



Évaluation du risque lié au bruit par analyse collective d'audiogrammes

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.

jean-claude.normand@univ-lyon1.fr

2. INRS. Laboratoire Réduction du Bruit au Travail. Rue du Morvan – 54519 Vandœuvre Cedex. leon.thiery@inrs.fr

Résumé

Les statistiques de maladies professionnelles montrent qu'on dénombre plus de 1 000 surdités professionnelles reconnues au titre du tableau 42 (régime général) chaque année. Cette tendance persiste depuis plus de 5 ans. Le risque de perte auditive liée au bruit professionnel reste donc d'une ampleur préoccupante. La réglementation impose aux employeurs d'évaluer ce risque et de mettre en œuvre les actions susceptibles de le prévenir, ce qui inclut notamment une surveillance médicale spécifique des travailleurs exposés. On présente ici les moyens mis à disposition des services de santé au travail pour évaluer le risque lié au bruit professionnel, à partir du constat médical de pertes auditives. Après le rappel des limites d'interprétation de données audiométriques individuelles, on présente la méthode AudioGT, ses possibilités de contrôler l'effet de l'âge dans les pertes auditives d'un groupe de travailleurs exposés, et de quantifier le risque attribuable au bruit professionnel parmi un groupe de travailleurs. On illustre l'intérêt de cette méthode par les résultats d'une entreprise comprenant 3 ateliers, dans lesquels le niveau du risque auditif constaté a été quantifié, ce qui fournit au médecin du travail des arguments pour inciter l'entreprise à agir pour réduire ce risque.

Mots-clés : Audition, Bruit, Audiométrie

1 Introduction

Le problème des pertes auditives par exposition à des bruits professionnels reste préoccupant. C'est ce que montrent notamment les statistiques sur le nombre des surdités professionnelles reconnues, qui excède 1 000 par an et ceci depuis plus de 5 ans. Pour prévenir le risque lié au bruit professionnel, la réglementation attribue au médecin du travail un rôle important. Il impose la surveillance audiométrique des travailleurs exposés, qui doit conduire le médecin du travail, au-delà du suivi individuel, à formuler des conclusions utilisables par l'entreprise dans le cadre de l'évaluation du risque bruit. Dans ce but, des moyens lui sont nécessaires pour mettre en évidence la correspondance (ou non) entre l'évaluation des niveaux de bruit et l'ampleur des pertes auditives dans l'entreprise, pour fournir une information collective non nominative sur la gravité des pertes auditives, pour disposer d'arguments incitant l'entreprise à mettre en œuvre des actions de prévention collective du risque lié au bruit.

C'est ce que permet la méthode AudioGT. Elle met à disposition du médecin du travail des indicateurs de prévention, comme l'indicateur précoce d'alerte (IPA), ou de reconnaissance comme l'indice légal du 42^{ème} tableau. En plus du suivi individuel, cette méthode fournit une analyse collective, basée sur la perte auditive moyenne (PAM) et sur la perte auditive



significative (PAS), indicateurs reflétant la nuisance acoustique d'un atelier et qui fournissent des résultats utiles à la prévention collective.

2 Surveillance audiométrique des travailleurs exposés aux bruits

2.1 Le cadre réglementaire

Quand les travailleurs sont exposés à des niveaux de bruit $L_{EX,8h} > 85$ dB(A) ou $L_{p,C,crête} > 137$ dB(C), ils bénéficient d'une surveillance médicale renforcée [1], spécifiée par les articles R. 4435-1 à R. 4435-5 du code du travail. Ce dernier article renvoie à un arrêté pour fixer les modalités des examens audiométriques. L'arrêté en vigueur [2], du 31 janvier 1989, en définit les conditions, la périodicité, la nature. Il mentionne en outre plusieurs moyens d'interprétation des résultats, tant au plan individuel que collectif. Au plan individuel, la possibilité de comparer les pertes auditives d'une personne à des données statistiques normalisées et l'intérêt d'utiliser l'indicateur précoce d'alerte y sont rappelés. Au plan collectif, cet arrêté mentionne explicitement que « *le médecin est tenu de donner des renseignements quantifiés de caractère collectif, afin de permettre l'amélioration de la prévention ou le renforcement des mesures d'hygiène* ». On examine ci-après de quels moyens disposent les médecins du travail pour mettre en œuvre de ces dispositions réglementaires.

2.2 L'interprétation des résultats au plan individuel

Au plan individuel il est devenu habituel d'accompagner un audiogramme des indices qui en découlent : l'indice D(T42) qui reprend la formule du tableau 42, l'indicateur précoce d'alerte D(346). En notant D(500) la perte audiométrique mesurée à 500 Hz, ces indices de base sont donnés par les relations suivantes :

$$D(T42) = [D(500) + D(1000) + D(2000) + D(4000)] / 4$$
$$D(346) = [D(3000) + D(4000) + D(6000)] / 3$$

Si la personne peut être suivie durant une longue période, la comparaison de ses audiogrammes successifs montre l'aggravation dans le temps des pertes auditives. Cette information est très utile. Mais parfois, la comparaison des différents audiogrammes d'une personne se heurte à des difficultés. L'aggravation des pertes auditives peut être imperceptible si l'écart de temps est trop réduit ; il peut y avoir une amélioration apparente, liée à plusieurs facteurs (imprécision des mesures audiométriques, degré de vigilance et soin dans la conduite de l'examen, habitude à l'examen, etc.). De plus, il est généralement admis que l'aggravation est importante au tout début de l'exposition professionnelle, se ralentit ensuite mais croît à nouveau après 50 ans.

L'effet de l'âge est un facteur qui explique aussi une part des pertes auditives. Au plan individuel, il est impossible de distinguer dans l'audiogramme d'une personne, ce qui serait lié à son âge de ce qui serait lié à l'exposition au bruit professionnel. Par contre, il est possible de comparer l'audiogramme de la personne avec des données normalisées, qui décrivent de façon statistique les pertes auditives d'une population témoin de même âge et sexe, non exposée à des bruits professionnels. Cette comparaison s'effectue avec les données de la norme NF ISO 7029 [3], en considérant les niveaux d'audition prévisibles pour deux quantiles de population (la médiane et le quantile 0,10).

Il y a donc déjà trois étapes d'analyse d'un audiogramme : calcul des indices, recherche d'une aggravation dans le temps, comparaison aux pertes auditives d'une population témoin. Ces étapes sont indispensables lors du suivi médical individuel. Mais comment prendre en compte les résultats individuels pour évaluer le risque lié au bruit dans un groupe de travailleurs exposés et inciter à réduire ce risque ?



2.3 Analyser les résultats au plan collectif

2.3.1 Notion de groupe

L'évaluation d'un risque au plan collectif demande en premier lieu de définir le collectif considéré. En effet, un groupe doit avoir un effectif « suffisant » pour garantir la fiabilité du résultat. Ensuite, il peut être judicieux de constituer différents groupes au sein d'une même entreprise, en vue de comparer le risque auditif entre les personnes de différents ateliers, métiers, ou groupes d'exposition homogènes. A titre indicatif, on mentionnera que plusieurs dizaines de personnes sont nécessaires pour qu'un groupe ait un effectif « suffisant ».

2.3.2 Indicateurs de base

Dès lors qu'un groupe de travailleurs a été constitué, on résume les pertes auditives du groupe via l'indicateur précoce d'alerte D(346) et l'indice légal D(T42).

Les résultats du groupe sont exprimés par la moyenne des pertes selon ces indicateurs, et par le nombre de personnes dont les pertes auditives dépassent 30 ou 35 dB. Prendre le critère légal ($DT42 > 35$ dB) est possible, mais il est insuffisant pour prévenir l'apparition d'une surdité. Un indicateur plus sensible est basé sur le seuil de 30 dB et le critère D(346).

2.3.3 Les insuffisances des indicateurs de base

Ces indicateurs de base ont l'avantage d'être simples à utiliser. Par contre, le groupe de travailleurs peut être hétérogène en âge, et certaines personnes peuvent présenter des pertes auditives liées à divers autres facteurs que le bruit professionnel. Dans ces conditions, la présence de ces facteurs de confusion ne permet pas d'évaluer le risque attribuable au seul effet du bruit professionnel.

2.4 Quantifier la nocivité acoustique d'un atelier

Pour étudier la perte auditive résultant de l'action mécanique du bruit sur l'oreille interne, deux moyens sont disponibles : la mesure physique du niveau de bruit (par sonométrie ou dosimétrie), la mesure audiométrique statistique. L'étude du déficit audiologique permet de pallier la difficulté d'établir un parallèle entre les niveaux de bruit et leur nocivité. Cette difficulté provient de la grande variabilité des énergies acoustiques durant le temps de travail, des limites de la métrologie du bruit par exemple en présence de bruits impulsionnels, et de l'impossibilité de disposer d'indicateurs métrologiques reflétant l'exposition durant une carrière professionnelle étendue sur de multiples années.

Quand il s'agit d'analyser les pertes auditives en vue de quantifier la nuisance acoustique que subissent les travailleurs d'un atelier, une difficulté majeure surgit. Elle résulte de la grande disparité des âges et des durées de travail, qui sont des facteurs reconnus comme expliquant en partie les pertes auditives. Sans contrôle de ces facteurs, il est impossible d'estimer, au vu des pertes auditives décelées dans ce groupe, la nocivité effective de leur atelier.

2.4.1 La méthode AudioGT de contrôle de l'effet de l'âge

Pour contrôler l'effet de l'âge dans les pertes auditives des travailleurs exposés au bruit, la méthode AudioGT [4] propose deux approches complémentaires : la perte auditive moyenne standard (PAM) et la perte auditive significative (PAS).

Ces approches sont d'autant plus fiables que l'effectif du groupe des travailleurs est élevé, ce qui reste nécessaire pour limiter l'effet d'erreurs d'estimations liées aux différences entre membres du groupe sur l'âge, la durée inégale de présence au bruit, la présence de pathologies indépendantes du bruit professionnel mais élevant le seuil moyen de l'audition.

Ci-après, on résume les deux méthodes de contrôle de l'effet de l'âge disponibles par la méthode AudioGT (voir réf [5] une présentation plus détaillée de ces méthodes).



2.4.2 La PAM standard

Cet indicateur est basé sur un concept défini dans les années 1980, par des médecins du travail liés à l'Institut universitaire de médecine du travail de Lyon [6, 7, 8, 9].

La grande variabilité de la durée du travail en fonction de l'âge, rend difficile le maniement simultané de ces deux variables. Le facteur âge est maîtrisé en constatant que la perte auditive évolue statistiquement de façon régulière, si l'on considère les fréquences 2 000 et 4 000 Hz. On prend comme référence un âge théorique de 35 ans. Les valeurs de la perte à 2 000 et 4 000 Hz sont ramenées à ce qu'elles seraient ou étaient lorsque le sujet aura ou avait 35 ans pour exprimer la perte auditive moyenne (PAM) standard de la personne.

Pour un groupe de travailleurs exposés, par exemple ceux d'un atelier, on calcule la valeur moyenne des PAM standard des membres du groupe. On en déduit un classement en 4 zones de risque, ce qui fournit une estimation de la nocivité auditive de l'atelier considéré.

Par ailleurs, un grand nombre d'ateliers bruyants différents [9] a été étudié pour quantifier la PAM standard des travailleurs et mesurer leur niveau d'exposition au bruit. Il en résulte une estimation d'un niveau de bruit "théorique" à partir de la PAM standard de chaque personne, découlant de la relation suivante :

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

2.4.3 Les PAS

Cet indicateur utilise la population témoin (non exposée au bruit professionnel) de la norme NF EN ISO 7029 [3]. Cette norme fournit la distribution statistique des seuils d'audition en fonction de l'âge et du sexe, pour des populations sans pathologie susceptible d'altérer l'audition. Cette méthode a été développée et validée au Québec [10].

Pour chaque fréquence audiométrique de 500 à 6 000 Hz, la perte est qualifiée de « significativement liée au bruit professionnel » si, en l'absence de facteur de confusion, elle est supérieure au quantile 0,10 de la distribution, et donc s'il est improbable qu'elle ne soit liée qu'à l'âge. Ensuite, on dénombre les fréquences audiométriques avec « perte auditive significative », puis on classe l'atteinte auditive parmi 4 stades de gravité [4].

Dans un groupe de travailleurs, le risque lié au bruit est indiqué par répartition des sujets entre les différents stades d'atteinte auditive significative.

2.4.4 Intérêts pour le médecin du travail

La méthode AudioGT valorise le rôle de conseil du médecin du travail, en lui donnant des arguments pour devenir dans l'entreprise un acteur essentiel pour déclencher les actions de prévention de la nuisance sonore. Elle permet sur le plan individuel, le suivi et l'information des travailleurs de l'embauche jusqu'à la retraite, le contrôle éventuel de l'efficacité d'une protection auditive individuelle. Sur le plan collectif, elle permet de dresser un état auditif du groupe faisant la part des divers facteurs susceptibles d'altérer l'audition. Le résultat individuel peut être comparé au résultat du groupe, et si une différence apparaît, ceci incite à identifier son origine : présence d'une pathologie sous-jacente, exposition à une source de bruit méconnue (professionnelle ou non), début de sénescence auditive. Quand une entreprise bruyante est de taille suffisante, il est possible de comparer la nuisance acoustique entre ateliers et d'en déduire un ordre de priorité à accorder aux actions de prévention.

Enfin, pour les secteurs professionnels exposés à un risque auditif qui n'est que suspecté, la méthode AudioGT permet d'envisager la participation à des études épidémiologiques multicentriques. Elle offre une possibilité d'exportation de données audiométriques, en garantissant l'anonymat pour les personnes et pour les entreprises concernées.



3 Application en entreprise

Cette méthode a été appliquée à des groupes homogènes de travailleurs d'une entreprise de la chimie de la région Rhône-Alpes, comportant trois ateliers.

3.1 Population

Il s'agit d'une population masculine (85 sujets), d'âge moyen 42 ± 8 ans, et de durée moyenne d'exposition au bruit 15 ± 7 ans. Les travailleurs des 3 ateliers ont des âges moyens (44, 45 et 41 ans) et des durées d'exposition au bruit (17, 15 et 14 ans), légèrement différents.

3.2 Résultats des indicateurs simples

Le tableau I indique par atelier, la valeur moyenne de l'indicateur précoce d'alerte D(346) et le nombre de travailleurs dont l'atteinte auditive D(T42) dépasse le seuil de 30 dB. Dans ces résultats, l'effet de l'âge sur les pertes auditives n'est pas contrôlé et se confond avec l'effet du bruit.

	Effectif total	Indicateur D(346) : moyenne (dB)	Indicateur D(T42) > 30 dB	
			Effectif atteint	% d'atteintes
Usine	85	30,0	20	23
atelier 1	13	21,4	0	0
atelier 2	14	36,2	4	28
atelier 3	58	30,5	16	28

Tableau I. Pertes auditives constatées dans l'entreprise, selon deux indicateurs simples.

3.3 Résultats des indicateurs spécifiques

Le tableau II indique par atelier la valeur moyenne de la PAM standard et le pourcentage de sujets atteints d'une « perte auditive significative » de stade 3, le plus grave. Le résultat est donc interprétable en termes de risque attribuable à l'exposition au bruit professionnel.

	PAM standard : moyenne (dB)	PAS de stade 3 (%)
Usine	26,6	46
atelier 1	18,7	31
atelier 2	26,8	57
atelier 3	28,5	47

Tableau II. Ampleur du risque auditif attribuable au bruit professionnel

3.4 Estimation de la nuisance sonore de l'entreprise

Le niveau d'exposition au bruit des travailleurs, estimé par la moyenne des valeurs mesurées sur le terrain est de 102 dB(A). Lorsqu'il est calculé à partir de la PAM standard, en appliquant la relation indiquée en 2.4.2, sa valeur s'élève à 101,6 dB(A).

3.5 Discussion : ampleur du risque lié au bruit dans l'entreprise

Les résultats du tableau I, issus des indicateurs simples, montrent clairement la présence d'atteintes auditives dans cette usine. Le pourcentage de personnes dont la perte auditive approche le critère du tableau 42 est très élevé (28 %) dans les ateliers 2 et 3, et nul dans l'atelier 1. Par contre, l'indicateur précoce d'alerte montre la présence d'atteintes auditives dans l'atelier 1, même si elles sont plus modérées que dans les deux autres ateliers. Ces premiers résultats restent difficiles à interpréter en termes de risque lié au bruit.



Examinons ensuite les résultats du tableau II, obtenus après contrôle de l'effet de l'âge dans les pertes auditives. Ils montrent un risque auditif lié au bruit professionnel important dans cette usine. Globalement on constate que 46 % des personnes ont des pertes auditives significativement liées au bruit professionnel ; avec l'indicateur de la PAM standard moyenne, l'entreprise est classée en zone 3, ce qui est interprété comme « zone de nocivité ». On note que l'atelier 1 est moins nocif que les deux autres, mais ces résultats interdisent de le considérer comme non nocif. Les résultats des divers indicateurs de pertes auditives fournis par la méthode AudioGT sont cohérents entre eux. Dans cette entreprise, ils sont cohérents également avec les niveaux de bruit mesurés ou calculés.

4 Conclusion

Il est possible d'évaluer le risque auditif attribuable à l'exposition au bruit professionnel, à partir du constat médical de pertes auditives dans une population de travailleurs exposés. Ceci demande de contrôler notamment l'effet de l'âge dans les pertes auditives, ce que permet la méthode AudioGT. L'application de cette méthode dans une entreprise illustre la nature des étapes successives d'analyse des données audiométriques, mises à disposition des médecins du travail. Au terme de ces étapes, un risque auditif important y a été mis en évidence. Son ampleur a été quantifiée par plusieurs indicateurs : i) atteintes auditives significativement liées au bruit de stade 3 (le plus grave) concernant 23 % de la population ; ii) classement de l'entreprise en zone 3 (zone de nocivité) de PAM standard. Ces indicateurs de risque sont cohérents entre eux et avec les niveaux de bruit. Ils incitent clairement à la mise en œuvre d'actions de prévention.

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. *J.O.R.F.*, 20 juillet 2006.
- [2] Arrêté du 31 janvier 1989 portant recommandations et instructions techniques que doivent respecter les médecins du travail assurant la surveillance médicale des travailleurs exposés au bruit. *J.O.R.F.*, 8 février 1989.
- [3] Norme NF EN ISO 7029. *Acoustique – Distribution statistique des seuils d'audition en fonction de l'âge*. Genève, ISO (Ed.), 2000.
- [4] THIÉRY L., DUCLOS J.C., NORMAND J.C., 2009. Le logiciel AudioGT. Intérêt dans la surveillance médicale et la prévention collective des risques dus au bruit. *Documents pour le Médecin du Travail*. 117: 109-115.
- [5] NORMAND J.C., DUCLOS J.C., MASSARDIER-PILONCHÉRY A., THIÉRY L., 2010. Evaluation de la nuisance acoustique professionnelle par analyse collective du déficit auditif. *In* : Actes du 10^{ème} Congrès Français d'Acoustique, Lyon, avril 2010.
- [6] LAFON J.C., DUCLOS J.C., 1979. La surdité professionnelle. Méthode pratique d'estimation de la nocivité acoustique d'un atelier et proposition d'un barème d'invalidité. *Bull audiophonol.* 9 (8): 1-27.
- [7] NORMAND J.C., ABOUKHALIL E., LUZY A., PIGNAT J.C., DUCLOS J.C., 1993. AUDIO-B.R.P.: an audio-sonometric software package meeting the French regulation on occupational noise exposure. *In*: Proceedings of the Congress « Noise & Man '93 », Nice, juillet 1993. INRETS (Ed.), Lyon, Actes INRETS N°34 bis, 625-628.



- [8] NORMAND J.C., DUCLOS J.C., ABOUKHALIL E., THIÉRY L., 2006. Le logiciel audiosonométrique AudioGT. *Arch Mal Prof Env*, 67 (2): 259-260.
- [9] DUCLOS J.C., NORMAND J.C., 2006. Quarante-cinq ans de bruit : de l'unité mobile audiométrique à l'informatique audiosonométrique. *Arch Mal Prof Env*, 67 (2): 256-257.
- [10] HETU R., BOUDREAU V., FORTIER P., LEMOINE O., PHANEUF R., 1987. Protocole d'enquête audiométrique en usine bruyante. *Cahiers de notes documentaires*, 128: 407-415.