

10ème Congrès Français d'Acoustique

Lyon, 12-16 Avril 2010

Evaluation de la nuisance acoustique professionnelle par analyse collective du déficit auditif

Jean-Claude NORMAND¹, Jean-Claude DUCLOS¹, Amélie MASSARDIER-PILONCHÉRY¹, Léon THIÉRY²

¹ Institut universitaire de médecine du travail - UMRESTTE, Université Claude Bernard Lyon 1. Domaine Rockefeller – 69373 Lyon Cedex 08.

² INRS. Laboratoire Réduction du Bruit au Travail. Rue du Morvan – 54519 Vandœuvre Cedex.

jean-claude.normand@univ-lyon1.fr

Le déficit auditif induit par l'exposition au bruit professionnel reste préoccupant. Pour prévenir ce risque, deux approches sont utilisables : le mesurage des niveaux d'exposition au bruit et le suivi audiométrique des travailleurs exposés. Ces approches ont cependant des limites. Compte tenu des parcours professionnels, il n'est souvent pas possible d'extrapoler à la totalité d'une carrière le résultat de mesures d'exposition au bruit effectuées dans des circonstances spécifiques. Quant à l'interprétation des pertes auditives des travailleurs, elle reste toujours difficile et les effets attribuables à l'âge ou à des facteurs extraprofessionnels s'opposent à une interprétation collective aisée des résultats.

Pour remédier à ces difficultés, des méthodes d'analyse de données audiométriques ont été élaborées pour évaluer le risque collectif, par usine et par atelier :

- dénombrement du pourcentage constaté des atteintes auditives excédant un seuil spécifié,
- analyse sous contrôle de l'effet de l'âge, par classement en zones de « perte auditive moyenne standard » et en stades de « pertes auditives significatives » liées au bruit professionnel.

Le logiciel AudioGT[®] permet de mettre en œuvre ces différentes approches de l'analyse collective du déficit auditif et de caractériser la nocivité sonore des ateliers. Ces méthodes ont été appliquées à plusieurs groupes de travailleurs et les résultats sont discutés en vue de montrer en quoi ce type d'analyse de données médicales peut inciter à la prévention collective du risque lié au bruit professionnel.

1 Introduction

Le problème des pertes d'audition par exposition à des bruits professionnels reste préoccupant. En France, le nombre de surdités professionnelles reconnues au titre de maladies professionnelles dans le régime général de la sécurité sociale, excède 1000 cas par an, cela depuis 4 ans. Ces surdités créent un handicap social grave pour ceux qui sont atteints et entraînent un coût financier supplémentaire pour les entreprises proche de 100 k€ en moyenne par cas (source : CNAMTS, régime général).

Pour prévenir ce risque, plusieurs approches sont possibles et ont été spécifiées par la législation [1]. La première approche s'appuie sur les mesures du niveau d'exposition quotidienne au bruit, conduisant à la comparaison des résultats aux seuils d'action réglementaires puis, en cas de dépassement, à la mise en œuvre d'actions de prévention, en utilisant notamment des moyens techniques de réduction du bruit. La seconde approche concerne la surveillance médicale des travailleurs exposés au bruit et l'interprétation par le médecin du travail des résultats des contrôles audiométriques.

Pour évaluer le risque et inciter les entreprises à des actions de prévention, ces deux approches se heurtent à plusieurs limites. Les mesures d'exposition permettent de classer les postes de travail en fonction du niveau de bruit mais leur usage pour évaluer le risque auditif s'appuie sur les résultats d'études épidémiologiques réalisées dans les années 70, quand les carrières professionnelles des

travailleurs exposés au bruit étaient beaucoup plus stables et continues qu'aujourd'hui. De plus, les mesures sonométriques peuvent ne représenter que très imparfaitement l'exposition de certains travailleurs.

Dans ces conditions, l'analyse des pertes auditives d'un groupe de travailleurs offre une clé supplémentaire pour quantifier l'ampleur du risque lié au bruit dans une entreprise. Toutefois, cette analyse se heurte à des difficultés méthodologiques dès lors qu'il s'agit d'extraire de données médicales individuelles un indicateur du niveau de risque à un plan collectif, tel que celui d'un atelier ou d'une entreprise. Il faut en effet contrôler les facteurs non professionnels susceptibles d'altérer l'audition des personnes, puis faire la part dans les pertes auditives de l'effet de l'âge avant d'estimer un niveau de risque auditif attribuable au bruit professionnel.

Cette évaluation du risque auditif devient possible et aisée avec le logiciel AudioGT[®] mis à disposition des médecins du travail et diffusé par l'INRS [2]. Cet article présente la méthodologie d'évaluation de la nuisance acoustique à partir des pertes auditives constatées dans un groupe de travailleurs et montre l'application de ce logiciel dans des groupes de travailleurs de deux entreprises.

2 Méthodes d'évaluation du risque

Le logiciel AudioGT[®] fournit plusieurs types de résultats, fondés sur trois méthodes différentes d'évaluation du risque auditif. La première consiste à un simple

dénombrement des personnes dont les pertes auditives dépassent un seuil spécifié, les deux autres méthodes contrôlent l'effet de l'âge par le calcul d'indicateurs spécifiques, définis ci-après et nommés respectivement « PAM standard » et « Pertes auditives significatives ».

2.1 Indicateurs simples

Ces indicateurs sont :

- l'indicateur précoce d'alerte, noté D(346) : moyenne arithmétique des pertes auditives aux fréquences 3000, 4000 et 6000 Hz ; cet indicateur est utilisé pour calculer une moyenne ou pour dénombrer les personnes ayant une atteinte $D(346) > 35$ dB.
- l'indice légal du tableau 42 des maladies professionnelles du régime général, noté D(T42) : moyenne arithmétique des pertes auditives aux fréquences 500, 1000, 2000 et 4000 Hz ; cet indicateur est utilisé pour calculer une moyenne ou pour dénombrer les personnes ayant une atteinte D(T42) comprise entre 30 dB et 35 dB ou atteignant le seuil légal, soit $D(T42) > 35$ dB.

2.2 Indicateur de PAM standard

Cet indicateur est basé sur un concept défini dans les années 1990 par des médecins du travail liés à l'Institut universitaire de médecine du travail de Lyon [3, 4, 5]. En considérant l'âge de la personne et sa perte auditive aux fréquences audiométriques 2000 et 4000 Hz, on déduit d'un abaque (Figure 1) la Perte auditive moyenne standard de la personne. Par exemple, une personne de 45 ans ayant une perte moyenne à 2 et 4 kHz de 50 dB, aura une PAM standard de 40 dB.

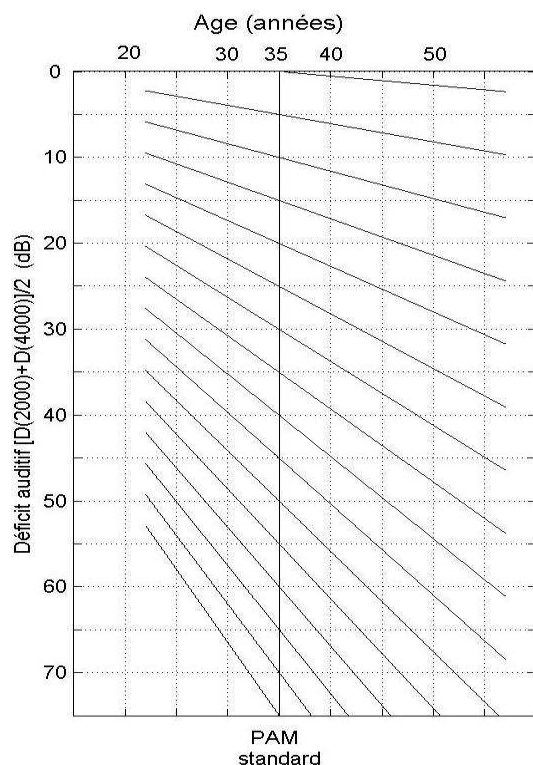


Figure 1 : Abaque de calcul de la PAM standard

Dans un groupe de travailleurs on calcule ensuite la PAM standard moyenne, dont on déduit un classement en 4 zones de risque, selon le tableau 1.

Zone	PAM standard moyenne (dB)	Interprétation
1	de 0 à 10 dB	Normal
2	de 10,1 à 20 dB	Hypoacousie sociale
3	de 20,1 à 29 dB	Nocivité
4	> 29 dB	Nuisance

Tableau 1 : Définition des zones de PAM standard

Par ailleurs, un grand nombre d'ateliers bruyants différents [5] ont été étudiées pour quantifier la PAM standard des travailleurs et mesurer leur niveau d'exposition au bruit. Il en est résulté une estimation d'un niveau de bruit "théorique" à partir de la PAM standard de chaque personne, découlant de la relation suivante :

$$Leq(PAM\ standard) = (PAM\ standard + 43,3) / 0,688.$$

2.3 Indicateur de Perte auditive significative

Cet indicateur fait appel à une population témoin non exposée au bruit professionnel pour contrôler l'effet de l'âge dans les pertes auditives des travailleurs exposés au bruit. La population témoin considérée est celle de la norme NF EN ISO 7029 [6]. Cette norme fournit une description statistique des pertes auditives en fonction de l'âge et du sexe, pour des populations sans antécédents ni pathologies ORL susceptibles d'altérer l'audition. Cette méthode a été développée et validée au Québec [7] : en considérant la perte auditive du travailleur à chaque fréquence audiométrique, la perte est qualifiée de "significativement liée au bruit professionnel" si on peut valider qu'il est improbable qu'elle ne soit liée qu'à son âge. Pour cela, elle doit être supérieure au niveau d'audition des 10 % de personnes les plus atteintes parmi la population témoin, dont les valeurs ont été indiquées sur les tableaux 2a et 2b pour des âges compris entre 20 et 65 ans.

Age moyen (ans)	Hommes					
	Fréquence audiométrique (kHz)					
	0,5	1	2	3	4	6
20	8	8	9	10	11	12
25	8	8	10	11	12	14
30	9	9	11	13	14	16
35	9	10	12	15	18	20
40	11	11	15	19	23	26
45	12	12	17	23	29	33
50	13	14	21	28	36	41
55	15	16	24	35	45	51
60	18	19	29	42	55	62
65	20	22	34	50	66	75

Tableau 2a : Niveaux des pertes auditives atteints par 10 % de la population témoin de sexe masculin (NF EN ISO 7029), utilisés comme seuils pour qualifier de significative la perte auditive d'une personne exposée au bruit professionnel.

La dernière étape consiste à dénombrer les fréquences audiométriques pour lesquelles une perte auditive significative (PAS) a été notée, puis à en déduire un

diagnostic personnel portant sur la gravité de l'atteinte auditive définie par les spécifications du tableau 3.

Age moyen (ans)	Femmes					
	Fréquence audiométrique (kHz)					
	0,5	1	2	3	4	6
20	8	8	9	9	10	11
25	8	8	9	10	11	12
30	9	9	10	11	12	14
35	9	10	11	13	14	17
40	11	11	13	15	17	21
45	12	12	15	18	20	25
50	13	14	18	21	24	31
55	15	16	21	25	29	37
60	18	19	25	30	35	45
65	20	22	29	35	41	53

Tableau 2b : Niveaux des pertes auditives atteints par 10 % de la population témoin de sexe féminin (NF EN ISO 7029), utilisés comme seuils pour qualifier de significative la perte auditive d'une personne exposée au bruit professionnel.

Stade d'atteinte auditive	Nombre de fréquences audiométriques où a été notée une "atteinte significative"
Audition normale compte tenu de l'âge	Aucune
PAS de stade 1	1 ou 2 fréquences
PAS de stade 2	3 fréquences
PAS de stade 3	4 fréquences ou plus

Tableau 3 : Définition des stades d'atteintes auditives significativement liées au bruit professionnel

Dans un groupe de travailleurs on quantifie le risque lié au bruit par le classement des membres entre les différents stades d'atteintes auditives significatives.

3 Application à deux entreprises

Ces méthodes ont été appliquées à des groupes homogènes de travailleurs de deux entreprises de la chimie, de la région Rhône-Alpes, comportant chacune trois ateliers.

3.1 Population

Il s'agit d'une population exclusivement masculine. Ses caractéristiques (moyenne $\pm$ écart type) figurent dans le tableau 4.

	Usine A	Usine B
Effectif	72	85
Âge moyen (années)	31 $\pm$ 10	42 $\pm$ 8
Durée exposition au bruit (années)	5,5 $\pm$ 5,2	14,7 $\pm$ 6,6

Tableau 4 : Caractéristiques des populations des deux entreprises

3.2 Résultats des indicateurs simples

Le tableau 5 indique, par usine et atelier, la valeur moyenne de l'indicateur précoce d'alerte D(346) en dB, puis le nombre de personnes dont l'atteinte auditive D(T42) calculée selon l'indice légal du tableau 42 dépasse le seuil de 30 dB. Dans ces résultats, l'effet de l'âge dans les pertes auditives des personnes n'est pas contrôlé et se confond avec l'effet du bruit.

	D(346) Valeur moyenne (dB)	D(T42) > 30 dB	
		Nombre ¹	%
Usine A	21,6	2/72	3
atelier A1	22,4	0/7	0
atelier A2	16,4	1/7	14
atelier A3	22,0	1/58	2
Usine B	30,0	20/85	23
atelier B1	21,4	0/13	0
atelier B2	36,2	4/14	28
atelier B3	30,5	16/58	28

¹ Nombre de personnes atteintes/Effectif du groupe

Tableau 5 : Pertes auditives constatées dans les deux entreprises, selon deux indicateurs simples.

3.3 Résultats des indicateurs spécifiques

Le tableau 6 indique, par usine et atelier, la valeur moyenne de la PAM standard (en dB) et le pourcentage de population atteinte d'une perte auditive significative de stade 3. Ces indicateurs intègrent un contrôle de l'effet de l'âge dans les pertes auditives. Le résultat est donc interprétable en terme de risque attribuable à l'exposition au bruit professionnel.

	PAM standard Valeur moyenne (dB)	PAS stade 3 (%)
Usine A	24,7	28
atelier A1	20,8	29
atelier A2	22,9	0
atelier A3	25,5	31
Usine B	26,6	46
atelier B1	18,7	31
atelier B2	26,8	57
atelier B3	28,5	47

Tableau 6 : Ampleur du risque auditif attribuable au bruit professionnel

3.4 Estimation de la nuisance sonore des entreprises

Le tableau 7 indique le niveau d'exposition au bruit des travailleurs estimé à partir de la moyenne des valeurs mesurées sur le terrain, ou calculé en appliquant la relation liant le Leq à la PAM standard (cf. paragraphe 2.2).

Niveau de bruit dB(A)	Usine A	Usine B
Valeur moyenne des niveaux mesurés	95	102
Valeur calculée à partir de la PAM standard moyenne	98,8 $\pm$ 11	101,6 $\pm$ 17,2

Tableau 7 : Niveaux de bruit mesurés ou calculés pour les deux entreprises.

3.5 Discussion : ampleur du risque lié au bruit dans ces deux entreprises

Au vu des résultats du tableau 5, le risque auditif est plus élevé dans l'usine B que dans l'usine A. Toutefois, la différence d'âge moyen entre les populations de ces deux entreprises excédant 10 ans (cf. tableau 4), les premiers résultats, issus des indicateurs simples, restent difficiles à interpréter en termes de risque lié au bruit. De plus, dans l'usine A le critère d'atteintes $D(T42) > 30$ dB indiquant 3 % de personnes atteintes, on pourrait considérer ce pourcentage comme négligeable, bien que les atteintes sur l'indicateur précoce d'alerte $D(346)$ s'élevant à 21,6 dB en moyenne font suspecter un risque.

L'intérêt des indicateurs spécifiques, qui intègrent le contrôle de l'effet de l'âge dans les pertes auditives, est donc de permettre de préciser l'interprétation des premiers résultats. Le tableau 6 montre que le risque auditif lié au bruit professionnel est important dans les deux entreprises, même si son ampleur est supérieure dans l'usine B. Dans l'usine A, on a constaté un pourcentage d'atteintes auditives significativement liées au bruit professionnel qui s'élève à 28 % et un classement de la PAM standard moyenne en zone 3, interprétée comme zone de nocivité (cf. tableau 1). Les résultats des divers indicateurs de pertes auditives rendus disponibles par le logiciel AudioGT[®] sont cohérents entre eux. Ils le sont également avec les niveaux de bruit mesurés ou calculés, indiqués au tableau 7.

4 Conclusion

Ces différentes méthodes d'analyse collective du déficit auditif apportent des informations complémentaires. Quand les divers résultats sont cohérents entre eux, ce qui est le cas dans l'analyse des données des deux entreprises examinées ici, ils assurent la validité de la quantification de l'ampleur du risque lié au bruit et rendent plus convaincante l'interprétation des résultats audiométriques que le médecin du travail doit fournir à l'entreprise.

Ces méthodes constituent une aide mise à disposition des médecins du travail. En leur fournissant divers types de résultats, en leur permettant de comparer l'impact auditif des nuisances sonores auxquelles sont exposés différents groupes homogènes d'exposition (ateliers, usines...), en positionnant un individu par rapport à un groupe d'exposition, ils disposent ainsi de moyens pour convaincre les entreprises de réduire le bruit bien avant qu'une surdité profonde ne soit constatée.

Références

- [1] Décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 relatif aux prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit et modifiant le code du travail, *Journal Officiel de la République Française*, 20 juillet 2006.
- [2] Thiéry L., Duclos J.C., Normand J.C., "Le logiciel AudioGT. Intérêt dans la surveillance médicale et la prévention collective des risques dus au bruit", *Documents pour le Médecin du Travail*, INRS (Ed.), TP7, 117, 109-115 (2009).
- [3] Duclos J.C., Normand J.C., "Quarante-cinq ans de bruit : de l'unité mobile audiométrique à l'informatique audiosonométrique", *Arch. Mal. Prof. Env.* 67 (2), 256-257 (2006).
- [4] Normand J.C., Aboukhalil E., Luzy A., Pignat J.C., Duclos J.C., "Audio-B.R.P.: an audio-sonometric software package meeting the French regulations on occupational noise exposure". In : *Proceedings of the 6th International Congress Noise & Man '93*, INRETS (Ed.), Lyon, Actes INRETS N°34 bis, 625-628 (1993).
- [5] Lafon J.C., Duclos J.C., "La surdité professionnelle : méthode pratique d'estimation de la nocivité acoustique d'un atelier et proposition d'un barème d'invalidité", *Bulletin d'audiophonologie*, Besançon, Faculté de médecine et de pharmacie (Ed.), 9 (8), 28 p. (1978).
- [6] Norme NF EN ISO 7029. "Acoustique – Distribution statistique des seuils d'audition en fonction de l'âge", ISO (Ed.), Genève (2000).
- [7] Hétu R., Boudreault V., Fortier P., Lemoine O., Phaneuf R., "Protocole d'enquête audiométrique en usine bruyante", *Cahiers de notes documentaires*, INRS (Ed.) (ND 11640), 128, 407-415 (1987).