

# EFFET SUR L'AUDITION DE L'EXPOSITION AU BRUIT PENDANT LA FORMATION SCOLAIRE

L. Paré et F. Filiatrault<sup>(\*)</sup>

DSC de Lanaudière, 1000 boul. Ste-Anne,  
Joliette, Québec, Canada, J6E 6J2

\* maintenant au DSC Cité de la Santé de Laval, Québec

## SOMMAIRE

Afin de vérifier l'hypothèse que l'exposition au bruit dans les ateliers professionnels est suffisamment élevée pour affecter l'audition, une comparaison des seuils auditifs de 327 élèves du secteur professionnel et 370 du secteur général a été effectuée. La moyenne des seuils des deux oreilles est utilisée pour l'analyse de variance qui cherche à expliquer la variation des seuils à 4kHz. Le modèle d'analyse tient compte des antécédents médicaux, de l'utilisation d'armes à feu, de l'exposition au bruit pendant les loisirs, le travail et pendant l'apprentissage scolaire. Les variables utilisées pour définir l'exposition pendant l'apprentissage scolaire comprennent la dose cumulée d'exposition au bruit, le profil d'exposition, le type d'atelier fréquenté et le secteur d'orientation. Tout en tenant compte de l'ensemble des variables influençant l'acuité auditive, le secteur d'orientation est la seule variable expliquant de façon statistiquement significative la variation des seuils à 4kHz. A cette fréquence, les élèves du secteur professionnel ont des seuils auditifs systématiquement plus élevés de 1 dB que ceux du secteur général. Malgré leur jeune âge, les élèves du secteur professionnel accusent déjà une légère différence d'acuité auditive reliée à leur apprentissage scolaire.

## ABSTRACT

Students enrolled in vocational courses are suspected of having poorer hearing acuity than other students in regular (non vocational) courses due to noise exposure during training. This study compares hearing thresholds of 327 students in vocational courses to those of 370 students of regular courses. The mean of the thresholds in the two ears is used for analysis of variance. This analysis is used to determine which variables explain the variation of thresholds at 4 kHz. Factors analysed were: health history, exposure to noise during leisure activities or work, experience with fire arms and career orientation at school. Variables describing this last item are: total noise dose, pattern of exposure, type of workshop and training group. Considering all variables influencing hearing acuity, the only one that shows statistical significance is the group training. At 4 kHz, students of vocational courses show thresholds 1 dB higher than those of students of regular courses. Thus, in spite of their age, students of vocational courses already have slightly poorer hearing which appears related to their school training.

## INTRODUCTION

L'exposition à des niveaux élevés de bruit au travail est reconnue comme nocive pour l'audition. L'apprentissage professionnel en milieu scolaire comporte des conditions similaires à celles du milieu de travail: mêmes machines et mêmes opérations, potentiellement aussi bruyantes à l'école qu'en usine. Quelques études ont traité des effets de cette exposition sur l'acuité auditive des écoliers. Woodford et O'Farrel (1) ainsi que Duclos et coll. (2) concluent à la nocivité de l'exposition au bruit durant la formation professionnelle des élèves. Cependant on note certaines limites méthodologiques à ces études. Ainsi aucune d'entre elles ne comporte de traitement statistique des données. L'étude de Duclos et coll. compare l'audition de garçons de 14 à 18 ans exposés au bruit à l'école à celle de filles de 18 à 22 ans sans démontrer que ces deux groupes sont effectivement comparables au point de vue de leur exposition para-scolaire au bruit. Woodford et O'Farrel ont analysé la diminution de l'acuité auditive des élèves sans distinction des fréquences où se situe cette baisse d'acuité. D'autre part Axelsson et coll. (3) ont étudié l'audition d'adolescents fréquentant des ateliers professionnels mais en ne considérant que leur exposition au bruit durant leurs loisirs. Par conséquent, ces études ne permettent pas de déterminer sans équivoque la contribution de l'exposition au bruit durant la formation scolaire à l'état de l'audition des jeunes.

Notre étude a pour objectif de vérifier s'il y a une association entre l'exposition au bruit pendant la formation scolaire et l'acuité auditive des élèves. Le rapport détaillé de l'étude (4) rend compte d'un second objectif, non traité dans cet article, qui visait à décrire les seuils auditifs des adolescents.

## METHODOLOGIE

### Approche expérimentale

Nous avons planifié une étude comparative de l'audition d'élèves de deux groupes qui ne différaient que sous le rapport de leur exposition en milieu d'apprentissage scolaire. L'un de ces groupes est exposé au bruit à l'école (formation professionnelle); l'autre ne l'est pas (formation générale). La similitude des sujets quant aux autres facteurs influençant l'audition n'est connue qu'à posteriori. Le contrôle de ces facteurs est effectué lors de l'analyse statistique.

### Population

Au total 944 sujets ont été examinés: 471 du secteur professionnel et 473 du secteur général. Les programmes professionnels visés étaient la menuiserie, l'hydrothermie, l'équipement motorisé et l'ajustage mécanique. Les sujets provenaient de trois niveaux d'étude caractérisés par un temps d'exposition au bruit plus ou moins long soit de la dernière année du cours régulier (durée: 2 ans), du cours supplémentaire (durée: 3 ans) ou du cours intensif (durée: 1 an).

L'analyse a porté sur 327 sujets du secteur professionnel et 370 du secteur général. Les autres sujets ont été exclus pour les raisons suivantes: une exposition au bruit dans les 14 heures précédant l'examen, un tympanogramme anormal, une atteinte auditive non compatible uniquement avec une exposition au bruit, un dossier incomplet, une expérience de service militaire. Les sujets étaient des garçons âgés de 16 à 20 ans (X : 17 ans 5 mois au professionnel et 16 ans 8 mois au général). Ils fréquentaient huit écoles situées en milieu urbain, suburbain et rural.

### Procédure

Le protocole d'examen consistait en un questionnaire complété lors d'une entrevue, un examen tympanométrique et un examen audiométrique. Le questionnaire identifiait pour chaque sujet le profil scolaire antérieur et actuel, les expériences de travail bruyant, le service militaire, les activités bruyantes de loisirs et les antécédents médicaux pouvant avoir un effet sur l'audition (maladies, antécédents familiaux de surdité...). L'examen audiométrique a eu lieu en milieu insonorisé. La recherche des seuils de 500 Hz    6 000 Hz était effectuée avec des audiom  tres automatisés (méthode ascendante Hughson-Westlake).

Des relevés sonométriques (sonomètre intégrateur de type I) ont été réalisés aux différents postes de travail en atelier. Le temps d'exposition annuelle à ces postes était établi d'après des informations recueillies auprès des enseignants. Ces données ont permis d'établir les doses d'exposition annuelle ( $L_{Aeq} - 2000h$ ) pour tous les niveaux d'étude des différents programmes et l'exposition cumulée ( $E_A$ ) au cours de l'ensemble de l'apprentissage scolaire (5).

## RESULTATS

### Exposition au bruit à l'  cole

La figure 1 présente l'exposition au bruit cumulée durant l'ensemble de l'apprentissage scolaire. Cette exposition varie de 74 à 98 dBA (moyenne 82,5 dBA). Il y a une grande variation du  $E_A$  selon le type de programme, le niveau d'étude d'un même programme et l'  cole fréquentée. C'est dans l'atelier de menuiserie d'une des écoles que l'on retrouve l'exposition la plus élevée soit 98 dBA. La dose de bruit cumulée varie de 74 à 98 dBA pour ceux qui suivent le cours régulier, 75 à 89 dBA pour ceux qui font le cours supplémentaire ou le cours intensif.

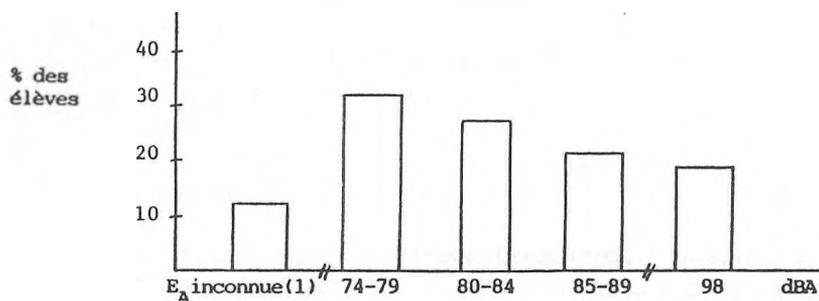


Figure 1. Répartition des élèves du secteur professionnel selon la dose d'exposition au bruit cumulée en cours d'apprentissage scolaire ( $E_A$ )

(1) inclus les élèves du profil mixte et du profil marginal (voir tableau 3)

### Exposition au bruit à l'extérieur de l'école

Les élèves du secteur professionnel rapportent proportionnellement plus d'expériences de travail bruyant soit 60% comparativement à 47,5% au général. Elles sont moins bruyantes que celles des élèves du général mais de plus longue durée. Le  $E_A$  lié au travail est donc plus élevé chez les élèves du professionnel.

L'exposition au bruit durant les loisirs a engendré un  $E_A$  moyen de 91,8 dBA ( $s = 4,5$ ) pour les élèves du secteur professionnel et de 89 dBA ( $s = 9,3$ ) pour ceux du général. Pour le tir d'armes à feu, on retrouve une plus grande proportion d'élèves du professionnel pour chaque catégorie de nombre total de cartouches tirées.

### Antécédents médicaux

Les sujets des deux secteurs d'apprentissage ont très peu d'antécédents médicaux susceptibles d'affecter leur audition. Plus de 70% des élèves des deux groupes n'en rapportent aucun. L'ensemble de l'histoire médicale des sujets a été traité sous forme d'indice numérique en accordant un poids à ces antécédents selon leur risque d'affecter l'audition (4).

### Exposition au bruit et seuils à 4 kHz

Afin de dégager l'effet du bruit en milieu scolaire sur l'audition des élèves, l'analyse de variance (modèle linéaire généralisé) a été utilisée. L'analyse a porté sur les seuils à 4 kHz définis comme la moyenne des seuils des deux oreilles. Les variables indépendantes sont les suivantes: la présence ou l'absence d'expérience de travail bruyant, la dose d'exposition au bruit dans les loisirs ( $E_A$ ) les catégories de nombre de cartouches tirées et les indices d'antécédents médicaux. La variable identifiant l'exposition au bruit en cours d'apprentissage est définie de quatre façons soit selon 1- le secteur d'apprentissage (professionnel, général), 2- le programme d'apprentissage (général, hydrothermie, ajustage mécanique, menuiserie, équipement motorisé), 3- la catégorie d'exposition au bruit cumulée durant la formation ( $E_A$  scolaire), et finalement 4- le niveau ou profil d'études comprenant le cours régulier, le cours intensif, le cours supplémentaire de même que le profil mixte (élèves ayant été inscrits dans un programme non visé par l'étude ou présentement au secteur régulier après un apprentissage au professionnel) et le profil marginal (élèves dont la durée de formation est supérieure à la formation professionnelle de base).

A 4 kHz, on observe une différence de 1 dBHL entre les seuils auditifs des élèves du professionnel et ceux des élèves du général, les premiers ayant le seuil moyen le plus élevé (tableau 1). Pour un intervalle de confiance de 95%, la différence entre les seuils moyens des deux groupes se situe entre 0,2 et 1,8 dBHL. Il existe donc une différence réelle entre l'acuité auditive des deux groupes.

Seul le secteur d'apprentissage (professionnel vs général) explique de façon statistiquement significative la variation des seuils à 4 kHz ( $p=0,02$ ) (tableau 2). La variable identifiant l'exposition au bruit en cours d'apprentissage sous les trois autres formes soit le programme d'apprentissage, le  $E_A$  scolaire et le niveau ou profil d'études n'est pas statistiquement significative. Néanmoins, définie comme niveau ou profil d'études, celle-ci s'approche du seuil de la signification. Le tableau 3 décrit les seuils à 4kHz pour les différents niveaux ou profils d'études.

Tableau 1. Seuils auditifs (dBHL) à 4kHz selon le secteur d'orientation

Secteur	n	$\bar{X}$	s	Minimum	Maximum
Académique	370	1,91	5,8	- 10	35
Professionnel	327	2,91	5,6	- 10	20

Tableau 2. Résultats de l'analyse de la variance du seuil à 4 kHz en tenant compte des variables travail bruyant, antécédents médicaux, tir d'armes à feu, loisirs bruyants et secteur d'apprentissage scolaire

Source de variance	Degré de liberté	Somme des carrés	F	P
Travail	1	0,52	0,02	0,900
Antécédents	8	120,95	0,46	0,884
Tir d'armes à feu	6	183,66	0,93	0,472
Loisirs	1	0,03	0,00	0,976
Secteur d'apprentissage	1	181,03	5,50	<u>0,019</u>

Tableau 3. Seuils à 4kHz selon les profils d'études professionnelles

Profil	n	$\bar{X}$	s	Minimum	Maximum
Cours régulier	174	2,50	5,5	- 10	20
Cours intensif	43	2,93	5,5	- 8	18
Cours supplémentaire	68	3,85	6,1	- 10	18
SOUS-TOTAL	285	2,89	5,7	- 10	20
Profil mixte (1)	27	2,70	4,8	- 5	15
Profil marginal (2)	15	3,80	6,0	- 5	15

(1) Elèves ayant été inscrits dans un programme non visé par l'étude ou présentement au secteur académique après un apprentissage professionnel.

(2) Elèves dont la durée de formation est supérieure à la formation professionnelle de base.

Une analyse de variance a aussi été réalisée en incluant l'âge comme autre variable concomitante. Cependant, nous n'avons pas mis en évidence de différence statistiquement significative en prenant en compte cette variable. Etant donné que l'âge est jusqu'à un certain point relié à l'exposition au bruit durant l'apprentissage, dans les loisirs et au travail (les élèves plus vieux ayant plus de chance d'avoir une plus grande dose cumulée), les autres analyses ne comprenaient pas cette variable.

## DISCUSSION

Les résultats montrent que les élèves du secteur professionnel ont des seuils auditifs à 4 kHz plus élevés que ceux des élèves du général. Cet état est lié à leur exposition au bruit en cours d'apprentissage et non à des facteurs tels que l'exposition au bruit dans les loisirs et au travail ou aux antécédents médicaux. Bien que la différence soit faible, elle apparaît être systématique pour les différents centiles de la distribution des seuils. La différence entre les deux groupes n'est donc pas le fait des valeurs extrêmes les plus élevées.

Si les résultats indiquent que le fait d'appartenir au secteur professionnel constitue un risque d'atteinte auditive, nous ne pouvons pas cependant isoler un indice de risque plus spécifique à l'exposition, par exemple la dose d'énergie cumulée ( $E_A$  scolaire), le mode temporel d'exposition (niveau ou profil d'études) ou le programme d'études. Une étude de type cas-témoins pourrait sans doute contribuer à cerner de façon plus explicite le facteur de risque associé au fait d'être élève au secteur professionnel. A ce stade-ci, l'hypothèse selon laquelle le risque soit davantage lié au mode temporel d'exposition qu'à la dose cumulée pourrait être envisagée. En effet, l'analyse de variance indique une valeur au seuil de la signification statistique pour la variable "niveau ou profil d'apprentissage" ( $p=0,06$ ) et les résultats ont tendance à associer une augmentation des seuils auditifs à une augmentation du temps total d'exposition. Le mode temporel d'exposition influencerait la récupération du décalage temporaire du seuil auditif (6). Ainsi une période de production intensive (fin d'un projet, ou d'un stage) surtout si elle s'accompagne d'une exposition au bruit extérieure à l'apprentissage (loisirs, travail) pourrait représenter une exposition excessive pour les élèves du professionnel et, en agissant sur le mode de récupération, pourrait augmenter le risque d'atteinte permanente.

D'un point de vue pratique les résultats obtenus montrent la nécessité de la réduction du bruit dans les ateliers professionnels. A cause du caractère particulier de la situation d'apprentissage, de nouveaux moyens sont à développer pour améliorer l'environnement sonore. L'emploi de protecteurs auditifs de façon généralisée n'est sans doute pas indiqué pour des élèves et des enseignants qui, dans cette situation d'éducation, doivent forcément communiquer verbalement.

D'autre part les niveaux élevés de bruit mesurés dans les ateliers professionnels dépassent les niveaux sonores maxima généralement admis pour que la communication puisse être efficace (7,8). De plus, exposés à ces niveaux sonores, il est possible que les élèves présentent des signes de fatigue auditive (9) et qu'ainsi leur aptitude à suivre un cours théorique après une période en atelier puisse être sérieusement affectée (10). Il serait intéressant d'étudier ce phénomène.

## REFERENCES

1. WOODFORD, C. et O' FARRELL, M.L. (1983). High Frequency Loss of Hearing in Secondary School Students: An Investigation of Possible Etiologic Factors. Langage, Speech, and Hearing Services in Schools, 14: 22-28.
2. DUCLOS, J.C., MONTAVON, D., LAFON, J.C. (1977). Etude des effets nocifs du bruit au cours de l'apprentissage. Archives des maladies professionnelles, de médecine du travail et de sécurité sociale, 38: 826-828.
3. AXELSSON, A., JERSON, T., LINGBERT, U., LINDGREN, F. (1981). Early Noise-Induce Hearing loss in Teenage Boys. Scand. Audiol., 10: 91-96.
4. FILIATRAULT, France (1985). Acuité auditive et milieu d'apprentissage scolaire. Thèse de maîtrise, Département d'Epidémiologie et de Santé, Université McGill, Montréal.
5. BURNS, W. et ROBINSON, D.W. (1970). Hearing and Noise in Industry, London, HMSO.
6. MILLS, J.H. et GOING, J.A. (1982). Review of environmental factors affecting hearing. Env. Health Perspectives, vol. 44.
7. WEBSTER, J.C. Effects of noise on speech in C.M. Harris (ed), Handbook of Noise Control. New-York: McGraw-Hill, 2e édition, 1979, chap. 14.
8. BRADLEY, J.S., QUIRT, D., WARNOCK, A. (1985). Lutte contre le bruit à l'intérieur des locaux et Lutte contre le bruit au stade de la conception. Exposé et atelier présentés à la session Regard 85: Lutte contre le bruit dans les bâtiments par la Division des recherches en bâtiments du Conseil National de Recherche du Canada, Montréal, 5 décembre 1985.
9. WARD, D.W., CUSHING, E.N., BURNS, E.M. (1976). Effective and moderate TTS: implications for noise exposure standards,, J. Acoust. Soc. Am., 59: 160-165.
10. SORIN, C. et THOUIN-DANIEL, C. (1983). Effects of auditory fatigue on speech intelligibility and lexical decision in noise, J. Acoust. Soc. Am. 74 (2): 456-466.

MICROPHONES

# ACO Pacific Breaks The Price Barrier!

SAVE \$100 to \$200 per unit NOW



**THE  
"ALTERNATIVE"**  
FAMILY OF PRECISION  
MICROPHONE PRODUCTS

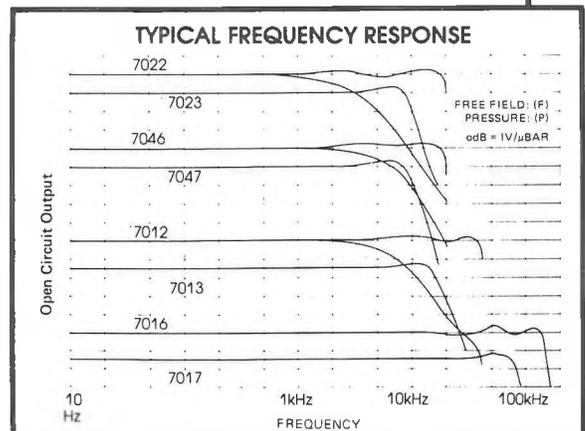
- Direct replacement for Bruel & Kjaer Microphones — see chart below
- Compatible with existing accessories
- Cost effective in small quantities
- Quantity pricing available
- One year warranty
- Manufactured and sold throughout the world since 1972
- Companion preamplifier available with detachable two meter cable

FOR MORE INFORMATION,  
CATALOG AND COMPLETE  
SPECIFICATIONS CONTACT:



**ACO Pacific, Inc.**

2604 Read Avenue  
Belmont, CA 94002  
(415) 595-8588



Cross Reference Table

ACO	B&K	GenRad	Ivie
7012	4133	1560-9532*	1133*
7013	4134	1560-9533*	1134*
7016	4135	1560-9534*	—
7017	4136	1560-9535*	—
7022	4145	—	—
7023	4144	—	—
7046	4165	—	—
7047	4166	—	—
7048	4148*	—	—

\*Similar - Compare specifications

Dealer inquiries invited

**ACOustics Begins With ACO**