

Fibres courtes et fines d'amiante: quels risques ?



**30^{EME} JOURNÉES NATIONALES
DE SANTE AU TRAVAIL
DANS LE BÂTIMENT & LES TRAVAUX PUBLICS**

BLOIS , JEUDI 11 JUIN 2009

Pr Ch PARIS



Contexte



- **Définition des fibres**
 - **Consensus OMS fin des années 60**
 - ✦ Mesurage Microscopie optique
 - ✦ Pragmatique
 - ✦ Fibres « OMS » d'amiante
 - ✦ $L \geq 5\mu\text{m}$; $0,2 \mu\text{m} > d > 3 \mu\text{m}$; $L/d \geq 3$

 - ✦ Fibres « courtes » (FCA): $L < 5\mu\text{m}$
 - ✦ Fibres « fines » (FFA): $d < 0,2 \mu\text{m}$

Réglementation

• Milieu professionnel

- Microscopie optique en contraste de phase (MOCP)
- $L \geq 5\mu\text{m}$;
- $0,2 \mu\text{m} < d < 3 \mu\text{m}$
- $L/d \geq 3$
- FCA non mesurées,
- FFA non visibles
- VLE 1h: 0.1 f/ml

• Milieu général

- Microscopie électronique à transmission (META)
- $L \geq 5\mu\text{m}$;
- $0,01\mu\text{m} < d < 3 \mu\text{m}$
- $L/d \geq 3$
- FCA non mesurées
- FFA visibles
- VR: 5 f/L

FCA / FFA



- **Conséquences**
 - Très peu (pas) de mesurages disponibles pour ces classes de fibres
 - Etudes toxicologiques et épidémiologiques peu fréquentes
- **Qu'en est il ?**
 - Publication *Dodson AJIM 2003*
 - Expertise collective AFSSET (Saisine Travail / Santé / Environnement)

Influence de la longueur et du diamètre



Coefficient de corrélation entre Logit(p)* et log (nb de particules/mg selon la catégorie granulométrique) (d'après *Stanton et al., 1981*)

Diamètre (µm)	Longueur (µm)		
	≤4	>4-8	>8
>4	-	-0,28	-0,30
>1,5-4	-0,45	-0,24	0,13
>0,25-1,5	0,0	0,45	0,68
≤0,25	0,20	0,63	0,80

*Logit (p) = $\log[p/(1-p)]$, avec p = probabilité de formation de tumeur.

Toxicologie des FCA (1)



Comparaison de la proportion de mésothéliomes observés après injection intra-péritonéale selon la longueur des fibres d'amiante (Davis Br J Exp Pathol 1988)

Dose	% mésothéliome	
	L < 5 μm	L \geq 5 μm
25 mg	> 90 %	> 90 %
2.5 mg	33 %	> 90 %
0.25 mg	-	66 %

Rats, chrysotile canadien

Longueur d'induction des tumeurs plus longues pour les fibres L < 5 μm

Toxicologie des FCA (2)

Toxicité de fibres de crocidolite (longues vs courtes) sur une lignée de macrophages et production H_2O_2 (stress oxydant)

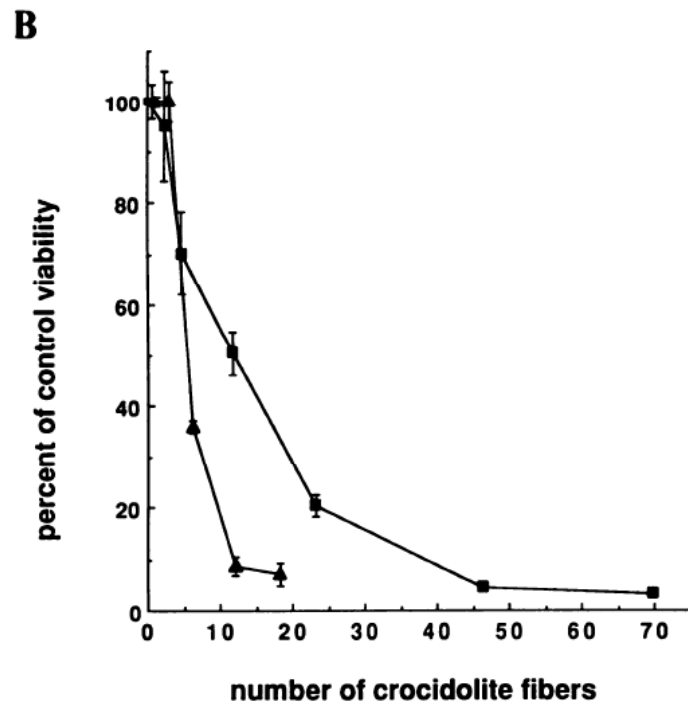


Fig. 1. Dose response of short and long crocidolite asbestos toxicity to elicited macrophages. Thioglycolate-elicited peritoneal macrophages were exposed to various doses of short (■) or long (▲) crocidolite asbestos fibers for 7 h. Viability was determined by using FDA. Points, mean from triplicate cultures; bars, SD. Untreated control cells were $100 \pm 3.2\%$ viable. A, loss of viability due to long or short crocidolite plotted versus μg quantity of crocidolite; B, loss of viability due to long or short crocidolite plotted versus the number of crocidolite fibers ($\times 10^7$) in 5, 10, 25, 50, 100, and 150 μg of long or short crocidolite.

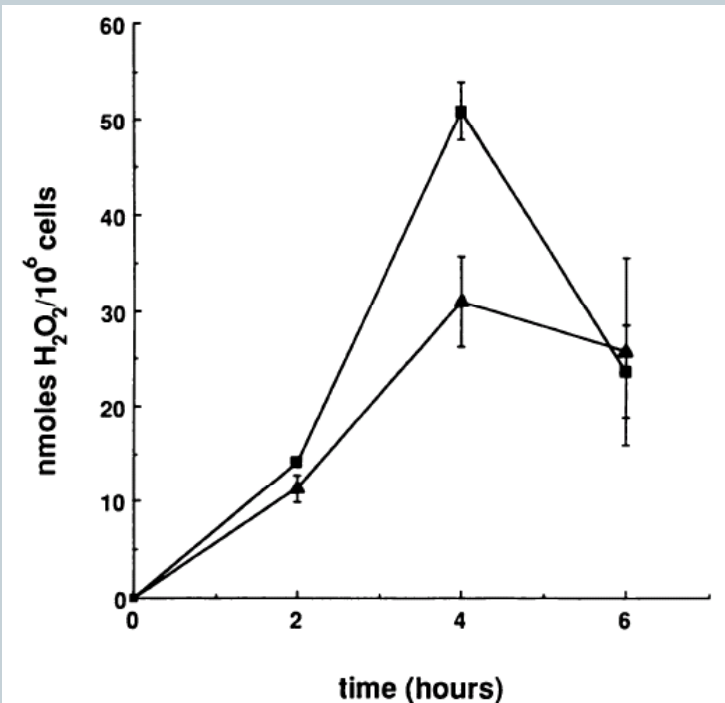


Fig. 4. Time course of H_2O_2 release by elicited macrophages in response to short and long crocidolite asbestos fibers. Thioglycolate-elicited peritoneal macrophages (10^6 cells/35-mm well) were exposed to 180 μg of short crocidolite fibers (■) and 720 μg of long crocidolite fibers (▲) for the times shown. These doses of short and long crocidolite asbestos contain equal numbers of fibers. H_2O_2 was measured by the horseradish peroxidase-dependent, H_2O_2 -mediated oxidation of phenol red. Points, mean from duplicate cultures; bars, SD. No H_2O_2 was detected when macrophages were incubated with short or long crocidolite asbestos in the presence of 0.5 mg/ml catalase.

Limites et inconnues



⊙ Interprétation difficile

- Conditions de préparation et d'analyse des échantillons,
- le nombre d'animaux utilisés dans les protocoles,
- la présence systématique et simultanée de fibres de longueur supérieure à 5 μm et de fibres de longueur inférieure à 5 μm dans les échantillons testés

⊙ Autres propriétés des fibres en lien avec la cancérogénicité

- réactivité de surface,
- composition chimique,
- interaction avec certaines molécules comme les hydrocarbures polycycliques aromatiques
- biopersistance

Données métrologiques



⊙ Environnement général extérieur

- 115 prélèvements réalisés en Ile de France (109 sur la période 1993/1994 correspondant à 5 sites, puis 6 en 1995, LEPI)

⊙ Environnement général intérieur

- 100 prélèvements d'air réalisés également dans un but de diagnostic dans 60 bâtiments de juillet 1998 à fin 2004: flocages (25), calorifugeages (8), faux-plafonds (25), dalles de sol (25), enduits (5), amiante-ciment (12).

⊙ Environnement professionnel

- ⊙ 192 prélèvements IRRST-LEPI, 1990-2007

⊙ META, comptage FCA, FFA et « OMS »

Environnement général: fond de pollution

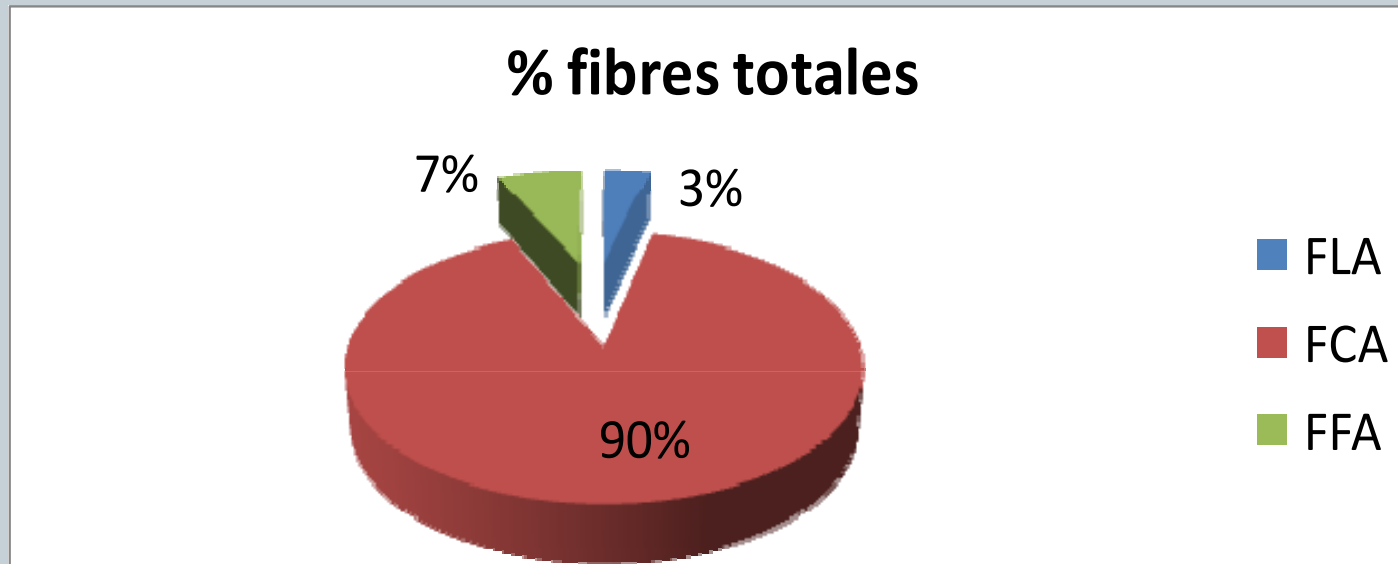


	FRg* (F/L)	FCA** (F/L)	Totalité des fibres (F/L)
moyenne	0,139	0,436	0,574
médiane	0,120	0,320	0,450
écart type	0,062	0,484	0,495
min	0,080	0,080	0,160
max	0,470	2,730	2,980

FCA: 77.7 à 95.9%

FFA: 2.0 à 22.2 %

Environnement général: bâtiments



Niveau FRg [min-max]: **LD à 16,3 f/L**

Niveau FCA [min-max]: **LD à 630 f/L**

Environnement général: bâtiments



Distribution des concentrations en FCA selon le matériau présent à proximité des prélèvements d'air

[C] en FCA (F/L)	Calorifugeage	Amiante ciment	Enduit	Faux-plafond	flocage	dalle de sol
Min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Moy	91,0	0,9	2,4	5,2	20,4	36,2
Med	3,0	0,5	0,9	0,3	1,3	4,8
Max	630,9	3,2	15,1	52,7	391,0	292,4

Environnement général: bâtiments



% de prélèvements ne comptant que des FCA en fonction du matériau à proximité

Matériau présent à proximité des prélèvements d'air	Nb échantillons	Echantillons ne contenant pas d'amiante (%)	% FCA < 100%	% FCA = 100%
Amiante ciment	12	25	8,3	67
Calorifugeage	8	0	62	38
Dalle de sol	25	4	60	36
Enduit	10	10	20	70
Faux-plafond	25	20	32	48
Flocage	25	0	96	4
Total	105	9,5	52	38

Environnement professionnel



Concentrations (médianes, f/L) et proportions de classes de fibres d'amiante par secteurs industriels

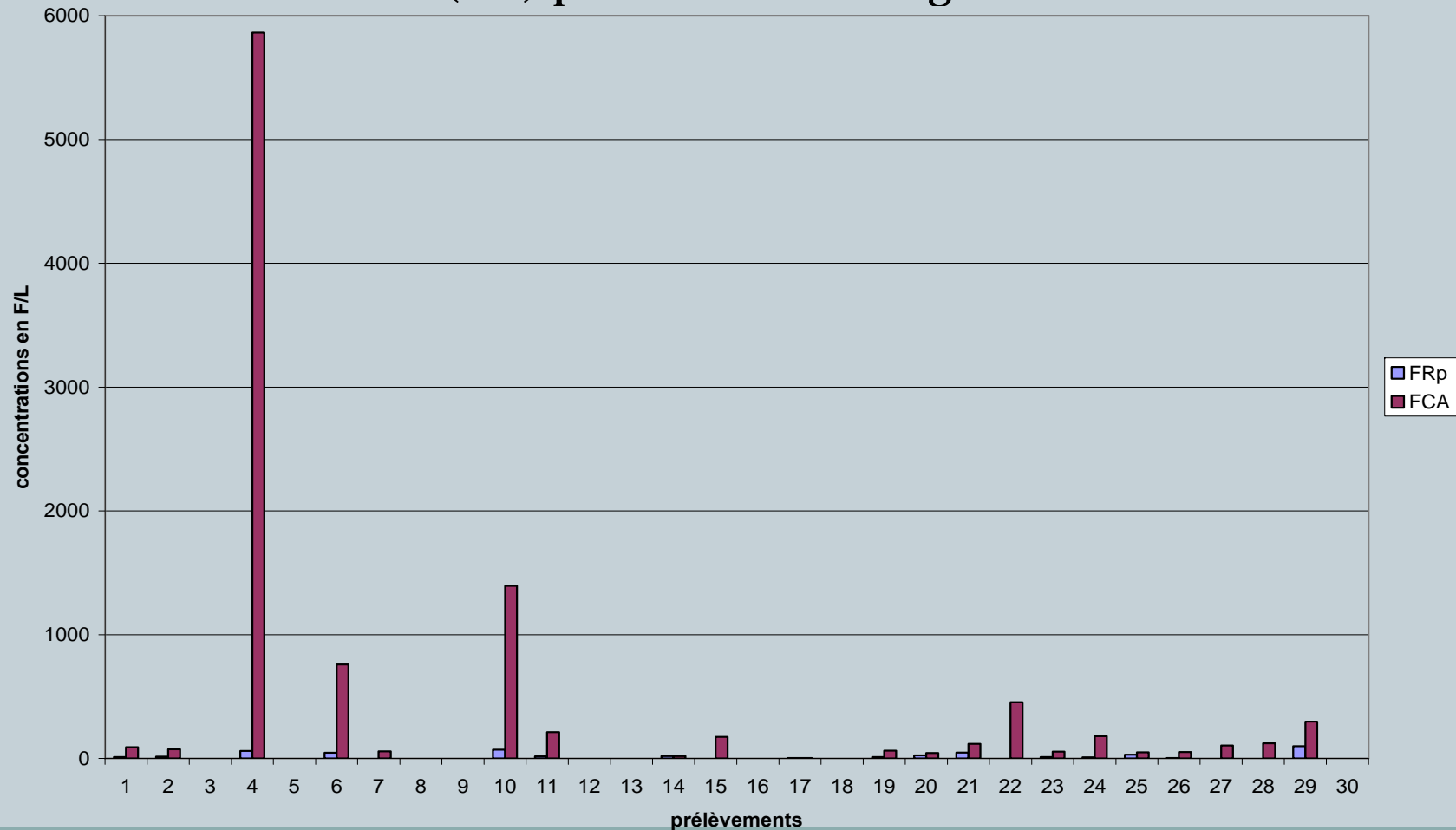
secteurs	FCA	FRP	FFA	total	%FCA	%FRP	%FFA
Asphalte	58480	3723	3013	65216	90	6	5
Enlèvement	269500	4827	7282	281609	96	2	3
Amiante ciment	100027	2375	7453	109855	91	2	7
Freins	81912	3595	2216	87723	93	4	3
Mines	10075	358	323	10756	94	3	3
Recyclage	461852	8497	11472	481821	96	2	2
Textile	12380	1023	864	14267	87	7	6

IRSST-LEPI, 192 prélèvements, 1990-2007

Environnement professionnel: retrait



Concentrations en FCA (f/L) pour une valeur réglementaire < 100 f/L

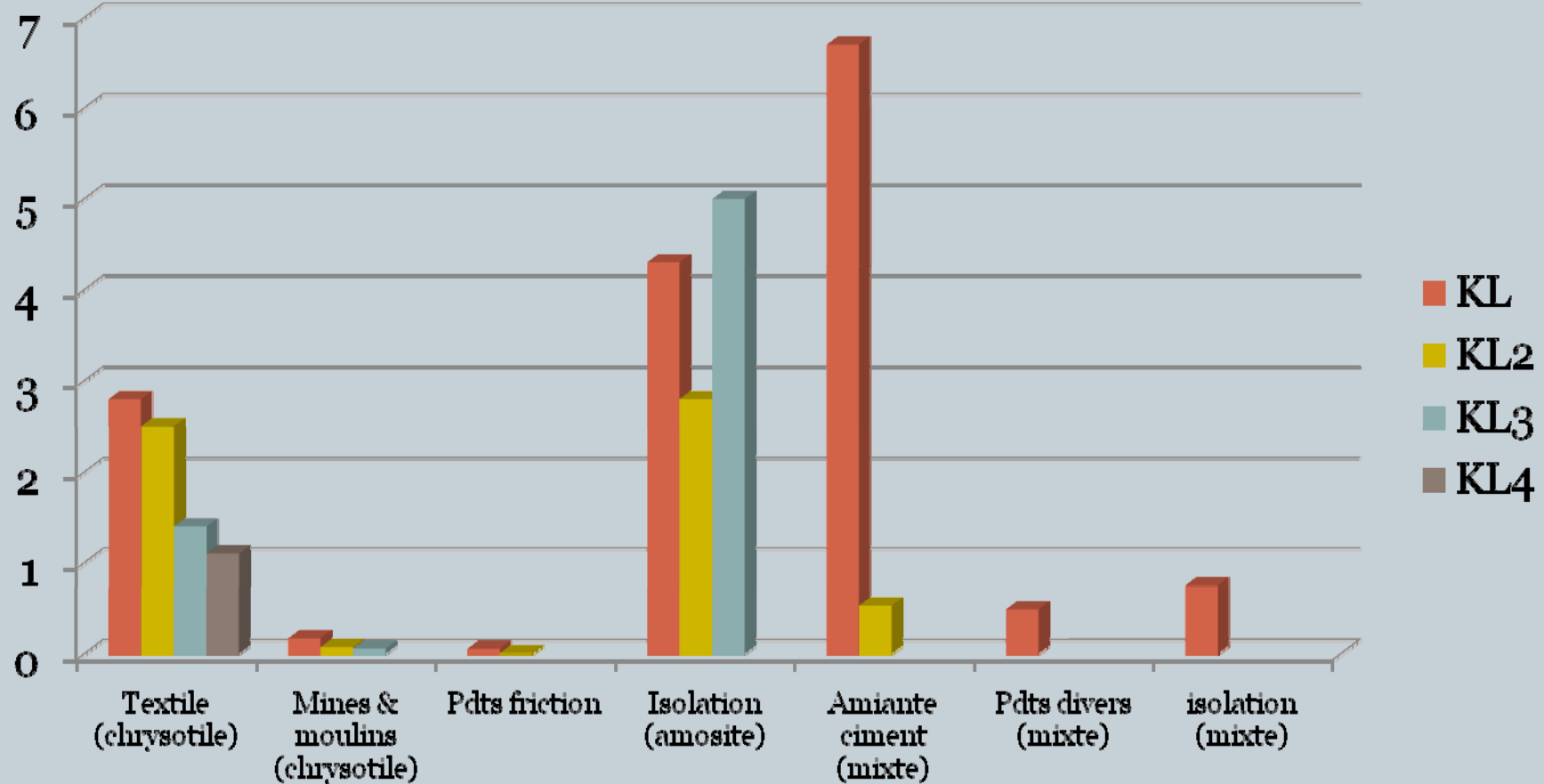


Retrait d'amiante: données sur chantiers (source industrielle)

Données épidémiologiques



Coefficients de pente (K_L , en %) pour la mortalité par cancer bronchique par unité d'exposition cumulée selon les secteurs industriels



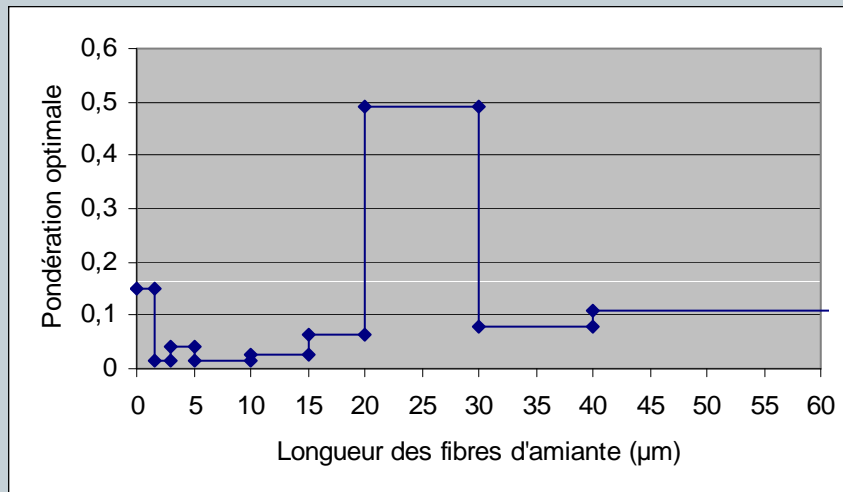
Inserm 1997, Nicholson 1986; Hodgson 2000

Données épidémiologiques (META)

Cohorte industrie textile, 3072 sujets, 1909-1977

Modélisation de la mortalité / longueur

- Pondérations incluant certaines classes de longueur $< 5 \mu\text{m}$



Gilbert et al. 2007

Cohorte industrie textile, 3072 sujets, 1909-1977

Emploi d'une matrice EE basée sur la métrologie (MOCP / META), modèle de Cox

- Meilleure prédiction pour le modèle incluant les données exposition en META / MOCP
- Signification statistique des modèles basés sur les fibres $L < 5 \mu\text{m}$ ou $5 \mu\text{m}$
- Sans supériorité

Stayner et al. 2007

Conclusions



- **Métrologie: META**
 - Seule méthode permettant une identification précise des fibres et un comptage des différentes classes.
- **FFA**
 - cancérogénicité avérée, présente dans certains environnements (professionnels)
- **FCA**
 - Etudes toxicologiques discordantes, certaines étant en faveur d'une toxicité –moindre- mais présente
 - Présence systématique, concentrations parfois importantes voire isolées
 - Indicateurs de dégradation de certains matériaux (dalles)

Principales recommandations



- Révision des méthodes normalisées de métrologie en retenant la META pour tous les milieux
- Révision des seuils réglementaires tant pour l'environnement général que professionnel pour les fibres de longueur supérieure ou égale à 5 μm ;
 - Extension du diagnostic visuel à d'autres matériaux, notamment les dalles de sol amiantées, l'amiante ciment...
 - Inclusion d'une mesure spécifique des FCA pour évaluer la dégradation du matériau avec élaboration d'un seuil réglementaire
 - Evaluation des EPI / FCA

Conclusions de l'expertise

Classes granulométriques d'intérêt?

- ⊙ FFA: potentiel cancérogène avéré
- ⊙ FCA
 - Toxicité non exclue
 - Présence systématique et concentrations élevées
 - Indicateur de dégradation dans les environnements intérieurs

Méthode de mesure : META

- ⊙ Seule méthode permettant une identification précise des fibres d'amiante et le comptage des différentes classes de fibres

Normes actuelles:

- ⊙ Les données épidémiologiques actuelles amènent à reconsidérer la VLEP
- ⊙ Norme pour l'air intérieur: 10 fois au dessus du niveau maximum de pollution (avant l'interdiction de l'amiante)

Principales recommandations

proposition de réviser la réglementation actuelle tant pour l'environnement général que professionnel

- Révision des méthodes normalisées de métrologie en retenant la META pour tous les milieux ;
- Révision des seuils réglementaires tant pour l'environnement général que professionnel pour les fibres de longueur supérieure ou égale à 5 μm ;
- pour l'environnement général:
 - extension, lorsque l'examen visuel réglementaire a diagnostiqué une dégradation du matériau, des mesures d'empoussièrement à tous les matériaux amiantés, notamment les dalles de sol amiantées, l'amiante ciment...
 - inclusion d'une mesure spécifique des FCA pour évaluer la dégradation du matériau avec élaboration d'un seuil réglementaire