

UTILISATION DES MATÉRIAUX FIBREUX EN FRANCE

- Fibre
- Secteur d'activité
- France
- Enquête

► Bernard MOREAU, Michel GRZEBYK,
INRS, département Métrologie des polluants

Les matériaux à base de fibres, dont certains sont très anciens, sont utilisés dans des activités de plus en plus nombreuses et diversifiées. Certaines fibres présentent des dangers importants pour la santé des personnes et notamment de celles qui les mettent en œuvre. Cette étude de filière a pour objectif d'identifier les fibres utilisées, les secteurs d'activité concernés et les procédés employés et d'estimer les quantités de fibres, le nombre d'établissements utilisateurs et les salariés potentiellement exposés. Elle a été réalisée au moyen d'une enquête par questionnaire auprès d'un échantillon de plus de 10 000 entreprises susceptibles d'utiliser des fibres. Les résultats obtenus sont très nombreux et seuls quelques exemples sont donnés dans cet article. L'ensemble des résultats sera mis à disposition dans une base de données en accès libre sur le site de l'INRS.

Depuis très longtemps, les fibres existent tel le coton qui, selon certains auteurs, aurait pu être connu des égyptiens à partir de 12 000 ans avant J.C. [1]. Autrefois, à la vue de tout un chacun (habillement, décoration intérieure...), elles se dissimulent aujourd'hui dans les murs pour les isoler, les matériaux pour les renforcer et les câbles pour transmettre la lumière ou des données. Elles sont omniprésentes dans notre environnement.

Une fibre est « une particule ayant un rapport longueur sur diamètre supérieur à 3 et des côtés approximativement parallèles » [2]. Si son diamètre est inférieur à 3 µm, elle peut pénétrer dans les alvéoles pulmonaires.

Un matériau fibreux est constitué en partie ou en totalité de fibres. Il peut être composé d'un seul type de fibre, d'un mélange de fibres appartenant ou non à la même classe. Les fibres peuvent être rangées dans quatre classes [3] en fonction de leur composition chimique

(minérale ou organique) et de leur origine (naturelle ou artificielle) :

- les fibres minérales naturelles (FMN) ;
- les fibres minérales artificielles (FMA) ;
- les fibres organiques naturelles (FON) ;
- les fibres organiques artificielles (FOA).

Ces familles sont présentées dans le *Tableau 1* ainsi que les sous-familles associées.

Certaines fibres présentent des risques pour la santé humaine, comme l'amiante qui est désormais interdit en Europe et en France [4, 5, 6] :

- les FMA dont la teneur en oxydes alcalins et alcalinoterreux est inférieure à 18 %, telles que les Fibres Céramiques Réfractaires (FCR), sont classées C2 (cancérogène de catégorie 2) ;
- les FMA dont la teneur en oxydes alcalins et alcalinoterreux est supérieure

USE OF FIBRE MATERIALS IN FRANCE

Fibre-based materials, some of which are very old, are used in a growing number and range of activities. Some fibres cause major risks to human health and, especially to persons implementing them. The aim of this industrial study is to not only identify the fibres used, activity sectors concerned and processes involved, but also to estimate fibre quantities, number of user facilities and potentially exposed employees. It has been conducted through a questionnaire-based survey of more than 10,000 companies likely to use fibres. Very many results have been obtained and only a few examples are given in this paper. The combined results will be made available on a freely accessible database on the INRS website.

- Fibre
- Activity sector
- France
- Survey

TABLEAU I

Classification des fibres
Fibre classification

Fibre Minérale Artificielle (FMA)	Fibre vitreuse	Fibre de verre, laine de verre	
		Fibre de roche, laine de roche et de basalte	
		Laine de laitier	
		Fibre céramique réfractaire	
		Autre fibre vitreuse (laine d'isolation haute température, fibre de silice...)	
		Mélange contenant principalement des fibres vitreuses	
	Fibre cristalline	Fibre d'alumine	
		Fibre de titanate de potassium	
		Fibre de carbone	
		Autre fibre cristalline (Whisker de carbure de silicium...)	
		Mélange contenant principalement des fibres cristallines	
	Fibre métallique	Laine d'acier, laine inoxydable	
		Laine de cuivre	
Autre fibre métallique			
Mélange contenant principalement des fibres métalliques			
Fibre Minérale Naturelle (FMN)	Wollastonite		
	Sépiolite		
	Autre fibre minérale naturelle		
	Mélange contenant principalement des fibres minérales naturelles		
Fibre Organique Artificielle (FOA)	Fibre de cellulose régénérée	Viscose (rayonne, fibranne...)	
		Lyocell	
		Modal	
		Mélange contenant principalement des fibres de cellulose régénérée	
	Fibre ester de cellulose	Acétate de cellulose	
	Fibre de polymère	Fibre de polyester	
		Fibre de polyamide	
		Fibre de polyéthylène	
		Fibre de polypropylène	
		Fibre polyacrylique	
		Fibre d'alcool polyvinylique	
		Chlorofibre (PVC...)	
		Fluorofibre (PTFE...)	
		Fibre aramide (Kevlar®, Kermel®...)	
		Autre fibre de polymère (fibre de polyimide...)	
		Mélange contenant principalement des fibres de polymère	
	Fibre Organique Naturelle (FON)	Fibre d'origine animale	Soie
			Laine (mouton, alpaga, angora, chameau...)
			Autre fibre d'origine animale
Mélange contenant principalement des fibres d'origine animale			
Fibre d'origine végétale		Coton	
		Lin	
		Chanvre	
		Fibre de bois	
		Autre fibre d'origine végétale (Jute Kapok bambou, coco...)	
		Mélange contenant principalement des fibres d'origine végétale	

à 18 % (laines minérales) sont classées C3 (cancérogène de catégorie 3). Des exonérations sont possibles pour les laines non biopersistantes. Dans ce cas, elles sont uniquement classées irritantes.

À ces risques, s'ajoutent des incertitudes liées :

- aux fibres utilisées en France : les fibres produites sur le territoire national peuvent être identifiées, ce qui n'est pas le cas de toutes les fibres importées, notamment celles incluses dans des matériaux ou des matériels ;

- aux quantités mises en œuvre : les quantités fabriquées en France peuvent être évaluées, mais il est souvent impossible de calculer la balance import/export car :

- les fibres ne sont pas identifiées dans la nomenclature des douanes sauf la fibre de verre ;

- les fibres incorporées dans des matériaux (panneaux d'isolation...) ou des matériels (fours, voitures...) ne peuvent pas être comptabilisées ;

- au nombre de personnes potentiellement exposées ;

- aux procédés employés ;

- aux secteurs d'activité concernés ;

- aux utilisations de chaque fibre.

C'est pour répondre à ces questions que cette étude de filière sur l'utilisation des fibres et des matériaux fibreux a été réalisée.

MÉTHODOLOGIE

Une enquête a été réalisée auprès d'un échantillon représentatif d'entreprises qui mettent en œuvre ces fibres ou sont susceptibles de les mettre en œuvre. Une pré-évaluation rapide ayant montré que le nombre d'établissements concernés était important, l'enquête a été faite par :

- sondage aléatoire stratifié ;

- envoi d'un questionnaire.

Cette méthodologie a été appliquée en raison du grand nombre d'entreprises concernées et de l'inéquation des moyens matériels et humains à l'emploi de l'une des autres techniques que sont l'observation directe, l'entretien face à face, l'entretien téléphonique et l'enquête par Internet.

La méthodologie de ce type d'enquête a été décrite par P. ARDILLY [7]. Elle comprend cinq grandes parties : les contraintes de l'enquête, la préparation de l'enquête, la gestion des informations recueillies, le redressement et le résultat.

LES CONTRAINTES DE L'ENQUÊTE

Deux contraintes ont été formulées.

La première a été d'exclure l'amiante de l'enquête puisque l'usage de cette fibre est interdit comme il a été rappelé précédemment.

La deuxième a été de limiter le nombre d'établissements sondés à 10 000, ce qui correspond actuellement à la taille critique de l'échantillon traité dans ce type d'enquête.

LA PRÉPARATION DE L'ENQUÊTE

Elle consiste à élaborer le questionnaire, créer la liste des entreprises à interroger et envoyer le questionnaire.

L'élaboration du questionnaire comprend deux parties, la création et la validation.

Un cahier des charges, rédigé et validé en interne, a permis de tracer les grandes lignes du contenu du questionnaire. Ensuite, trois principes rédactionnels ont été appliqués, chaque question devait être :

- comprise par tous sans ambiguïté. En plus de l'attention portée sur les termes employés, des explications complémentaires ont été fournies dans une notice qui était jointe au questionnaire ;

- centrée sur l'objectif à atteindre ;
- fermée (hormis quatre champs qui font exception à cette règle) :

- trois champs codés (fibre, opération et utilisation) qui comprenaient une case « Autre » et

- le champ « unité » qui permettait d'exprimer la quantité de fibres dans d'autres unités que « kilogramme » et « tonne ».

Le questionnaire et la notice qui l'accompagne ont été envoyés pour avis à des organisations professionnelles, des centres techniques et des entreprises travaillant dans le domaine des fibres.

Toutes les critiques, positives ou négatives, écrites ou orales, ont été prises en compte et les modifications jugées nécessaires ont été apportées aux textes. La version définitive du questionnaire est reproduite dans la *Figure 1*.

La liste des entreprises à interroger a été établie en deux étapes :

- identification de la population des entreprises à interroger, couramment appelée base de sondage ;

- sélection, dans cette base, d'un échantillon représentatif d'entreprises.

La base de sondage a été constituée en identifiant les activités dans lesquelles les entreprises étaient susceptibles de mettre en œuvre des fibres en s'appuyant sur la Nomenclature des Activités Françaises (NAF, rev.1, 2003 [8]). Le choix des secteurs a été fait à partir des recherches bibliographiques, des informations données par les fabricants de fibres, de la définition des d'activités...

Au final, la base de sondage comprenait :

- 97 secteurs d'activités sur les 712 que comprend la NAF, soit 13,6 % ;

- 107 832 établissements sur les 3 039 603 que l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Études Économiques) a recensés au 01/01/2006, soit 3,5 % ;

- 1 559 480 salariés de ces établissements sur les 21 140 989 recensés par l'INSEE au 31/12/2006, soit 7,4 %.

L'échantillon a été créé selon un plan de sondage aléatoire stratifié, une strate étant définie par un secteur d'activité et une tranche d'effectif. Le nombre d'établissements à interroger par strate a été calculé par une procédure d'allocation optimale, dite « allocation de Neyman » [7] selon les critères suivants :

- le nombre total d'établissements de l'échantillon était d'environ 10 000 ;

- chaque strate devait contenir au minimum 15 entreprises ;

- le critère d'optimalité était la minimisation de la variance d'estimation d'une proportion d'établissement dans la population.

Ainsi, pour les tranches à effectif élevé ou les tranches qui comprennent peu d'établissements, le taux de sondage était égal à 1.

FIGURE 1

Questionnaire
Questionnaire



Enquête sur l'utilisation des fibres en France
Questionnaire

L'objectif de cette enquête est d'obtenir une photographie de l'utilisation des fibres, de toute nature, dans les entreprises françaises. En répondant à ce questionnaire, vous participerez à l'amélioration de cette connaissance et nous vous remercions de bien vouloir consacrer quelques instants pour le remplir.

Selon les questions, vous répondrez en cochant une case ou en inscrivant une information. Dans ce dernier cas, nous vous serions reconnaissants d'écrire en majuscules de type imprimé pour faciliter sa lecture. Les questions de cette page sont explicitées après leurs énoncés, tandis que celles du verso le sont dans la notice séparée jointe à cet envoi.

Si vous le souhaitez, vous pouvez obtenir des renseignements complémentaires en :

- envoyant un courrier électronique à bernard.moreau@inrs.fr ;
- téléphonant à Bernard MOREAU au 03 83 39 26 37.

Question 1 Quel est le code d'activité APE ou NAF de votre établissement ?

Inscrivez le code d'Activité Principale de votre Établissement (APE) issu de la Nomenclature d'Activités Française (NAF) de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE).

Il est composé de deux chiffres, d'un point, d'un chiffre et d'une lettre. Exemples :

- 24.7Z est le code NAF de l'activité **Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques**,
- 45.2A est le code NAF de l'activité **Construction de maisons individuelles**.

Question 2 Quel est l'effectif total de votre établissement ?

Inscrivez le nombre de personnes de votre établissement, quel que soit leur statut : gérant, personnes en Contrat à Durée Indéterminée (CDI) ou en Contrat à Durée Déterminée (CDD), intérimaires, apprentis, ...

Question 3 Quel est l'effectif de votre établissement affecté à des tâches de production ?

Inscrivez le nombre de personnes qui effectuent des tâches de production y compris l'encadrement, les personnes chargées de la maintenance, des manutentions, ...

Question 4 Mettez-vous en œuvre des fibres, des matériaux ou des produits en contenant ? Oui Non Ne sait pas

Cochez la case correspondant à la situation de votre établissement.

Une fibre peut se présenter dans son état fibreux, mais elle peut aussi se trouver dans un matériau ou un produit. Vous pouvez vous reporter à la notice pour avoir une liste plus complète des états possibles d'une fibre.

Une fibre peut être définie comme un élément présentant une faible section pour une grande longueur. En fonction de son origine, elle peut être classée dans l'une des quatre grandes familles suivantes :

- les Fibres Minérales Artificielles (FMA) telles que les fibres de verre, les fibres céramiques réfractaires, ...
- les Fibres Minérales Naturelles (FMN)
- les Fibres Organiques Artificielles (FOA) telles que les fibres de polyester, la viscose, ...
- les Fibres Organiques Naturelles (FON) telles que la laine, le coton, ...

Vous pouvez vous reporter aux quatre premiers tableaux de la notice pour avoir une liste plus complète des fibres.

Merci de bien vouloir continuer à remplir ce questionnaire au verso.

Vous avez terminé de remplir le questionnaire. Votre réponse est importante, merci de bien vouloir nous le retourner à l'aide de l'enveloppe préaffranchie jointe.

Question 5 Quelles sont les fibres, celles contenues dans des matériaux ou des produits, mises en œuvre et en quelles quantités ?

Repère (1)	Fibre (2) Voir notice	Nom usuel de la fibre (3)	Appellation commerciale (4)	État fibre (5) Voir notice	Quantité annuelle (6)	Unité (7) T pour tonne, KG pour kilogramme
A	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
B	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
D	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
G	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
H	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
I	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
J	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Question 6 Comment sont mis en œuvre les fibres, les matériaux ou les produits en contenant et quelles sont leurs utilisations ?

Repère (11)	Opération (12) Voir notice	Description de l'opération effectuée (13)	Effectif (14)	Vente (15)	Utilisation (16) Voir notice	Description de l'utilisation (17)
A	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
B	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
C	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
D	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
E	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
F	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
G	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
H	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
I	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
J	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Question 7 Quel est l'effectif total des personnes mettant en œuvre les fibres, les matériaux ou les produits en contenant ?

Vous avez terminé de remplir le questionnaire. Merci de bien vouloir nous le retourner à l'aide de l'enveloppe préaffranchie jointe.

Les calculs ont été effectués à partir de la répartition des établissements par tranche d'effectif fournie par l'INSEE. Le nombre d'envois a été évalué à 10 664 (cf. *Tableau II*) et le nombre de réponses attendues a été estimé à 3 571 (33,5 %).

L'INSEE a de nouveau été sollicité pour sélectionner, par tirage aléatoire, les entreprises correspondant à ce plan de sondage et fournir les adresses correspondantes.

Le décalage dans le temps entre les deux demandes auprès de l'INSEE a introduit des modifications mineures qui se sont traduites par une légère augmentation d'établissements à interroger, 10 873 au lieu des 10 664 prévus à l'origine.

L'envoi du questionnaire aux entreprises comprenait une lettre de présentation de l'enquête, le questionnaire, la notice explicative et une enveloppe préaffranchie pour la réponse. L'impression des différents documents et la mise sous pli ont été réalisées en interne.

Les courriers ont été expédiés à la fin du premier trimestre 2006.

LA GESTION DES INFORMATIONS

Elle comprend la collecte, la relance et le contrôle des données

La collecte des données

La mise en place d'indicateurs a permis de suivre l'évolution de l'enquête. L'un d'eux était le cumul journalier

du nombre total de retours. La courbe (cf. *Figure 2*) est comparable à celles obtenues lors d'autres enquêtes, à savoir :

■ le premier mois, il y a un afflux important des retours très rapidement après l'expédition, le total des retours est d'environ 80 % ;

■ le deuxième mois, le nombre de retours ralentit et tend vers une asymptote.

¹ Le taux de sondage est le rapport entre la taille de l'échantillon et l'ensemble de la population.

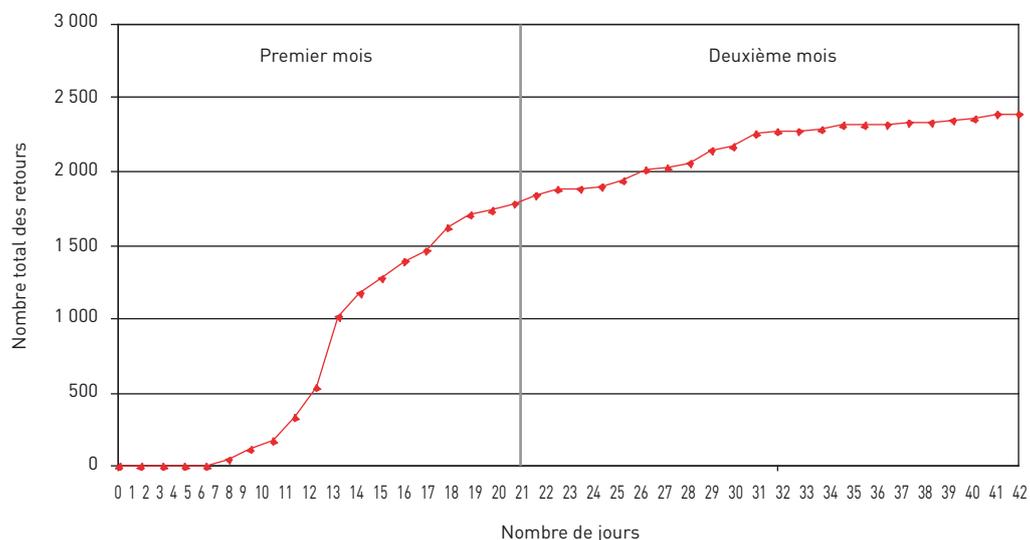
TABLEAU II

Plan global de sondage de l'enquête Overall survey plan

	TRANCHES D'EFFECTIFS DE SALARIÉS								TOTAL
	1 - 9	10 - 19	20 - 49	50 - 99	100-199	200 - 499	500 - 999	≥ 1 000	
Nombre de salariés	265 717	157 309	246 978	152 256	179 836	240 040	126 792	397 431	1 559 480
Nombre d'établissements	83 631	11 636	8 024	2 210	1 281	777	178	95	107 832
Nombre d'envois calculés	4 177	1 675	1 761	1 268	891	631	170	91	10 664
Taux de sondage	0,05	0,14	0,22	0,57	0,70	0,81	0,96	0,96	0,10
Nombre de réponses attendues	1 079	588	621	451	389	289	99	55	3 571
Taux de réponses attendues	0,26	0,35	0,35	0,36	0,44	0,46	0,56	0,60	0,33

FIGURE 2

Nombre cumulé des retours Cumulative number of responses



Un premier tri permettait de séparer les questionnaires en deux catégories :

■ les questionnaires exploitables qui étaient enregistrés à l'aide d'un logiciel dédié à la gestion des enquêtes ;

■ les questionnaires inexploitable qui étaient comptabilisés et archivés, sachant qu'un questionnaire était déclaré inexploitable s'il remplissait l'une des deux conditions suivantes :

- il était retourné par la poste (établissements fermés ou ayant changé d'adresse) ou par l'ancien propriétaire ou son représentant après une cessation d'activité ;

- il était incomplet et, notamment, si le code NAF n'était pas renseigné.

La relance

Elle a été décidée deux mois après l'envoi du questionnaire car le nombre de retours devenait proche de zéro et le nombre de questionnaires reçus était trop faible.

Elle était également nécessaire pour une raison méthodologique. En effet, dans toute enquête, il faut vérifier que le comportement de ceux qui n'ont pas répondu est comparable à celui de ceux qui ont répondu. Pour cela, il faut les interroger et la relance est l'un des moyens utilisés.

Les questionnaires étant anonymes, il était impossible de connaître les entreprises n'ayant pas répondu. Comme il était exclu de renvoyer un courrier à l'ensemble des établissements, le choix s'est porté sur une relance contrôlée. Les résultats de chaque secteur et de chaque tranche d'effectif, ont fait l'objet d'un examen pour déterminer la nécessité d'une relance et de son importance : tout le secteur, une ou plusieurs tranches d'effectifs ou une partie de ces tranches.

Le suivi du retour des questionnaires de relance est comparable à celui du premier envoi, à savoir une montée rapide suivie d'une progression lente. La présence de cette nouvelle asymptote a permis de décider de clôturer l'enquête fin juillet 2006.

Les contrôles des données

L'exactitude des résultats dépendant de la fiabilité des données, il est néces-

saire de vérifier la saisie et de valider le maximum d'informations.

Toutes les données saisies ont été vérifiées par lecture comparative des données des questionnaires et de celles qui ont été enregistrées. Simultanément à cette vérification, des corrections ont été faites pour convertir, si nécessaire, les quantités dans une unité de masse : kilogramme ou tonne. En effet, dans un nombre significatif de questionnaires, les quantités ont été mentionnées avec des unités différentes comme : longueur, surface, rouleau, pièce, paquet...

Des tests de cohérence ont été effectués pour valider certaines informations contenues dans les champs codés : NAF, fibre, opération et utilisation. Une donnée pouvait être corrigée uniquement si deux conditions étaient réunies : constater une anomalie et trouver une valeur de remplacement correcte. De plus pour les deux derniers champs, les informations contenues dans la case « Autre » ont été étudiées ce qui a permis de préciser le contenu de certains codes et à en créer de nouveaux. Les opérations et les utilisations ainsi modifiées sont listées respectivement dans les *Tableaux III et IV*.

Un dernier contrôle a été effectué en vérifiant *a posteriori* le choix fait pour les secteurs d'activité, pour les secteurs sélectionnés et pour les secteurs non sélectionnés.

Dans les secteurs faisant partie de la base de sondage, vingt et un établissements appartenant à deux secteurs d'activité (cf. *Tableau V*) déclarent ne pas utiliser de fibre. Pourtant, certains de ces établissements devraient, *a minima*,

utiliser des pièces en matériau composite constitué de fibres. Ces « non déclarations » peuvent être dues à une méconnaissance des produits manipulés, à une interprétation restrictive de la « mise en œuvre de fibre ou de produit en contenant », voire à un refus de remplir la deuxième partie du questionnaire.

Par ailleurs, 30 établissements, de 27 secteurs d'activité ne faisant pas partie de la base de sondage, déclarent utiliser des fibres. L'explication est un changement de code NAF de ces entreprises consécutif à une modification de l'activité principale intervenant entre la date à laquelle les adresses ont été sélectionnées et celle de l'enquête. Ceci montre que les fibres sont utilisées dans d'autres secteurs d'activité que ceux qui ont été choisis. D'ailleurs, certains de ces secteurs avaient été écartés volontairement pour limiter le nombre d'envois, tout en sachant qu'ils utilisaient des fibres.

Nombre de questionnaires reçus

Sur les 10 873 questionnaires envoyés (cf. *Figure 3*) :

■ 7 499 établissements n'ont pas répondu (69 %) ;

■ 3 374 questionnaires ont été renvoyés à l'INRS (31 %) :

- 2 947 questionnaires sont exploitables et ont été enregistrés (27 %) ;

- 427 questionnaires sont inexploitable (4 %) dont la majorité (82 %) étaient des « NPAI » (N'habite Plus à l'Adresse Indiquée).

Ce pourcentage de réponse (31 %) est inférieur à ceux observés pour ce type d'enquêtes.

FIGURE 3

Réponses des entreprises Company replies

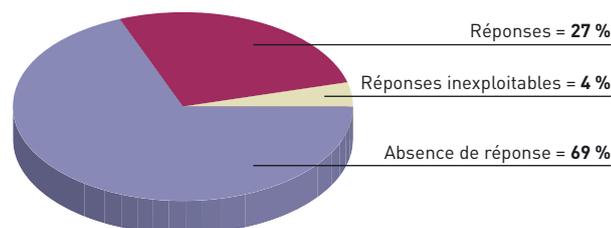


TABLEAU III

Liste des opérations des matériaux fibreux

List of fibre material operations

OPÉRATIONS SUR LES FIBRES
Fabrication de fibre (procédé chimique, physique, recyclage, teillage, cardage...)
Traitement de fibre (ensilage, traitement fongicide, biologique...)
Mise en forme de fibre (filage, tissage, tressage, tricotage, aiguilletage, ourdissage...)
Fabrication de matériau, de matière... contenant des fibres (extrusion, pultrusion, mélange...)
Fabrication de produit, pièce... contenant des fibres (compression, moulage...)
Façonnage de fibre, de matériau ou de matière en contenant (confection, découpage, collage, marquage...)
Usinage de produit, pièce... contenant des fibres (sciage, perçage...)
Montage de produit, d'objet... contenant des fibres (voiture, chaudière...)
Installation de fibre, de matériau ou de produit en contenant (isolation maison individuelle...)
Utilisation de fibre, de matériau ou de produit en contenant
Entretien d'installation, de matériel contenant des fibres (four industriel, électroménager...)
Retrait de matériau, de produit contenant des fibres (démantèlement, enlèvement, nettoyage...)
Traitement de déchet de fibre, de matériau ou de produit en contenant (broyage...)

TABLEAU IV

Liste des utilisations des matériaux fibreux

List of fibre material usages

UTILISATION DES FIBRES
Renfort de matériau (plastique, résine, ciment...)
Isolation thermique, protection incendie (panneau, enduit...), protection solaire
Isolation phonique (plaque, sous couche...)
Isolation électrique
Étanchéité (bardeau, joint...)
Filtration (filtre, pot catalytique...)
Papier (journal, livre, cahier...)
Textile (vêtement, ameublement...)
Revêtement de sol (dalle, moquette...)
Garnissage (siège, literie...)
Revêtement mural, décoration
Transmission d'énergie (lumière, signaux...), de flux
Hygiène corporelle (lingette, papier toilette, couche...)
Hygiène domestique ou industrielle (essuie-tout...)
Emballage (carton...)
Filaire (fil, cordage, filet...)
Agriculture, drainage
Traitement des déchets

TABLEAU V

Secteurs sélectionnés n'utilisant pas de fibre

Selected sectors not using fibre

Code NAF	INTITULÉ	OUI	NON	NE SAIT PAS	NON RÉPONSE	TOTAL
35.4A	Fabrication de motocycles		14		1	15
35.5Z	Fabrication de matériels de transport n.c.a.		6			6

Ceci peut s'expliquer par :

■ l'étendue du champ d'investigation (toutes les fibres) qui a pu empêcher :

- la recherche de situations particulières de certaines activités ;
- l'emploi d'un vocabulaire adapté à certaines professions ;

■ la méconnaissance des entreprises sur la présence de fibres. À titre d'exemple, une entreprise a fait appel à un consultant pour rechercher les fibres présentes dans son établissement ;

■ la méconnaissance de la nature des fibres. Deux exemples peuvent être cités :

• des sous-traitants ne connaissent pas la composition des matériaux sur lesquels ils effectuent les opérations demandées ;

• des fabricants de matériaux sont réticents à fournir les informations requises ;

■ la lassitude des entreprises.

Le nombre d'enquêtes augmente et, récemment, certaines ont pu être sollicitées par l'enquête CMR de l'INRS ou par une enquête parallèle sur les fibres réalisée par un autre organisme ;

■ la sensibilité du sujet. L'amiante a été retiré de l'enquête mais il subsiste d'autres fibres dangereuses comme les fibres céramiques réfractaires ;

■ la confidentialité du thème. Certaines entreprises considèrent que les fibres entrant dans la composition de leurs matériaux tombent sous le sceau du secret, d'un brevet ou du simple savoir-faire.

Toutefois, ce taux de réponse (31 %) légèrement inférieur à celui attendu (33,5 %) a été jugé suffisant pour pouvoir effectuer le redressement des données dans des conditions satisfaisantes.

Les utilisateurs de fibres

Parmi les 2 947 réponses estimées exploitables :

■ 35,9 % ont coché la case « Oui » : déclaration signifiant que l'établissement mettait en œuvre des fibres ;

■ 59,1 % ont coché la case « Non » ;

■ 4,7 % ont coché la case « Ne sait pas » ;

■ 0,3 % n'ont coché aucune des trois cases précédentes.

L'analyse de cette répartition ne peut pas se faire globalement car il y a une trop grande variabilité par secteur.

Cependant, un chiffre est intéressant : le nombre d'entreprises (près de 5 %) qui ont déclaré ne pas savoir si elles mettent en œuvre des fibres. Trois causes peuvent expliquer cette méconnaissance :

- la sous-traitance. Il s'agit principalement d'entreprises qui effectuent une ou deux opérations pour un donneur d'ordre et non pas celles qui réalisent des sous-ensembles. Certaines entreprises l'ont d'ailleurs écrit de façon explicite sur leurs questionnaires : elles n'ont aucune information ou une information parcellaire concernant les produits sur lesquels elles travaillent ;

- la rétention d'information liée à des secrets de fabrication ;

- la méconnaissance des produits utilisés.

Ces causes ont un tronc commun : une défaillance, totale ou partielle, volontaire ou non, dans le système de transmission des informations concernant les produits.

LE REDRESSEMENT

Il consiste, à partir des réponses obtenues lors de l'enquête, à faire une projection des résultats à l'ensemble de la population étudiée au niveau national. Techniquement, le redressement revient à affecter un poids à chaque réponse. Il comprend deux parties : la prise en compte des non-répondants et le calage sur marges.

LA PRISE EN COMPTE DES NON-RÉPONDANTS

Les établissements interrogés peuvent être répartis dans deux classes : les non-répondants et les répondants, eux-même répartis dans deux classes (les répondants de l'envoi initial et les répondants de la relance).

Les non-répondants étant nombreux, il faut pouvoir apprécier leur influence sur les résultats de l'enquête. Autrement dit, il faut estimer l'écart

entre les réponses qu'ils auraient apportées et celles faites par les répondants. Pour cela, les hypothèses suivantes sont formulées :

- les répondants de la relance constituent un échantillon des établissements non-répondants ;

- les non-répondants de la relance sont supposés se comporter de la même manière que les répondants de ce second envoi.

Il faut remarquer que la seconde hypothèse ne peut pas être vérifiée. Cette approche est une simplification de l'approche complète qui consisterait à refaire plusieurs envois successifs parmi les non-répondants de l'envoi précédent.

La correction de la non-réponse consiste à modifier le poids de sondage initial (égal à l'inverse du taux de sondage). Deux cas se présentent :

- dans une strate qui a fait l'objet d'une relance, la procédure de Hansen et Hurwitz [9] est appliquée ;

- dans les strates qui n'ont pas fait l'objet d'une relance, le poids de sondage est multiplié par une estimation de l'inverse de la probabilité de réponse.

LE CALAGE SUR MARGES

La seconde étape du redressement consiste à effectuer un calage sur marges [7] en utilisant comme information auxiliaire :

- le nombre d'établissements par strate ;

- le nombre de salariés par strate.

Cette étape remplace les poids de sondage corrigés de la non-réponse par des *poids de calage*, aussi proches que possible des poids de sondage corrigés, et de telle sorte que :

- la somme des *poids de calage* par strate soit égale au nombre d'établissements dans la strate ;

- le total pondéré du nombre de salariés dans les réponses par strate soit égal au nombre total de salariés dans la strate.

Cette étape a été réalisée en utilisant la macro CALMAR (CALage sur MARGes) [10] développée par l'INSEE. À l'issue de cette procédure, les résultats

de l'enquête sont redressés à l'aide d'une procédure développée dans le logiciel SAS™, en utilisant les *poids de calage* comme pondérateurs.

LES RÉSULTATS

Une base de données permet d'exploiter les résultats redressés de l'enquête en donnant notamment pour les familles de fibres, les sous-familles ou les fibres :

- les quantités traitées ;
- les secteurs d'activité qui les utilisent ;

- le nombre d'établissements qui les mettent en œuvre ;

- le nombre de salariés mettant en œuvre des fibres ;

- les opérations réalisées ;

- les utilisations.

Elle permet également d'obtenir des réponses plus spécifiques par combinaison de critères lorsque que ces croisements ont été prévus.

Les résultats sont très nombreux. À titre d'exemple, il y en a plus de 25 000 au niveau « fibres », auquel il faut ajouter ceux des sous-familles et des familles de fibres. Aussi, il est impossible de les présenter tous et nous avons choisi de montrer un aperçu de ce qu'il est possible d'obtenir en s'appuyant sur des exemples.

QUANTITÉS DE FIBRES UTILISÉES

La quantité totale de fibres mises en œuvre en France est estimée à plus de 15 millions de tonnes par an. Les résultats par famille (voir le détail dans le *Tableau VI*) sont très contrastés :

- les fibres organiques naturelles (FON) atteignent plus de 12 millions de tonnes et représentent près de 80 % du tonnage des fibres utilisées en France. Les fibres naturelles minérales (FMN) représentent un tonnage très faible qui peut être expliqué par l'interdiction de l'utilisation de l'amiante et la volonté de ne pas l'inclure dans cette enquête ;

- les fibres artificielles organiques et minérales dont la consommation annuelle se situe entre 1 et 2 millions de tonnes.

TABLEAU VI

Quantité de fibres utilisées par famille de fibres
Fibre quantity used per fibre family

FAMILLE DE FIBRES	QUANTITÉ (T)	%
Fibre Organique Naturelle (FON)	12 177 782	78,74 %
Fibre Organique Artificielle (FOA)	1 755 357	11,35 %
Fibre Minérale Artificielle (FMA)	1 345 162	8,70 %
Fibre Minérale Naturelle (FMN)	9 373	0,06 %
Fibre déclarée inconnue	178 008	1,15 %
Total	15 465 682	100 %

TABLEAU VII

Quantité de fibres par sous-classe de fibres
Fibre quantity per fibre sub-class

FAMILLE DE FIBRES	SOUS FAMILLES	QUANTITÉ (T)
Fibre Organique Naturelle (FON)	Fibre d'origine végétale	11 995 271
	Fibre d'origine animale	182 510
	Autre FON	1
Fibre Organique Artificielle (FOA)	Fibre de polymère	1 566 483
	Fibre de cellulose régénérée	184 561
	Fibre ester de cellulose	3 8876
	Autre FOA	424
Fibre Minérale Artificielle (FMA)	Fibre vitreuse	1 333 026
	Fibre métallique	7 754
	Fibre cristalline	4 381

Dans chaque famille ayant des sous-familles, l'une d'elles est prédominante (voir le détail dans le [Tableau VII](#)) :

- les fibres d'origine végétale avec près de 12 millions de tonnes (98 %) pour les fibres organiques naturelles ;
- les fibres de polymère (89 %) pour les fibres organiques artificielles ;
- les fibres vitreuses (99 %) pour les fibres minérales artificielles.

En descendant au niveau le plus fin, on obtient les résultats pour chacune des fibres retenues dans cette enquête (voir le détail dans le [Tableau VIII](#)) :

- trois fibres correspondent aux tonnages les plus importants :
 - les fibres de bois avec un peu plus de 11 millions de tonnes soit 93 % des fibres organiques naturelles d'origine végétale ;
 - les fibres de polyester avec un peu plus d'un million de tonnes soit 68 % des fibres organiques artificielles de type polymère ;

- les fibres et laines de verre avec un peu plus de 800 000 tonnes soit 61 % des fibres minérales artificielles de type vitreux.

■ les neuf fibres mentionnées dans le [Tableau IX](#) n'ont pas été citées par les établissements qui ont répondu au questionnaire. Il ne faut pas en conclure qu'elles ne sont pas utilisées en France car elles peuvent l'être en faible quantité, dans des secteurs d'activité non sondés ou dans un petit nombre d'entreprises.

NOMBRE D'ÉTABLISSEMENTS UTILISATEURS

Un peu plus de 25 000 entreprises déclarent utiliser des fibres (voir le détail dans le [Tableau X](#)), dont une grande majorité (un peu plus de 19 000) mettent en œuvre des fibres minérales artificielles.

L'ensemble des établissements mettant en œuvre des fibres (25 940) est

plus faible que la somme des établissements de chaque famille qui est égal à 31 815. Ces informations ne sont pas contradictoires mais traduisent le fait que des établissements utilisent des fibres de plusieurs familles.

Les estimations ont été faites sur les sous-familles et les fibres. À titre d'exemple, le classement des vingt premières fibres montre que les fibres et laines de verre sont utilisées par le plus grand nombre d'établissements (*cf. Tableau XI*).

SALARIÉS METTANT EN ŒUVRE DES FIBRES

Les établissements utilisant des fibres emploient 545 196 salariés (*cf. Tableau XII* pour les valeurs par fibres), près de 395 000 en production et, parmi eux, près de 226 000 mettent en œuvre des fibres.

Certains établissements ayant des activités n'utilisant pas de fibres, il n'est pas étonnant de trouver un écart important entre les salariés des établissements et ceux mettant en œuvre des fibres.

Le total des salariés du [Tableau XII](#), qui est de 1 175 233, n'est pas égal aux 545 196 mentionnés ci-dessus. En effet, tout salarié travaillant dans un établissement qui met en œuvre plusieurs fibres est comptabilisé pour chacune de celles-ci.

Les fibres et les laines de verre sont classées en première position. Ce classement renforce celui obtenu précédemment pour les établissements.

Après ces exemples généraux sur les fibres, les illustrations suivantes sont faites sur une fibre particulière : les fibres et laines de verre qui occupent les premières places de chacun des précédents classements.

LES SECTEURS METTANT EN ŒUVRE LES FIBRES ET LAINES DE VERRE

Le cas des fibres et laines de verre est un peu particulier car nous avons interrogé les fabricants et les utilisateurs. Les secteurs dans lesquels les établissements déclarent les fabriquer figurent dans le [Tableau XIV](#). Ces mêmes établissements peuvent également être des utilisateurs mais avec des tonna-

TABLEAU VIII
Classement des fibres par quantité
Quantity-based fibre ranking

RANG	FIBRE	QUANTITÉ (TONNES)	POURCENTAGE
1	Fibre de bois	11 212 661	72,50 %
2	Fibre de polyester	1 059 687	6,85 %
3	Fibre de verre et laine de verre	815 927	5,28 %
4	Coton	412 411	2,67 %
5	Fibre de roche, laine de roche, fibre de basalte	295 083	1,91 %
6	Autre fibre d'origine végétale (Jute Kapok bambou, coco...) et mélange	231 456	1,50 %
7	Fibre de polypropylène	203 188	1,31 %
8	Fibre non classée, fibre inconnue et mélange	178 008	1,15 %
9	Autre fibre d'origine animale et mélange	159 147	1,03 %
10	Laine de laitier	128 000	0,83 %
11	Lin	123 331	0,80 %
12	Viscose (rayonne, fibranne...)	122 033	0,79 %
13	Fibre de polyamide	119 321	0,77 %
14	Autre fibre de polymère (fibre de polyimide...) et mélange	81 520	0,53 %
15	Fibre de polyéthylène	69 827	0,45 %
16	Autre fibre de cellulose régénérée et mélange	60 413	0,39 %
17	Autre fibre vitreuse et mélange	47 335	0,31 %
18	Fibre céramique réfractaire	46 680	0,30 %
19	Laine (mouton, alpaga, angora, chameau...)	23 188	0,15 %
20	Fibre polyacrylique	21 367	0,14 %
21	Chanvre	1 5412	0,10 %
22	Autre fibre minérale naturelle et mélange	8 956	0,06 %
23	Autre fibre métallique et mélange	4 887	0,03 %
24	Fibre d'alcool polyvinylique	4 450	0,03 %
25	Fibre de carbone	4 245	0,03%
26	Acétate de cellulose	3 887	0,03 %
27	Fibre aramide (Kevlar, Kermel...)	3 687	0,02 %
28	Chlorofibre (PVC...)	3 370	0,02 %
29	Laine d'acier, laine inoxydable	2 636	0,02 %
30	Modal	1 591	0,01 %
31	Lyocell	521	0,00 %
32	Autre fibre organique artificielle	424	0,00 %
33	Wollastonite	416	0,00 %
34	Laine de cuivre	232	0,00 %
35	Soie	175	0,00 %
36	Fibre de titanate de potassium	96	0,00 %
37	Fluorofibre (PTFE...)	65	0,00 %
38	Autre fibre cristalline et mélange	40	0,00 %
39	Sépiolite	1	0,00 %
40	Autre fibre organique naturelle	1	0,00 %
41	Fibre d'alumine	>1	0,00 %
	TOTAL	15 465 682	100,00 %

ges vraisemblablement beaucoup plus faibles.

Le premier secteur d'activité, utilisant plus de 150 000 tonnes de fibres de verre, fabrique des articles divers en matières plastiques. Les six premiers secteurs utilisant la fibre de verre sont (cf. *Tableau XIV*) des secteurs de fabrication de matières plastiques renforcées avec ces fibres. Le premier de ceux concernés par l'activité d'isolation n'apparaît qu'à la 17^e place (code NAF : 45.3C Travaux d'isolation).

Les fibres et laines de verre sont utilisées dans 68 secteurs sur les 97 sélectionnés soit 70 % (cf. *Tableau XV*).

LES OPÉRATIONS EFFECTUÉES SUR LES FIBRES ET LAINES DE VERRE

Toutes les opérations retenues dans cette enquête sont réalisées sur ces fibres sauf une : « Traitement de fibre (ensimage, traitement fongicide, biologique...) ».

Hormis la fabrication de la fibre de verre, les deux premières opérations sont la fabrication de produits et de pièces contenant des fibres et la fabrication de matériau et de matière contenant des fibres (cf. *Tableau XVI*). Celles relatives à l'isolation n'apparaissent qu'à partir de la cinquième place pour l'isolation des bâtiments.

LES UTILISATIONS DES FIBRES ET LAINES DE VERRE

La première utilisation est le renfort de matériau et la deuxième est l'isolation (cf. *Tableau XVII*). Ce résultat est une confirmation des classements précédents.

Ce classement est corroboré par des informations de la profession [11] qui donnent le renforcement des plastiques comme première utilisation. Deux autres usages sont également cités : l'isolation et la fibre optique.

Six utilisations n'apparaissent pas : « Papier (journal, livre, cahier...) », « Garnissage (siège, literie...) », « Hygiène corporelle (lingette, papier toilette, couche...) », « Hygiène domestique ou industrielle (essuie-tout...) », « Filaire (fil, cordage, filet...) » et « Agriculture, drainage ».

TABLEAU IX

Fibres non citées par les établissements interrogés
Fibres not quoted by questioned facilities

FAMILLE DE FIBRES	FIBRES
Fibre Minérale Artificielle (FMA)	Fibre de mullite
	Fibre de bore
	Fibre de zircon
Fibre Minérale Naturelle (FMN)	Xonotlite
	Palygorskyte ou attalpulgit
	Fibre de zéolite
Fibre Organique Artificielle (FOA)	Cupro ou cupro ammoniacale ou viscosse au cuivre
	Triacétate de cellulose
	Fibre d'acide polylactique

TABLEAU X

Nombre d'établissements utilisateurs par famille de fibres
Number of user facilities per fibre family

FAMILLE DE FIBRES	NB. ÉTAB.
Fibre Minérale Artificielle (FMA)	19 128
Fibre Organique Artificielle (FOA)	4 468
Fibre Organique Naturelle (FON)	4 355
Fibre Minérale Naturelle (FMN)	1 201
Fibre non classée, fibre inconnue et mélange	2 662
ENSEMBLE DES ÉTABLISSEMENTS	25 940

TABLEAU XI

Classement des vingt premières fibres par nombre d'établissements
Ranking of 20 most common fibres based on facility numbers

RANG	FIBRES	NB ÉTAB.
1	Fibre de verre et laine de verre	17 518
2	Fibre de roche, laine de roche, fibre de basalte	6 016
3	Fibre non classée, fibre inconnue ou mélange	2 662
4	Fibre de polyester	2 310
5	Coton	2 089
6	Autre fibre vitreuse et mélange	1 314
7	Chanvre	1 243
8	Autre fibre minérale naturelle et mélange	1 197
9	Fibre de polyamide	1 096
10	Fibre de polypropylène	1 060
11	Fibre céramique réfractaire	968
12	Viscose (rayonne, fibranne...)	947
13	Laine (mouton, alpaga, angora, chameau...)	932
14	Autre fibre d'origine végétale (jute kapok bambou, coco...) ou mélange	867
15	Lin	800
16	Fibre de bois	798
17	Fibre polyacrylique	613
18	Fibre aramide (Kevlar, Kermel...)	377
19	Autre fibre de polymère (fibre de polyimide...) ou mélange	361
20	Autre fibre métallique	358

DISCUSSION

Il est intéressant de comparer les résultats obtenus à l'aide de cette enquête avec des données émanant de sources différentes. Mais, à notre connaissance, il n'existe pas actuellement d'informations aussi complètes, seulement quelques données parcellaires.

Première comparaison avec les fibres et laines de verre :

■ la quantité indiquée dans le *Tableau XIII* pour les entreprises classées dans le secteur d'activité fabriquant des fibres de verre, est de 207 794 tonnes ;

■ la quantité produite en France donnée par le SESSI (Service des études et statistiques industrielles) pour l'année 2005 est 229 409 tonnes [12]. L'année 2005 a été choisie pour se rapprocher le plus près possible des données de l'enquête réalisée au cours du premier semestre 2006 ;

■ la quantité mise en œuvre, donnée dans le *Tableau VIII*, tout secteur d'activité confondu est de 815 927 tonnes.

Les deux premières valeurs sont très proches, montrant ainsi un accord sur la quantité de fibres et de laines de verre produites en France.

L'écart avec la dernière valeur peut être réduit par la prise en compte des importations de fibres : 98 041 tonnes en 2006 selon les chiffres du commerce extérieur (nomenclatures douanières commençant par 7019) [13]. En additionnant cette valeur à celle du SESSI, on obtient 327 450 tonnes de fibres de verre officiellement mises en œuvre en France. L'écart résiduel, encore très grand, avec la valeur estimée lors de l'enquête peut être expliqué par la conjonction de deux faits :

■ les valeurs obtenues des sources officielles précédemment citées, peuvent être sous-estimées car les fibres importées dans des matériaux ou des produits manufacturés ne sont pas comptabilisées ;

■ les chiffres de l'enquête peuvent être surestimés car certaines fibres ont pu être comptabilisées plusieurs fois. C'est le cas des fibres de phases de procédé identifiées comme différentes dans le questionnaire et réalisées dans des établissements différents.

D'autres comparaisons ne permettent pas de conclure en raison de données absentes ou incomplètes.

Deuxième comparaison avec les fibres de lin :

■ la quantité de fibres de lin mise en œuvre indiquée dans le *Tableau VIII* est de 123 330 tonnes ;

■ la quantité de fibres de lin produite en France en 2005 est de 142 928 tonnes [14] ;

Pour pouvoir comparer ces deux données, il faut connaître la balance export/import qui devrait être nettement positive, puisque la France est le premier producteur européen de lin. Mais les données des douanes ne sont pas toutes exprimées dans la même unité, certaines sont en tonnes et d'autres en pièces (vêtements, linges...). En conséquence, il est impossible de calculer la valeur recherchée et d'effectuer la comparaison des deux données citées précédemment.

Troisième comparaison avec le nombre d'établissements mettant en œuvre des fibres céramiques réfractaires.

L'estimation faite à partir de cette enquête est de 968 établissements pour la France. Elle peut être rapprochée de celle du cabinet ERM [15] (Environmental Resources Management) qui a estimé le nombre d'entreprises impliquées dans les FCR en Europe en 1995 à 3 835.

TABLEAU XII

Salariés des établissements mettant en œuvre des fibres
Facility employees implementing fibres

RANG	FIBRES	NB SALARIÉS	POURCENTAGE
1	Fibre de verre et laine de verre	283 183	24,1
2	Fibre de polyester	108 598	9,2
3	Fibre de roche, laine de roche, fibre de basalte	93 778	8,0
4	Fibre de bois	63 327	5,4
5	Coton	62 920	5,4
6	Autre fibre vitreuse et mélange	57 656	4,9
7	Fibre de polyamide	53 995	4,6
8	Fibre céramique réfractaire	52 850	4,5
9	Fibre de polypropylène	45 371	3,9
10	Fibre de carbone	31 829	2,7
11	Fibre aramide (Kevlar , Kermel...)	30 245	2,6
12	Viscose (rayonne, fibranne...)	29 913	2,5
13	Laine (mouton, alpaga, angora, chameau...)	27 996	2,4
14	Autre fibre de polymère (fibre de polyimide...) ou mélange	27 387	2,3
15	Lin	22 387	1,9
16	Autre fibre d'origine végétale (Jute Kapok bambou, coco...) ou mélange	21 522	1,8
17	Fibre de polyéthylène	18 649	1,6
18	Fibre polyacrylique	12 965	1,1
19	Laine d'acier, laine inoxydable	12 682	1,1
20	Autre fibre d'origine animale ou mélange	12 530	1,1
21	Chanvre	10 865	0,9
22	Autre fibre minérale naturelle et mélange	10 627	0,9
23	Fibre métallique	9 942	0,8
24	Chlorofibre (PVC...)	9 768	0,8
25	Fibre non classée, fibre inconnue ou mélange	9 264	0,8
26	Soie	6 879	0,6
27	Autre fibre cristalline et mélange	6 822	0,6
28	Autre fibre de cellulose régénérée ou mélange	6 793	0,6
29	Wollastonite	4 828	0,4
30	Acétate de cellulose	4 456	0,4
31	Fluorofibre (PTFE...)	4 166	0,4
32	Lyocell	3 957	0,3
33	Modal	3 788	0,3
34	Autre fibre organique artificielle	3 358	0,3
35	Autre fibre minérale artificielle	2 893	0,2
36	Laine de cuivre	2 595	0,2
37	Fibre d'alcool polyvinylique	2 123	0,2
38	Laine de laitier	1 347	0,1
39	Sépiolite	384	> 0,1
40	Fibre de titanate de potassium	348	> 0,1
41	Cupro ou cupro ammoniacale ou viscose au cuivre	119	> 0,1
42	Fibre d'alumine	85	> 0,1
43	Autre fibre organique naturelle	43	> 0,1

TABLEAU XIII

Fabricants de fibres ou laines de verre
Fibre or glass wool manufacturers

NAF	INTITULÉ CODE NAF	QUANTITÉ (T)
26.1G	Fabrication de fibres de verre	207 794
24.7Z	Fabrication de fibres artificielles ou synthétiques	127 441

TABLEAU XIV

Dix premiers secteurs d'activité utilisant la laine de verre
Ten largest activity sectors using glass wool

NAF	INTITULÉ CODE NAF	QUANTITÉ (T)
25.2G	Fabrication d'articles divers en matières plastiques	153 099
34.3Z	Fabrication d'équipements automobiles	91 089
25.2H	Fabrication de pièces techniques en matières plastiques	90 676
25.2E	Fabrication d'éléments en matières plastiques pour la construction	37 707
24.1L	Fabrication de matières plastiques de base	18 780
25.2A	Fabrication de plaques, feuilles, tubes et profilés en matières plastiques	11 626
17.2J	Tissage d'autres textiles	11 249
45.2J	Réalisation de couvertures par éléments	10 150
45.4J	Peinture	7 115
17.5G	Industries textiles n.c.a.	6 866

TABLEAU XV
Secteurs d'activité mettant en œuvre des fibres et laines de verre
Activity sectors implementing fibres and glass wool

SECTEUR	INTITULÉ	SECTEUR	INTITULÉ
17.1K	Moulinage et texturation de la soie et des textiles artificiels ou synthétiques	29.3A	Fabrication de tracteurs agricoles
17.1P	Préparation et filature d'autres fibres	29.6A	Fabrication d'armement
17.2G	Tissage de soieries	29.7A	Fabrication d'appareils électroménagers
17.2J	Tissage d'autres textiles	29.7C	Fabrication d'appareils ménagers non électriques
17.4A	Fabrication de linge de maison et d'articles d'ameublement	31.2A	Fabrication de matériel de distribution et de commande électrique pour basse tension
17.4C	Fabrication d'autres articles confectionnés en textile	31.2B	Fabrication de matériel de distribution et de commande électrique pour haute tension
17.5A	Fabrication de tapis et moquettes	31.4Z	Fabrication d'accumulateurs et de piles électriques
17.5E	Fabrication de non-tissés	34.1Z	Construction de véhicules automobiles
17.5G	Industries textiles n.c.a.	34.2A	Fabrication de carrosseries automobiles
17.6Z	Fabrication d'étoffes à maille	34.2B	Fabrications de caravanes et véhicules de loisirs
21.1C	Fabrication de papier et de carton	34.3Z	Fabrication d'équipements automobiles
21.2G	Fabrication d'articles de papeterie	35.1A	Construction de bâtiments de guerre
21.2L	Fabrication d'autres articles en papier ou en carton	35.1B	Construction de navires civils
24.1L	Fabrication de matières plastiques de base	35.1C	Réparation navale
25.1E	Fabrication d'autres articles en caoutchouc	35.1E	Construction de bateaux de plaisance
25.2A	Fabrication de plaques, feuilles, tubes et profilés en matières plastiques	35.2Z	Construction de matériel ferroviaire roulant
25.2C	Fabrication d'emballages en matières plastiques	35.3A	Construction de moteurs pour aéronefs
25.2E	Fabrication d'éléments en matières plastiques pour la construction	35.3B	Construction de cellules d'aéronefs
25.2G	Fabrication d'articles divers en matières plastiques	35.3C	Construction de lanceurs et engins spatiaux
25.2H	Fabrication de pièces techniques en matières plastiques	35.4A	Fabrication de motocycles
26.2L	Fabrication de produits céramiques réfractaires	35.4C	Fabrication de bicyclettes
26.6J	Fabrication d'ouvrages en fibre-ciment	35.4E	Fabrication de véhicules pour invalides
26.6L	Fabrication d'autres ouvrages en béton ou en plâtre	36.4Z	Fabrication d'articles de sport
26.8C	Fabrication de produits minéraux non métalliques n.c.a.	45.1A	Terrassements divers, démolition
27.5A	Fonderie de fonte	45.2A	Construction de maisons individuelles
27.5C	Fonderie d'acier	45.2B	Construction de bâtiments divers
27.5E	Fonderie de métaux légers	45.2J	Réalisation de couvertures par éléments
27.5G	Fonderie d'autres métaux non ferreux	45.2U	Autres travaux spécialisés de construction
28.1C	Fabrication de menuiseries et fermetures métalliques	45.3C	Travaux d'isolation
28.2D	Fabrication de radiateurs et de chaudières pour le chauffage central	45.3F	Installation d'équipements thermiques et de climatisation
28.3A	Fabrication de générateurs de vapeur	45.4C	Menuiserie bois et matières plastiques
29.2A	Fabrication de fours et brûleurs	45.4D	Menuiserie métallique, serrurerie
29.2F	Fabrication d'équipements aérauliques et frigorifiques industriels	45.4J	Peinture

TABLEAU XVI

Opérations sur les fibres et laines de verre

Operations on fibres and glass wool

OPÉRATIONS	QUANTITÉ (T)
Fabrication de produit, pièce... contenant des fibres (compression, moulage...)	367 458
Fabrication de matériau, de matière... contenant des fibres (extrusion, pultrusion, mélange...)	88 826
Autre opération	75 261
Traitement de déchet de fibre, de matériau ou de produit en contenant (broyage...)	75 239
Installation de fibre, de matériau ou de produit en contenant (isolation maison individuelle...)	23 171
Mise en forme de fibre (filage, tissage, tressage, tricotage, aiguilletage, ourdissage...)	22 183
Montage de produit, d'objet... contenant des fibres (voiture, chaudière...)	15 327
Façonnage fibre, matériau ou matière en contenant (confection, découpage, collage, marquage...)	13 836
Usinage de produit, pièce... contenant des fibres (sciage, perçage...)	12 989
Utilisation de fibre, de matériau ou de produit en contenant	224
Retrait de matériau, de produit contenant des fibres (démantèlement, enlèvement, nettoyage...)	141
Entretien d'installation, de matériel contenant des fibres (four industriel, électroménager...)	27

TABLEAU XVII

Utilisation des fibres et laines de verre

Fibre and glass wool usage

UTILISATION	QUANTITÉ (T)
Renfort de matériau (plastique, résine, ciment...)	545 541
Isolation thermique, protection incendie (panneau, enduit...), protection solaire	201 771
Autre utilisation	79 230
Traitement des déchets	75 279
Isolation phonique (plaque, sous couche...)	52 052
Filtration (filtre, pot catalytique...)	10 506
Étanchéité (bardeau, joint...)	2 542
Isolation électrique	1 881
Revêtement de sol (dalle, moquette...)	1 848
Revêtement mural, décoration,	1 599
Transmission d'énergie (lumière, signaux...), de flux	1 109
Emballage (carton...)	150
Textile (vêtement, ameublement...)	18

CONCLUSION

Cette étude de filière sur les fibres repose sur une enquête réalisée au cours du premier semestre 2006 par voie postale auprès d'un échantillon d'utilisateurs potentiels. Ce dernier était composé de 10 873 entreprises appartenant à 97 secteurs d'activité et employant environ 1 600 000 salariés. Grâce aux techniques dites de redressement (estimation des données au niveau national à partir des résultats de l'enquête), elle a permis de répondre aux objectifs suivants : apporter une connaissance, à un instant donné, sur les fibres mises en œuvre, les quantités, les secteurs d'activité, le nombre de salariés, les opérations effectuées et les utilisations.

L'utilisation annuelle, toute fibre confondue, atteint plus de 15 millions de tonnes. Les fibres organiques naturelles (FON) sont les plus utilisées en termes de quantité avec plus de 12 millions de tonnes, mais ce sont les fibres minérales artificielles (FMA) qui se trouvent dans le plus grand nombre d'établissements et qui sont manipulées par le plus grand nombre de salariés.

Les fibres sont mises en œuvre dans près de 26 000 établissements soit 0,9 % des entreprises françaises hors agriculture. Ils emploient environ 550 000 personnes soit 2,6 % des salariés de la métropole. Parmi ces salariés :

■ près de 400 000 sont en production et sont donc susceptibles d'être dans un environnement pouvant contenir des fibres en suspension dans l'air ;

■ près de la moitié (226 000 salariés) mettent en œuvre les fibres.

Compte tenu de la diversité des situations, il est difficile de dresser un panorama, mais il est possible de fournir des informations générales sur chacun des sujets évoqués précédemment.

Les fibres sont utilisées dans de très nombreux secteurs d'activité puis-que l'enquête en dénombre 122 dans lesquels des entreprises ont déclaré utiliser des fibres soit 40 % des secteurs d'activité (NAF-2003) hors agriculture et tertiaire. Compte tenu de l'essor actuel de l'utilisation de certaines fibres, notamment dans les domaines du renfort de matériau et de l'isolation, il est vraisemblable, qu'à terme, le nombre de secteurs utilisant des fibres ne fera qu'augmenter.

Les fibres subissent de nombreuses opérations. Les trois qui mettent en œuvre le plus de quantité de fibres sont :

■ la fabrication de matériaux ou de matières contenant des fibres par extrusion, pultrusion, mélange...

■ le façonnage de fibres, de matériaux ou de produits en contenant par découpage, collage, marquage...

■ la mise en forme de fibres par filage, tissage, tressage, tricotage, aiguilletage, ourdissage...

L'opération mettant en œuvre la plus petite quantité de fibre est le retrait de matériaux fibreux. Pour rester dans le même type d'activité, le traitement en fin de vie et le recyclage des fibres ou de matériaux en contenant ont été peu évoqués dans cette enquête. Pourtant, c'est un sujet qui va être amené à prendre de l'importance dans les années à venir.

Les utilisations des fibres sont très nombreuses mais étroitement associées à chaque fibre. Pendant longtemps, chaque fibre était principalement utilisée dans un seul domaine, par exemple le coton dans les applications à base de textiles (vêtement, ameublement...). Aujourd'hui, une diversification est en train d'émerger soit en tant que seul composant (le chanvre dans l'isolation de maison individuelle) soit en mélange avec d'autres fibres pour améliorer certaines caractéristiques.

Dans cet article, nous n'avons fourni qu'une partie des informations obtenues lors de cette étude de filière. Aussi, avons-nous prévu, dans les mois qui viennent, de transférer l'ensemble des informations dans une base de données en accès libre sur le site Internet de l'INRS.

Remerciements :

Les auteurs tiennent à remercier les entreprises qui ont participé en remplissant le questionnaire. Elles ont ainsi permis d'obtenir les résultats présentés dans cet article et ceux qui figureront dans la future base de données.

Reçu le : 02/07/2008

Accepté le : 07/10/2008

BIBLIOGRAPHIE

[1] Site Internet : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Coton#Histoire>, page visitée le 22 août 2008.

[2] Expertise Collective INSERM : Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante, Édition INSERM, 1999.

[3] Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to human: Man-made vitreous fibres, vol 81, CIRC, 2002.

[4] Décret n° 96-1133 du 24 décembre 1996 relatif à l'interdiction de l'amiante, pris en application du Code du travail et du Code de la consommation, J.O. 26 décembre 1996.

[5] Directive 97/69/CE de la Commission du 5 décembre 1997 portant vingt-troisième adaptation au progrès technique de la directive 67/548/CEE du Conseil concernant le rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives relatives à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses, JOCE, L 343/1997.

[6] Arrêté du 28 août 1998 modifiant l'arrêté du 20 avril 1994 relatif à la déclaration, la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances et portant transposition de la directive (CE) 97/69 de la Commission du 5 décembre 1997 portant vingt-troisième adaptation au progrès technique de la directive (CEE) 67/548 modifiée, JO du 10 septembre 1998 page 13800.

[7] P. ARDILLY – Les techniques de sondage, édition TECHNIP, 1994.

[8] Site Internet : <http://www.insee.fr/fr/methodes/nomenclatures/naf2003/naf2003.htm>, page visitée le 15 juillet 2008.

[9] PODURI S.R.S. RAO – Sampling Methodologies with applications. Chapman & Hall/CRC. 2000.

[10] Olivier SAUTORY – La macro CALMAR. Redressement d'un échantillon par calage sur marges. Document n° F 9310. Série document de travail de la Direction des statistiques démographiques et sociales. INSEE. 1993.

[11] Site Internet : http://www.verreonline.fr/v_fibr/fibr_01b.php, page visitée le 13 septembre 2007.

[12] Site Internet : <http://www.industrie.gouv.fr/observat/chiffres/sessi/emb/EMB-F13.htm>, page visitée le 19 octobre 2007.

[13] Site Internet : http://lekiosque.finances.gouv.fr/Appchiffre/portail_default.asp, page visitée le 14 mai 2008.

[14] Le textile en chiffres, production industrielle (hors série), Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie, édition 2007.

[15] Les fibres minérales artificielles siliceuses, AFSSET, Avril 2007.