

LA DOSE DE BRUIT
COMMENT LA MESURER DANS LA GRANDE ENTREPRISE

MM. JACQUES COTE ET MARCEL MORIN

Société d'électrolyse et de chimie Alcan Ltée
Service du développement technologique et
Contrôle de l'environnement
C.P. 500, Arvida, Québec, G7S 2C5

SOMMAIRE

Une perte d'acuité auditive causée par une exposition prolongée au bruit étant reconnue, il en est de même pour le principe de la dose de bruit comme moyen pour prédire une telle perte. Toutefois, les méthodes pour mesurer la dose de bruit sont multiples. Une brève revue de quelques méthodes est donnée ainsi qu'une évaluation de chacune d'elles. Dans une grande entreprise et surtout en présence de bruit et de durée de travail variables, la technique de l'audio-dosimétrie - sonométrie semble un choix valable pour mesurer la dose d'exposition et identifier la ou les sources responsables d'une surexposition.

ABSTRACT

A hearing loss caused by prolonged exposure to noise is well known. It must also be recognized that the noise dosage should be used as a means to predict such hearing loss. However, methods for measuring the noise dosage are numerous. A brief review of a few methods and their evaluation are given. In a large plant and especially in the presence of variable noise levels and exposures the audio-dosimetry-sound level meter method would appear a valuable choice for measuring the noise dosage and identify the noise source(s) responsible for over-exposure.

INTRODUCTION

La surdité professionnelle est un déficit auditif permanent dû à l'exposition prolongée à des doses d'exposition au bruit produites au cours de l'activité professionnelle.

Le problème de la surdité professionnelle est depuis longtemps reconnu. Karmy ⁽¹⁾, dans un article intitulé "Occupational Deafness" fait un bref historique des premiers auteurs qui ont décrit ce type de surdité. Des exemples classiques de surdité professionnelle sont les travailleurs d'un village de France, préposés à la fabrication des cloches, qui ont été baptisés "sourdins", et la surdité des riveteurs de bouilloires désignée par la surdité des chaudronniers.

Cependant à ces époques on ne pouvait que qualifier le déficit auditif et l'ambiance sonore. La technologie ne permettait pas de quantifier les déficits auditifs, les niveaux sonores et la nature des bruits.

Les premiers instruments pour mesurer les niveaux sonores semblent avoir fait leur apparition en 1930 ⁽²⁾. Cependant c'est à partir des années 1960 et surtout dans les années 1970 que la technologie a progressé pour permettre l'apparition d'appareillage diversifié et versatile pour la mesure acoustique ⁽²⁾.

Les études pour quantifier les causes à effet de la surdité professionnelle n'ont cessé de se faire depuis les années 1940. A ce titre, il serait peut-être bon de rappeler les travaux de pionniers tels que ceux de Rosenblith ⁽³⁾ en 1942, de Ruedi et Furrer ⁽⁴⁾ en 1946, de Cox et coll. ⁽⁵⁾ en 1953 et plus récemment, de Guignard ⁽⁶⁾ et Johnson ⁽⁷⁾.

Pour établir des relations de cause à effet et pour protéger l'acuité auditive des travailleurs, de nombreux critères et normes d'exposition au bruit ont été élaborés. Une bonne revue des divers critères d'exposition proposés a été effectuée par NIOSH ⁽⁸⁾ aux Etats-Unis.

Depuis plusieurs années, des normes d'exposition au bruit sont apparues dans divers pays et provinces ou sont sur le point de l'être ou d'être modifiées (plus restrictives).

La majorité des normes d'exposition au bruit se base sur le concept de la dose d'exposition journalière ou hebdomadaire. La dose d'exposition tient compte de trois paramètres importants:

- 1) le niveau sonore exprimé en dBA (unité qui tient compte également du contenu fréquentiel du bruit)
- 2) la durée d'exposition à chacun des différents niveaux sonores
- 3) le temps permissible à chacun de ces niveaux sonores.

Plus les niveaux sonores augmentent, plus le temps permissible pour une dose journalière diminue. Dans le contexte nord-américain, un taux d'échange de 5 dBA * est utilisé, comparativement à un taux d'échange de 3 dBA dans la plupart des pays européens.

De nos jours, il existe trois raisons majeures pour mesurer les doses d'exposition au bruit:

- 1) vérifier si les normes sont respectées
- 2) déterminer les priorités d'action dans les étapes de réduction de bruit
- 3) établir des relations possibles de cause à effet.

Méthodes pour mesurer ou évaluer l'exposition au bruit

Les méthodes proposées pour mesurer ou évaluer l'exposition au bruit sont nombreuses et des plus diversifiées. Certaines méthodes proposées (liste non

* En Amérique du Nord, présentement seule la Colombie-Britannique utilise un taux d'échange de 3 dBA.

exhaustive) utilisent une approche statistique⁽⁹⁻¹¹⁾, graphique⁽¹²⁾, une combinaison de niveaux sonores, temps d'exposition approximatif et informatique^(13,14) et cartes de bruit^(15,16).

Toutefois, les méthodes les plus couramment utilisées ont été revues entre autres par Martin⁽¹⁷⁾, Kamperman⁽¹⁸⁾ et Yerges⁽¹⁹⁾ et sont résumées ci-après:

- a) sonométrie - chronométrie
- b) niveau équivalent par sonométrie ou autre technique⁽²⁰⁾
- c) enregistrement magnétique et/ou graphique du bruit
- d) audio-dosimétrie.

Toutes les méthodes ci-haut mentionnées comportent des avantages et des inconvénients. La technique parfaite pour mesurer la dose d'exposition ne semble pas exister encore^(19,21,22).

Faire une critique de chacune de ces méthodes n'est pas possible ici mais signalons les inconvénients les plus souvent soulevés: la complexité, le coût (appareillage et personnel qualifié) et une information limitée.

Néanmoins, à titre d'exemple, regardons la méthode sonométrie - chronométrie. Cette méthode consiste à mesurer le bruit avec un sonomètre (dBA en mode lent) et à chronométrer le temps exposé aux différents niveaux sonores. Les bruits inférieurs à 85 ou 90 dBA ne sont pas considérés. A la fin de la journée il faut calculer, manuellement, à l'aide de calculatrices ou de l'informatique, la dose d'exposition partielle à chaque niveau sonore (ou classe de niveau). L'addition de toutes les doses partielles donne la dose totale journalière.

Cette méthode comporte les désavantages suivants:

- a) difficulté inhérente à prendre les données de deux instruments séparés (sonomètre - chronomètre) et d'en noter les résultats;
- b) imprécision des lectures sonomètre - chronomètre dans des champs sonores variables et imprévisibles dans le temps et le niveau;
- c) difficulté et parfois impossibilité de suivre un travailleur (ex.: travailleurs d'équipes d'entretien) à cause des difficultés d'accès ou de danger;
- d) échantillonnage limité: un technicien ne peut que mesurer la dose d'exposition d'un travailleur par jour.

D'autres désavantages d'ordre administratif ont été signalés par Dear⁽²³⁾.

Pour une usine employant des milliers de travailleurs, la technique sonométrie - chronométrie est à toutes fins pratiques irréaliste. Toutefois cette technique a l'avantage d'identifier adéquatement les sources de bruit et la durée d'exposition responsables des doses de surexposition.

Dans une grande entreprise où les travailleurs peuvent être répartis dans des centaines de diverses occupations, aussi bien reliées à l'opération qu'à l'entretien, la mesure de l'exposition au bruit par audio-dosimétrie nous

apparaît la plus simple et la plus pratique.

En effet, la méthode de mesurer la dose d'exposition par audio-dosimètre a fait son apparition vers le début des années 1970 et n'a cessé depuis de gagner en popularité⁽²³⁻³¹⁾.

Brièvement l'audio-dosimètre est un appareil qui, porté par un travailleur, accumule les bruits pondérés en dBA à partir d'un certain niveau sonore (80, 85 ou 90 dBA) et tient compte du temps à chacun de ces niveaux et les compare au temps permissible décrit dans une norme. L'audio-dosimètre donne alors, à la fin de la journée, la dose totale d'exposition généralement exprimée en pourcentage de la dose permissible.

Une fois les règles d'étalonnage respectées, l'audio-dosimétrie offre donc l'avantage d'être simple et permet un vaste échantillonnage quotidiennement.

DISCUSSION

L'audio-dosimétrie offre l'avantage primordial de répondre à la question suivante: les normes sont-elles respectées? Si les normes sont respectées, l'information obtenue par audio-dosimétrie peut être suffisante.

Si les normes d'exposition sont dépassées, l'audio-dosimétrie ne répond toutefois pas à la question: quels sont les endroits et sources de bruit responsables de la surexposition?

Pour remédier à cette lacune, la technique audio-dosimétrie - sonométrie peut être utilisée avantageusement. Cette approche consiste à mesurer les niveaux sonores des principaux endroits et outils de travail des employés sur lesquels les audio-dosimètres ont été placés.

Cette technique combinée offre plusieurs avantages notamment:

- a) vérifier rapidement si les résultats obtenus par audio-dosimétrie sont valides; en effet, à partir des relevés des niveaux sonores auxquels les travailleurs sont exposés durant la journée de travail et des durées approximatives de travail (obtenues des contremaîtres ou des travailleurs) il est possible de vérifier si la dose d'exposition mesurée semble plausible ou si la dose semble erratique présumément à cause d'un mauvais fonctionnement de l'appareillage ou d'une plai-santerie de la part du travailleur;
- b) identifier assez précisément la ou les sources de bruit responsables d'une surexposition;
- c) éviter de suivre chaque travailleur pas à pas, ce qui peut être difficile ou gênant pour plusieurs d'entre eux;
- d) permettre assez de temps quotidiennement pour s'enquérir de la charge de travail des employés étudiés, des paramètres de production et d'effectuer une compilation quotidienne des données recueillies.

Si les tâches à mesurer sont des postes "fixes" et où le niveau sonore est assez stable, la technique sonométrie - chronométrie peut sembler pratique mais plusieurs tests resteraient nécessaires pour déterminer la variabi-

lité des doses d'exposition. Ceci représente donc un homme-test, ce qui est long, fastidieux et fort coûteux.

L'audio-dosimétrie a pour avantage principal de faciliter la prise des données. En effet la personne chargée de la mesure peut distribuer et surveiller plusieurs audio-dosimètres par jour. On comprendra donc la praticabilité dans la grande entreprise, où on y rencontre en outre de nombreuses occupations rattachées à l'entretien, du choix de la technique audio-dosimétrie - sonométrie pour mesurer la dose d'exposition au bruit.

Certains s'élèveront sûrement contre la précision des mesures obtenues par audio-dosimétrie⁽³²⁾ et de l'inter-variabilité d'un appareil à l'autre⁽³³⁾. Il n'est pas possible ici de faire une critique en profondeur des marges d'erreurs reliées à l'appareillage ou aux méthodes mais signalons que la principale source d'erreur semble se manifester en présence de bruit impulsionnel ou quasi impulsionnel^(19,34). En effet en présence de ces bruits, l'audio-dosimètre semble surévaluer la dose d'exposition.

Actuellement, toutes les normes sur l'exposition au bruit considèrent séparément la dose d'exposition au bruit plus ou moins continue d'une part et l'exposition au bruit impulsionnel d'autre part.

En pratique, les travailleurs sont exposés simultanément à ces bruits et rien encore n'indique comment l'addition doit se faire pour établir une dose totale reliée à des études de cause à effet. Toutefois, l'approche suggérée par Cluff⁽²²⁾ à cet égard doit être prise sérieusement en considération.

Compte tenu qu'une marge d'erreur est possible avec l'audio-dosimètre (comme d'ailleurs avec toute autre technique), il convient d'établir une gamme de probabilités des résultats obtenus⁽²⁷⁾. Cette gamme couvrira en majeure partie les imprécisions inhérentes aux mesures. La gamme recommandable est la suivante:

- a) dose permissible inférieure à 75%: grande certitude que la norme est respectée
- b) dose permissible entre 75 et 133%: incertitude statistique si la dose excède ou non la norme
- c) dose permissible supérieure à 133%: certitude que la norme est excédée.

Actuellement l'audio-dosimétrie demeure donc un moyen valable pour mesurer adéquatement l'exposition au bruit⁽³⁵⁾ car comme il a été mentionné précédemment, la technique pratique parfaite n'existe pas.

L'audio-dosimétrie - sonométrie permet non seulement d'obtenir un bon nombre de résultats quotidiennement mais a aussi l'avantage d'étudier pratiquement plusieurs travailleurs à des jours différents afin d'établir la variabilité des doses d'exposition.

L'appareillage et la méthodologie pour l'audio-dosimétrie ne cessent d'évoluer et de se perfectionner⁽³⁶⁻³⁹⁾ et qui sait si dans un proche avenir, avec les améliorations techniques qui y seront apportées, cette technique ne deviendra pas des plus versatiles et des plus précises.

En conclusion, la technique de l'audio-dosimétrie - sonométrie pour mesurer la dose d'exposition au bruit semble un choix des plus pratiques dans la grande entreprise.

BIBLIOGRAPHIE

1. Karney, S.J.: Occupational Deafness. Limiting Noise from Pumps, Fans and Compressors. I Mech. E. Conference Publications, 1977-10.
2. Kundert, W.R.: Acoustical Measuring Instruments over the Years. J. Acoust. Soc. Am., 68(1), July, 64-69, 1980.
3. Rosenblith, W.A.: Industrial Noises and Industrial Deafness. J. Acoust. Soc. Am., 13(3), January, 220-225, 1942.
4. Ruedi, L. and Furrer, W.: Physics and Physiology of Acoustic Trauma. J. Acoust. Soc. Am., 18(2), October, 409-412, 1946.
5. Cox, J.R., Mansen, R.H. and Williams, C.R.: Noise and Audiometric Histories Resulting from Cotton Textile Operations. AMA Arch. Ind. Hyg. and Occup. Med., 8, July, 36-47, 1953.
6. Guignard, J.C.: A Basis for Limiting Noise Exposure for Hearing Conservation. Aerospace Medical Research Laboratory. EPA 550/9-73-001-A, 1973.
7. Johnson, D.L.: Prediction of NIPTS Due to Continuous Noise Exposure. EPA-550/9-73-001(B), 1973.
8. Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Noise. National Institute for Occupational Safety and Health, Rockville, Maryland. NIOSH, PB-213463, 1972.
9. Kamperman, G.: A New Technique for Evaluating Personal Noise Exposure - A statistical Approach. National Safety News, January, 76-79, 1974.
10. Hess, P.W., Reed, C.R., Jensen, P. and Jokel, C.R.: Method for Determining Complex Operator Noise Exposure. Am. Ind. Hyg. Ass. J., 39(9), 717-722, 1978.
11. Miller, R.K. and Montone, W.V.: Statistical Sampling of In-Plant Noise Environments. Sound and Vibration, October, 24-27, 1978.
12. Savich, M.: Simple Graphical Method of Evaluation of the Noise Exposure Index and the Equivalent Continuous Sound Level. CIM Bull., September, 111-114, 1978.
13. Donley, Miller & Nowikas: Acoustical News, published by HBH Associates Inc., 1(1), Fall 1974.
14. Lee, Van M.: A Systematic Approach for Towing Noise Pollution, Plant Eng., July 26, 100-102, 1979.
15. Lienard, P. et François, P.: Acoustique industrielle - Eléments fondamentaux et métrologie. Monographie d'acoustique - Groupement des acousticiens de langue française, pp. 252-255, Masson & Cie, Paris, 1972.
16. Leblond, H.: Le bilan sonore d'une entreprise. Cahiers de notes documentaires - Sécurité et hygiène de travail, 100, 349-351, 3^e trimestre 1980.
17. Martin, A.M.: The Assessment of Occupational Noise Exposure. Ann. Occup. Hyg., 16, 353-362, 1973.
18. Kamperman, G.W.: Time Sampling of Industrial Noise: Inter-noise Proc., 528, 1976.
19. Yerges, L.F.: Do we Correctly Measure Worker Noise Exposure? Sound and Vibration, May, 8-12, 1979.
20. Code of Practice for Reducing the Exposure of Employed Persons to Noise: HMSO on Behalf of the Department of Employment, England, 1972.
21. Brüel, P.V.: Determination of Noise Level - Do we Measure Correctly: L'homme et le bruit? Congresso Internazionale, Torino, Italia, 7-10 giugno, 189-220, 1975.
22. Cluff, L.G.: Exposure Considerations for Impulse and Continuous Noise. Sound and Vibration, March, 26-28, 1980.
23. Dear, T.A.: Application of the Dosimeter to Noise Control Problems. Noise-Con Proc., 20-26, 1973.
24. Con, D.O.: The audio-dosimeter. National Safety News, Oct. 1972.
25. Confer, R.G., Blacker, J.H. and Brief, R.S.: Evaluation of Personal Noise Dosimeters. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 33(12), 767-774, 1972.
26. Yen, T. and Stewart, K.C.: Audio-dosimetry: Concept and Practice. Internoise Proc., 65-70, 1974.
27. Brief, R.S. and Confer, R.G.: Interpreting Noise Dosimeter Results Based on Different Noise Standards. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 36(9), 677-682, 1975.
28. Brodenson, A.B., Edwards, R.G. and Green, W.W.: Noise Dose and Hearing Loss in a Coal-Burning Power Plant. Sound and Vibration, May, 22-30, 1975.
29. Crowshore, G.C.: Audio-Dosimeters - Shortcut to Measuring Noise Exposure. Plant Eng., September 30, 1976.
30. Fairman, T.M. and Johnson, D.L.: Noise Dosimeters Measurements in the Air Force. Aviation, Space and Environmental Medicine, November, 1150-1157, 1979.
31. Use of Personal Noise Dosimeters - Department of Labor (USA), Mine Safety and Health Administration. Federal Register, 43(177), September 1978.
32. Shahan, J.E.: Measurement Problems with OSHA and Noise Dosage Rules. National Safety News, April, 91-94, 1974.
33. Mellott, F.D.: Noise Exposure Sampling: Use with Caution. Internoise Proceedings, 953-956, 1978.
34. Rockwell, T.H.: Noise Compliance and the "Job Shop". Sound and Vibration, September, 8-11, 1979.
35. Kamperman, G.W.: The Measurement of Impulse Noise. Sound and Vibration, March, 5, 1980.
36. Brammer, A.J. and Piercy, J.E.: Monitoring Sound Pressures within the Ear: Application to Noise Exposure. J. Acoust. Soc. Am., 61(3), 731-738, 1977.
37. Reif, Z.F., More, N.T. and Steevensz, A.E.: Noise Exposure of Truck Drivers. Acoustics and Noise Control in Canada, 8(4), October, 11-17, 1980.
38. Earshen, J.J.: Second Generation Personal Noise Dosimeter. Sound and Vibration, May, 8-12, 1980.
39. Clark, E.M.: A New Design Concept for an Audio-Dosimeter. Am. Ind. Hyg. Assoc. J., 41(10), October, 700-703, 1980.