il peut aussi s'agir de mesures effectuées dans le cadre d'études épidémiologiques comme l'article de Rice *et al.*, 2005 sur les fibres céramiques ou celui de Verma *et al.*, 2004 sur l'exposition aux fibres minérales artificielles chez les salariés de la construction de l'Ontario.

L'objet de cet article est de présenter les données disponibles de l'exposition aux fibres dans la base COLCHIC qui compile l'ensemble des données d'exposition professionnelle réalisées dans les entreprises françaises par les Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM). Cette base, qui sera décrite plus en détail dans le cours de l'article, concerne l'ensemble des polluants chimiques mesurés sur les lieux de travail. Environ 600 000 mesures d'exposition concernant plus de 600 agents chimiques ont été renseignées depuis sa création. Ces informations ont été collectées lors de 35 000 interventions concernant plus de 25 000 établissements différents. COLCHIC est ainsi une base de données généraliste d'où l'on peut extraire des informations sur l'exposition aux fibres. Ces données représentent 3 % de l'ensemble des mesures réalisées, soit environ 9 000 prélèvements effectués lors d'interventions (de l'ordre de 1 500) dans un millier d'entreprises. Dans ce cadre, il est clair que l'on ne pourra pas avoir le même niveau de précision dans l'information que celui que l'on peut trouver dans la littérature spécialisée telle que celle précédemment décrite. Par contre, son exploitation permet d'accéder aux niveaux d'exposition mesurés dans de nombreux secteurs d'activité ou postes de travail. Son alimentation sur une durée de près d'une vingtaine d'années permet également de suivre l'évolution des concentrations dans la durée.

Ces informations peuvent être utiles à de nombreux acteurs agissant dans le cadre de la prévention des maladies professionnelles, comme par exemple les fonctionnels de sécurité pour objectiver des situations à risque, les médecins du travail dans le cadre du suivi professionnel des salariés exposés, les épidémiologistes à la recherche d'informations pour la construction de matrices emplois-expositions. La base de données COLCHIC est complémentaire d'autres systèmes de recueil de données sur l'exposition aux fibres, comme par exemple la base EVALUTIL (Rolland *et al.*, 2005) qui pour les fibres d'amiante et les fibres minérales artificielles rassemble aussi bien des mesures de terrain que des données issues de la littérature (Orlowski *et al.*, 1997).

## La base de données Colchic

La base de données COLCHIC d'exposition professionnelle aux agents chimiques a été créée en 1987 à l'instigation de la Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS). Elle regroupe l'ensemble des mesures d'exposition effectuées par prélèvement et analyse de l'air des lieux de travail (Vincent et Jeandel, 2001). Ces mesures sont réalisées par les huit Laboratoires interrégionaux de chimie (LIC) des Caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) et les laboratoires spécialisés de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS). Chaque intervention donne lieu à la constitution d'un dossier, dans lequel sont codifiées les informations relatives à l'établissement et aux prélèvements effectués :

- coordonnées administratives de l'établissement (secteur d'activité, région...),
- poste de travail où ont été effectuées les mesures,
- conditions de réalisation des prélèvements (volume, durée, méthode, type de prélèvement..),
- conditions analytiques.

La base de données COLCHIC est similaire aux bases de données mises en place, au début des années 80, dans divers pays européens : MEGA en Allemagne, NEDB au Royaume-Uni, ATABAS au Danemark... (Vincent et Jeandel, 1997). Pour une substance donnée, il est possible de mettre en relation un type d'activité et les expositions correspondantes. Les informations concernant l'activité sont hiérarchisées de la manière suivante :

- les branches d'activité. Elles sont au nombre de neuf (ex : métallurgie, bâtiment et travaux publics...) ;
- les secteurs d'activité, représentés par le code NAF (Nomenclature des activités françaises) de l'entreprise (ex : construction, industrie chimique...) ;
- le poste de travail. C'est le niveau le plus détaillé. Sa codification fait référence à un référentiel propre à COLCHIC (ex : fabrication de pièces en matériaux composites, usinage, collage...) ;
- depuis 2002, le métier est également renseigné.

Dans la grande majorité des cas la technique analytique utilisée pour caractériser l'exposition permet de définir précisément la substance à l'origine de l'exposition. Dans quelques cas particuliers des renseignements complémentaires sont nécessaires. C'est par exemple le cas pour les poussières de bois où la méthode analytique utilisée (gravimétrie) ne permet pas de déterminer précisément la nature des poussières prélevées. C'est également le cas pour les fibres lorsque leur dénombrement est effectué sur la base des observations réalisées par microscopie optique à contraste de phase. Dans ce cas un code renseigné par le préleveur précise la nature des fibres prélevées, isolées ou en mélange, sur la base de la connaissance des fibres utilisées dans l'entreprise, d'analyses complémentaires réalisées en microscopie électronique ou par l'analyse d'échantillons de matériaux fibreux.

## Données d'exposition aux fibres minérales - Analyse générale

### Données disponibles

Des données renseignées dans la base sur l'exposition aux fibres, n'ont été retenues que celles dont la finalité était la comparaison à une valeur moyenne d'exposition ou la mesure de l'exposition

lors de l'exécution d'une opération ou d'une tâche. Ces résultats correspondent à des prélèvements effectués sur des filtres à membrane, le comptage des fibres étant réalisé par microscopie optique à contraste de phase. La méthode de référence est une norme AFNOR (AFNOR, 1991), voisine dans son principe de la méthode décrite dans le document publié par l'organisation mondiale de la santé (WHO, 1997). Le résultat est la concentration en fibres de longueur supérieure à 5 µm, de largeur inférieure à 3 µm et de rapport longueur sur largeur supérieur à 3. À ce stade on recense 9 282 résultats pour les années 1986-2004. Pour faciliter l'exploitation des données les résultats rendus sous la forme inférieur ou égal à x ont été pris égaux à x/2.

Le document de l'OMS (WHO,1997) spécifie que pour une exactitude et une précision optimale la limite supérieure de la densité de fibres sur le filtre de prélèvement doit être d'environ 650 fibres $mm^{-2}$, valeur qui peut être portée à 1 000 fibres $mm^{-2}$ s'il n'existe que peu de particules risquant de fausser le dénombrement. Dans la présente étude, pour être exhaustif, les résultats pour lesquels la densité de fibres sur le filtre était supérieure à 1 000 fibres $mm^{-2}$ ont été incluses dans l'analyse dans la mesure où l'analyste avait jugé que le filtre était comptable. En tout cas, il y a peu de résultats provenant de filtres où la densité est élevée. Par exemple pour les trois catégories de fibres qui seront décrites dans cet article (voir plus loin) le pourcentage de filtres pour lesquels la densité est supérieure à 1 000 fibres $mm^{-2}$ est égal à 0,9 % pour les prélèvements statiques et à 1,9 % pour les prélèvements personnels.

## Les différentes catégories de fibres

La microscopie optique à contraste de phase ne permettant pas d'identifier les fibres déposées sur le filtre de prélèvement, la nature des fibres prélevées a été déterminée, comme indiqué précédemment, sur la base des indications fournies par le préleveur. Trente-quatre catégories de fibres isolées ou en mélanges, minérales naturelles ou artificielles, organiques ou métalliques sont à la disposition du préleveur pour préciser la nature des fibres. À ce jour, 21 rubriques ont été utilisées. Le nombre de résultats disponibles pour les différentes rubriques est donné dans le *Tableau I*. Dans la suite de cette présentation seules les fibres identifiées comme étant des fibres d'amiante, des fibres minérales artificielles, des fibres de céramique, des fibres de laitier, de roche, de verre ou de verre aux oxydes ont été retenues pour une analyse détaillée. Ceci correspond aux catégories dont le libellé est inscrit en gras dans le *Tableau I*. Comme dans la pratique le libellé fibres minérales artificielles n'est pas utilisé lorsqu'il s'agit de fibres de céramique, les fibres de laitier, de roche, de verre ou de verre aux oxydes ont été regroupées sous ce libellé. Après simplification trois grandes catégories ont été retenues pour cette étude : fibres d'amiante, fibres de céramique, fibres minérales artificielles à l'exclusion des fibres de céramique.

Le *Tableau II* donne les effectifs pour ces catégories ultimes en distinguant les prélèvements personnels des prélèvement statiques. Une distinction a également été effectuée entre les périodes 1986-1996 et 1997-2004 pour tenir compte du fait que les valeurs limites actuelles d'exposition pour les fibres

TABLEAU I

**Répartition par catégorie des fibres prélevées**
Category-based distribution of sampled fibres

| LIBELLÉ | EFFECTIF |
|---|---|
| Fibres minérales naturelles | 67 |
| **Fibres d'amiante** | 4 244 |
| Autres fibres minérales naturelles ou mélange | 33 |
| Autres fibres animales ou mélange. | 10 |
| Fibres végétales en générales | 5 |
| **Fibres minérales artificielles** | 421 |
| Fibres de carbone | 270 |
| **Fibres de céramique** | 1 852 |
| **Fibres de laitier** | 65 |
| **Fibres de roche** | 505 |
| **Fibres de verre** | 890 |
| **Fibres de verre aux oxydes** | 52 |
| Autres fibres minérales artificielles ou mélange | 433 |
| Fibres organiques artificielles en général | 29 |
| Fibres de polyamides | 72 |
| Fibres de polyester | 2 |
| Fibres de polyéthylène | 4 |
| Autres fibres organiques artificielles ou mélange | 17 |
| Fibres métalliques artificielles | 2 |
| Autres fibres métalliques artificielles ou mélange | 23 |
| Mélange de fibres de différentes familles | 286 |

Les libellés en gras correspondent aux fibres pour lesquelles les mesures d'exposition seront présentées dans cette étude.

TABLEAU II

**Nombre de résultats disponibles pour les différentes catégories de fibres retenues**
Number of available results for the different fibre categories retained

| | 1986-1996 | | 1997-2004 | | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | Prélèvements personnels | Prélèvements statiques | Prélèvements personnels | Prélèvements statiques | |
| Fibres d'amiante | 1 719 | 1 491 | 601 | 433 | 4 244 |
| Fibres de céramique | 593 | 139 | 662 | 458 | 1 852 |
| Fibres minérales artificielles | 402 | 319 | 719 | 493 | 1 933 |
| Autres fibres | 406 | 244 | 345 | 258 | 1 253 |

Une séparation est faite entre prélèvements personnels et statiques, en distinguant deux périodes (1986-1996 et 1997-2004).

## TABLEAU III

### Nombre de prélèvements par classe de durée
Number of sampling operations per duration class

| Type de fibres | Type de prélèvement | Nombre de prélèvement en % par classe de durée en minutes | | | | | Durée moyenne |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ≤ 30 | 30-60 | 60-120 | 120-480 | > 480 | |
| Fibres d'amiante | Personnel | 41,8 | 19,5 | 29,1 | 9,5 | 0,2 | 61 |
| | Statique | 33,3 | 13,1 | 32,7 | 20,6 | 0,3 | 86 |
| Fibres de céramique | Personnel | 11,2 | 17,5 | 32,4 | 39,0 | 0,0 | 114 |
| | Statique | 3,7 | 14,1 | 25,6 | 56,6 | 0,0 | 154 |
| Fibres minérales artificielles | Personnel | 10,2 | 14,5 | 33,0 | 42,4 | 0,0 | 124 |
| | Statique | 3,8 | 8,1 | 23,8 | 64,0 | 0,2 | 182 |

## TABLEAU IV

### Concentrations moyennes mesurées pour les périodes 1986-1996 et 1997-2004
Measured mean concentrations for 1986–1996 and 1997–2004 periods

| Type de fibres | Type de prélèvement | Concentration moyenne mesurée pour la période considérée (fibres/ml) | |
|---|---|---|---|
| | | 1986-1996 | 1997-2004 |
| Fibres d'amiante | Personnel | 2,5 | 0,60 |
| | Statique | 1,9 | 0,16 |
| Fibres de céramique | Personnel | 1,7 | 1,1 |
| | Statique | 1,1 | 0,16 |
| Fibres minérales artificielles | Personnel | 0,54 | 0,38 |
| | Statique | 0,18 | 0,11 |

## TABLEAU V

### Concentrations moyennes mesurées pour les différents types de fibres étudiées, les différentes périodes calendaires suivant que l'opérateur porte ou non un appareil de protection respiratoire
Measured mean concentrations for different fibre types studied and calendar periods and whether operator was wearing effective respiratory protective equipment or not

| Catégorie de fibres et période calendaire | Concentration moyenne mesurée avec protection individuelle | | Concentration moyenne mesurée sans protection individuelle | | Concentration moyenne mesurée | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nb | Fibres/ml | Nb | Fibres/ml | Nb | Fibres/ml |
| Amiante 1986-1996 | 407 | 5,0 | 518 | 0,76 | 925 | 2,6 |
| Amiante 1997-2004 | 398 | 0,86 | 142 | 0,071 | 540 | 0,65 |
| Fibres de céramique 1986-1996 | 92 | 3,9 | 118 | 1,5 | 210 | 2,5 |
| Fibres de céramique 1997-2004 | 199 | 1,5 | 258 | 0,82 | 457 | 1,1 |
| Fibres minérales artificielles 1986-1996 | 77 | 0,54 | 172 | 0,39 | 249 | 0,44 |
| Fibres minérales artificielles 1997-2004 | 82 | 0,34 | 389 | 0,32 | 471 | 0,33 |

Nb : nombre de résultats.

d'amiante (0,1 fibre/ml), les fibres de céramique* (0,6 fibre/ml) ou certaines fibres minérales artificielles (1 fibre/ml pour les fibres de verre, roche ou laitier) sont en application depuis le début de l'année 1997.

### Cohérence des données

Comme on l'a vu précédemment, c'est le préleveur qui décide, sur la base des renseignements qu'il possède, de la nature des fibres prélevées. La pertinence du classement effectué peut être évaluée sur la base des informations disponibles dans la base de données. En effet pour 6 652 prélèvements classés dans les catégories fibres d'amiante, fibres de céramique ou fibres minérales artificielles, on dispose à la fois des résultats de la concentration pour les fibres dont la largeur est inférieure à 3 µm et pour celles dont la largeur est supérieure à 3 µm. On constate que les résultats sont supérieurs aux limites de détection à la fois pour les fibres fines (largeur inférieure à 3 µm) et les plus grossières (largeur supérieure à 3 µm) dans 75 % des cas pour les fibres classées dans la catégorie fibres de céramique, dans 57 % des cas pour les fibres classées dans la catégorie fibres minérales artificielles et dans seulement 18 % des cas lorsqu'elles sont classées dans la catégorie fibre d'amiante. Lorsque des fibres d'amiante ont été identifiées par le préleveur, la probabilité de détecter des fibres de largeur supérieure à 3 µm est nettement moins fréquente que lorsqu'il s'agit de fibres de céramique ou de fibres minérales artificielles. Ceci correspond bien au fait que les fibres d'amiante sont généralement plus fines que les fibres minérales artificielles et conforte la fiabilité du classement effectué.

### Durée des prélèvements

Pour les différentes catégories de fibres retenues, la répartition des durées de prélèvements par classe est indiquée dans le *Tableau III*. La durée du prélèvement est conditionnée par la durée de la phase de travail lorsque l'objectif du prélèvement est de mesurer l'exposition lors d'une tâche ou d'une opération particulière. Elle peut également être conditionnée par des contraintes analytiques : pour une analyse optimale, le filtre de prélèvement ne doit pas être trop chargé, ce qui implique que les prélèvements effectués dans des zones fortement empoussiérées sont d'une durée plus petite que les autres. On observe d'ailleurs dans le *Tableau III* que la durée moyenne des prélèvements est plus basse pour les prélèvements personnels que pour les prélèvements statiques. Ceci est en phase avec l'idée communément admise que les concentrations mesurées sur les personnes sont généralement plus élevées que les concentrations mesurées dans l'ambiance des postes de travail.

### Résultats globaux

Les concentrations moyennes mesurées pour les différentes catégories de fibres précédemment définies sont données dans le *Tableau IV*. On constate que les concentrations moyennes mesurées pendant la période 1986-1996 sont supérieures à celles mesurées pour la période 1997-2004, le début de l'année 1997 correspondant à la fixation de valeurs limites ou à la modification des valeurs limites existantes pour les catégories de fibres concernées. Les baisses les plus importantes sont enregistrées pour les fibres d'amiante que ce soit pour les prélèvements personnels ou les prélèvements statiques. Ceci est probablement lié à la forte baisse de la valeur limite d'exposition aux fibres d'amiante qui est intervenue le 1er janvier 1997. On constate également que les concentrations moyennes mesurées lors de prélèvements statiques sont inférieurs à ceux mesurés lors de prélèvements personnels.

### Protection individuelle

Dans 2 852 cas, pour les prélèvements personnels, l'indication du port ou non d'un appareil de protection respiratoire a été fournie par le préleveur. Le *Tableau V* donne les concentrations moyennes mesurées lors de ces 2 852 prélèvements, ainsi que les concentrations moyennes mesurées en distinguant les situations suivant que l'opérateur portait ou non un appareil de protection respiratoire. Les concentrations mesurées sont toujours plus importantes quand l'opérateur porte un appareil de protection respiratoire que lorsqu'il n'en porte pas, ce qui correspond à une logique certaine. Les différences les plus importantes sont constatées lorsque les fibres prélevées ont été identifiées comme étant des fibres d'amiante. Par exemple pour la période 1997-2004, la concentration moyenne mesurée est égal à 0,862 fibres/ml quand l'opérateur porte un appareil de protection respiratoire efficace. Elle est égale à 0,071 lorsqu'il n'en porte pas. Bien sûr dans les études épidémiologiques, lorsqu'on estime la dose inhalée par des salariés, le facteur de protection apporté par l'utilisation d'un appareil de protection respiratoire doit être pris en compte. Ceci est d'autant plus important que l'utilisation d'un appareil de protection respiratoire semble corrélée au niveau de concentration en fibres comme cela a déjà été mentionné par Maxim *et al.* (1997).

## Données d'exposition aux fibres minérales

### Analyse par branches d'activité

Le *Tableau VI* donne, pour des prélèvements individuels, la répartition des prélèvements réalisés pour mesurer l'exposition aux fibres d'amiante, fibres de céramiques ou fibres minérales artificielles pour les périodes 1986-2004, 1986-1996 et 1997-2004 pour les branches d'activité suivantes :

- Métallurgie.
- Bâtiment et travaux publics.
- Industries de transports, de l'eau, du gaz, de l'électricité, du livre et de la communication.
- Services, commerces, industrie de l'alimentation.
- Industries de la chimie, du caoutchouc et de la plasturgie.
- Bois, ameublement, papier-carton, textile, vêtement, cuirs et peaux, pierres et terres à feu.
- Commerces non alimentaires.
- Activités de services I (banques, assurances, administrations...).
- Activités de services II et travail temporaire (santé...).

Sur l'ensemble de la période, les prélèvements les plus nombreux concernent les branches d'activité de la métallurgie et des bâtiments et travaux publics pour la mesure de l'exposition aux fibres d'amiante. Pour les fibres de céramique et les fibres minérales artificielles, ce sont les branches d'activité du bois et de la métallurgie qui ont donné lieu aux prélèvements les plus fréquents. L'importance du nombre de prélèvements réalisés dans les branches

** Le décret 2007-1539 du 26 octobre 2007 fixe à 0,1 fibre/ml la VLEP avec une valeur transitoire de 0,5 fibre/ml jusqu'au 30 juin 2009.*

**TABLEAU VI**

**Nombre de prélèvements personnels réalisés et pourcentage pour différents types de fibres et différentes périodes calendaires par branche d'activité**

**Number of personal sampling operations performed and the percentage of different fibre types and different calendar periods per activity branch**

| Branche d'activité | Amiante | | | | | | Fibres de céramique | | | | | | Fibres minérales artificielles | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1986-2004 | | 1986-1996 | | 1997-2004 | | 1986-2004 | | 1986-1996 | | 1997-2004 | | 1986-2004 | | 1986-1996 | | 1997-2004 | |
| | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % | Nb | % |
| Métallurgie | 605 | 26,1 | 511 | 29,7 | 94 | 15,6 | 447 | 35,6 | 115 | 19,4 | 332 | 50,2 | 445 | 39,7 | 116 | 28,9 | 329 | 45,8 |
| Bâtiment et travaux publics | 499 | 21,5 | 243 | 14,1 | 256 | 42,6 | 129 | 10,3 | 22 | 3,7 | 107 | 16,2 | 83 | 7,4 | 35 | 8,7 | 48 | 6,7 |
| Industries de transports | 226 | 9,7 | 117 | 6,8 | 109 | 18,1 | 10 | 0,8 | 0 | 0,0 | 10 | 1,5 | 41 | 3,7 | 8 | 2,0 | 33 | 4,6 |
| Services | 29 | 1,3 | 17 | 1,0 | 12 | 2,0 | 2 | 0,2 | 0 | 0,0 | 2 | 0,3 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Industries de la chimie | 320 | 13,8 | 295 | 17,2 | 25 | 4,2 | 56 | 4,5 | 1 | 0,2 | 55 | 8,3 | 116 | 10,3 | 37 | 9,2 | 79 | 11,0 |
| Bois | 302 | 13,0 | 288 | 16,8 | 14 | 2,3 | 586 | 46,7 | 454 | 76,6 | 132 | 19,9 | 329 | 29,3 | 181 | 45,0 | 148 | 20,6 |
| Commerces non alimentaires | 209 | 9,0 | 173 | 10,1 | 36 | 6,0 | 1 | 0,1 | 1 | 0,2 | 0 | 0 | 53 | 4,7 | 17 | 4,2 | 36 | 5,0 |
| Activités de service I | 87 | 3,8 | 49 | 2,9 | 38 | 6,3 | 13 | 1,0 | 0 | 0,0 | 13 | 2 | 28 | 2,5 | 8 | 2,0 | 20 | 2,8 |
| Activités de service II | 43 | 1,9 | 26 | 1,5 | 17 | 2,8 | 11 | 0,9 | 0 | 0,0 | 11 | 1,7 | 26 | 2,3 | 0 | 0,0 | 26 | 3,6 |

Nb : nombre de résultats.

**TABLEAU VII**

**Données par branche d'activité (période de 1986-1996)**

**Data per activity branch (1986–1996 period)**

| Branches d'activité | Fibres d'amiante | | | | | Fibres de céramique | | | | | Fibres minérales artificielles | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Nb | Moy | Méd | Min | Max |
| Métallurgie | 511 | 1,9 | 0,33 | 0,01 | 160 | 115 | 0,86 | 0,43 | 0,01 | 11 | 116 | 0,76 | 0,28 | 0,01 | 17 |
| Bâtiment et travaux publics | 243 | 9,2 | 0,85 | 0,01 | 370 | 22 | 5,0 | 3,5 | 0,32 | 21 | 35 | 0,63 | 0,31 | 0,026 | 5,2 |
| Industries de transports | 117 | 0,55 | 0,15 | 0,02 | 9,1 | 0 | | | | | 8 | 1,0 | 0,57 | 0,049 | 3,2 |
| Services | 17 | 0,10 | 0,07 | 0,03 | 0,3 | 0 | | | | | 0 | | | | |
| Industries de la chimie | 295 | 0,79 | 0,34 | 0,01 | 9,5 | 1 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 37 | 0,23 | 0,13 | 0,014 | 1,5 |
| Bois | 288 | 1,3 | 0,34 | 0,015 | 27 | 454 | 1,8 | 0,53 | 0,015 | 43 | 181 | 0,47 | 0,19 | 0,007 | 4,3 |
| Commerces non alimentaires | 173 | 1,9 | 0,34 | 0,01 | 88 | 1 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 17 | 0,12 | 0,025 | 0,01 | 0,64 |
| Activités de services I | 49 | 1,1 | 0,23 | 0,015 | 18 | 0 | | | | | 8 | 0,14 | 0,025 | 0,015 | 0,83 |
| Activités de services II | 26 | 0,16 | 0,048 | 0,004 | 0,89 | 0 | | | | | 0 | | | | |

Nb : nombre de résultats - Moy : moyenne (f/ml) - Méd : médiane (f/ml) - Min : minimum (f/ml) - Max : maximum (f/ml).

d'activité du bois pour les fibres de céramique et les fibres minérales artificielles, s'explique par le rattachement des usines de production à ce secteur. La période 1997-2004 voit une augmentation importante des prélèvements réalisés dans le secteur de la métallurgie pour les fibres de céramique et les fibres minérales artificielles. On mesure là probablement les effets de l'interdiction de l'amiante à partir du 1er janvier 1997 et son remplacement dans nombre d'application par les fibres de céramique et les fibres minérales artificielles.

Les concentrations moyennes, médianes, minimales et maximales pour les différentes fibres concernées et les différentes branches d'activité sont données dans le *Tableau VII* pour la période 1986-1996 et dans le *Tableau VIII* pour la période 1997-2004. Le *Tableau VIII* renseigne également sur le nombre de cas de dépassement des valeurs 0,1 ; 0,6 ; et 1 fibre/cm³ pour les fibres d'amiante, les fibres de céramique et les fibres minérales artificielles respectivement. Ce nombre de cas de dépassement ne peut pas s'interpréter simplement comme un dépassement de valeur limite, dans la mesure où la durée du prélèvement n'est pas nécessairement représentative de la période de référence pour la valeur limite concernée (1 heure pour les fibres d'amiante, 8 heures pour les autres

TABLEAU VIII

**Données par branches d'activité (période de 1997-2004)**
Data per activity branch (1997–2004 period)

| Branches d'activité | Fibres d'amiante | | | | | | Fibres de céramique | | | | | | Fibres minérales artificielles | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép |
| Métallurgie | 94 | 0,29 | 0,055 | 0,003 | 12 | 28 | 332 | 0,55 | 0,19 | 0,009 | 17 | 76 | 329 | 0,53 | 0,1 | 0,005 | 36 | 15 |
| Bâtiment et travaux publics | 256 | 1,1 | 0,063 | 0,004 | 83 | 97 | 107 | 2,6 | 1,1 | 0,03 | 27 | 69 | 48 | 0,17 | 0,16 | 0,004 | 0,46 | 0 |
| Industries de transports | 109 | 0,43 | 0,06 | 0,005 | 22 | 35 | 10 | 0,039 | 0,025 | 0,014 | 0,12 | 0 | 33 | 0,088 | 0,027 | 0,009 | 1,2 | 1 |
| Services | 12 | 0,15 | 0,17 | 0,025 | 0,22 | 11 | 2 | 0,19 | 0,19 | 0,16 | 0,21 | 0 | 0 | | | | | |
| Industries de la chimie | 25 | 0,22 | 0,1 | 0,009 | 2,9 | 9 | 55 | 0,25 | 0,11 | 0,004 | 2,5 | 6 | 79 | 0,095 | 0,03 | 0,005 | 1,1 | 1 |
| Bois | 14 | 0,067 | 0,034 | 0,01 | 0,19 | 3 | 132 | 1,8 | 0,43 | 0,003 | 25 | 60 | 148 | 0,43 | 0,085 | 0,003 | 3,1 | 21 |
| Commerces non alimentaires | 36 | 0,068 | 0,058 | 0,009 | 0,21 | 6 | 0 | | | | | 0 | 36 | 0,054 | 0,027 | 0,009 | 0,35 | 0 |
| Activités de services I | 38 | 0,052 | 0,027 | 0,007 | 0,54 | 3 | 13 | 0,62 | 0,81 | 0,016 | 1,4 | 7 | 20 | 0,40 | 0,035 | 0,007 | 2 | 4 |
| Activités de services II | 17 | 0,29 | 0,055 | 0,019 | 2,3 | 5 | 11 | 2,5 | 1,6 | 0,013 | 7,8 | 7 | 26 | 0,44 | 0,04 | 0,004 | 2,4 | 4 |

Nb : nombre de résultats.
Moy : moyenne (f/ml) - Méd : médiane (f/ml) - Min : minimum(f/ml) - Max : maximum (f/ml).
Dép : nombre de cas de dépassements des valeurs
(0,1 fibre/ml pour les fibres d'amiante, 0,6 fibre/ml pour les fibres céramique et 1 fibre/ml pour les fibres minérales artificielles).

fibres). Ceci est lié au fait que le mesurage a pu avoir pour but de mesurer l'exposition durant l'exécution d'une tâche particulière mais aussi que plusieurs prélèvements ont pu être nécessaires pour couvrir une période de référence donnée. De plus, en cas d'exposition aux fibres d'amiante la réglementation spécifie que le salarié doit porter un appareil de protection respiratoire. Ceci implique que la comparaison à la valeur limite doit prendre en compte le facteur de protection introduit par l'appareil de protection respiratoire. Quoiqu'il en soit cet indicateur est utile car il renseigne sur les branches d'activité où un effort de prévention doit être fait. Il s'agit des branches d'activité de la métallurgie, des bâtiments et travaux publics et des industries de transport pour l'exposition aux fibres d'amiante. Pour l'exposition aux fibres de céramique, les cas de dépassement les plus nombreux sont le fait des branches d'activité de la métallurgie, des bâtiments et travaux publics. Pour les fibres minérales artificielles, les cas de dépassement sont proportionnellement moins nombreux. Ils relèvent principalement des branches d'activité de la métallurgie et du bois.

### Analyse par secteur d'activité

Le système de codification des secteurs d'activité dans la base de données COLCHIC est basé sur la nomenclature d'activité française (NAF) publiée par l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques). Cette nomenclature qui a été élaborée dans un cadre européen harmonisé comprend 5 niveaux hiérarchiques. En fonction du niveau, le détail des informations disponibles est plus ou moins grand (de 17 informations élémentaires pour le niveau le plus bas à 700 environ pour le niveau le plus élevé). Pour cette étude nous avons retenu un niveau hiérarchique intermédiaire pour lequel 60 descriptions d'activités sont disponibles. Les données présentées ne concernent que les secteurs d'activité pour lesquels au moins 10 résultats sont disponibles.

Les mêmes informations que pour les branches d'activité sont données dans les *Tableaux IX* (période 1986-1996) et *X* (période 1997-2004). Concernant l'exposition aux fibres d'amiante, on peut voir une nette évolution des activités dans lesquelles des mesures d'exposition ont été effectuées en fonction de la période considérée. L'activité fabrication d'autres produits minéraux non métalliques qui était l'activité pour laquelle le plus grand nombre de prélèvement était réalisé avant 1997 (*Tableau IX*) n'est plus représentée à partir de 1997 (*Tableau X*) en raison de l'interdiction de l'usage de l'amiante et en particulier de la fabrication de matériaux en contenant. À partir de 1997, c'est le secteur de la construction qui concentre la majorité des prélèvements réalisés, c'est aussi là que l'on trouve le plus grand nombre de valeurs dépassant 0,1 fibre/ml. Les activités concernées sont multiples comme par exemple les travaux d'isolation, de couverture, de démolition, de confinement et de retrait, de pose de canalisations, de grenaillage de peinture contenant de l'amiante...

En ce qui concerne les fibres de céramiques et les fibres minérales artificielles, on constate là aussi une évolution des activités concernées par les mesures d'exposition. Des mesures apparaissent, à partir de 1997, dans les secteurs d'activité où l'exposition aux fibres d'amiante n'est plus mesurée. C'est probablement le signe d'un remplacement de l'amiante par les fibres céramiques et les fibres minérales artificielles. Globalement les secteurs d'activité concernés par l'utilisation des fibres de céramique sont moins nombreux que pour les fibres minérales artificielles, ce qui traduit probablement, s'agissant d'un cancérogène reconnu, une volonté de limiter leur utilisation (principe de substitution). Pour les fibres de céramique, les dépassements les plus nombreux de la valeur 0,6 fibre/ml sont constatés pour les activités de fabrication et de transformation, dans la métallurgie avec les fonderies et dans la construction avec en particulier les activités de construction et d'entretien de four. Pour les fibres minérales artificielles, les dépassements les plus fréquents de la valeur 1 fibre/ml

**TABLEAU IX**

**Données par secteur d'activité (période 1986-1996)**
**Data per activity sector (1986–1996 period)**

| Branches d'activité | Fibres d'amiante | | | | | Fibres de céramique | | | | | Fibres minérales artificielles | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Nb | Moy | Méd | Min | Max |
| Extraction d'hydrocarbures ; services annexes | 31 | 0,068 | 0,04 | 0,01 | 0,36 | | | | | | | | | | |
| Industrie textile | | | | | | 40 | 6,1 | 4,7 | 0,11 | 43 | 19 | 0,23 | 0,21 | 0,025 | 1 |
| Industrie de l'habillement et des fourrures | 14 | 2,8 | 1,5 | 0,4 | 19 | | | | | | | | | | |
| Industrie du cuir et de la chaussure | 10 | 1,1 | 0,59 | 0,02 | 5,6 | | | | | | 10 | 0,15 | 0,15 | 0,1 | 0,23 |
| Travail du bois et fabrication d'articles en bois | 35 | 3,1 | 1,6 | 0,16 | 14 | 10 | 0,43 | 0,33 | 0,26 | 0,93 | | | | | |
| Industrie du papier et du carton | 34 | 2,9 | 0,3 | 0,015 | 27 | | | | | | 25 | 1,1 | 0,8 | 0,076 | 4,3 |
| Industrie chimique | 10 | 0,14 | 0,13 | 0,03 | 0,26 | | | | | | | | | | |
| Industrie du caoutchouc et des plastiques | 43 | 0,54 | 0,27 | 0,015 | 2,5 | | | | | | 36 | 0,20 | 0,12 | 0,014 | 1,5 |
| Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques | 392 | 0,79 | 0,33 | 0,03 | 9,5 | 399 | 1,4 | 0,48 | 0,015 | 23 | 104 | 0,47 | 0,27 | 0,035 | 3,9 |
| Métallurgie | 24 | 0,70 | 0,17 | 0,02 | 4,4 | 19 | 1,3 | 0,7 | 0,12 | 11 | | | | | |
| Travail des métaux | 110 | 2,5 | 0,42 | 0,02 | 79 | 33 | 0,85 | 0,43 | 0,01 | 4,1 | | | | | |
| Fabrication de machines et d'équipements | 45 | 1,4 | 0,45 | 0,037 | 12 | 35 | 0,35 | 0,15 | 0,04 | 1,6 | 28 | 0,36 | 0,19 | 0,04 | 3,5 |
| Fabrication de machines et appareils électriques | 25 | 0,69 | 0,27 | 0,02 | 4,5 | 29 | 1,2 | 0,8 | 0,12 | 5,3 | 27 | 1,8 | 0,1 | 0,01 | 17 |
| Fabrication d'instruments médicaux, de précision, d'optique et d'horlogerie | 14 | 0,29 | 0,28 | 0,03 | 0,79 | | | | | | | | | | |
| Industrie automobile | 114 | 0,66 | 0,23 | 0,015 | 6,3 | | | | | | | | | | |
| Fabrication d'autres matériels de transport | 27 | 0,23 | 0,05 | 0,01 | 1,7 | | | | | | 42 | 0,40 | 0,32 | 0,03 | 1,4 |
| Fabrication de meubles ; industries diverses | 11 | 0,69 | 0,43 | 0,02 | 2,8 | | | | | | 12 | 0,034 | 0,018 | 0,007 | 0,23 |
| Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur | 59 | 0,88 | 0,19 | 0,025 | 9,1 | | | | | | | | | | |
| Construction | 243 | 9,2 | 0,85 | 0,01 | 370 | 22 | 5,0 | 3,5 | 0,32 | 21 | 34 | 0,63 | 0,30 | 0,026 | 5,2 |
| Commerce et réparation automobile | 247 | 3,0 | 0,45 | 0,01 | 160 | | | | | | 10 | 0,56 | 0,31 | 0,04 | 1,6 |
| Commerce de gros et intermédiaires du commerce | 53 | 1,0 | 0,21 | 0,015 | 15 | | | | | | 10 | 0,19 | 0,075 | 0,025 | 0,64 |
| Commerce de détail et réparation d'articles domestiques | 11 | 0,19 | 0,1 | 0,04 | 0,76 | | | | | | | | | | |
| Transports terrestres | 39 | 0,24 | 0,12 | 0,02 | 2,4 | | | | | | | | | | |
| Location sans opérateur | 17 | 2,1 | 2,5 | 0,055 | 3,6 | | | | | | | | | | |
| Services fournis principalement aux entreprises | 21 | 0,15 | 0,09 | 0,004 | 0,73 | | | | | | | | | | |
| Administration publique | 35 | 0,36 | 0,23 | 0,04 | 2,1 | | | | | | | | | | |
| Autres | 55 | 1,0 | 0,1 | 0,011 | 18 | 6 | 0,49 | 0,49 | 0,12 | 1 | 45 | 0,50 | 0,09 | 0,01 | 3,2 |

Nb : nombre de résultats - Moy : moyenne (f/ml) - Méd : médiane (f/ml) - Min : minimum (f/ml) - Max : maximum (f/ml).

se trouvent dans l'industrie du papier et du carton (fabrication de séparateur pour batterie par exemple).

### Analyse par poste de travail

Le système de codification des postes de travail dans la base de données COLCHIC comprend plus de 1 000 références. Il comprend également comme pour la codification des activités plusieurs niveaux hiérarchiques. Pour cette étude nous avons retenu un niveau de classement sur trois digits en ne retenant que les postes de travail pour lesquels au moins 10 résultats étaient disponibles.

Comme précédemment les données sont présentées dans les *Tableaux XI* (période 1986-1996) et *XII* (période 1997-2004). On constate ici aussi, et pour les mêmes raisons que précédemment, une forte réduction des postes de travail concernés par une exposition aux fibres d'amiante. Les postes de travail pour lesquels le dépassement de la valeur 0,1 fibre/ml sont les plus nombreux sont les postes d'usinage (travaux urbains sur des matériaux contenant de l'amiante, activités de confinement et de retrait), les travaux de second œuvre et d'entretien des bâtiments et de réparation ou maintenance. Pour les fibres de céramique ce sont les mêmes postes de travail pour lesquels un nombre

TABLEAU X

**Données par secteur d'activité (période de 1997-2004)**
Data per activity sector (1997–2004 period)

| Secteurs d'activités | Fibres d'amiante | | | | | | Fibres de céramique | | | | | | Fibres minérales artificielles | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép |
| Industries alimentaires | 11 | 0,17 | 0,17 | 0,12 | 0,22 | 11 | | | | | | | | | | | | |
| Industrie textile | | | | | | | | | | | | | 45 | 0,18 | 0,021 | 0,003 | 3,1 | 2 |
| Industrie du cuir et de la chaussure | | | | | | | | | | | | | 13 | 0,26 | 0,29 | 0,033 | 0,51 | 0 |
| Industrie du papier et du carton | | | | | | | | | | | | | 23 | 1,7 | 1,4 | 0,58 | 3,1 | 18 |
| Industrie chimique | 14 | 0,092 | 0,1 | 0,009 | 0,2 | 4 | | | | | | | | | | | | |
| Industrie du caoutchouc et des plastiques | | | | | | | 38 | 0,22 | 0,14 | 0,029 | 1,7 | 3 | 72 | 0,092 | 0,025 | 0,005 | 1,1 | 1 |
| Fabrication d'autres produits minéraux non métalliques | | | | | | | 133 | 1,8 | 0,43 | 0,005 | 25 | 60 | 62 | 0,22 | 0,09 | 0,01 | 1,6 | 1 |
| Métallurgie | | | | | | | 146 | 0,77 | 0,34 | 0,015 | 17 | 46 | 12 | 2,3 | 0,21 | 0,045 | 15 | 2 |
| Travail des métaux | | | | | | | 65 | 0,18 | 0,07 | 0,012 | 2,3 | 4 | 83 | 0,97 | 0,13 | 0,007 | 36 | 7 |
| Fabrication de machines et d'équipements | 11 | 0,054 | 0,02 | 0,01 | 0,22 | 2 | 98 | 0,58 | 0,17 | 0,009 | 4,7 | 26 | 63 | 0,45 | 0,2 | 0,015 | 4,4 | 5 |
| Fabrication de machines et appareils électriques | 18 | 0,24 | 0,095 | 0,016 | 0,7 | 9 | | | | | | | 15 | 0,61 | 0,018 | 0,005 | 8,9 | 1 |
| Industrie automobile | | | | | | | 15 | 0,096 | 0,02 | 0,012 | 0,48 | 0 | 32 | 0,058 | 0,031 | 0,005 | 0,55 | 0 |
| Fabrication d'autres matériels de transport | 14 | 0,084 | 0,032 | 0,016 | 0,45 | 3 | | | | | | | 100 | 0,24 | 0,14 | 0,006 | 1,0 | 0 |
| Production et distribution d'électricité, de gaz et de chaleur | 18 | 1,9 | 0,11 | 0,02 | 22 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| Captage, traitement et distribution d'eau | 38 | 0,20 | 0,046 | 0,005 | 2,7 | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Construction | 239 | 1,1 | 0,07 | 0,004 | 83 | 96 | 107 | 2,6 | 1,1 | 0,03 | 27 | 69 | 43 | 0,18 | 0,16 | 0,004 | 0,46 | 0 |
| Commerce et réparation automobile | 41 | 0,086 | 0,05 | 0,01 | 1,1 | 7 | | | | | | | 55 | 0,067 | 0,048 | 0,009 | 0,38 | 0 |
| Commerce de gros et intermédiaires du commerce | 10 | 0,085 | 0,085 | 0,052 | 0,15 | 2 | | | | | | | | | | | | |
| Transports terrestres | 16 | 0,10 | 0,1 | 0,017 | 0,35 | 5 | | | | | | | 23 | 0,028 | 0,022 | 0,009 | 0,095 | 0 |
| Activités immobilières | 11 | 0,077 | 0,06 | 0,009 | 0,21 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| Services fournis principalement aux entreprises | 26 | 0,19 | 0,031 | 0,007 | 2,3 | 4 | 13 | 2,5 | 1,6 | 0,09 | 7,8 | 12 | 13 | 0,88 | 0,45 | 0,08 | 2,4 | 4 |
| Administration publique | 32 | 0,037 | 0,029 | 0,01 | 0,12 | 1 | | | | | | | 20 | 0,40 | 0,035 | 0,007 | 2,0 | 4 |
| Santé et action sociale | | | | | | | | | | | | | 15 | 0,019 | 0,016 | 0,004 | 0,05 | 0 |
| Assainissement, voirie et gestion des déchets | 22 | 0,14 | 0,044 | 0,01 | 0,9 | 7 | | | | | | | | | | | | |
| Autres | 80 | 0,33 | 0,058 | 0,003 | 12 | 21 | 47 | 0,20 | 0,053 | 0,003 | 2,5 | 5 | 30 | 0,10 | 0,032 | 0,013 | 1,2 | 1 |

Nb : nombre de résultats - Moy : moyenne (f/ml) - Méd : médiane (f/ml) - Min : minimum (f/ml) - Max : maximum (f/ml).
Dép : nombre de cas de dépassements des valeurs
(0,1 fibre/ml pour les fibres d'amiante - 0,6 fibre/ml pour les fibres céramique - 1 fibre/ml pour les fibres minérales artificielles).

important de dépassement de la valeur 0,6 fibre/ml est constatée avec en plus les postes que l'on peut rencontrer lors de la fabrication de ces fibres. Pour les fibres minérales artificielles, ce sont les postes d'usinage et de bobinage pour lesquels le dépassement de la valeur 1 fibre/ml sont les plus nombreux.

**TABLEAU XI**

## Données par poste de travail (période 1986-1996)
Data per workplace (1986–1996 period)

| Poste de travail | Fibres d'amiante | | | | | Fibres de céramique | | | | | Fibres minérales artificielles | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Nb | Moy | Méd | Min | Max |
| Opérations de chargement ou déchargements de silos ou trémies | 33 | 0,58 | 0,06 | 0,011 | 3,7 | | | | | | 30 | 0,20 | 0,09 | 0,01 | 1,1 |
| Broyage et tri (1) | 12 | 4,8 | 0,33 | 0,19 | 23 | | | | | | | | | | |
| Mélange | 45 | 1,2 | 0,53 | 0,05 | 8,9 | | | | | | | | | | |
| Installation de moulage, pastillage, calandrage et laminage | 18 | 0,30 | 0,16 | 0,015 | 2,2 | | | | | | | | | | |
| Conduite et surveillance de presse, extrudeuse et machine à injecter | 50 | 1,3 | 0,58 | 0,015 | 7,9 | | | | | | | | | | |
| Fabrication de pièces en matériaux composites | | | | | | | | | | | 23 | 0,14 | 0,11 | 0,018 | 0,76 |
| Mélange, compression, moulage, réaction (1) | 27 | 0,15 | 0,15 | 0,06 | 0,37 | | | | | | 12 | 0,024 | 0,016 | 0,007 | 0,09 |
| Fours (hors fonderies) | | | | | | 17 | 0,11 | 0,04 | 0,015 | 0,46 | 14 | 0,20 | 0,2 | 0,04 | 0,43 |
| Usinage | 739 | 4,3 | 0,55 | 0,015 | 370 | 71 | 3,2 | 0,87 | 0,04 | 22 | 67 | 0,98 | 0,17 | 0,014 | 17 |
| Soudage à l'arc électrique | | | | | | 14 | 0,50 | 0,19 | 0,01 | 1,5 | | | | | |
| Collage | 19 | 0,22 | 0,2 | 0,05 | 0,53 | | | | | | | | | | |
| Usinage, assemblage, montage, collage, chaînes de montage (1) | 102 | 0,47 | 0,23 | 0,01 | 4,6 | 50 | 0,98 | 0,63 | 0,04 | 5,3 | 25 | 0,35 | 0,15 | 0,01 | 3,5 |
| Traitement mécanique des surfaces | 69 | 5,5 | 1,8 | 0,07 | 88 | 38 | 6,5 | 4,7 | 0,34 | 43 | 11 | 0,17 | 0,1 | 0,014 | 0,83 |
| Préparation, traitement, protection des surfaces (1) | 14 | 0,25 | 0,15 | 0,015 | 1,1 | | | | | | | | | | |
| Bobinage | 11 | 3,9 | 0,66 | 0,025 | 27 | 10 | 1,8 | 1,4 | 0,52 | 4,4 | 32 | 0,59 | 0,20 | 0,01 | 4,3 |
| Ensachage | 10 | 0,17 | 0,17 | 0,045 | 0,29 | | | | | | 20 | 1,0 | 1,1 | 0,08 | 3,9 |
| Nettoyage des locaux | 10 | 0,26 | 0,14 | 0,05 | 0,89 | | | | | | | | | | |
| Nettoyage des installations | 19 | 1,5 | 0,39 | 0,05 | 11 | | | | | | | | | | |
| Nettoyage des matériels ou pièces finies | 62 | 0,31 | 0,26 | 0,02 | 1,0 | | | | | | | | | | |
| Réparation, maintenance, contrôle en général | 207 | 0,47 | 0,14 | 0,007 | 9,1 | 16 | 2,4 | 2,1 | 0,2 | 6,2 | | | | | |
| Services communs, locaux à pollution spécifique (1) | 18 | 0,88 | 0,07 | 0,004 | 4,1 | | | | | | | | | | |
| Contrôle, nettoyage, réparation (1) | 27 | 0,31 | 0,17 | 0,03 | 1,5 | | | | | | | | | | |
| Travaux de second œuvre et travaux d'entretien des bâtiments | 65 | 1,1 | 0,19 | 0,01 | 18 | 16 | 4,8 | 1,8 | 0,11 | 21 | 48 | 0,39 | 0,34 | 0,05 | 1,2 |
| Réalisation d'autres travaux du bâtiment et des travaux publics (1) | 16 | 1,2 | 0,26 | 0,015 | 7,2 | | | | | | | | | | |
| Tissage | 10 | 0,37 | 0,21 | 0,05 | 1,8 | | | | | | 15 | 0,22 | 0,19 | 0,03 | 0,67 |
| Bonneterie et confection | 10 | 3,4 | 2,0 | 0,24 | 19 | | | | | | 14 | 0,30 | 0,075 | 0,03 | 3,2 |
| Nettoyage à sec (pressing) | 15 | 2,5 | 2,5 | 0,94 | 3,6 | | | | | | | | | | |
| Fabrication de fibres minérales artificielles | | | | | | 318 | 0,77 | 0,43 | 0,018 | 8,6 | 26 | 0,58 | 0,57 | 0,11 | 1,1 |
| Autres | 111 | 0,70 | 0,16 | 0,005 | 17 | 43 | 2,3 | 0,7 | 0,06 | 23 | 65 | 0,72 | 0,22 | 0,015 | 5,2 |

(1) Poste ou tâche non codifié par ailleurs.
Nb : nombre de résultats - Moy : moyenne (f/ml) - Méd : médiane (f/ml) - Min : minimum (f/ml) - Max : maximum (f/ml).

TABLEAU XII

## Données par poste de travail (période 1997-2004)
Data per workplace (1997–2004 period)

| Poste de travail | Fibres d'amiante | | | | | | Fibres de céramique | | | | | | Fibres minérales artificielles | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép | Nb | Moy | Méd | Min | Max | Dép |
| Opérations de chargement ou déchargements de silos ou trémies | 29 | 0,054 | 0,04 | 0,007 | 0,15 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| Mélange | | | | | | | | | | | | | 13 | 0,85 | 0,78 | 0,026 | 3,0 | 5 |
| Conduite et surveillance de presse, extrudeuse et machine à injecter | | | | | | | | | | | | | 15 | 0,016 | 0,014 | 0,0075 | 0,031 | 0 |
| Fabrication de pièces en matériaux composites | | | | | | | | | | | | | 64 | 0,037 | 0,016 | 0,005 | 0,41 | 0 |
| Fours (hors fonderies) | | | | | | | 35 | 0,19 | 0,044 | 0,005 | 2,9 | 3 | 10 | 0,20 | 0,13 | 0,021 | 0,52 | 0 |
| Usinage | 113 | 2,03 | 0,08 | 0,005 | 83 | 49 | 88 | 0,61 | 0,19 | 0,012 | 6,2 | 29 | 94 | 0,64 | 0,057 | 0,006 | 15 | 8 |
| Autres techniques de soudage | | | | | | | 14 | 0,16 | 0,17 | 0,038 | 0,34 | 0 | | | | | | |
| Collage | | | | | | | | | | | | | 22 | 0,24 | 0,085 | 0,01 | 2,2 | 1 |
| Usinage, assemblage, montage, collage, chaînes de montage (1) | | | | | | | 43 | 0,17 | 0,09 | 0,012 | 1,5 | 1 | 94 | 0,24 | 0,069 | 0,005 | 2,4 | 5 |
| Traitement mécanique des surfaces | 22 | 0,18 | 0,047 | 0,01 | 1,7 | 9 | | | | | | | | | | | | |
| Traitement thermique ou thermochimique des surfaces | | | | | | | 13 | 0,25 | 0,12 | 0,02 | 1,0 | 2 | | | | | | |
| Préparation, traitement, protection des surfaces (1) | | | | | | | | | | | | | 21 | 3,3 | 0,37 | 0,03 | 36 | 7 |
| Bobinage | | | | | | | | | | | | | 10 | 2,2 | 2,1 | 1,2 | 3,1 | 10 |
| Nettoyage des locaux | 10 | 0,042 | 0,035 | 0,017 | 0,08 | 0 | | | | | | | | | | | | |
| Nettoyage des installations | 30 | 0,042 | 0,023 | 0,004 | 0,22 | 3 | | | | | | | | | | | | |
| Réparation, maintenance, contrôle en général | 101 | 0,31 | 0,055 | 0,003 | 12 | 27 | 100 | 2,5 | 0,9 | 0,004 | 27 | 62 | 59 | 0,07 | 0,048 | 0,009 | 0,43 | 0 |
| Services communs, locaux à pollution spécifique (1) | | | | | | | | | | | | | 13 | 0,021 | 0,016 | 0,004 | 0,05 | 0 |
| Services communs, locaux à pollution non spécifique | | | | | | | | | | | | | 10 | 0,049 | 0,024 | 0,005 | 0,3 | 0 |
| Fabrication de moules de fonderie | | | | | | | 39 | 0,47 | 0,21 | 0,043 | 2,4 | 6 | | | | | | |
| Finition des moules et noyaux de fonderie | | | | | | | 16 | 0,41 | 0,22 | 0,055 | 1,6 | 3 | | | | | | |
| Élaboration du métal et coulée | | | | | | | 34 | 1,4 | 0,42 | 0,073 | 17 | 13 | | | | | | |
| Travaux de démolition | 85 | 0,24 | 0,06 | 0,009 | 2 | 31 | | | | | | | | | | | | |
| Travaux de second œuvre et travaux d'entretien des bâtiments | 144 | 0,47 | 0,08 | 0,007 | 22 | 60 | 132 | 1,6 | 0,47 | 0,017 | 16 | 62 | 111 | 0,29 | 0,21 | 0,034 | 1,2 | 1 |
| Tissage | | | | | | | | | | | | | 22 | 0,040 | 0,027 | 0,003 | 0,09 | 0 |
| Bonneterie et confection | | | | | | | 41 | 0,13 | 0,07 | 0,019 | 1,0 | 2 | 29 | 0,12 | 0,037 | 0,005 | 0,52 | 0 |
| Fabrication de fibres minérales artificielles | | | | | | | 50 | 2,4 | 1,1 | 0,003 | 25 | 37 | 44 | 0,38 | 0,095 | 0,024 | 4,4 | 4 |
| Autres | 67 | 0,084 | 0,057 | 0,01 | 0,46 | 15 | 57 | 0,26 | 0,1 | 0,009 | 3,2 | 5 | 88 | 0,28 | 0,13 | 0,004 | 2,5 | 5 |

(1) Poste ou tâche non codifié par ailleurs.
Nb : nombre de résultats - Moy : moyenne (f/ml) - Méd : médiane (f/ml) - Min : minimum (f/ml) - Max : maximum (f/ml).
Dép : nombre de cas de dépassements des valeurs
(0,1 fibre/ml pour les fibres d'amiante - 0,6 fibre/ml pour les fibres céramique - 1 fibre/ml pour les fibres minérales artificielles).

## CONCLUSION

À ce jour, 9 282 prélèvements visant à mesurer la concentration en fibres et dont la finalité est la comparaison à une valeur limite d'exposition ou la mesure de l'exposition lors d'une opération ou d'une tâche sont répertoriés dans la base de données COLCHIC. Parmi ceux-ci 8 029 (86,5 %) concernent l'exposition aux fibres d'amiante, aux fibres de céramique ou aux fibres minérales artificielles à l'exclusion des fibres de céramique. Globalement, les résultats présentés dans cet article ont mis en évidence :

- que l'identification des fibres par le préleveur sur la base des informations dont il dispose était pertinente ;
- que les niveaux d'exposition mesurés étaient largement influencés par l'évolution des valeurs limites d'exposition. Ainsi, comme les valeurs limites actuelles sont en vigueur depuis le début de l'année 1997 deux périodes (1986-1996) et (1997-2004) ont été distinguées pour la présentation des résultats. La plus forte réduction sur ces deux périodes a été observée pour les fibres d'amiante où pour les prélèvements individuels la concentration moyenne est passée de 2,5 à 0,6 fibres/ml ;
- que le port d'appareils de protection respiratoire est fortement dépendant du niveau d'exposition mesuré. Ceci conduit à abaisser sensiblement l'exposition moyenne des salariés et doit être pris en compte dans les études épidémiologiques pour l'établissement de la dose inhalée par les salariés.

La présentation des données de la base, pour les prélèvements individuels, par branches d'activité, secteurs d'activité ou postes de travail a permis de cerner les situations où les efforts de prévention sont le plus nécessaire. Sur la base des postes de travail occupés par un salarié, les données publiées peuvent permettre d'estimer, en l'absence de données plus directes, son exposition moyenne. À cet égard une base de données (FIBREX) prochainement disponible sur le site de l'INRS (*www.inrs.fr*)* complétera les données présentées dans cet article et permettra un niveau de détail accru dans la description des activités ou des postes de travail.

**Remerciements :**

Les auteurs remercient le personnel des Laboratoires interrégionaux de chimie des Caisses régionales d'assurance maladie pour leur participation à la collecte des données d'exposition et Brigitte Jeandel pour son assistance dans l'extraction des données.

** Depuis la publication de cet article, la base de données FIBREX a été mise en ligne sur le site de l'INRS (www.inrs.fr).*

## BIBLIOGRAPHIE


[1] American Industrial Hygiene Association-American Conference of Governmental Industrial Hygienists (AIHA-ACGIH) (1975) Aerosol harards evaluation committee – Recommended procedures for sampling and counting asbestos fibres. Am Ind Hyg Ass J; 36: 83-90.

[2] Association française de normalisation (AFNOR) (1991) Détermination de la concentration en nombre de fibres par microscopie optique en contraste de phase – Méthode du filtre à membrane. Norme X43-269.

[3] CATANI J., CERTIN J.F., CHARRETTON M. *et al.* – (2003) 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 : 5-28.

[4] International Agency for Research on Cancer (IARC) (1977) Iarc monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Asbestos. Volume 14. Lyon.

[5] International Agency for Research on Cancer (IARC) (1988) Iarc monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Man-made Mineral Fibres and Radon. Volume 43. Lyon.

[6] International Agency for Research on Cancer (IARC) (2002) Iarc monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Man-made Vitreous Fibres. Volume 81. Lyon.

[7] MAXIM L.D., ALLSHOUSE J.N., KELLY W.P. *et al.* – (1997) A multiyear workplace-monitoring program for refractory ceramic fibers: findings and conclusion. Regul Toxicol Pharmacol; 26: 156-71.

[8] MOWAT F., BONO M., LEE R.J. *et al.* – (2005) Occupational exposure to airborne asbestos from phenolic molding material (bakelite) during sanding, drilling, and related activities. J of Occup and Environ Hyg; 2: 497-507.

[9] ORLOWSKI E., CRÉAU Y., GAUDUCHEAU E. *et al.* – (1997) EVALUTIL : base de données pour l'évaluation des expositions à l'amiante des utilisateurs de matériaux en contenant. Cahiers de notes documentaires – Hygiène et sécurité du travail ; 166 : 5-16.

[10] RICE C.H., LEVIN L.S., BORTON E.K. *et al.* – (2005) Exposures to refractory ceramic fibers in manufacturing and related operations: A 10-Year Update. J of Occup and Environ Hyg; 2: 462-473.

[11] ROLLAND P., ORLOWSKI E., DUCAMP S. *et al.* – (2005) Base de données Evalutil – Évaluation des expositions professionnelles aux fibres. Institut de Veille Sanitaire. 12 rue du Val d'Osne F-94415 Saint-Maurice Cedex 49 pages.

[12] VERMA D.K., SAHAI D., KURTZ L.A. *et al.* – (2004). J of Occup and Environ Hyg; 1: 306-318.

[13] VINCENT R., JEANDEL B. – (1997) Apport de la base de données COLCHIC dans le repérage des nuisances chimiques en milieu professionnel. Revue de médecine du travail, tome XXIV, N° 4 : 176-184.

[14] VINCENT R., JEANDEL B. – (2001) COLCHIC - Occupational exposure to chemical agents database : current content and development perspectives. Appl Occup and Environ Hyg; 16(2): 115-121.

[15] WALTON W.H. – (1982) The nature, hazards and assessment of occupational exposure to airborne dust. A review. Ann Occup Hyg; 25: 117-247.

[16] World Health Organization (WHO) (1997) Determination of airborne fibre number concentration. A recommended method, by phase-contrast optical microscopy (membrane filter method). World Health Organisation, Geneva.