

# Protéger le poumon, protéger l'oreille

12<sup>e</sup> Journée recherche de l'Institut inter-universitaire  
de médecine du travail de Paris Ile-de-France  
Paris, 16 mars 2005

*Cette 12<sup>e</sup> Journée recherche organisée par l'Institut inter-universitaire de médecine du travail de Paris Ile-de-France (IIMTPIF) avait pour thèmes la protection du poumon en première partie et la protection de l'oreille en seconde partie*

## Protéger le poumon

Source de vie, l'air est aussi source de dangers : fibres, particules, allergènes, fumées, gaz, virus, microbes... sont des agresseurs potentiels pour les voies respiratoires. L'objectif de cette première partie était de faire le point sur des stratégies complexes existantes pour maîtriser ce risque « invisible » : réseaux de vigilance, dépistage précoce, suivi post-professionnel, bonnes pratiques de prévention.

### RÉSEAUX DE VIGILANCE

#### La place des consultations de pathologie professionnelle

**J. Ameille, IIMTPIF**

J. Ameille a introduit cette journée en exposant le rôle du Réseau national de vigilance des pathologies professionnelles (RNVPP) dans la constitution d'une banque nationale de données sur les pathologies professionnelles, notamment pulmonaires. Le RNVPP, créé en 2001 par la Société française de médecine du travail, avec le soutien de la Caisse nationale de l'Assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS), a pour objectifs une meilleure connaissance pour une meilleure prévention de ces pathologies, ainsi que la mise en place de systèmes d'alerte et de vigilance. Pour les atteindre, un recueil de données est effectué auprès des centres de consultations de pathologie professionnelle selon la méthode suivante : codage, mise en commun et exploitation des données.

Ainsi, les données 2003 pour l'Ile-de-France sont les suivantes : plus de 2 500 cas de pathologies professionnelles, au premier rang desquelles, les pathologies respiratoires (34 %), suivies par les pathologies psychiatriques (19 %), dermatologiques et rhumatologiques. Parmi les pathologies respiratoires, l'asthme est au premier plan (50 %), suivi des pathologies pleurales, des pneumoconioses, des broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO), des cancers broncho-pulmonaires et des mésothéliomes.

J. Ameille prend l'exemple de l'asthme qui, avec plus de 450 cas, représente 17 % de l'ensemble des pathologies professionnelles d'Ile-de-France. La répartition par sexe est équitable, l'âge moyen de développement d'un asthme professionnel est 42 ans. Une co-morbidité est présente dans la plupart des cas (rhinite). La farine est la nuisance la plus souvent imputée, suivie par les produits capillaires, les isocyanates, les aldéhydes et les détergents (ammoniums quaternaires). Les professions les plus concernées sont les boulangers, suivis par les employés de nettoyage et les métiers de la santé.

J. Ameille évoque ensuite l'exemple de l'amiante, dont la responsabilité a été retenue en 2003 en Ile-de-France dans plus de 240 maladies pleurales bénignes (plaques pleurales essentiellement et dans une moindre mesure épaississements de la plèvre et pleurésies), plus de 20 cas d'asbestoses, plus de 20 cas de cancers broncho-pulmonaires, plus de 20 cas de mésothéliomes et quelques cas de BPCO. Les plaques pleurales sont retrouvées dans 90 professions différentes (tôliers, plombiers...). Les données 2003 révèlent par ailleurs plus de 60 cas de pneumoconioses (essentiellement silicoses) et une trentaine de cas de cancers broncho-pulmonaires (pour lesquels les princi-

X. THIBAUT\*,  
C. CORTIN\*

\* Internes de santé  
au travail, INRS,  
Centre de Paris.

 inrs

Documents  
pour le Médecin  
du Travail  
N° 103  
3<sup>e</sup> trimestre 2005

pales nuisances imputées sont l'amiante essentiellement, les rayonnements ionisants, le chrome, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les peintures...).

L'orateur conclut son exposé en soulignant que ce réseau, encore jeune, est perfectible (bordereau, codage, contrôle qualité) et qu'il doit devenir à terme un outil épidémiologique.

### La place des médecins du travail

**D. Choudat, IIMTPIF – G. Faucher, Association de médecine du travail de l'Île-de-France (AMETIF)**

G. Faucher a illustré la multidisciplinarité et la coopération entre les différents acteurs de la santé au travail à travers le cas d'un salarié travaillant dans une imprimerie et présentant une aggravation de son asthme.

G. Faucher suit les salariés de cette imprimerie depuis septembre 2000 et plus particulièrement ce salarié depuis avril 2001. Il s'agit d'un homme de 38 ans en bon état général qui présente un asthme depuis la petite enfance, traité par Bricanyl® et Pulmicort®, bien équilibré en avril 2001. En novembre 2003, il présente une aggravation de son asthme lors des périodes de travail (toux, expectoration, dyspnée). Il ne fume pas. Après l'obtention de son CAP de conducteur offset et typographie en 1985, le salarié a travaillé dans 6 imprimeries différentes de 1985 à 2005, toujours au poste de conducteur offset et typographie. Il est dans cette imprimerie depuis décembre 1999. Il s'agit d'une entreprise moderne de 40 salariés dont 21 en production (12 conducteurs offset, 3 massicotiers, 3 plieuses, 2 papeitiers, 1 façonnier). Le travail est posté en atelier avec une plage horaire de 5 à 21 heures. L'usine est récente avec un atelier d'aspect général propre, rangé. Le stockage des produits dangereux se fait dans un local fermé. Le poste de travail du salarié est un poste offset avec 4 couleurs en ligne. Il existe une aspiration directe sur la machine (c'est la seule machine équipée). L'équipement de protection individuel est composé de gants en nitrile et d'une tenue de travail (veste et pantalon). Les produits utilisés pour le lavage des rouleaux sont des hydrocarbures, des xylènes, du propanol et du méthanol.

Une intervenante de l'AMETIF a réalisé des dosages atmosphériques pour ces produits qui ne révèlent pas de dépassement de valeurs moyennes d'exposition (VME). Un autre produit est utilisé au poste de travail, la poudre anti-maculage à base végétale qui sert à empêcher que les feuilles de papier ne se collent entre-elles et qui favorise le séchage. L'introduction de la poudre se fait par un clapet et la répartition dans la

machine se fait automatiquement. Il existe un empoussièrement au poste de travail avec une fine pellicule de poudre qui recouvre tout et se trouve en suspension dans l'atmosphère.

L'AMETIF donne les conseils de prévention suivants :

→ au niveau collectif, optimiser la ventilation et mettre en place une procédure pour sa maintenance et éventuellement compléter l'étude par une étude de la granulométrie des poussières ;

→ au niveau individuel, recommander au salarié de porter une protection respiratoire adaptée pour la manipulation des produits de lavage des rouleaux ou de la poudre anti-maculage, suivre les recommandations données par les fiches de données de sécurité en fonction de l'exposition des salariés.

Le salarié est ensuite adressé à D. Choudat en consultation de pathologie professionnelle. Des explorations fonctionnelles respiratoires (EFR) mettent en évidence un syndrome restrictif réversible lié à l'activité professionnelle. Le salarié est alors reconnu en maladie professionnelle au titre du tableau n° 66 du régime général. La poudre anti-maculage est composée essentiellement d'amidon de maïs (99 %). Quatre-vingt pourcent des particules qui la composent sont fines et peuvent pénétrer les bronches (diamètre inférieur à 17,4 µm). L'électrophorèse des protéines sanguines montre la présence de protéines de maïs, mais pas d'IgE anti-protéine de maïs. Un bilan allergologique est réalisé : les prick tests avec poudre anti-maculage sont négatifs, les IgE anti-grain de maïs sont négatifs (inférieures à 0,35 kU/L), cependant les IgE *anti-D. pronyssinus* sont fortement positives (100 kU/L). D. Choudat conclut à un asthme avec hyperréactivité bronchique aggravé par les expositions à la poudre anti-maculage chez un imprimeur et il souligne l'intérêt de l'approche multidisciplinaire pour les investigations cliniques et biologiques et pour la mise en place d'une prévention technique afin de limiter les expositions.

#### PROGRAMME DE SURVEILLANCE POST-PROFESSIONNELLE AMIANTE

### Étude expérimentale nationale

**F. Conso, IIMTPIF**

#### Présentation de l'étude

En raison du peu de demandes de suivi post-professionnel amiante auprès des caisses de Sécurité sociale, une décision politique de la Caisse nationale de l'Assurance maladie des travailleurs salariés, du ministère chargé du Travail et du ministère chargé de la Santé a été prise pour tester des pistes de progrès.

Ainsi, une étude a été entreprise dans 4 régions pilotes (Aquitaine, Haute et Basse Normandie, Rhône-Alpes). Elle a pour principaux objectifs de tester et de comparer différentes méthodes de démarche active vers les bénéficiaires de la surveillance post-professionnelle amiante, de mettre en place les recommandations de la conférence de consensus de janvier 1999 concernant les modalités pratiques de cette surveillance, d'évaluer des circuits administratifs, médicaux et médico-sociaux et d'évaluer les résultats du protocole sur une population de 6 000 personnes anciennement exposées. Elle permettra également la validation d'une grille de lecture standardisée de la tomographie thoracique, l'évaluation comparative de la radiographie pulmonaire standard de face et de la tomographie thoracique, l'analyse des relations dose-effet, l'évaluation de l'impact médical des examens radiologiques du thorax, l'évaluation de l'impact social et psychologique du protocole, la mesure des doses d'irradiation délivrées par ces examens tomographiques, le calcul des risques sanitaires. Par ailleurs, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) réalisera une estimation de la dose efficace associée aux examens scanographiques.

### Méthode de l'étude

La phase préparatoire a consisté à élaborer un protocole scientifique unique et à obtenir l'avis favorable du Comité consultatif de protection des personnes dans la recherche biomédicale (CCPPRB, mars 2002) et de la Commission nationale informatique et libertés (CNIL, août 2003-novembre 2004), à mettre en place un comité national de pilotage, un comité scientifique national et dans chaque région de l'étude une structure régionale de coordination, à réaliser les divers documents de travail guides destinés aux médecins traitants et aux pneumologues (plaquettes d'information, questionnaires d'exposition, méthodologie d'exploitation et de cotation des expositions, questionnaires médicaux, grilles de lecture des scanners) et à réaliser une base de données spécifique.

Des actions d'information ont ensuite été menées auprès des professionnels de santé et des assurés. Ces actions étaient différentes selon les régions. Ainsi l'information des professionnels de santé s'est faite par :

- des plaquettes d'information et des affiches en Aquitaine ;
- des réunions d'information destinées aux radiologues, pneumologues et médecins du travail, ainsi que des plaquettes d'information et des articles de presse en Normandie ;
- des réunions d'information, des guides d'information et des courriers en Rhône-Alpes.

L'information des salariés s'est faite respectivement par :

- communiqués de presse, émissions de radio,

campagnes d'affichage dans les CES (centres d'exams de santé) et les CPAM (Caisses primaires d'assurance maladie), courriers et plaquettes d'information (destinés aux bénéficiaires de l'allocation des travailleurs de l'amiante [ATA], aux assurés âgés de 60 à 65 ans, aux pré-retraités ou demandeurs d'emploi de plus de 55 ans possiblement exposés à l'amiante, aux patients des consultations de pathologie professionnelle...) ; par les médecins traitants, les médecins du travail, les associations ;

r= conférences de presse, médias, campagnes d'information en priorité auprès des collectivités professionnelles à risque amiante majeur (plaquettes, affiches auprès des retraités de la CRAM (Caisses régionales d'assurance maladie), des antennes ANPE, des associations de victimes de l'amiante, des consultations de pathologie professionnelle, CES, CPAM), courriers aux allocataires de la cessation anticipée d'activité (2528), message ESOPE<sup>(1)</sup> ;

→ courrier unique envoyé à 33 444 retraités de la CRAM susceptibles d'avoir été en contact avec l'amiante dans leur vie professionnelle, divers points presse, mise en place d'un accueil téléphonique.

Les demandes de prise en charge se sont faites auprès de la CPAM.

L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) a retenu 2 protocoles pour les 45 scanners concernés : protocole mono-coupe et protocole multi-coupes.

L'étude de l'impact psychologique a utilisé d'une part une approche quantitative par questionnaires et d'autre part une approche qualitative par entretiens semi-directifs (voir communication de C. Paris et M. Maurel).

Les structures régionales de coordination d'Aquitaine et de Normandie sont composées des Centres de consultations de pathologie professionnelle (coordination scientifique), des Commissions régionales de médecine du travail, des services de prévention de la CRAM, des Unions régionales des médecins libéraux, des services médicaux de l'assurance maladie, des CPAM et des associations de victimes.

En Rhône-Alpes, la structure se compose de la Direction régionale du service médical (coordination scientifique), du service prévention de la CRAM, de l'Inspection médicale du travail, des CPAM, de l'Union régionale des médecins libéraux, des associations de victimes, des représentants des centres de consultations de pathologie professionnelle.

### Déroulement de l'étude

L'étude s'est déroulée en 5 étapes :

- information des anciens salariés telle que définie ci-dessus ;
- évaluation des expositions par une enquête administrative de la CPAM, complétée par une enquête

(1) message électronique d'information.

technique (Caisse régionale d'assurance maladie Aquitaine [CRAMA] et Université de Bordeaux 2 - Laboratoire santé travail environnement [LSTE] - pour l'Aquitaine ; cellule «EVALEXPO» pour la Normandie ; agents des CPAM et CRAM pour la région Rhône-Alpes) afin de réaliser une estimation des paramètres d'exposition (indice cumulé d'exposition) ;

→ bilan médical avec information spécifique, examen médical initial (spirométrie avec capacité pulmonaire totale, radiographie pulmonaire standard et scanner thoracique), puis suivi médico-social et médical, aboutissant à une synthèse individuelle ;

→ évaluation régionale avec double lecture standardisée des scanners, récupération des paramètres médicaux et médico-sociaux, codage/saisie et analyse statistique aboutissant à une synthèse régionale ;

→ évaluation nationale avec transmission des données au comité scientifique national, analyse et synthèse des données agrégées des 4 régions (analyse des

circuits, analyse des relations dose-effet) aboutissant à des recommandations pour la suite du protocole de surveillance post-professionnelle amiante au niveau national.

### Résultats préliminaires au 1<sup>er</sup> septembre 2004

Le *tableau I* donne le nombre de questionnaires distribués, retournés et inclus par région. Il est à noter qu'à la date du 1<sup>er</sup> septembre 2004, la région Rhône-Alpes est celle où a été distribué le plus grand nombre de questionnaires, mais que c'est en Normandie que les taux de questionnaires retournés et inclus sont les plus importants.

L'évaluation de la répartition des expositions à l'amiante met en évidence que la Normandie est la région où le pourcentage d'exposition forte est le plus élevé (*tableau II*).

Le *tableau III* donne le nombre de bilans médicaux réalisés et le nombre de certificats médicaux descriptifs initiaux pour déclaration en maladie professionnelle.

Au 1<sup>er</sup> septembre 2004, chaque région a son propre rythme de mise en place de l'expérimentation et il y a une importante proportion de prises en charge déléguées avec 10 942 sujets au total, soit 83 % de sujets inclus. Déjà 1 241 bilans complets ont été effectués pour un objectif final de 6 000, et 2 556 scanners réalisés.

L'IRSN a évalué à 2 mSv<sup>(2)</sup> la dose efficace délivrée par un scanner réalisé en protocole mono-coupe, avec un écart type de 0,4 mSv. En protocole multi-coupes, la dose efficace délivrée est évaluée à 3,8 mSv avec un écart type de 1,5 mSv. La dose annuelle moyenne de la population due à l'exposition aux sources naturelles de rayonnement étant de 2,4 mSv, l'IRSN conclut que

TABLEAU I

### Résultats préliminaires (au 1<sup>er</sup> sept. 2004) Questionnaires

	Aquitaine	Normandie	Rhône-Alpes
Questionnaires distribués	1 023	5 307	33 444
Questionnaires retournés	602	3 253	9 175
Questionnaires inclus	440	2 913	7 628
Questionnaire psychologique	-	3 230	-

(2) Sv = Sivert.

TABLEAU II

### Résultats préliminaires (au 1<sup>er</sup> sept. 2004) Répartition des expositions

NIVEAUX D'EXPOSITION	Aquitaine		Normandie		Rhône-Alpes	
	N	%	N	%	N	%
0 — (absence d'exposition)	9	2 %	112	3 %	860	9 %
1 — (exposition faible)	9	2 %	228	7 %	557	6 %
2 — (exposition intermédiaire)	162	37 %	317	10 %	1 451	16 %
3 — (exposition forte)	260	59 %	2 596	80 %	6 177	67 %
Autres					130	2 %

TABLEAU III

### Résultats préliminaires (au 1<sup>er</sup> sept. 2004) Bilans médicaux

	Aquitaine	Normandie	Rhône-Alpes
Bilans complets	1	212	1 000
Bilans en cours	19	602	1 300
Scanners	11	577	1 900
CMI pour DMP*	0	149	60

\* CMI : certificat médical initial pour DMP (déclaration en maladie professionnelle)

l'exposition due au scanner est de l'ordre de celle liée à l'exposition naturelle pendant 0,6 à 2,8 ans.

### Perspectives

F. Conso conclut sa présentation avec les perspectives de l'étude. La fin de l'inclusion de nouveaux dossiers était prévue au 15 janvier 2005. Le bilan des aspects organisationnels est prévu pour septembre 2005 et les conclusions médicales définitives pour l'année 2006.

### L'impact psychologique du suivi post-professionnel

C. Paris, CHU Nancy - M. Maurel CHU Rouen

Un protocole « impact psychologique » a été proposé à toute personne qui a sollicité une surveillance post-professionnelle amiante en Normandie, par l'intermédiaire des CPAM. Il s'agit d'un protocole longitudinal, quantitatif et qualitatif, avec accès aux données médicales. L'objectif recherché est d'évaluer les effets psychologiques de la surveillance post-professionnelle et d'étudier les croyances par rapport à l'amiante. À cette fin, plusieurs question-

naires sont distribués selon le stade de la surveillance post-professionnelle.

Le premier questionnaire, remis à l'inclusion, contient des questions relatives à l'information sur l'amiante, c'est-à-dire au niveau d'information perçu (source d'information et confiance accordée à celle-ci, évaluation des connaissances). Il renseigne également sur l'impact psychologique du dispositif de dépistage. D'autre part, il demande au patient une auto-évaluation du niveau d'exposition et une perception du risque associé à l'amiante et au tabac. Les réponses sont tantôt qualitatives (oui/non), tantôt semi-quantitatives (calcul de score). Le taux de retour est proche de 80 % avec 5 300 réponses.

L'exploitation des 1 000 premiers questionnaires a donné les résultats préliminaires suivants :

→ la population est composée essentiellement d'hommes (> 90 %), dont le niveau d'exposition réel à l'amiante est fort dans 91,5 % des cas, alors qu'est observée une sous-estimation du niveau d'exposition perçu (37 % des hommes perçoivent un niveau d'exposition fort) (*tableau IV*) ;

→ le *tableau V* donne la proportion de fumeurs, ex-fumeurs et non-fumeurs par sexe ;

→ les conséquences psychologiques de la surveillance post-professionnelle sont essentiellement des

### Auto-questionnaires

	Hommes	Femmes	P
	931 (90,5 %)	100 (9,5 %)	
Âge (ans)	63 (8)	58,8 (6,7)	***
<b>Exposition amiante</b>			
Début exposition amiante (années)	1961	1967	***
Durée exposition amiante (ans)	30 (10,3)	17,2 (7,8)	
<b>Niveau d'exposition réel</b>			
Nulle / Faible	36 (3,9 %)	21 (21 %)	***
Intermédiaire	43 (4,6 %)	21 (21 %)	
Fort	851 (91,5 %)	58 (58 %)	
<b>Niveau d'exposition perçu</b>			
Faible	84 (11,6 %)	14 (21,9 %)	0,05
Moyen	373 (51,4 %)	28 (43,8 %)	
Fort	269 (37 %)	22 (34,3 %)	

TABLEAU IV

### Auto-questionnaire

	Hommes	Femmes	P
	931 (90,5 %)	100 (9,5 %)	
<b>Tabagisme</b>			
Non-Fumeur	404 (45,4 %)	81 (83,5 %)	***
Ex-Fumeur	419 (44 %)	9 (9,3 %)	
Fumeur	97 (10,6 %)	7 (7,2 %)	

TABLEAU V



TABLEAU VI

### Résultats position classification questionnaire (PCQ) (questionnaire évaluant le retentissement psychologique du dépistage)

Conséquences psychologiques	Hommes (%)	Femmes (%)	P
Troubles du sommeil	27,6	43	**
Troubles de l'appétit	7,5	4,5	ns
Dépression	11,6	15,2	ns
Peur/panique	4,8	17,8	***
Nervosité	20,3	31,5	*
Stress	19,6	32,2	**
Cacher des choses aux proches	7,3	8,7	ns
Impatience	16,3	11,8	ns
Détachement	6,1	5,5	ns
Difficulté à accomplir les tâches ménagères	17,8	17,2	ns
Difficulté à faire face aux obligations	9,8	5,5	ns
Inquiétude concernant l'avenir	26,2	26,6	ns

TABLEAU VII

### Résultats PCQ

	Hommes		Femmes		P
	931	(90,5 %)	100	(9,5 %)	
<b>Impact psychologique (score)</b>					
Axe somatisation	0,51	(0,85)	0,76	(0,86)	0,009
Axe comportement	0,51	(0,99)	0,46	(0,86)	ns
Axe anxiété	0,65	(0,99)	0,90	(1,15)	0,02

TABLEAU VIII

### Perception du risque selon le sexe

	NON	NSP OU POSSIBLE	OUI	P
<b>Amiante</b>				
Pensez-vous avoir des problèmes de santé/amiante ?				
■ Hommes	133 (14,3)	631 (67,8)	167 (17,9)	**
■ Femmes	26 (26)	63 (63)	11 (11)	
Existe-t-il un risque que vous tombiez maladie/amiante ?				
■ Hommes	12 (1,3)	679 (72,9)	240 (25,8)	***
■ Femmes	7 (7)	75 (75)	18 (18)	
<b>Tabac (*)</b> (*): non fumeurs exclus				
Pensez-vous avoir des problèmes de santé/tabac ?				
■ Hommes	326 (65,1)	138 (27,5)	37 (7,4)	ns
■ Femmes	11 (68,8)	3 (18,8)	2 (12,4)	
Existe-t-il un risque que vous tombiez maladie/tabac ?				
■ Hommes	140 (27,9)	169 (33,7)	192 (38,3)	ns
■ Femmes	7 (43,8)	2 (12,5)	7 (43,7)	

TABLEAU IX

### Impact psychologique : facteurs de risque associés (analyse univariée, score moyen)

VARIABLES	Non : Moy (ét)		Oui : Moy (ét)		P
Malade dans l'entourage	1,53	(2,3)	1,73	(2,4)	ns
Être informé	2,01	(2,7)	1,44	(2)	***
	<b>Faible</b>	<b>Moyen</b>	<b>Fort</b>		
Niveau exposition perçu	0,98 (1,9)	1,46 (2,1)	2,22 (2,7)		***
Niveau exposition réel	1,66 (2,3)	2,81 (2,7)	2 (3)		ns

TABLEAU X

### Impact psychologique selon l'évaluation de l'état de santé (analyse univariée, score moyen)

VARIABLES	Non		Possible		Oui		P
<b>Amiante</b>							
Penser avoir des problèmes de santé	0,33	(0,7)	1,53	(2,2)	3,35	(3)	***
Être à risque de tomber malade	0,50	(1)	1,32	(2)	2,70	(2,9)	*
<b>Tabac</b>							
Penser avoir des problèmes de santé	1,47	(2,1)	2,2	(2,9)	3	(3,1)	0,07
Être à risque de tomber malade	1,5	(2,1)	1,61	(2,5)	2	(2,6)	**

\* p&lt;0,05 \*\* p&lt;0,01 \*\*\* p&lt;0,001

troubles du sommeil, de la nervosité, du stress et une inquiétude concernant l'avenir (*tableaux VI et VII*) ;

→ le *tableau VIII* donne la perception du risque associé à l'amiante et au tabac selon le sexe ;

→ enfin, les *tableaux IX, X, XI, XII et XIII* donnent des scores de l'impact psychologique de la surveillance post-professionnelle en fonction de divers facteurs de risque.

## DÉPISTAGE DU CANCER BRONCHO-PULMONAIRE PRIMITIF

### Le programme de recherche « Dépiscan »

#### A. Flahault, INSERM

Le pronostic du cancer du poumon s'est peu amélioré depuis la seconde guerre mondiale. A. Flahault a présenté un essai que réalise l'INSERM pour évaluer l'intérêt d'un dépistage précoce du cancer du poumon. Les sensibilité, spécificité, accessibilité, coûts, et risques du dépistage doivent être raisonnables. Il s'agit d'un essai randomisé afin d'éviter les biais du dépistage précoce.

#### Méthode de l'étude

L'essai est piloté par l'INSERM (promoteur), un conseil d'administration, un conseil scientifique, un comité directeur, un comité indépendant de sécurité et de suivi, un comité de surveillance des aspects financiers.

La sélection des sujets est réalisée par des médecins généralistes, des médecins du travail, des tabacologues et des pneumologues. Le suivi standard des sujets inclus est réalisé par les médecins généralistes ou par les médecins du travail. Le suivi des nodules > 10 mm ou augmentant de taille ou les nodules incidents est réalisé par des pneumologues, radiologues, chirurgiens ou anatomo-pathologistes accrédités dans chaque région.

Les critères d'inclusion des sujets dans l'étude sont les suivants : avoir fumé plus de 15 cigarettes par jour pendant plus de 30 ans et être âgé de moins de 70 ans à l'inclusion (objectif 40 000 sujets). Pour chaque sujet, des prélèvements biologiques annuels, un scanner hélicoïdal multibarrette faible dose et des radiographies thoraciques face, profil sont réalisés.

Le critère principal de l'étude est la mortalité spécifique à 10 ans.

Les objectifs de GranDepiscan sont de démontrer l'intérêt :

→ du dépistage précoce par scanner dans le cancer du poumon ;

→ d'éviter le dépistage « sauvage », dangereux en l'absence d'une évaluation rigoureuse ;

→ de la biologie moléculaire pour détecter demain les tumeurs précoces.

### Facteurs associés au fait de penser être malade « de l'amiante » (avant dépistage)

Facteurs	OR [IC]
■ Âge	1,03 [1,01-1,05]
■ Niveau d'exposition perçu	
- Faible	1
- Intermédiaire	4,9 [3-7,9]
- Forte	10 [6-16,8]
■ Se dire informé	0,6 [0,5-0,9]
■ Penser être malade du tabac	
- Non	1
- Possible	1,25 [0,8-1,8]
- Oui	2,9 [1,3-6,2]

Régression logistique, ajustement : âge, sexe.

### Facteurs associés au fait de se penser à risque de tomber malade « de l'amiante » (avant dépistage)

Facteurs	OR [IC]
■ Âge	0,97 [0,95-0,99]
■ Auto évaluation de l'exposition à l'amiante	
- Faible	1
- Intermédiaire	7,9 [3,1-20,2]
- Forte	22 [8,5-57]
■ Entourage malade	2,1 [1,4-3,3]
■ « Tout le monde tombe malade »	
- Faux	1
- NSP	1,1 [0,7-1,6]
- Vrai	2,1 [1,4-3,3]

Régression logistique, ajustement : âge, sexe.

### Facteurs associés à un fort retentissement psychologique (avant dépistage)

Facteurs	OR [IC]
■ Âge	0,97 [0,95-0,99]
■ Auto évaluation de l'exposition à l'amiante	
- Faible	1
- Intermédiaire	7,9 [3,1-20,2]
- Forte	22 [8,5-57]
■ « Tout le monde devient malade »	
- Faux	1
- NSP	2,5 [1,4-4,3]
- Vrai	3,4 [2-5,7]
■ « Le cancer, maladie la plus fréquente »	
- Faux	1
- NSP	0,4 [0,2-0,9]
- Vrai	0,3 [0,1-0,6]
■ Se penser malade / amiante	
- Non	1
- NSP	8,4 [2,9-24]
- Oui	23,1 [7,8-68,7]
■ Se penser malade / tabac	
- Non	1
- NSP	1,5 [1-2,4]
- Oui	2,3 [1-5,1]

Ajustement : âge, sexe.

TABLEAU XI

TABLEAU XII

TABLEAU XIII

### Moyens de l'étude

Des appels d'offre ont abouti aux résultats suivants :

→ pour l'imagerie et les prélèvements, 400 centres ont été accrédités (16 barrettes, sécurité, audit, lecture centralisée, respect du protocole) sur le territoire, suivant chacun 100 sujets, avec au moins un jour par semaine réservé pour l'essai. Les sujets passent une radiographie et un scanner à T0 et ils ont un suivi-prise en charge si un nodule suspect est découvert. Les prélèvements sont centrifugés, aliquotés, congelés à -80°C et acheminés à la Bio-Banque avant 15 jours ;

→ pour la lecture et le compte-rendu de l'imagerie, des sociétés spécialisées françaises ou étrangères ont été certifiées ISO 9001/V2000 avec accréditation des radiologues lecteurs. Une double lecture est réalisée avec une 3<sup>e</sup> lecture réalisée par le groupe GranDepiscan en cas de désaccord. Le compte-rendu est rédigé sous 3 jours et saisi dans L'e-CRF ;

→ le monitoring de l'essai a été réalisé par 80 assistants de recherche clinique (certification/norme qualité) ;

→ le système d'information permet l'interconnexion entre les différents acteurs de l'essai (certification/norme qualité) : l'e-CRF (protocoles sécurisés), les fonctions d'aide au monitoring et à la coordination de l'essai, l'accès aux investigateurs (inclusion, randomisation, suivi) et aux sociétés prestataires ;

→ la Bio-banque est privée ou publique, elle assure la réception, le stockage et le traçage des prélèvements, la gestion de la banque et une assurance qualité ;

→ six entreprises privées ou publiques se sont occupées de l'administration et la coordination de l'étude (gestion, sécurité et conformité à l'éthique) ;

→ un audit interne privé ou public est présent sur l'ensemble de l'essai, à la disposition du promoteur et du comité technique directeur de l'essai, pour contrôler la qualité interne de l'ensemble des prestataires sélectionnés.

Le budget prévisionnel est d'environ 167 millions d'euros.

### Résultats préliminaires au 31 décembre 2004 (tableau XIV)

Huit cent trente cinq sujets ont été recrutés dont 70 % d'hommes, l'âge moyen est 58 ans, 33 % sont des anciens fumeurs (1,3 paquets par jour) et 67 % sont des fumeurs actuels (1,1 paquets par jour). Parmi ces sujets, 284 ont passé un scanner qui a retrouvé des nodules non calcifiés dans 48 % des cas (soit 137 sujets, dont 6 présentaient des lésions malignes), alors que les radiographies de thorax réalisées chez 237 sujets n'en ont retrouvé que dans 8 % des cas (19 sujets, dont 1 présentait des lésions malignes).

A. Flahault souligne pour conclure l'exemplarité du projet GranDepiscan qui a une grande ambition dans le domaine de la santé publique en rendant présente la France dans l'évaluation de la stratégie de dépistage du cancer le plus meurtrier (priorité du plan cancer), grâce à une collaboration durable en réseau (public-privé, ville-hôpital, généralistes-spécialistes...).

### La participation des médecins du travail de la Société de médecine du travail de l'Ouest de l'Ile-de France

G. Latscha et C. Tarin, SMTOIF

Les médecins du travail de la SMTOIF ont été contactés par A. Flahault lors de la présentation de la phase pilote de GranDepiscan en octobre 2003. Un groupe de travail a été créé et plusieurs réunions de préparation ont eu lieu. Les premières préoccupations ont été d'ordre éthique pour présenter le scanner et répondre aux questions autour de l'irradiation (1 scanner hélicoïdal à faible dose = 0,6 mSv chez l'homme et 1,1 mSv chez la femme, soit l'équivalent de 2 radiographies de thorax), et pour évaluer le retentissement de l'étude sur la qualité de vie. L'objectif secondaire des médecins du travail dans cette étude est d'apporter une aide au sevrage du tabac.

Les médecins du travail de la SMTOIF ont volontiers participé à cette étude dont l'intérêt en santé au travail est de proposer une population « en bonne santé » et de valoriser la santé au travail auprès des différents interlocuteurs. Cependant, ils notent la difficulté de réaliser une étude sur 10 ans et de recruter en médecine du travail des sujets âgés de plus de 50 ans, fumeurs ou anciens fumeurs.

TABLEAU XIV

### 835 patients inclus à M24 (31 déc. 2004)

#### Résultats préliminaires

Sex-ratio	2,3 (homme = 70 %)	
Age, médiane (min-max)	58 ans (47 - 76)	
Nombre de paquets par jour	1,3 ancien fumeur (33 %) 1,1 fumeur actuel (67 %)	
Durée d'exposition	30 ans	
	Scanner n = 284	Radio n = 237
Nodules non calcifiés	137 sujets (48 %)	19 sujets (8 %)
< 5 mm	61 (21 %)	5 (2 %)
5 - 10 mm	49 (17 %)	8 (3 %)
> 10 mm	27 (10 %)	6 (3 %)
dont : cancers	6 (2,1 %)	1 (0,4 %)
stade IA	1	-
stade IB	2	1
stade III	2	-
stade IV	1	-

Les problèmes juridiques posés par la réalisation des examens ont ensuite été évoqués par les auteurs : réalisation des examens sur le temps de travail ou non ? Quelle couverture en matière d'assurance ? Quel statut pour cette étude, est-ce une étude de santé publique ? De même les aspects pratiques sont envisagés : prise des rendez-vous d'imagerie, interrogations sur leur réalisation (le salarié a-t-il passé son examen ? a-t-il son résultat...?). Enfin, est évoquée la question probablement la plus difficile : « et si les résultats sont anormaux ? ».

En conclusion, l'interactivité avec l'équipe de l'INSERM et son soutien permanent ont été soulignés ainsi que l'intérêt suscité par cette étude.

## FIBRES MINÉRALES ARTIFICIELLES

### Effets respiratoires

Pr. J.-C. Pairon, IIMTPIF

Parmi les fibres minérales artificielles, les fibres vitreuses et silicates sont les plus fréquemment manipulées. Les fibres vitreuses et silicates sont des fibres artificielles inorganiques non-métalliques. J.-C. Pairon prend pour exemples la laine de verre, la laine minérale (roche-laitier) et les fibres céramiques réfractaires.

Entre 1983 et 1996, plusieurs études ont mis en évidence pour chacune de ces fibres une plus grande proportion de pneumoconioses radiologique chez les sujets exposés.

Des études de morbidité concernant la fibrose pleurale bénigne parmi les salariés manipulant les fibres minérales artificielles ont été réalisées. Il est à noter que la plupart des études a utilisé la radiographie de thorax avec classification BIT<sup>(3)</sup>, mais qu'il n'y a pas de données avec scanner thoracique. Il n'a pas été retrouvé d'excès de plaques pleurales chez les ouvriers de production de laine de verre, de laine de roche et de laine de laitier. En revanche, une étude (Lockey et al., 1996) rapporte des plaques pleurales ou une fibrose pleurale diffuse chez des ouvriers de production des fibres céramiques réfractaires (3,1 % chez 652 salariés de 2 usines aux États-Unis au moyen de clichés de face et de 2 incidences obliques). Cette étude transversale note une relation avec la latence depuis le premier emploi en production avec un odds ratio (OR) égal à 9,5 (IC 95% : 1,9-48,2) chez les sujets ayant travaillé plus de 20 ans dans la production, par rapport aux salariés hors production. Des plaques pleurales ont été observées chez 12,5 % (9/72) des sujets avec latence supérieure à 20 ans. D'autre part, l'étude rapporte une relation avec la durée d'emploi dans la production de fibres céramiques

réfractaires avec un OR (emploi dans la production > 20 ans versus salariés hors production) égal à 22,3 (IC 95 % : 3,6-137) et des plaques pleurales présentes chez 26,3 % (5/19) des sujets employés depuis plus de 20 ans. Enfin, l'étude note une relation avec l'exposition cumulée aux fibres céramiques réfractaires. Ces résultats ont été confirmés par un suivi longitudinal des salariés avec des anomalies pleurales retrouvées chez 8 % des ouvriers ayant une latence supérieure à 20 ans et 8,1 % des ouvriers exposés pendant plus de 20 ans et un lien significatif des anomalies pleurales (plaques pleurales, mais absence d'anomalies interstitielles) avec l'exposition cumulée aux fibres céramiques réfractaires. Ces résultats seront à confirmer par scanner thoracique.

Des études de morbidité sur les pathologies respiratoires chroniques non spécifiques chez les ouvriers de production ne rapportent pas d'argument pour un effet de l'exposition aux laines de verre, de roche et de laitier sur la fonction pulmonaire (Expertise collective INSERM, 1999). Toutefois, un effet synergique du tabac et des fibres minérales artificielles est suspecté pour le risque de trouble ventilatoire obstructif chez les ouvriers de production de laine de roche fumeurs (Hansen et al., 1999). Il est à noter qu'il n'y a pas de conclusion possible chez les utilisateurs du fait d'une co-exposition à l'amiante chez la plupart des salariés.

Concernant les fibres céramiques réfractaires, une étude de cohorte américaine chez des salariés de production (Lemasters et al., 1998) a rapporté une diminution des paramètres fonctionnels respiratoires (VEMS, CVF) chez les hommes fumeurs (après ajustement sur l'âge et sur le tabac) et les femmes non-fumeuses. Il y aurait donc un effet promoteur de l'exposition aux fibres céramiques réfractaires par rapport au tabac, différent en fonction du sexe (détérioration des paramètres fonctionnels plus importante chez les femmes). En outre, il existe des arguments en faveur d'une relation dose-effet (relation entre anomalies fonctionnelles et durée d'emploi).

Une étude de cohorte européenne chez des salariés de production (1<sup>re</sup> évaluation transversale en 1987 ; Trethowan et al., 1995 ; Burge et al., 1995) rapporte également une diminution des paramètres fonctionnels respiratoires (VEMS, DEM 25-75) chez les fumeurs (après ajustement sur l'âge, le sexe, le tabac et l'exposition antérieure) et conclut à un effet promoteur de l'exposition cumulée aux fibres céramiques réfractaires par rapport au tabac pour la survenue d'un trouble ventilatoire obstructif. Une nouvelle évaluation transversale des salariés de production réalisée en 1995 (Cowie et al., 2003) observe une diminution de VEMS et CVF liée à l'exposition aux fibres chez les hommes fumeurs. En 1998, Lockey et al. réalisent une étude de cohorte transversale aux États-Unis qui met en évidence une

(3) La classification du Bureau international du travail (BIT) date de 1980 et permet une cotation de la radiographie pulmonaire suivant les images observées.

diminution significative des CV et VEMS chez les salariés de production exposés (plus de 7 ans) comparés aux salariés hors production (après ajustement sur l'âge, le tabagisme en paquets-année, le poids et l'usine). La surveillance longitudinale de ces salariés ne rapporte pas de diminution significative de CV ou VEMS pendant le suivi de 1987 à 1994, ce qui peut s'expliquer par un niveau de production suffisamment maîtrisé.

Dans une étude de cohorte chez des ouvriers de production de laine de roche, Hansel et al. (1999) ne notent pas de différences entre les exposés et les témoins pour VEMS, CVF, DLCO, KCO, mais notent une diminution significative de VEMS/CVF chez les exposés (98,6 %) par rapport aux témoins (101,4 %) ( $p < 0,005$ ). Un trouble ventilatoire obstructif (VEMS/CVF inférieur à 88 %) est retrouvé chez 14,5 % des exposés et 5,3 % des témoins. Dans cette étude, il existe un lien entre trouble ventilatoire obstructif et tabagisme supérieur à 40 paquets-année et une régression logistique multiple a permis de faire le lien entre détérioration de VEMS/CVF et exposition aux fibres minérales artificielles (après ajustement sur l'âge, taille et tabagisme). L'étude ne note pas de différence de fréquence d'asthme, bronchite chronique, toux, expectoration, dyspnée entre exposés et témoins. En revanche, un emphysème est plus fréquemment rapporté chez les exposés (3,8 %) que chez les témoins (0,9 %) (RR : 4,5 % ; IC 95 % : 1-20,6). La régression logistique multiple n'a pas permis de faire l'association entre symptômes respiratoires et exposition aux fibres minérales artificielles.

En conclusion, les informations actuelles concernant l'évaluation de la toxicité des fibres minérales artificielles essentiellement chez les ouvriers de production, dont l'exposition cumulée est généralement faible ( $< 5$  f/ml x années). Il existe un risque d'affections respiratoires bénignes : excès de plaques pleurales (radiographie standard) et d'anomalies de la fonction respiratoire (chez les fumeurs) en relation avec l'exposition aux fibres céramiques réfractaires chez les ouvriers de production, anomalies de la fonction respiratoire (troubles ventilatoires obstructifs

chez les fumeurs) en relation avec l'exposition aux laines de roche chez les ouvriers de production. Il n'y a pas d'étude récente concernant l'évaluation de la fonction respiratoire dans l'industrie de production de laine de verre, ni d'étude récente concernant l'évaluation des anomalies radiologiques ou tomométriques dans l'industrie de production de laines de verre, de roche, de laitier. Une attention particulière est nécessaire vis-à-vis des utilisateurs qui ont ou auront probablement des niveaux d'exposition cumulée supérieurs à ceux des ouvriers de production (en particulier les utilisateurs de fibres céramiques réfractaires). Une démarche d'abaissement des niveaux d'exposition est recommandée.

---

#### PATHOLOGIES INFECTIEUSES PULMONAIRES ÉMERGENTES : CONDUITE À TENIR EN SANTÉ AU TRAVAIL

**A. Leprince, Département « Études  
et assistance médicales », INRS.**

L'objet de cette présentation n'était pas de traiter les maladies infectieuses elles-mêmes, mais de proposer une démarche pour faire face, ou plutôt se préparer à faire face à une maladie infectieuse émergente, en particulier lorsqu'il s'agit d'une maladie transmissible par voie respiratoire.

Depuis une dizaine d'années, l'OMS dans ses rapports successifs sur la santé dans le monde alerte sur la menace que représentent les maladies infectieuses. Conséquence de l'intensification des échanges internationaux, quand une maladie nouvelle comme le syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) apparaît en Chine, « elle est à nos portes ».

Des facteurs sociaux, technologiques et d'environnement, dans le monde entier, facilitent l'émergence de maladies nouvelles et la réémergence de maladies anciennes. « On ne peut pas prévoir quelles nouvelles maladies vont apparaître, et les systèmes de santé publique doivent être préparés à l'inattendu », c'est ce que concluait déjà en 1998 un rapport des Centers for disease control (CDC) sur les maladies infectieuses émergentes. Quelques exemples de maladies infectieuses pulmonaires illustrent bien cette menace : deux maladies virales, le SRAS et la grippe aviaire, faisant planer une menace de pandémie et mobilisant les systèmes de santé publique au niveau mondial ; et la tuberculose, maladie ancienne, qu'on pensait bien contrôlée, avec l'émergence de bacilles multirésistants. On peut y ajouter les menaces de bioterrorisme.

Dans ce contexte, en milieu de travail, il faut se préparer à affronter de nouvelles maladies infectieuses. Pour cela, il est indispensable de développer

#### ENCADRÉ 1

#### Maladies infectieuses émergentes : les principaux sites utiles à consulter

**OMS** : [www.who.int](http://www.who.int)

**CDC** : [www.cdc.gov/ncidod/cid](http://www.cdc.gov/ncidod/cid)

**DGS** : [www.sante.gouv.fr](http://www.sante.gouv.fr)

**InVS** : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)

**INRS** : [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)



des programmes d'évaluation et de maîtrise des risques infectieux dans tous les milieux professionnels susceptibles d'être concernés, et en particulier, dès qu'on soupçonne une transmission interhumaine, dans les milieux de soins. Les acteurs de la santé au travail, et au premier chef les médecins du travail, ont là un rôle important à jouer.

Pour se préparer à affronter une maladie infectieuse émergente, il faut avant tout s'informer et pour cela connaître les sources d'information et assurer une « veille ». Bien souvent, les premières informations sont transmises par les médias de façon alarmante. Il faut donc savoir réagir à toute information médiatisée en consultant les sources officielles, nationales et internationales. Au niveau international, l'OMS a mis en place un système de veille et d'alerte de plus en plus performant, recoupant des informations de sources différentes. Il en est de même des CDC aux Etats-Unis. En France, les alertes, qu'elles proviennent de l'OMS ou de données françaises recueillies par l'Institut de veille sanitaire (InVS), sont relayées par la Direction générale de la santé (DGS), en particulier sur son site Internet. On est volontiers critique en France, pourtant on peut souligner la rapidité de réaction de la DGS, notamment en ce qui concerne le SRAS : l'alerte donnée par l'OMS le 12 mars 2003 était relayée le 13 mars. Pour sa part, l'INRS analyse les données de façon à aider les professionnels de la santé au travail et les entreprises à évaluer les risques professionnels et à adapter les recommandations officielles de santé publique dans le contexte du milieu de travail. Les sites qui peuvent être consultés sont rappelés pour mémoire dans l'*encadré 1*.

Les informations une fois collectées, il faut les analyser pour évaluer les risques en milieu de travail (Où ? Qui ? Quand ? Comment ?) en reconstituant la chaîne épidémiologique, en déduire les mesures de prévention nécessaires, anticiper et organiser la mise en œuvre de ces mesures, et surtout informer, répéter les informations... Et pour cela, continuer à s'informer et adapter la démarche en fonction de l'évolution de la menace. En l'absence de certitude sur les modes de transmission d'une maladie infectieuse grave, des mesures effectives doivent cependant être prises... On est là, dans le domaine de la santé au travail, proche du principe de précaution tel que défini dans le domaine environnemental.

En ce qui concerne les maladies infectieuses pulmonaires, aussi bien dans le cas des alertes au charbon que dans le cas du SRAS, c'est la méconnaissance de la protection respiratoire. Connaître les rôles respectifs et les limites d'utilisation des masques médicaux et des appareils de protection respiratoire est essentiel :

→ le masque médical protège l'entourage de celui

qui le porte et protège celui qui le porte contre les agents transmissibles par voie « goutelettes » ;

→ l'appareil de protection respiratoire jetable protège contre la transmission par voie « aérienne » et par voie « goutelettes ».

Une fiche qui fait le point sur ce sujet, établie conjointement par la DGS<sup>(4)</sup>, l'AFSSAPS<sup>(5)</sup>, la DRT<sup>(6)</sup> et l'INRS a été éditée par l'INRS (référence : Édition INRS ED 4136).

Après un rapide résumé des données disponibles concernant le SRAS et la grippe aviaire, soulignant en particulier la crainte de voir un virus aviaire se réassortir avec un virus humain et provoquer ainsi une pandémie analogue à celle dite de « grippe espagnole » pendant la première guerre mondiale, A. Leprince insiste sur la nécessité de préparer le secteur de soins à affronter de nouvelles maladies infectieuses. En effet, lorsqu'il y a un risque de transmission inter-humaine la protection des soignants est une priorité qui répond à un double objectif de santé au travail et de santé publique : il est crucial de préserver l'intégrité des équipes soignantes face à un risque épidémique sévère dans la population.

## Protéger l'oreille

### PHYSIOPATHOLOGIE DE L'AUDITION - TRANSMISSION DES SONS

**D. Bouccara et O. Sterkers, Hôpital Beaujon,  
AP-HP, Clichy**

#### Le système auditif

L'exposé a débuté par un rappel anatomique de l'organe de l'audition : le système auditif est composé d'un capteur périphérique comprenant l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne et d'un système central d'intégration des informations au niveau cérébral.

#### Oreille externe et moyenne

L'oreille externe et l'oreille moyenne jouent un rôle dans la transmission des informations. L'oreille moyenne est un amplificateur de pression. Elle transmet l'énergie acoustique du tympan à l'oreille interne en réalisant l'adaptation d'impédance entre un milieu aérien et un milieu liquidien.

#### Oreille interne

L'oreille interne est le lieu de la transduction mécano-électrique, c'est l'organe de l'audition et de l'équilibre. Elle est composée de deux organes sensoriels

(4) Direction générale de la santé.

(5) Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé.

(6) Direction des relations du travail.

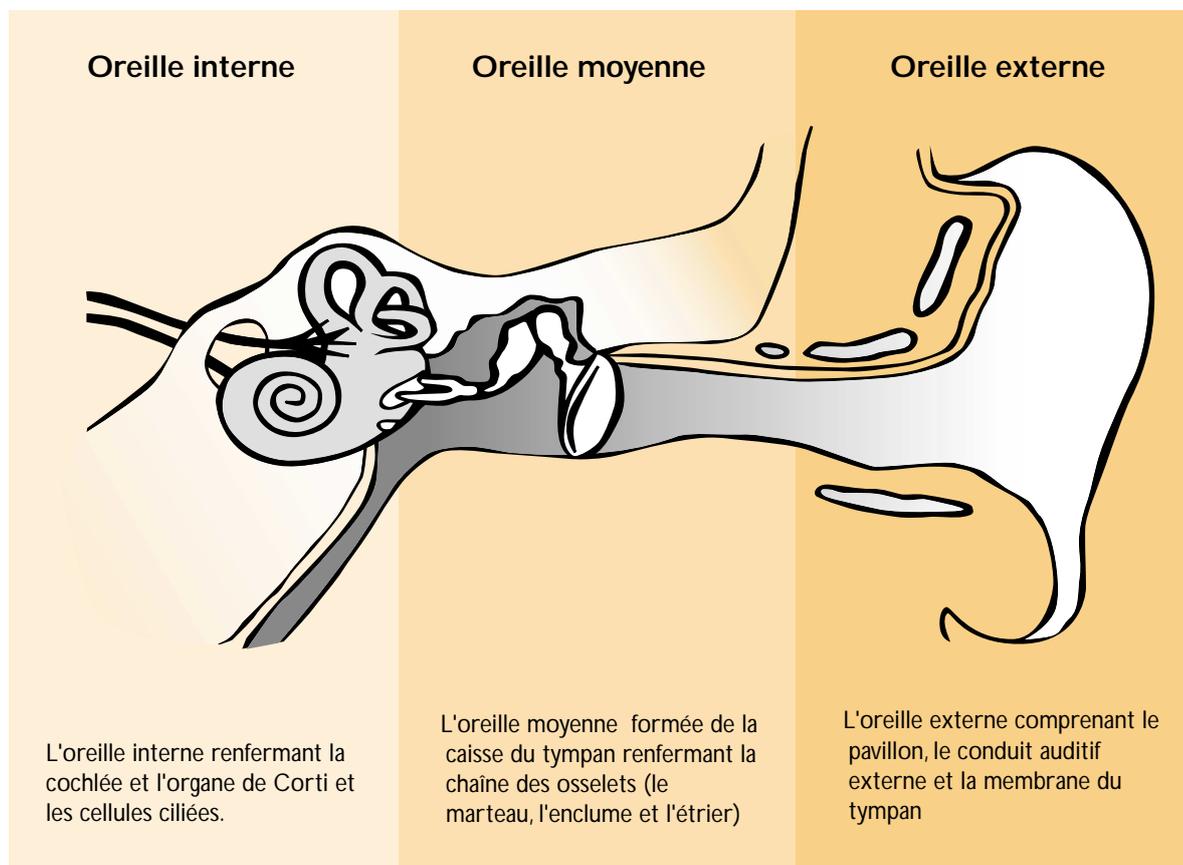


Fig. 1 : Coupe transversale de l'oreille.

distincts : le vestibule, organe de l'équilibration et la cochlée organe de l'audition. Sur une coupe transversale (figure 1) le tube cochléaire apparaît divisé en trois canaux, il s'interrompt au sommet de la cochlée laissant un orifice de communication, l'hélicotroma, entre les rampes vestibulaire et tympanique, lesquelles contiennent de la périlymphe.

La membrane basilaire prolonge la lame osseuse spirale et à son bord externe se fixe à la paroi cochléaire le ligament spiral, très élastique. L'importance fonctionnelle de la membrane basilaire est primordiale, c'est sur elle que repose l'organe de Corti dont les cellules ciliées assurent la transduction de la stimulation mécanique en phénomène bioélectrique.

Il existe environ 100 à 130 cellules/mm<sup>2</sup>. Les cellules internes reposent sur des cellules de soutien qui les entourent complètement sur leurs parois latérales, elles forment une barrière séparant l'endolymphe, dans laquelle plongent les cils des cellules ciliées, de la périlymphe dans laquelle baigne le reste de l'organe de Corti.

Les deux populations cellulaires ont deux fonctions différentes :

→ les cellules ciliées internes (environ 3 500) inter-

viennent dans la genèse d'un potentiel d'action véhiculé par les voies auditives ;

→ les cellules ciliées externes (12 000 à 16 000) jouent un rôle d'amplificateur local grâce à une activité mécanique focalisée.

### Les atteintes du système auditif

Le système auditif est exposé à des traumatismes externes du fait de sa localisation anatomique, les cellules ne se renouvellent pas et sont en nombre limité. Leur nombre diminue donc progressivement. Il y a peu de système protecteur. Il existe une perte auditive naturelle liée à l'âge : la presbycusie.

Les atteintes professionnelles traumatiques de l'oreille peuvent être classées de la façon suivante :

→ les traumatismes sonores aigus : ce sont des altérations auditives provoquées par l'exposition de la cochlée à une pression acoustique excessive, le plus souvent de caractère impulsif, cette exposition étant unique et non habituelle ;

→ les « blasts » résultant de l'exposition à une onde de souffle ;

→ les traumatismes acoustiques résultant d'une

exposition habituelle à des bruits continus ou impulsifs, dont les surdités professionnelles ;

→ les barotraumatismes résultant de l'exposition à une variation lente de la pression ambiante.

En France, un peu plus de 3 millions de salariés sont exposés à des nuisances sonores (enquête SUMER 94<sup>(7)</sup>). La surdité professionnelle n'épargne personne, elle est irréversible et a de multiples conséquences humaines et économiques.

Les bruits supérieurs à 85 dB(A) peuvent entraîner une surdité bilatérale définitive et irréversible, reconnue en maladie professionnelle (tableau n° 42 du régime général de la Sécurité sociale). Les bruits inférieurs à 85 dB(A) peuvent générer une fatigue auditive, de l'agressivité, de la nervosité ainsi que des troubles du sommeil et une hypertension artérielle.

Par ailleurs, en entraînant une fatigue et une diminution de la concentration, le bruit peut être un facteur de diminution de la qualité du travail et d'une augmentation des accidents de travail. Il existe de plus une sensibilité individuelle variable.

Plusieurs types d'atteintes peuvent être observés :

→ effet de souffle, de « blast » en cas d'explosion ; les lésions possibles de la membrane tympanique sont : perforation, saignement des osselets et des fenêtrures communiquant avec l'oreille interne, fistule périlymphatique ;

→ lésions des structures neuro-sensorielles (cellules ciliées et neurones) : cellules ciliées externes, cellules ciliées internes et terminaisons du nerf auditif.

Les traumatismes aigus peuvent provoquer des lésions des deux types cellulaires : atteinte de la première rangée des cellules ciliées externes et destruction des synapses sous les cellules ciliées internes.

Le premier stade de l'atteinte des cellules ciliées externes est représenté par des lésions limitées aux cils. Il existe une désorganisation et une rupture des liens, des cassures, fusions et disparitions ciliaires. La réparation est possible, mais lente (7 à 10 jours).

Le second stade de l'atteinte des cellules ciliées externes est celui de lésions cellulaires plus importantes. En cas d'altération importante du métabolisme, la disparition des cellules ciliées externes est possible.

Au niveau de la synapse, l'excès de bruit provoque un effet excitotoxique.

À la phase aiguë, il y a un gonflement et éclatement du bouton post-synaptique. Une réparation est possible. La répétition des agressions sonores provoque l'entrée massive de calcium, ce qui peut entraîner la mort neuronale.

Les bruits intenses provoquent une dégénérescence puis une destruction des cils des cellules neurosensorielles malgré le réflexe stapédien qui

représente une protection naturelle contre le bruit intense, se déclenche après un temps de latence incompressible et s'épuise rapidement.

Les bruits impulsifs de très forte intensité (150 dB) provoquent des lésions des cellules ciliées et des neurones. Des lésions cochléaires majeures peuvent survenir, avec perte d'étanchéité entre les différents compartiments liquidiens (mélange d'endolymphe et de périlymphe) et abolition de la fonction cochléaire.

Lors d'une exposition habituelle à des bruits continus ou impulsifs (cas de la surdité professionnelle), les lésions des cellules ciliées et des neurones sont plus ou moins étendues en fonction des caractéristiques du bruit en cause, des lésions antérieures et de la susceptibilité individuelle.

Au plan fonctionnel il y a une réversibilité de certaines atteintes, spontanément ou sous l'effet de thérapies par voie générale ou *in situ*. Les expositions répétées, le processus du vieillissement normal et les pathologies associées entraînent des effets cumulatifs. Il y a une latence importante, les lésions intéressant la moitié de la cochlée peuvent être asymptomatiques.

En cas d'atteinte auditive, l'imputabilité de l'exposition au bruit peut être difficile à établir. Les lésions de la cochlée ne sont pas spécifiques, y compris au niveau cellulaire. Les pathologies associées sont fréquentes, d'où l'intérêt d'un dépistage et d'une évaluation précoce dans les situations à risque.

Dans le cadre de l'exploration du système auditif, une audiométrie tonale et vocale, ainsi qu'un audioscan sont utiles. Les otoémissions acoustiques<sup>(8)</sup> permettent l'exploration des cellules ciliées externes.

## LE BRUIT INDUSTRIEL ET SES CONSÉQUENCES

**C. Meyer-Bisch, Except International  
Consultants, Paris**

Le bruit est un phénomène sonore, résultant des vibrations mécaniques du milieu élastique dans lequel il se propage. Sur le plan physique, ce phénomène produit une sensation auditive gênante ou désagréable.

L'audition prend essentiellement en compte deux paramètres des vibrations acoustiques :

→ la fréquence ou nombre de vibrations par seconde (Hertz = Hz) qui définit les sons aigus et graves ;

→ l'intensité ou amplitude de la vibration (décibel = dB) qui définit les sons forts ou faibles.

L'oreille humaine perçoit des fréquences comprises entre 20 Hz (fréquence la plus grave) et 20 000 Hz (fréquence la plus aiguë), mais cette perception varie en intensité en fonction des fréquences.

(7) Selon les résultats de l'enquête SUMER 2003, qui n'étaient pas disponibles au moment de cette manifestation, 3 salariés sur 10 sont exposés à des nuisances sonores (voir dans ce même numéro de la revue, pp. 327-334, « Le bruit au travail en 2003 : une nuisance qui touche 3 salariés sur 10 »).

(8) Les otoémissions sont des ondes sonores émises par l'oreille interne de façon provoquée (par une stimulation sonore). Cet examen permet le dépistage précoce de la surdité qui débute chez l'adulte ou encore après un traumatisme sonore répétitif comme c'est le cas dans certaines professions exposées à des bruits trop fréquents et se caractérisant d'autre part par un nombre de décibels trop élevé.

## Courbe audiométrique de l'oreille humaine

La *figure 2* représente la courbe audiométrique de l'oreille humaine. Elle est constituée d'une courbe inférieure et d'une courbe supérieure.

La courbe inférieure représente la courbe des seuils de perception de l'oreille humaine en parfait état. Pour chaque fréquence, le seuil de perception est différent : les fréquences les mieux perçues (la courbe avoisine le 0 dB) se situent dans la gamme moyenne entre 1 et 3 kHz. C'est aussi dans cette gamme que la dynamique de sensation est la plus grande (de 0 à 130 dB).

La courbe supérieure représente la limite des intensités perceptibles : au-delà, il y a douleur et/ou destruction cellulaire dans l'oreille. La zone conversationnelle définit les sons utilisés pour la communication par la voix humaine : ce n'est que lorsque cette zone est affectée que le handicap auditif apparaît vraiment.

Le niveau sonore est mesuré physiquement en décibels (dB). Pour tenir compte de la subjectivité de l'ouïe humaine, ce niveau est exprimé dans une unité, le décibel A, noté dB(A). A titre d'exemples, une conversation produit environ 50 dB(A) et un marteau-piqueur environ 120 dB(A). Basés sur échelle logarithmique, les décibels ne s'additionnent pas mais se composent. Ainsi la présence de deux sources de 90 dB ne produira pas un niveau sonore de 180 dB mais de 93 dB.

Pour chaque fréquence, le seuil de perception est

différent : les fréquences les mieux perçues se situent dans la gamme moyenne entre 1 et 3 kHz.

Le seuil d'audition pour l'oreille humaine est 0 dB. Le bruit d'une chambre produit 40 dB, celui d'un bureau 50 dB, une conversation 65 dB. Le seuil de la douleur se situe à 120 dB.

## Niveaux sonore et temps

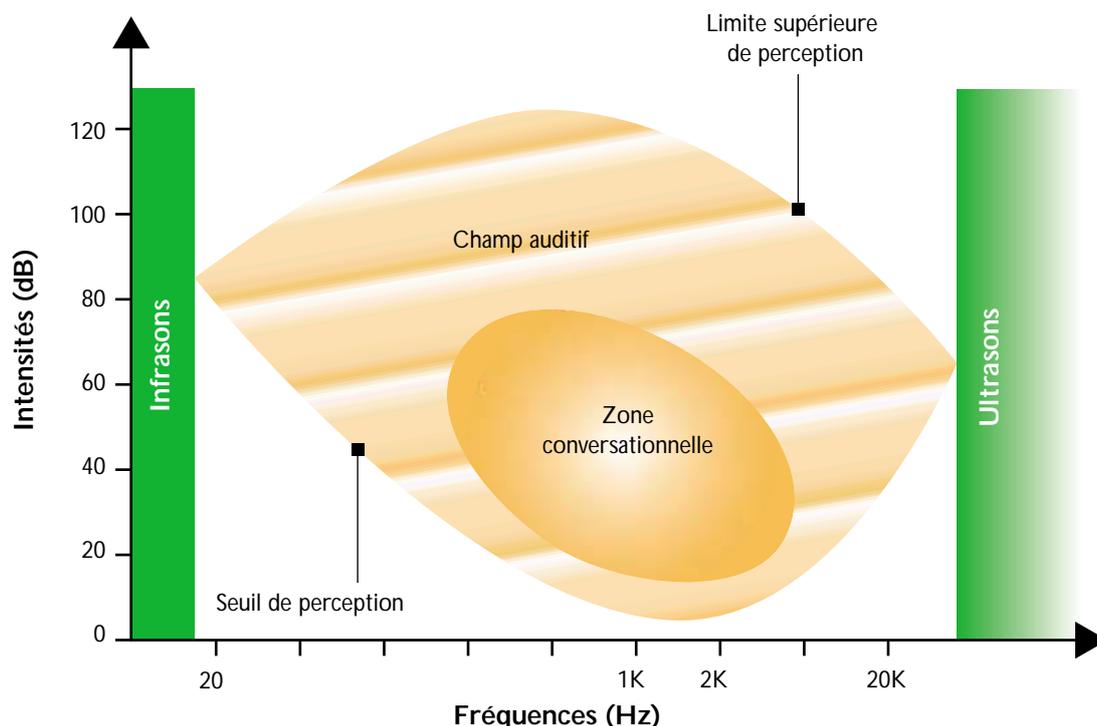
### Niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A, LAeq,T

Durant une période de temps T, le bruit reçu par un travailleur est, en général, fluctuant. Une indication du niveau moyen durant cette période est nécessaire : c'est ce à quoi correspond le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A. Il est égal au niveau du bruit qui possède, durant la période T, la même énergie que le bruit considéré.

### Niveau d'exposition sonore quotidienne, LEX,d

Pour tenir compte des différences d'amplitude des journées de travail et rendre comparable aux seuils réglementaires le bruit reçu durant toute une journée de travail, ce niveau exprime, en dB (A), la valeur de la dose quotidienne du bruit reçu par un travailleur après normalisation du résultat par une durée de référence (fixée par la réglementation à 8 heures).

Fig. 2 - Courbe audiométrique de l'oreille humaine.



### Niveau de pression acoustique de crête

Les bruits créés par des chocs métalliques intenses, ou divers autres événements, sont qualifiés de bruits impulsifs. Dans ce cas le niveau de pression acoustique de crête doit être mesuré.

Le bruit industriel est de moins en moins fréquent et de niveau moins élevé. Il y a 9 millions de travailleurs exposés à plus de 85 dB aux Etats-Unis et entre 1,5 et 2 millions en France. Les secteurs industriels les plus bruyants sont le bois, le textile, la métallurgie (forge, chaudronnerie), l'industrie du verre, du papier-carton, le BTP, la chimie, l'imprimerie, la matériel de transport, les minéraux et l'agriculture ; ces secteurs voient leurs effectifs décroître régulièrement.

### Niveaux maximum admissibles par la Communauté européenne (directive « bruit au travail » [2003])

La directive 2003/10 du 6 février 2003 applicable à partir de 2007 fixe le niveau minimum déclenchant l'action à 80 dBA (notion de LEX,8h). La valeur limite d'exposition est fixé à 87 dBA avec un niveau de crête maximum de 135 dB. Une prévention technique et une prévention médicale avec une audiométrie doivent être effectuées à partir de 80 dB.

### Évolution de l'audition

Les trois facteurs majeurs de surdit e acquises sont les drogues ototoxiques, les surstimulations (traumatismes) acoustiques et le vieillissement (presbyacousie).

Les causes médicamenteuses d'ototoxicit e sont nombreuses : parmi les plus répandues, les diurétiques à fortes doses, l'aspirine quand la prise est supérieure à 4 grammes par jour, les drogues anti-tumorales (cisplatine, carboplatine), les antibiotiques de la famille des aminoglycosides.   côté des médicaments, certains toxiques peuvent être en cause : les solvants aromatiques, le monoxyde de carbone et l'acide cyanhydrique.

Le traumatisme acoustique affecte à la fois les cellules ciliées et les neurones.

Dans la presbyacousie, qui est souvent accélérée par les deux autres facteurs, une perte de cellules sensorielles et de neurones ganglionnaires est également retrouvée.

### La surdit e professionnelle

Elle a été sous-évaluée jusqu'en 1982, année durant laquelle le tableau n  42 des maladies professionnelles du régime général de la Sécurité sociale a été modifié. En 1985 il y avait 1 300 cas reconnus en France.

C'était la première cause de maladies professionnelles reconnues jusqu'en 1996. Actuellement elle est devancée par les troubles musculo-squelettiques. Cela représente un côté de 100 à 130 000 euros par cas reconnu et une pension de 300 à 600 euros par mois.

Jusqu'à présent, environ 800 nouveaux cas étaient reconnus par an. Mais le conférencier, après comparaison des critères de l'ancien tableau et des nouveaux critères exigés dans la colonne désignation des maladies du tableau n  42 après sa modification en septembre 2003, conclut à la probabilité d'évolution de ce chiffre.

### TABLE RONDE : LE BRUIT ET LA SURDITÉ PROFESSIONNELLE

La table ronde a été introduite par les trois exposés rapportés ci-dessous.

### Chronologie d'une mise en place de campagne de sensibilisation des salariés au risque bruit

*M.T. Steunou, Service de santé au travail, RNUR*

La directive européenne «Bruit», applicable en février 2006 préconise :

- l'évaluation de l'exposition et des risques ;
- la formation, l'information des salariés exposés ;
- la mise à disposition des EPI à partir de 80 dB(A).

Les résultats d'une campagne de mesurage (2003-2004), effectuée par dosimétrie dans des groupes d'expositions homogènes, avaient montré un niveau d'exposition quotidienne excédant 80 dB(A) pour une part notable des salariés.

Pour réaliser une campagne de sensibilisation au bruit efficace, un groupe de travail pluridisciplinaire fut constitué regroupant : un responsable du service hygiène industrielle, un médecin du travail, un chef de produit formation, un ergonomiste, un agent condition de travail, un agent de maîtrise.

Plusieurs défis devaient être surmontés : l'importance des effectifs concernés (6 000 personnes), les contraintes organisationnelles découlant de la prédominance du travail à la chaîne.

Le groupe de pilotage a décidé de déployer des formations à plusieurs niveaux. Le premier fut celui de la formation d'« experts bruit », chargés d'assurer la formation de second niveau, celle des agents de maîtrise (plusieurs centaines). Le dernier niveau a été celui de l'information des salariés eux-mêmes, qui

fut réalisé par la maîtrise d'atelier lors des arrêts de chaîne.

## Mesurage de l'exposition des travailleurs au bruit

**L. Thiéry, INRS.**

### Réglementation sur le bruit en milieu professionnel

La réglementation a été élaborée pour agir à 3 niveaux complémentaires : protéger les travailleurs, insonoriser les locaux, réduire le bruit des machines. Elle incite à préserver l'audition, à concevoir silencieux et à acheter moins bruyant.

#### ■ Protéger les travailleurs

L'employeur est tenu de diminuer autant que possible le bruit ambiant des locaux de travail (décret du 21 avril 1988) mais ce n'est pas toujours possible. Afin d'assurer une surveillance du personnel, il est nécessaire d'identifier les salariés soumis à des expositions sonores quotidiennes supérieures à 85 dB(A) ou de pression acoustique de crête supérieure ou égale à 135 dB. Pour cela, des mesures de bruits sont indispensables et permettent d'identifier les postes à risques (art. R. 232-8-1 du Code du travail).

Les mesures de bruit sont effectuées à l'aide d'un sonomètre. C'est un appareil qui doit être régulièrement étalonné. Il est muni d'un microphone et permet de prendre des mesures de bruit au niveau des oreilles des opérateurs et à différents endroits d'un atelier bruyant.

#### ■ Insonoriser les locaux

Il faut insonoriser les locaux susceptibles d'exposer les travailleurs à plus de 85 dB(A) : il doivent être conçus, construits et aménagés pour réduire la réverbération du bruit.

#### ■ Réduire le bruit des machines

Les machines doivent être conçues et construites pour réduire les risques résultant du bruit émis. La notice d'instruction doit indiquer le bruit émis.

#### ■ La directive 2003/10/CE

La transposition de la directive européenne sur le bruit d'octobre 2003 est prévue pour février 2006. Par rapport à la réglementation antérieure, elle introduit deux nouveautés :

1 - abaissement de 5 dB(A) des seuils d'action ;

2 - introduction d'une valeur limite d'exposition à ne jamais dépasser ( $L_{EX,8h} = 87$  dB(A) ou  $L_{pc} = 140$  dB(C)), et qui doit être calculée compte tenu de l'atténuation apportée par le protecteur individuel contre le bruit (PICB).

Il faut préciser que la valeur limite d'exposition ne doit jamais être dépassée. En revanche, les seuils d'actions ont une autre signification : si le seuil est dépassé, l'action est requise.

Les actions requises dépendent des seuils et demandent, en plus de la surveillance audiométrique des travailleurs, de :

- diminuer l'émission des bruits ;
- améliorer l'insonorisation des locaux ;
- isoler les machines bruyantes ;
- baliser les zones bruyantes ;
- mettre en place un programme de réduction des bruits ;
- équiper les salariés de protections individuelles adaptées.

### Les indicateurs d'exposition au bruit

→  **$L_{Aeq,T}$**  : niveau acoustique continu équivalent en dB(A) ; niveau moyen durant la période de mesurage T.

→  **$L_{EX,8h}$**  : niveau d'exposition quotidienne au bruit en dB(A) ; dose de bruit reçue par un travailleur pendant la durée totale de sa journée de travail, normalisée par la durée de référence de 8h.

→  **$L_{pc}$**  : niveau de pression acoustique de crête, en dB(C) ; niveau maximum de la pression acoustique instantanée durant la période de mesurage T.

### Mesurer l'exposition au bruit

La réglementation impose d'identifier tous les travailleurs exposés, d'évaluer de façon représentative l'exposition professionnelle en se conformant à la norme NF S 31-084, «Méthode de mesurage des niveaux d'exposition au bruit en milieu de travail» (norme révisée en 2002).

Les appareils de mesure disponibles couramment en santé au travail sont les exposimètres. Ces appareils autonomes et portés par les travailleurs, facilitent la prise en compte des variations du bruit lors du temps de travail, y compris celles liées à des événements acoustiques.

### Les protecteurs individuels contre le bruit

Différents types de protecteurs sont disponibles (serre-tête, bouchons d'oreille...) et leur choix doit tenir compte du confort autant que de l'affaiblissement acoustique affiché par le distributeur. L'efficacité acoustique réellement procurée à un travailleur par le port d'un bouchon d'oreille n'est pas connue car elle dépend de nombreux facteurs : le protecteur lui-même, la personne, sa façon de s'équiper, le bruit de l'atelier, la durée du port... La formation des travailleurs à l'usage des protections auditives est importante, même si cet usage est le dernier recours parmi les actions de réduction du bruit en milieu professionnel.

## Acoustique des locaux : cas pratiques

M. Hautefort, CRAMIF

Deux cas pratiques sont présentés. Le premier concerne un atelier de fabrication d'enveloppes dans lequel les mesures indiquaient un niveau de bruit compris entre 84 et 92 dB(A). De plus, le local était trop réverbérant, par rapport au critère réglementaire. Ce local a fait l'objet de simulations, réalisées à l'aide du logiciel d'acoustique prévisionnelle de l'INRS, «Ray plus». Elles ont montré qu'en traitant acoustiquement le plafond (mise en place de baffles suspendues) et un mur, l'acoustique de ce local pouvait être fortement améliorée et mise en conformité avec l'exigence réglementaire.

Le second cas concerne des centres d'appels téléphoniques. Une méthode de mesure adaptée aux casques téléphoniques a été mise en œuvre pour permettre d'estimer le bruit reçu sous le casque (usage d'une oreille artificielle et sonométrie du bruit ambiant). Des mesures effectuées dans 5 centres d'appels ont montré que le bruit reçu par les opérateurs sous leur casque pouvait varier de 69 à 92 dB(A), ce qui justifie des mesures de prévention. Elles portent sur les aspects suivants :

- réduire le bruit sous le casque à 85 dB(A) au plus ;
- sachant qu'une émergence de 25 dB(A) est né-

cessaire pour comprendre une conversation, contraindre à réduire le bruit ambiant sur les plateaux des centres d'appels à 60 dB(A) maximum, ce qui impose un traitement acoustique des locaux ;

- informer les salariés des centres d'appels sur le risque bruit ;
- demander une surveillance médicale des salariés des centres d'appels.

## Discussions

La table ronde a permis de répondre essentiellement à trois questions :

→ La première concernait les possibilités de régénération des cellules ciliées. Selon le professeur Bouccara, cette régénération n'est actuellement pas possible mais il existe des espoirs.

→ La seconde concernait les prothèses auditives : quand préconiser le port d'une prothèse auditive ? Celle-ci est proposée à partir d'une perte auditive supérieure à 35 dB HL<sup>(9)</sup> sur la fréquence audiométrique 2000 HZ.

→ Au sujet de la mesure du bruit reçu par les opérateurs d'un centre d'appel, L. Thiéry conseille de faire appel au centre inter-régional de mesure physique de la CRAM car c'est une mesure compliquée techniquement qui demande un matériel très spécifique.

(9) HL : Henning level.