

# canadian acoustics

## acoustique canadienne

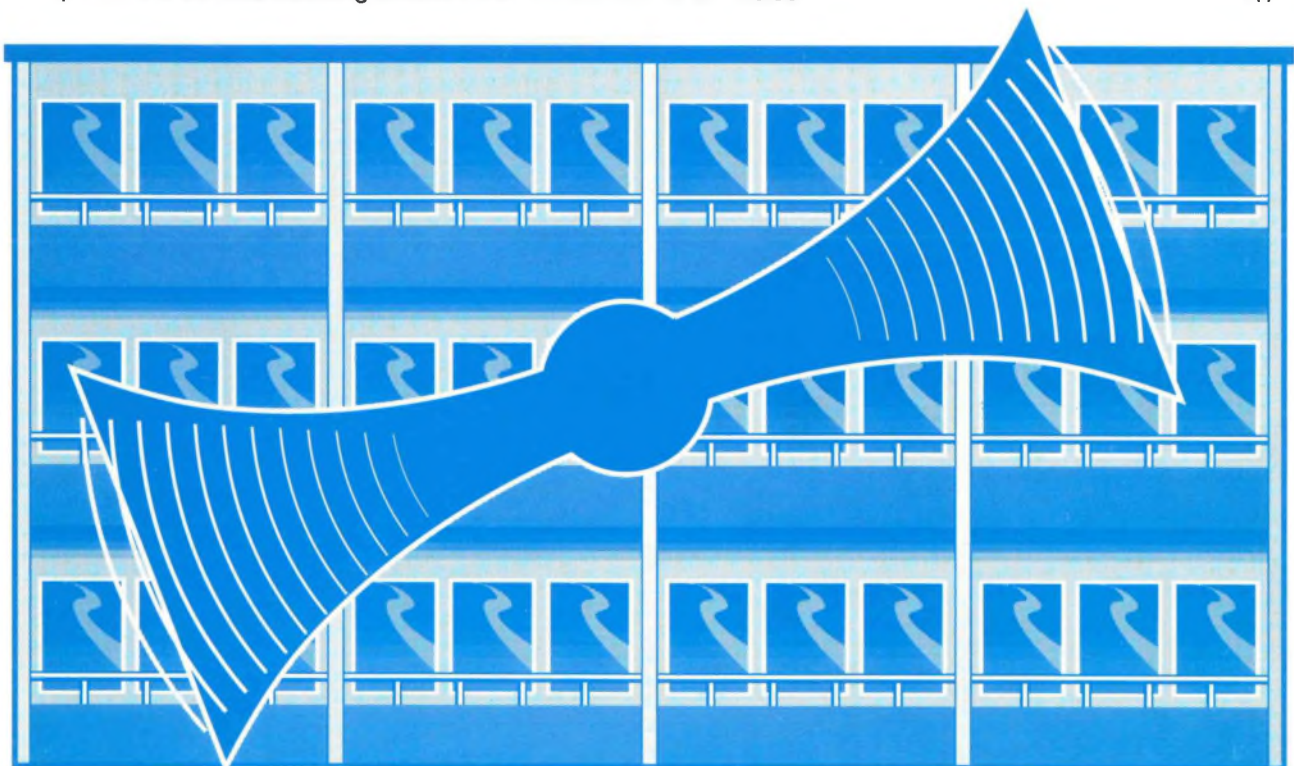
APRIL 1989

AVRIL 1989

Volume 17 — Number 2

Volume 17 — Numéro 2

Editorial	1
<u>Invited paper / Article préparé sur invitation</u>	
A Hospital-Based Psychoacoustics Research Programme S. Abel	3
<u>Research papers / Articles de recherche</u>	
A Method to Determine the Optimum Location for Fire Alarms in Residential Buildings R.E. Halliwell and M.A. Sultan	9
La surveillance audiométrique et la législation québécoise en matière de santé au travail: limites et alternatives D. Beaulieu, V. Boudreault, P. Fortier, J. Gauthier, C. Laroche, O. Lemoine et L. Paré	19
<u>Technical note / Note technique</u>	
The Ontario Hydro Noise Control and Hearing Conservation Program A. Behar	39
<u>News / Informations</u>	
Seminars and conferences	45
Report of the Toronto Meeting of ISO/TC43 "Acoustics" and "Noise"	47



# The Canadian Acoustical Association l'Association Canadienne de l'Acoustique



THE CANADIAN ACOUSTICAL ASSOCIATION  
P.O. BOX 1351, STATION "F"  
TORONTO, ONTARIO M4Y 2V9

L'ASSOCIATION CANADIENNE DE L'ACOUSTIQUE  
C.P. 1351, SUCCURSALE "F"  
TORONTO, ONTARIO M4Y 2V9

SECOND CLASS MAIL REGISTRATION NO. 4692  
UNDELIVERABLE COPIES - RETURN  
POSTAGE GUARANTEED

NO. D'ENREGISTREMENT: 4692  
(POSTE DEUXIEME CLASSE)  
AFFRANCHISSEMENT DE RETOUR GARANTI  
POUR LES EXEMPLAIRES NON DISTRIBUES

Back issues (when available) may be obtained  
from the Associate Editor - Advertising  
Price \$ 4.00 incl. postage

D'anciens numéros (non-épuisés) peuvent être  
obtenus en écrivant au Rédacteur Associé-Publicité  
Prix: \$ 4.00 (affranchissement inclus)

CANADIAN ACOUSTICS publishes refereed articles  
and new items on all aspects of sound and vibration.  
Papers reporting new results as well as review or  
tutorial papers, and shorter research notes are  
welcomed in English or in French. Two copies of  
submission should be sent to the Editor-in-Chief.  
Complete information to authors concerning the  
required camera-ready copy is given on the last page  
of this issue.

ACOUSTIQUE CANADIENNE publie des articles  
arbitrés et des informations sur tous les domaines  
du son et des vibrations. On invite les auteurs à  
proposer des manuscrits rédigés en français ou en  
anglais concernant des travaux inédits, des états de  
question ou des notes techniques. Les manuscrits  
doivent être soumis au Rédacteur en Chef en 2  
exemplaires. Les instructions pour la présentation  
des textes sont exposées à la dernière page de cette  
publication.

---

## EDITOR-IN-CHIEF / REDACTEUR EN CHEF

Raymond Hétu  
Groupe d'acoustique  
de l'Université de Montréal  
C.P. 6128, Montréal H3C 3J7  
(514) 343-7559, 343-7841

## EDITOR / REDACTEUR

Murray Hodgson  
Institute for Research in Construction  
National Research Council of Canada  
Ottawa, Ontario K1A 0R6  
(613) 993-2607

---

## ASSOCIATE EDITORS /

## REDACTEURS ASSOCIES

### Advertising / Publicité:

Paul Gonsalves  
19 MacDonell  
Toronto, Ontario M6R 2A3  
(416) 530-4423

### News / Informations:

Alberto Behar  
Ontario Hydro  
Central Safety Service  
757 McKay Road  
Pickering, Ontario L1W 3C8  
(416) 683-7516

Graphic Design / maquette: S. Tuckett

## EDITORIAL

Whenever a job - usually in consulting - is advertised in acoustics, I bring to the attention of my final year 'Acoustics and Noise Control' students. In the past I could tell them the job required 'some training or relevant experience' in acoustics. This year there are many jobs available. However, much to my students' distress, many require an M.Sc. or Ph.D. degree. I discussed this with several of the employers concerned. They no longer require relevant experience ("they'll get that soon enough") but must have a thorough and detailed knowledge of the fundamentals of acoustics. Acoustic consultancy now requires such a knowledge (and, as I read between the lines, established consultants tend not to have it). This trend is obviously not due to increased educational levels in acoustics of Canadian students, nor to an easing of immigration regulations. Acoustics, whether it be consulting or research, is going the way of all science - towards high technology. No longer is it enough for engineers to know how to use a sound level meter and to discuss environmental noise criteria. Now they use FFT analysers and numerical methods. No longer is it enough for audiologists to be able to perform audiometric tests. Now they measure middle-ear impedances and auditory evoked potentials. What is the reason for this trend? Of course the more we know, the more we must study in detail. And advances in electronics and computer technology allow us to do things we never dreamed of twenty years ago. Also, the military, which finances the majority of research, demands increasingly sophisticated techniques. And aren't we fascinated by newer, faster and flashier apparatus to the point that they risk becoming more important than the uses to which they are put? All this is well and fine, as long as we don't lose sight of the fact that, in acoustics, the objective is often people, the protection of their hearing and the quality of their acoustic environments.

Chaque fois qu'un poste est offert en acoustique, - en général pour un travail de consultant - je le porte à l'attention de mes finissants en "Acoustique et contrôle du bruit". Dans le passé, je pouvais leur dire que l'emploi requirerait 'une certaine formation ou une expérience pertinente' en acoustique. Cette année, plusieurs postes sont disponibles. Toutefois, à la grande déception de mes étudiants, plusieurs exigent un grade de M.Sc. ou de Ph.D.

J'en ai discuté avec plusieurs des employeurs intéressés. Ils n'exigent plus d'expérience pertinente ("ils l'acquerront bien assez vite") mais plutôt une connaissance approfondie et détaillée des fondements de l'acoustique. La consultation acoustique requiert maintenant un tel bagage de connaissances (et, comme je le lis entre les lignes, les consultants en place ne l'ont peut-être pas). De toute évidence, cette tendance ne résulte pas d'une élévation du niveau de la formation en acoustique parmi les étudiants canadiens, non plus que d'un relâchement des règles d'immigration. L'acoustique, que ce soit en consultation ou en recherche, suit la voie de toute science, vers la haute technologie. Il ne suffit plus aux ingénieurs de savoir opérer un sonomètre et discuter des critères d'hygiène de l'environnement concernant le bruit. Maintenant, ils utilisent les analyseurs FFT et les méthodes numériques. Il ne suffit plus aux audiologistes de savoir faire des examens audiométriques. Ils mesurent maintenant les impédances de l'oreille moyenne et les potentiels évoqués auditifs. D'où vient cette tendance? Evidemment, plus on en sait, plus il faut étudier dans le détail. Et les progrès de l'électronique et de la technologie informatique nous permettent de réaliser des choses dont nous n'aurions même pas rêvé il y a vingt ans. De plus, les militaires, lesquels financent la majorité des recherches, exigent des techniques de plus en plus sophistiquées. Et ne sommes nous pas fascinés par les appareils plus récents, plus rapides et plus flamboyants au point qu'ils ne deviennent plus importants que les usages pour lesquels ils sont conçus? Tout cela est fort beau dans la mesure où l'on ne perd pas de vue le fait qu'en acoustique, la finalité réfère souvent aux personnes, à la protection de leur audition et à la qualité de leurs environnements sonores.

# COMPARE RTAs

Compare our Model 830 with any other portable RTA. You'll discover new features and capabilities. For a wide variety of laboratory and field measurements.

**W Dual-Channel 1/3-Octave/FFT** provides flexibility for solving more noise and vibration problems.

**W On-board BASIC Interpreter** makes it easy to customize your data processing. Using BASIC programs available through our User Club or ones you write yourself. Simply enter your programs through front panel keys, supplied keyboard or computer.

**W Built-in Disk Drive** enables the 830 to operate without external computers. For storing programs, current data and archival data. And for switching programs in the field.

Discover how easily you can compute transmission loss, sound intensity, noise reduction, radiation efficiency, EPNdB, and other descriptors. Generate waterfall displays and contour maps. Control plotters and spectrum shapers. Even improve data reliability by automatically rejecting spurious inputs.

Get the versatility you deserve.  
Write or call today for  
full information.



**W SCANTEK INC.**  
*Norwegian Electronics—Simply Better*  
51 Monroe St., Suite 1606  
Rockville, MD 20850  
(301) 279-9308

## **A HOSPITAL-BASED PSYCHOACOUSTICS RESEARCH PROGRAMME**

**Sharon M. Abel, Ph.D.**

**Hearing Research Laboratory  
Mount Sinai Hospital Research Institute  
Toronto, Ontario**

### **INTRODUCTION**

The psychoacoustics research programme in the Department of Otolaryngology at Mount Sinai Hospital was initiated in 1976. The original focus was noise-induced hearing loss and the questions of interest were the extent to which hearing protectors retarded the progression of impairment (Abel and Haythornthwaite, 1984), the reasons for the observed discrepancy between real-world and laboratory estimates of attenuation and values specified by the manufacturer (Alberti, Riko, Abel and Kristensen, 1979; Abel, Alberti and Riko, 1982), and difficulties with detection and communication encountered by users of personal hearing protectors, particularly those non-fluent in the language of the workplace, and those with pre-existing hearing loss (Abel, Alberti, Haythornthwaite and Riko, 1982; Abel, Kunov, Pichora-Fuller and Alberti, 1985).

In 1985 space was allotted to the programme for the creation of an independent laboratory in the newly opened Mount Sinai Hospital Research Institute. This allowed an expansion of the research in a number of directions, both basic and clinical. These have included a continuation of investigations on hearing protection, in depth study of communication problems in the hearing impaired, and the effect on auditory perception of the site of lesion in the peripheral and central auditory pathway. The following paragraphs provide a brief overview of some of our projects.

### **A. HEARING CONSERVATION AND THE USE OF EAR PROTECTORS**

Our most recent experiments in this stream have investigated the effects of wearing time (Abel and Rokas, 1986) and gender (Abel, Alberti and Rokas, 1988) on attenuation. In the first of these on wearing time, data were collected for 12 normal-hearing adults, each fitted with three types of insert protectors, the E-A-R expandable foam, the Willson premolded vinyl with double flange, and the Bilsom Soft formable polyethylene encapsulated glass fiber. Detection thresholds for one-third octave noise bands centred at 500 Hz and 3150 Hz were measured with and without protectors worn, immediately after fitting by a trained assistant, and again after an intervening lunch period of 1 to 1-1/2 hours. This intervention was designed

to insure head and jaw movements that might induce slippage of the protector in the ear canal. Analysis of the attenuation scores, based on the difference in detection with and without the device, showed reductions as great as 10 dB, depending on the device chosen. The variability in attenuation score across individuals did not increase with wearing time, and the magnitude of the effect was independent of the stimulus frequency.

The second experiment on the effects of gender compared the attenuation scores achieved by 80 males and 80 females with normal hearing randomly assigned to one of four insert protector categories. Two of the devices tested, the E-A-R and Bilsom Soft, are available in one size only. The remaining two, the Willson Sound Silencer and MSA Ear Defender (V-51R), are available in two and five sizes, respectively. The results indicated that attenuation scores achieved by females were less than those observed by males for the former category, i.e., one size only. Across protector, there were wide differences between the mean attenuation achieved and the manufacturers' specifications. These were unrelated to variation in hearing threshold.

In both the wearing time and gender experiments, attenuation scores were derived from headphone detection thresholds. We had some concern that supra-aural earphones might affect the seal and/or fit of the earplug by deforming the concha or canal, thus decreasing the attenuation. Another concern was a spurious increment in stimulus amplitude in the occluded condition due to a reduced volume of air in the space between the headset and device. We addressed this problem by constructing a new test chamber, complete with high-power floor speakers, that met the requirements of both the Canadian and American Standards for the evaluation of ear protectors (Giguere and Abel, 1989). A study conducted in the new booth confirmed that for the E-A-R and Bilsom plugs, the results conformed closely with those previously obtained using headphones. Since the Standards do not specify psychoacoustic paradigm, we went on to compare adaptive and two-interval forced-choice methodologies (Green and Swets, 1966) for two commonly used muffs, the Hellberg No-Noise muff on helmet and E-A-R Model 3000, as well as the two previously mentioned plugs. The results showed that while the forced-choice methodology gave significantly lower unprotected detection thresholds of 2 to 3 dB, the derived attenuation scores did not differ.

In an experiment currently in progress, we are comparing detection and speech perception in impulse noise backgrounds with level-independent and newly-marketed level-dependent (active and passive type) ear muffs. Our previous research had indicated that commonly used level-independent devices might constitute a safety hazard for the hearing-impaired by attenuating important messages and warning signals below the



level of hearing. The current study is testing the hypothesis that the new generation of muffs, designed to attenuate high-level impacts well above 100 dBA with minimal effect on low-level sounds, will provide an effective alternative, enhancing communication while at the same time reducing hazardous noise dosage.

## **B. COMMUNICATION HANDICAP**

The focus of interest in this second stream of research is the change that occurs in basic auditory function (e.g., detection, discrimination and frequency selectivity) and speech perception--particularly in noise, with ageing, noise sensitivity and progressive bilateral sensori-neural hearing loss. In a recently completed study, (Abel, Alberti and Krever, 1988; Abel, Krever and Alberti, 1989), the data for five groups of fifteen subjects, defined by audiometric configuration, age and clinical complaint, were compared on ten different procedures which included detection of pure tones in quiet and in a background of continuous 90 dB SPL low-frequency helicopter noise, frequency and duration discrimination, frequency selectivity, consonant recognition and word perception. For the speech tests, the effects of type and level of background noise were explored.

The results of this study showed that subjects complaining of sensitivity to noise, but who had otherwise normal hearing, had a significantly greater upward spread of masking for detecting pure tones in the low-frequency helicopter noise than either age-matched normal control subjects or individuals diagnosed as having hearing loss. However, they did not perform more poorly in the speech in noise tests. The effect of ageing, with normal hearing comparable to that of the younger control group, was an increase in the difference limen for frequency whether 500 Hz and 4,000, and for duration using a relatively short 20-msec standard. Hearing loss, not confounded by ageing, resulted in a significant decrease in the effectiveness of masking noise, especially for those with moderate to severe loss (because the noise was less audible), poor frequency discrimination at 4,000 Hz and poorer frequency selectivity for a 4,000 Hz probe. The difference limen for duration was no different than that obtained for age-matched normal hearing listeners. Speech intelligibility showed a precipitous decrease with increments in background noise, whether white, speech spectrum or multi-talker babble. Across the basic tests of auditory stimulus encoding the best predictor of speech perception in noise decrement for the hearing-impaired was the detection threshold in noise at 4,000 Hz.

A study in progress is assessing the feasibility of using a shorter version of the test battery described above for

screening hearing in Canadian Forces personnel. Clinical tests in current usage do not assess decrements in speech intelligibility in noise, an essential measure for pilots and air traffic controllers, who may listen in noise over noisy headsets. The extent to which listening experience may counteract hearing deficit in this population has not been previously studied and is currently under review.

We are also focusing more effort on the study of frequency selectivity, the ability of the auditory system to separate out the frequency components of a complex sound (Abel, Cheskes and Giguere, 1989). The relationship between the breakdown of frequency selectivity and decrements in speech perception capability in the hearing impaired listener is well-documented (Patterson, Nimmo-Smith, Weber and Milroy, 1982). Our own interest is the understanding of those factors underlying the characteristic flattening of the tuning curve in the presence of hearing loss.

### **C. EFFECTS OF LESION LOCATION**

An ongoing programme of special interest is the effect of lesion localization, peripheral or central, on auditory information processing. In the first experiment of a series, the subject of an M.Sc. thesis (Papsin and Abel, 1988), temporal auditory summation, the trade between intensity and duration in determining loudness, was compared in groups of listeners with normal hearing, and hearing loss due to middle and inner pathology, (otosclerosis and sensorineural hearing loss) and eight nerve lesions (i.e., acoustic neuroma). Typically, in normal hearing listeners, as the duration of a sound increases over a range of about 20 to 200 msec, the intensity required for threshold detection will decrease. The results of the study indicated that there was a progressive failure of summation, i.e., the slope of the function relating the detection threshold and duration decreased, as the site of the peripheral lesion moved toward the brainstem.

In a second experiment nearing completion, the subject of a Ph.D. dissertation (Thompson, Abel, Wortzman and Freedman, 1988) detection in quiet, frequency and duration discrimination, and consonant recognition in quiet are being investigated in patients with radiologically-confirmed acoustic neuroma and pathology of the right and left auditory cortex, as well as age-matched normal control subjects. The rationale for choice of the basic tests was the finding reported in the literature that acuity for a change in frequency and time underlies speech intelligibility. Consonant recognition provided a means of analyzing for type of linguistic error. Preliminary results are demonstrating unique differences in information processing for



right and left cortical areas that contradict previously held views concerning the hemispheric dissociation of such functions as speech and musical perception.

Behavioural studies of the type reported above extend our understanding of the role and function of nuclei at various levels of the auditory pathway. Possible byproducts are the development of new non-invasive tests for the early diagnosis of pathology, and suggestions for new therapies to diminish handicap, based on strategic listening exercises. The success of such studies has largely followed the advent of advanced neuroradiological techniques which allow precise definition of locus and size of lesion. In turn this has contributed to more powerful experimental designs for clinical research.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The research described above was supported by grants and contracts from the Natural Sciences and Engineering Research Council of Canada, the Ontario Ministry of Labour, the Workers Compensation Board of Ontario and the Department of National Defence, as well as a National Health Research Scholar Award from Health and Welfare Canada.

#### REFERENCES

- Abel, S.M., Alberti, P.W., Hathornthwaite, C. and Riko, K. (1982). "Speech intelligibility in noise: Effects of fluency and hearing protector type." *J. Acoust. Soc. Am.* 71, 708-715.
- Abel, S.M., Alberti, P.W. and Krever, E.M. (1988). "Auditory function and speech perception in noise in aging and noise sensitive listeners." In Proceedings of the 5th International Congress on Noise as a Public Health Problem, Volume 2, Stockholm, Sweden, pp. 223-228.
- Abel, S.M., Alberti, P.W. and Riko, K. (1982). "User fitting of ear protectors: Attenuation results," in Personal Hearing Protection in Industry, edited by P.W. Alberti (Raven, New York), pp. 315-332.
- Abel, S.M., Alberti, P.W. and Rokas, D. (1988). "Gender differences in real-world hearing protector attenuation." *J. Otolaryngol.*, 17, 86-92.

- Abel, S.M., Cheskes, M.B. and Giguere, C. (1989). "The role of probe tone parameters in frequency selectivity for normal listeners." J. Otolaryngol., in press.
- Abel, S.M. and Haythornthwaite, C. (1984). "The progression of noise-induced hearing loss: A survey of workers in selected industries in Canada." J. Otolaryngol. 13, Suppl. 13.
- Abel, S.M., Krever, E.M. and Alberti, P.W. (1989). "Auditory detection, discrimination and speech processing in ageing, noise-sensitive and hearing-impaired listeners." Submitted to J. Acoust. Soc. Am.
- Abel, S.M., Kunov, H., Pichora-Fuller, K. and Alberti, P.W. (1985). "Signal detection in industrial noise: Effects of noise exposure history, hearing loss, and the use of ear protection." Scand. Audiol. 14, 161-173.
- Alberti, P.W., Riko, K., Abel, S.M. and Kristensen, R. (1979). "The effectiveness of hearing protectors in practice. J. Otolaryngol. 8, 354-359.
- Abel, S.M. and Rokas, D. (1986). "The effect of wearing time on hearing protector attenuation." J. Otolaryngol. 15, 293-297.
- Giguere, C. and Abel, S.M. (1989). "Hearing protector assessment in a new psychoacoustical research facility." Submitted to Amer. J. Indus. Hyg.
- Green, D.M. and Swets, J.A. (1966). Signal Detection Theory and Psychophysics (Wiley, New York).
- Papsin, B.C. and Abel, S.M. (1988). "Temporal summation in hearing-impaired listeners." J. Otolaryngol., 17, 93-100.
- Patterson, R.D., Nimmo-Smith, I., Weber, D.L. and Milroy, R. (1982). "The deterioration of hearing with age: Frequency selectivity, the critical ratio, the audiogram, and speech threshold." J. Acoust. Soc. Am. 72, 1788-1803.
- Thompson, M.E., Abel, S.M., Wortzman, G. and Freedman, M. "Lesion localization and the processing of auditory parameters." Paper pres. at Academy of Aphasia, 26th Annual Meeting, Montreal, Quebec, October 16-18, 1988.

## **A METHOD TO DETERMINE THE OPTIMUM LOCATION FOR FIRE ALARMS IN RESIDENTIAL BUILDINGS**

**R.E.Halliwel and M.A.Sultan**  
*Institute for Research in Construction*  
*National Research Council Canada*  
*Ottawa, Canada K1A 0R6*

### **ABSTRACT**

Fire alarms can save lives in a fire emergency only if people hear them. If alarm sounding devices are to be used effectively, attention must be paid to where they are located in the building. A simple expression has been developed to calculate the attenuation of the alarm signal from a smoke detector as it propagates through a residential building, with the path viewed as a series of connected rooms. Attenuation depends on floor area and type of furnishings in each room. Corrections are applied if the house does not have forced air heating or if a number of doors are closed. The expression can be used to determine the optimum location for alarms.

### **SOMMAIRE**

Les alarmes-incendie peuvent sauver des vies dans une situation critique à condition que les gens les entendent. Pour que les dispositifs d'alarme d'un bâtiment soient vraiment utiles, il faut veiller à les placer aux bons endroits. On a défini une expression simple permettant de calculer l'atténuation du signal d'alarme provenant d'un détecteur de fumée au cours de sa propagation dans un bâtiment d'habitation, le trajet suivi étant considéré comme une série de pièces communicantes. L'atténuation dépend de la surface de plancher et du type de meubles et accessoires que contient chaque pièce. On effectue des corrections si la maison n'est pas dotée de chauffage à air pulsé ou si un certain nombre de portes sont fermées. L'expression en question peut servir à déterminer le meilleur emplacement des alarmes.

### Introduction

It is estimated<sup>1</sup> that 40 to 50% of the people killed in fires each year could be saved if adequate early-warning fire detection devices were installed. A study by Jones<sup>2</sup> of multiple death fires in the U.S. indicates that 81.4% of fires occur between 8:00 p.m. and 8:00 a.m., with the largest number (40.5%) between midnight and 4:00 a.m.

Smoke alarms are generally considered to be more effective than people in detecting fire aerosols, and because they can be used to monitor unfrequented areas they are effective early-warning devices for fire. It is important to remember that in many cases the sound of the alarm is the only means of alerting a sleeping person to the existence of a fire, but they can save lives only if people hear them.

The question of where to place smoke alarms in single family homes and fire alarms in highrise buildings so as to be assured that as many people as possible are alerted is really a two part question. First, how loud must it be to alert people, especially sleeping people, and second, how much is the sound attenuated as it propagates through the building?

The first part of the question is really the most difficult to answer. Since it requires a louder sound to awaken a sleeping person than to alert a person already awake, it follows that this should be the relevant criteria. But how loud must a sound be to be sure of waking a sleeping person?

There have been a number of studies to determine the awakening threshold; this is the level which will cause awakening 50% of the time. The literature has been extensively reviewed by Pezoldt and Van Cott<sup>3</sup>

who found measured values varying over a large range. Another reviewer, Berry,<sup>4</sup> concluded that 75 dBA at the ear was a minimum level to awaken "normal" people. Lukas<sup>5</sup> looked at a number of studies concerned with the sleep arousal effects of aircraft noise and produced a cumulative distribution curve. This curve indicates that to arouse or awaken 80% of the subjects a level of 80 dBA is needed. The problem is fourfold. There is a lack of unanimity with regard to what constitutes awakening, the noise signal used is often not properly identified, there are often other experimental artifacts which confound the application to fire alarms, and even within any one experiment there is a wide range of values reported.

These studies have all been concerned with specially selected people, and do not include the effects of medication or alcohol both of which can inhibit arousal. Children tend to sleep more deeply and require higher levels, whereas older people tend to sleep more lightly and are more easily aroused<sup>3</sup>. In the case of older people this is often offset by hearing impairment. Considering all of these factors, we feel that a level of 75 dBA at the ear is the minimum level required to provide adequate fire safety in most circumstances.

This paper is primarily concerned with the second part of the question, the propagation of the alarm within residential buildings. The paper is in two parts. The first is a study of propagation within single family dwellings and the development of a model to predict this attenuation. The second part has been included because it illustrates a situation typical to many highrise apartments of which designers and acoustical consultants should be made aware and is a case where the simple model developed in Part 1 can be used. It is similar to a study by Robinson<sup>6</sup> of the attenuation from the corridor into the sleeping rooms in a college dormitory, but in this case a selection of apartment buildings have been used. These include cases where the sound is attenuated by more than a single partition.

## **PART 1: Propagation of Smoke Alarms in Single Family Residences**

The use of smoke alarms is now commonplace in homes, but information is not readily available as to where best to locate them. There are two basic concerns:

- 1) what is the best location with regard to fire detection?
- 2) what is the best location with respect to audibility?

In this study only the second question is addressed. After all, no matter how effective the detector is at determining that a fire exists, if the alarm is not heard then the system is not effective.

Once the alarm sound level has been established, there is still the question of where to locate an alarm so as to provide maximum benefit. The answer to this question requires a model that can be used to calculate the attenuation of the alarm signal as it propagates through the home. The model would permit one to determine the optimum location for an alarm to achieve the required signal level at any location in the home.

To assess the attenuation of the alarm signal from smoke detectors it was necessary to make measurements in a number of homes and from the data to develop a general model to be applied for any single family residence. Eleven buildings were studied, constituting a reasonable cross-section of the common types of dwelling: bungalows, split-level, and two-story houses. The study included both furnished and unfurnished homes.

### **Measurement Procedure**

Measurements were made using a smoke alarm (modified to operate continuously) as a source of alarm signal. It was mounted on a stand 2.1 m in height so as to simulate a ceiling-mounted detector and placed in a number of locations in each dwelling: in the basement near the furnace room, in the main hallway near the kitchen, and in the hallway near the bedrooms. From each source location the attenuation of noise was measured to every other room. This was done first with all doors in the propagation path open, then with them closed successively until all doors in the path were closed.

To determine the attenuation along each path, the sound level was measured simultaneously near the source and in the receiving room. The source microphone was in a fixed position 1 m from the smoke detector, while the receiving room microphone was moved about the room to provide an average sound level for the room. A Hewlett-Packard model 3582A two-channel FFT analyzer was used to collect data from the two microphones simultaneously. Sixty-four spectra were averaged and the resultant spectra for each microphone were stored for subsequent analysis. A calibration signal was recorded on each microphone at the beginning and end of each measurement period.

As acoustical data are usually provided in third-octave bands, the narrow-band spectra provided by the FFT analyzer were converted to third-octave spectra by summing the energy within the standard third-octave bands. Rather than simply summing the energy in the spectral lines, a weighted sum was used so that a realistic filter shape could be realized. The overall level was then .and corrected using the calibration signal to obtain the absolute sound levels in third-octave bands. The attenuation was then calculated as the difference between source and receiver levels for each third-octave.

### Discussion of Results

The reduction in sound level that is provided by walls, doors, etc., within a building increases with increasing frequency. To be most effective it would thus be reasonable for a smoke detector to have most of its acoustical output at low frequencies, say below 500 Hz. It is more economical, on the other hand, to produce an alarm operating in the 2000 to 5000 Hz range where the human ear is most sensitive. Since the attenuation of these alarms will be higher they must operate at a higher sound power if they are to be adequate as warning devices.

Sound power measurements on a number of smoke alarms are listed in Table 1, which shows that most smoke alarms only provide noise output in a few bands, the two dominant ones being the 3150 and 4000 Hz bands. For the purpose of this study only the 3150 Hz band has been used to develop a propagation model. The higher frequency band, which was not present for all smoke alarms, will tend to be attenuated more and thus will be less useful in alerting occupants. Where there is energy in lower frequency bands, the model will predict too little attenuation and thus provide an extra margin of safety.

Two different models were considered for predicting the attenuation of noise from the alarms. The first was based on a model proposed by Berry.<sup>4</sup> Its most attractive feature is its simplicity, the basic attenuation being assumed to be a function of the straight-line horizontal distance between source and the mid-point of the receiving room, without regard for changes in elevation. Added to this basic attenuation are three corrections, one for the number of floor changes in elevation, another for each closed door along the propagation path, and a third for each open doorway along the propagation path.

Figure 1 shows a histogram of the increase in attenuation provided by closing a single door in a propagation path. The wide range in attenuation is a result of the wide variation in fit among doors, from doors with large gaps beneath to those carefully weather-stripped. The mean value is 10 dB, and this was used in the model as the correction for closed doors.

### Simple Model

The simple model proposed by Berry did not determine the attenuation of the smoke detector alarm, but rather determined a probability of awakening based on the assumptions that the alarm provides 85 dBA at 10 feet and that 75 dBA can be expected to awaken a person. Using the same basic structure for the model the best fit to the data was found with an attenuation of 1.77 dB per metre and the following corrections: 10 dB for each floor between the source and receiver, 3 dB for each open doorway along the path, and 10 dB more for each closed door along the path. Figure 2 shows the attenuation calculated using this model plotted against the measured attenuation. The solid line is a least square fit to the data, with a standard deviation of 14 dB and a correlation coefficient of 0.71.

TABLE 1. Maximum sound power output of smoke detectors.  
(dB re: 10<sup>-12</sup> W)

Detector <sup>1</sup>	Duty Cycle <sup>2</sup> (t)	1/3 Octave Frequency Band, Hz										
		500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
A1	0.203	38	39	39	39	63	57	73	96	84	63	50
A2	0.230	37	38	38	38	44	56	70	98	92	67	56
B1	0.877	82	82	60	71	74	81	79	95	95	95	88
B2	0.870	79	81	66	72	76	81	77	93	94	96	92
C1	0.986	44	44	44	45	45	50	61	79	102	90	69
C2	0.989	44	44	44	45	45	50	62	79	102	91	70
D1	0.844	46	46	46	46	47	52	63	80	103	93	71
D2	0.845	44	44	44	45	45	50	62	80	102	88	68
E1	1.0	84	70	69	85	76	92	88	96	92	91	80
E2	1.0	76	83	63	69	80	87	85	97	100	91	89
F1	1.0	61	60	72	70	70	74	86	75	83	90	82
F2	1.0	58	61	69	70	72	77	90	81	82	89	82
G1	0.643	37	37	37	38	39	50	63	88	95	69	55
G2	0.667	38	38	38	38	39	48	61	84	95	71	56

<sup>1</sup>Detectors with the same letter designation are identical models.

<sup>2</sup>The duty cycle is the fraction of time during which the alarm is operating.

10 log(1/t) was added to the measured mean sound power level to give the maximum sound power level.

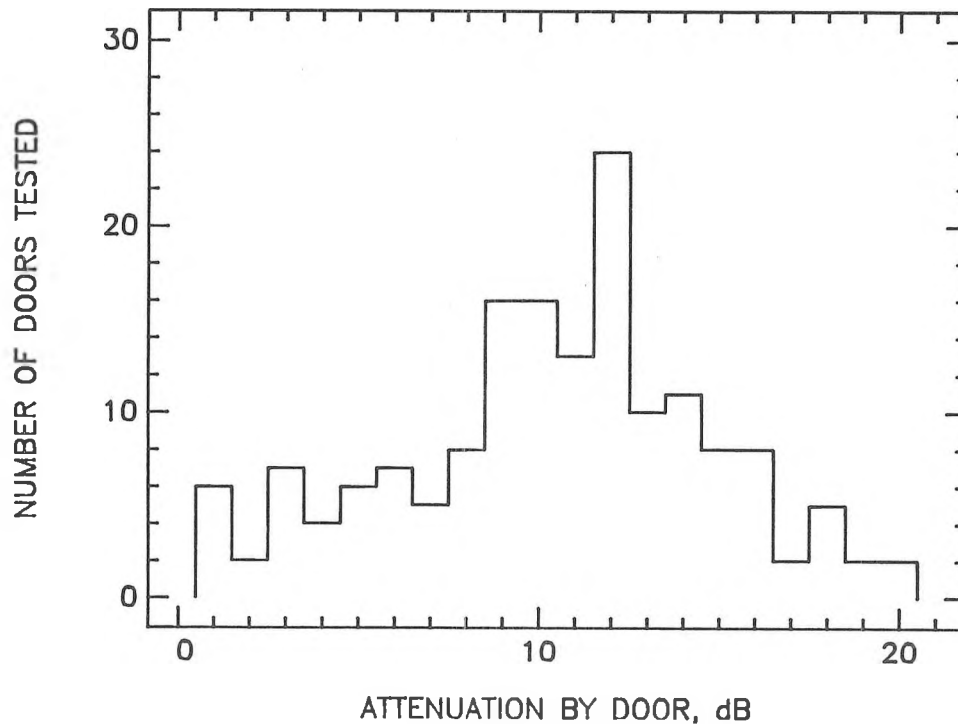


Figure 1. Histogram of sound attenuation due to closure of single door in propagation path.



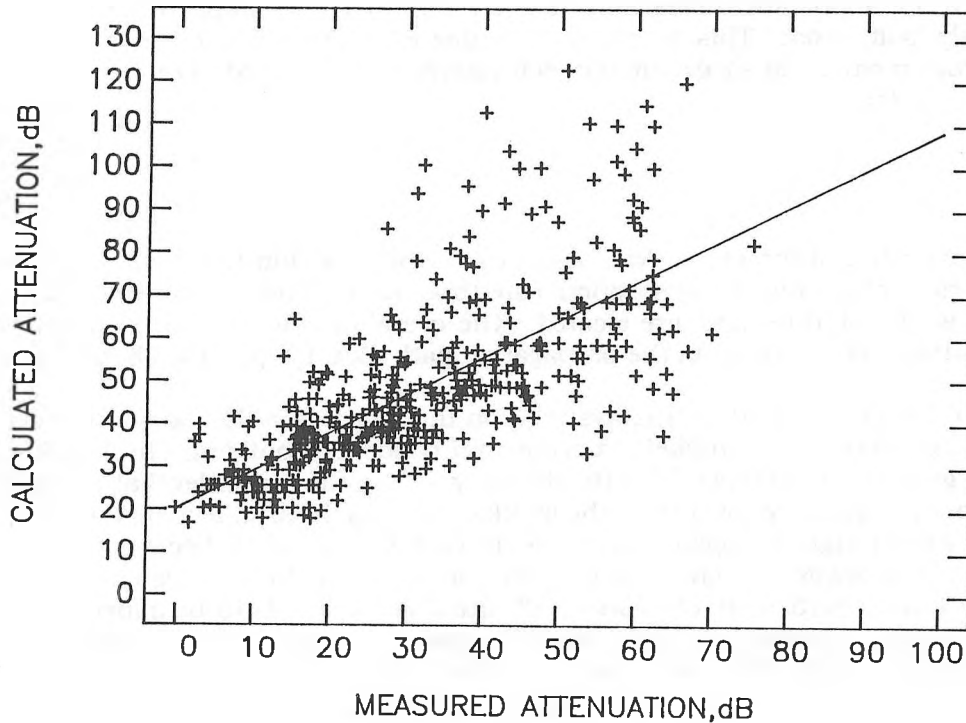


Figure 2. Simple Model: Comparison of calculated and measured attenuation.

Proposed Model

The second model considered takes a slightly different approach. In it, the propagation path is viewed as a series of linked rooms, each of which modifies the sound level. The path to be used is the most direct path as would be traversed by a person walking from the source to the receiver. Each space enclosed by walls or partitions, including hallways, is counted as a room provided that the opening leading from the previous room is a doorway or equivalent. For the purpose of this model, it is assumed that little, if any, sound is transmitted through the partitions or floors. From reverberation room theory, the sound level in a room due to transmission of sound through an opening or partition into the room is given by<sup>7</sup>

$$L_R = L_s - R + 10 \log \left[ \frac{S T_{60}}{0.161 V_R} \right] \tag{1}$$

- where
- R = transmission loss of partition,
  - L<sub>s</sub> = sound pressure level in source room,
  - L<sub>R</sub> = sound pressure level in receiving room,
  - S = area of partition (m<sup>2</sup>),
  - T<sub>60</sub> = reverberation time,
  - V<sub>R</sub> = volume of receiving room (m<sup>3</sup>).

It may be further simplified by assuming that sound enters the room only via an open doorway of area 2 m<sup>2</sup> with zero transmission loss, and that rooms are always 2.4 m high. A normally furnished room of average size, that is one with carpet and furniture, has a reverberation time of about 0.4 s at 3150 Hz.<sup>8</sup> The result is that the receiving room level is given by

$$L_R = L_s - 10 \log \left[ \frac{\text{area}}{2.08} \right] + A \tag{2}$$

where 'area' is the floor area of the receiving room and 'A' provides a means of adjusting this correction for instances in which reverberation time differs substantially from 0.4 s, as happens in a "hard," unfurnished room or in an extremely "soft" room. This would have a value of -2 dB for hard rooms such as bathrooms or kitchens, zero for normal rooms, and +2 dB for very soft rooms such as a bedroom with carpet, heavy drapes, and bedspread. Thus, the term

$$10 \log \left( \frac{\text{area}}{2.08} \right) + A \quad (3)$$

may be viewed as a correction to the sound level due to absorption within the room or, alternatively, as the room attenuation. Attenuation due to absorption can thus be calculated for each room in the house, independent of where source and receiver are located. The overall attenuation of the detector alarm is thus the sum of the attenuations for all rooms in the propagation path plus 10 dB for each closed door.

The derivation of Eq. (1) is based on the assumption that there is a diffuse sound field in both source and receiving rooms, a condition very unlikely to occur in a residential building. In actual rooms the sound level will decrease the greater the distance from the doorway. Thus the sound level at the doorway leading to the next room in the path is actually lower than the spatially averaged sound level. Similarly, the assumption of zero transmission loss through the open doorway is an over-simplification because it ignores any edge or interference effects of the doorway. A comparison of the sound attenuation predicted by this model with the measured attenuation indicates that an additional 5 dB attenuation needs to be added for each room in the propagation path. This may be looked upon as the attenuation of an open doorway and is consistent, albeit slightly higher, with the value of 3 dB found using the simpler model

It is well established from field studies of transmission loss of walls and floors that heating ducts can provide a flanking path that will short-circuit a partition and result in lower noise reductions than would otherwise be obtained. This was borne out in the present study; it was found that buildings that do not have forced-air heating provide an additional 6 dB attenuation for each room in the propagation path.

These corrections can all be summarized in the following expression:

$$\text{Atten} = \left[ \sum_{r=1}^n \left( 10 \log \left( \frac{\text{area}_r}{2.08} \right) + 5 + A + K \right) \right] + 10 (\text{door}) \quad (4)$$

where area = floor area of room 'r' (m<sup>2</sup>),  
door = number of closed doors in path,  
A = -2 for hard rooms (kitchen, bath),  
= 0 for normal rooms,  
= 2 for soft rooms (rugs, draperies),  
K = 0 for forced air heating,  
= 6 for electric or hot water heat,  
n = number of rooms in path from smoke detector to point of interest, not counting room containing smoke detector.

Figure 3 shows the attenuation calculated using this model plotted against measured attenuations for all source-receiver configurations in the 11 houses studied. The solid line is the least-squares fit to the data, with a standard deviation of 7.5 dB and a correlation coefficient of 0.89.

### Discussion of Models

The simple model badly over estimates the attenuation and must be considered as unsuitable as a method of determining the attenuation of smoke alarms. This method fails primarily because of its simplicity. Some of the large scatter is a result of the range in measured attenuation of doors, but it is insufficient to explain all of the scatter. The assumption that only the horizontal distance between the source and receiver is important ignores the fact that within rooms the sound field tends to be reverberant and that the primary

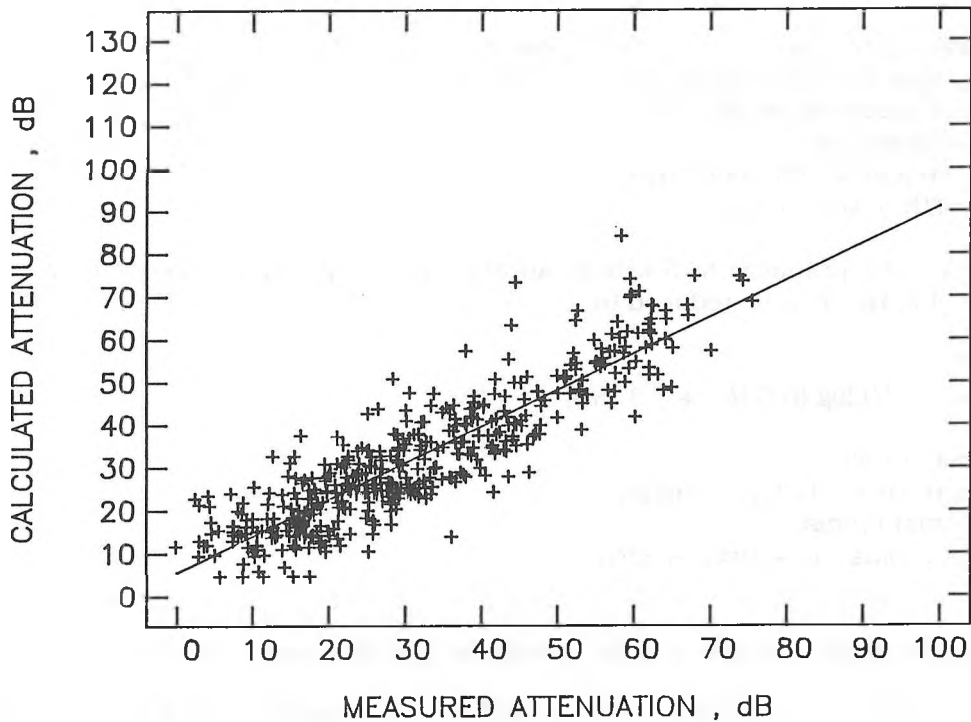


Figure 3. Proposed Model: Comparison of calculated and measured attenuations.

propagation path between rooms is unlikely to be a straight line. For this data set most of the measurements were for distances less than 5 metres, despite the large range of attenuations found. Similarly the assumption that absorption can be ignored is suspect. While there is evidence that most rooms in residential homes tend to have the same amount of absorption,<sup>8</sup> there are sufficient differences between rooms such as kitchens and bedrooms to add significantly to the observed scatter.

The proposed model is more satisfactory with only a slight tendency to be conservative in cases of low attenuation. Some of the observed scatter will again be due to variation in the attenuation for closed doors (shown in Fig. 1), and some will be associated with measurement of the source room sound level. The source room sound pressure level was measured at a single position rather than with a moving microphone, as was done in the receiving room. The measured sound level will be more representative of the near field of the alarm, as modified by adjacent reflecting surfaces, rather than the mean sound level in the room. The smoke alarm used had a definite tonal quality to its output, thus one would expect that diffraction and other pure tone effects would also contribute to the scatter.

Obviously there are many other factors and transmission paths in real buildings which could be included in a more detailed calculation. The inclusion of such extra details would require extremely complicated calculations and is unlikely to provide a significantly better fit to the measured data than the empirical method described above.

The attenuation calculated by Eq. (4), when subtracted from the initial sound level provided by the alarm signal, gives the alarm signal level at the point of interest. The initial sound level provided by the alarm signal can be obtained in one of two ways. The most direct is to measure the mean sound level in the room containing the smoke alarm. This is not always practical, however, especially if one is trying to ascertain the best room in which to locate the alarm. Thus, the second method is to calculate the initial sound level from the sound power output of the alarm, using the expression<sup>9</sup>

$$L_s = P - 10 \log \left[ \left( \frac{V_s}{T_{60}} \right) \left( 1 + \frac{S_s l}{8 V_s} \right) \right] + 14 \quad (5)$$

where  $L_s$  = mean sound pressure level in source room,  
 $P$  = sound power output of alarm (dB),  
 $V_s$  = volume of source room (m<sup>3</sup>),  
 $T_{60}$  = reverberation time,  
 $S_s$  = surface area of source room (m<sup>2</sup>),  
 $l$  = wave length of sound (m).

For an alarm operating primarily at 3 kHz in an approximately square room with 2.4 m ceiling and a reverberation time of 0.4 s, this can be reduced to

$$L_s = P + 14 - 10 \log [6.06A + .3 \sqrt{S}] - A \quad (6)$$

where  $S$  = floor area of room,  
 $A$  = -2 for hard rooms (kitchen, bath),  
= 0 for normal rooms,  
= 2 for soft rooms (rugs, drapes, etc.).

## **PART 2: Attenuation Between Corridor and Bedrooms in Highrise Apartments**

It is common practice in buildings, such as highrise apartments, which have multiple apartments connected to a common corridor, to locate fire alarms in the corridor. There are a number of practical reasons for doing this, none of which really addresses the question of fire safety. Since the sound levels required to alert a sleeping person are higher, it was decided to look at the problem of attenuation between the bedrooms and the corridor of an apartment building and the ramifications that this would have on the alarm system.

### **Measurement Procedure**

Measurements were made of the reduction in sound level between the corridor, immediately adjacent to the entrance door, and each of the bedrooms and the interior hallway, immediately outside the bedroom doors. The entrance door and the bedroom door were closed for all measurements.

A white noise source was used in the corridor, at least 3 m from the door of interest, rather than trying to simulate any particular alarm signal. This provided broad band results which can be applied to any source spectrum.

The corridor levels were measured in the centre of the corridor, immediately outside the apartment entrance, approximately 1.2 m above the floor.

The interior hallway level and the bedroom levels were spatially averaged by slowly moving the microphone about the space during the integration period. An Norwegian Electronics model 830 Real Time Analyser, using a 16 second integration time, was used to measure the equivalent sound level ( $L_{eq}$ ) simultaneously in the corridor and in the hallway or bedroom. For each measurement location the sound level was measured with the sound off and with it on.

Measurements were made on a total of 73 apartment units in 9 different buildings. The buildings ranged from older, low cost housing for elderly people to new highrise luxury condominiums.

## Results

In two of the buildings the apartments did not have separate bedrooms, but were bachelor apartments. For these cases the spatial average of the  $L_{eq}$  in the area of the bed was used to calculate the attenuation which was treated as if it were an interior hallway attenuation since only one door separated the 'bedroom' from the corridor.

TABLE 2. Noise reduction from corridor in dB.

<i>Frequency Band</i> Hz	<i>Interior Hall</i>		<i>Bedroom</i>	
	<i>Attenuation</i>	<i>Standard Deviation</i>	<i>Attenuation</i>	<i>Standard Deviation</i>
100	22.5	5.2	34.8	6.4
125	24.8	4.6	37.3	6.4
160	27.4	4.4	41.9	6.2
200	26.9	3.9	43.6	6.2
250	29.0	4.4	46.0	6.7
315	28.9	4.6	47.8	6.8
400	30.8	4.8	51.0	7.2
500	31.7	4.9	53.7	7.9
630	32.2	4.4	55.6	7.9
800	32.5	4.4	57.1	8.2
1000	32.8	4.7	58.2	8.6
1250	33.7	4.8	59.1	8.5
1600	33.2	5.0	59.2	8.5
2000	30.6	4.8	55.6	8.1
2500	29.3	4.6	52.7	7.9
3150	30.8	4.7	53.9	7.9
4000	32.6	4.7	57.7	8.4
5000	29.2	4.8	56.3	8.5
A-wt	31.4	4.2	54.9	7.5

## Discussion of Results

The results in Table 2 were obtained using a white noise source. There are several advantages in using white noise rather than any particular type of fire alarm. The most obvious is that the entire noise reduction spectrum is obtained. This makes it possible to calculate the expected noise reduction for any alarm system which produces broad band noise provided that the source spectrum is known. It should be noted that in most cases the attenuation of the alarm signal will actually be greater than that shown in Table 2. Few if any alarm systems provide much acoustical energy below 500 Hz, whereas the white noise source used provided a reasonable flat spectrum down to 100 Hz. When this is coupled with the transmission characteristics of partitions, which transmit more energy at low frequencies, one finds that the received spectrum for white noise has a strong low frequency component. This results in a higher A-weighted received level and thus a lower overall A-weighted noise reduction.

The mean A-weighted level difference between the corridor and the interior hallway for the nine buildings was 31.4 dB measured with the doors shut. The level difference between the corridor and the bedrooms was found to average 54.9 dB, again with the doors closed. If the door were open the level difference would only be 10 dB less as was shown in the previous study of single family residences.

What does this mean in terms of fire alarm systems? Although there is no clear minimum level required to awaken sleeping people, a level of 75 dBA as suggested by Berry is probably as reasonable a level as any. The mean background level found in the buildings studied was 36.5 dBA giving a healthy signal to

noise ratio of 38.5 dB, but this is still not guaranteed to awaken everybody. Using 75 dBA means that the level in the corridor outside the apartment door must be 130 dBA. This is not a reasonable level. Not only is this above the threshold for permanent hearing damage, but it is quite difficult to achieve. The noise reduction between the bedroom and the adjacent hallway within the apartment is only 23.5 dB, so assuming a bedroom level of 75 dBA means that the hallway level need only be 98.5 dBA. This is not an unreasonable level and is easily achieved with existing alarm systems. Thus adequate fire safety protection for sleeping residents would require that an alarm be located within each apartment.

Whether one alarm within the apartment is sufficient will depend on the floor layout. Certainly in two level units which are found in some luxury apartments buildings it may be necessary to install two or more alarms. The optimum location for these alarms can be determined using the model developed for single family homes in Part 1.

### Conclusion

A simple expression has been developed to calculate the attenuation of the alarm signal from a smoke detector as it propagates through a residential building, with the path viewed as a series of connected rooms. Attenuation depends on floor area and type of furnishings in each room. Corrections are applied if the house does not have forced air heating or if a number of doors are closed. The expression can be used to determine the optimum location for alarms. As the best location for an alarm is not necessarily the best location for a smoke detector, it is recommended that interconnected multiple detector/alarm systems be used or that detector and alarm be separated.

### REFERENCES

1. Bright, R.G.: "Recent Advances in Residential Smoke Detectors," Fire Journal. 68(6), 69-77, 1974.
2. Jones, J.C.: "1982 Multiple-Death Fires in the United States." Fire Journal. 77(4), 10-25, 1983.
3. Pezoldt, V.J. and Van Cott, H.P.: "Arousal from Sleep by Emergency Alarms: Implications from the Scientific Literature," NBSIR-78-1484(HEW), Washington, DC, 20234, 1978.
4. Berry, C.H.: "Will Your Smoke Detector Wake You?" Fire Journal. 72:4, 105-108, 1978.
5. Lukas, J.S.: "Noise and Sleep: A Literature Review and a Proposed Criterion for Assessing Effects," Journal of the Acoustical Society of America. 58(6), 1232-1242, 1975a.
6. Robinson, D.A.: "Sound Transmission Loss for Corridors to Rooms: Implications for Locating Fire Alarm Sounders," Fire Technology. 22(2), 122-135, 1986.
7. ASTM E90-81: "Standard Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions."
8. Bradley, J.S.: "Acoustical Measurements in Some Canadian Homes," Canadian Acoustics. 14(4), 19-25, 1986.
9. ANSI S1.31-1980.: "American National Standard Precision Method for the Determination of Sound Power Levels of Broad-Band Noise Sources in Reverberation Rooms." American Institute of Physics, New York.



## La surveillance audiométrique et la législation québécoise en matière de santé au travail: limites et alternatives

D. Beaulieu (1), V. Boudreault (2), P. Fortier (3), J. Gauthier (1),  
C. Laroche (4), O. Lemoine (1), L. Paré (5)

- (1) Département de santé communautaire (DSC) de l'Hôpital St-Luc, 1001, rue Saint- Denis, Montréal, Québec H2X 3H9
- (2) Département de santé communautaire (DSC) du Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke (CHUS), Sherbrooke, Québec
- (3) Département de santé communautaire (DSC) Honoré-Mercier Inc., St-Hyacinthe, Québec
- (4) Groupe d'acoustique de l'Université de Montréal, Montréal, Québec
- (5) Département de santé communautaire (DSC) du Centre Hospitalier régional de Lanaudière, Joliette, Québec.

### Résumé

Le dépistage massif des problèmes auditifs chez les travailleurs exposés au bruit soulève une question majeure en regard de la pertinence de répéter de façon périodique les examens auditifs. La loi québécoise en matière de santé et de sécurité du travail prévoit qu'une surveillance médicale soit établie de façon à prévenir ou à détecter précocement toute atteinte à la santé provoquée ou aggravée par le travail. Dans un contexte de surveillance audiométrique, une telle pratique sous-tend des problèmes méthodologiques et éthiques. Une revue de la littérature portant sur les approches individuelles et collectives de surveillance audiométrique a démontré une non-compatibilité entre ces approches et les objectifs de prévention et de sensibilisation poursuivis en santé au travail. Plutôt que d'investir des sommes d'argent considérables dans la surveillance audiométrique, les efforts devraient être davantage concentrés vers d'autres avenues. Par exemple, la promotion de la réduction du bruit à la source représente une suite logique à un bilan de santé auditive tel que préconisé par le CORACQ.

### Abstract

Massive screening of auditory problems in the working population exposed to noise raises a crucial question concerning the relevance of periodically repeating hearing tests. Quebec law with regard to occupational health and safety points out that medical surveillance should be established in order to prevent or to detect any health problem caused or aggravated by the workplace. In a context of monitoring audiometry, such a practice involves methodological and ethical problems. A review of the literature on individual and group approaches has demonstrated an incompatibility between these approaches and the goals of awareness and prevention pursued in occupational health. Instead of investing large amounts of money in monitoring audiometry, efforts should be concentrated on other solutions. For example, the promotion of noise reduction represents a logical extension to an audiometric survey as recommended by the CORACQ.

## Introduction

Au Québec, depuis la fin des années 1970, l'ensemble des interventions des secteurs privé et public en matière de santé et de sécurité au travail sont régies par la Loi sur la santé et la sécurité du travail [1]. Le but ultime de cette loi est l'élimination à la source des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs de manière à ce que soit préservée leur intégrité physique. C'est ainsi que cette nouvelle loi attribue à la médecine du travail une responsabilité élargie par rapport à son rôle de gestion qu'elle s'était donnée auparavant. Dans ce contexte, les examens de santé prennent un sens pourvu qu'ils s'insèrent dans des interventions plus globales à visée préventive.

Pour chaque établissement, une programmation en deux volets est prévue: le programme de prévention et le programme de santé spécifique. Le premier, sous la responsabilité de l'employeur, correspond globalement aux dispositions et échéanciers planifiés par l'établissement pour adapter le milieu de travail aux normes d'exposition admissibles. Le second, complémentaire au premier, est sous la responsabilité d'une équipe multi-disciplinaire du réseau public des Départements de santé communautaire (DSC) et des Centres locaux de services communautaires (CLSC). Il vise à offrir, en santé au travail, des services conformes aux mandats généraux déjà conférés à leur organisme à savoir l'identification et l'évaluation des risques spécifiques d'atteinte à la santé en vue de promouvoir un ensemble d'activités visant la prévention primaire des problèmes désignés prioritaires dans le milieu.

C'est pour répondre aux objectifs de ce second programme que le "Protocole d'évaluation rétrospective de l'audition d'une population exposée au bruit industriel" a été proposé en 1981 par le Comité de recherche en audiologie communautaire du Québec (CORACQ) [2,3]. Constitué d'un ensemble cohérent de procédures d'examens, il devient un outil complémentaire à l'étape de quantification des risques reliés au bruit. En accord avec la loi sur la santé et la sécurité du travail, il a été conçu de manière à sensibiliser les employeurs et les travailleurs tant au plan collectif qu'individuel. A l'échelle de l'établissement, il permet de déterminer l'importance du problème de surdité professionnelle dans la population concernée. Au niveau individuel, il vise à sensibiliser le travailleur à l'état de son audition en relation avec son milieu de travail et à lui donner accès aux services appropriés de traitement, d'indemnisation ou de réadaptation. Il devient donc évident que le protocole s'inscrit au sein d'une intervention globale; il n'est pas une fin en soi, mais vise plutôt à stimuler l'implantation de mesures efficaces de réduction du bruit.

C'est pour optimiser l'atteinte de ces objectifs que le CORACQ a aussi élaboré, avec le concours d'intervenants en santé au travail, différents outils complémentaires au protocole et aux examens faits avec celui-ci. Ces différents outils sont le système-expert TEMPO qui permet le traitement informatisé des examens, les différents guides d'utilisation de ce système [4,5] et le matériel d'information [6]. Enfin la dispensation d'une formation portant sur la problématique de la surdité professionnelle en santé au travail et un texte de support à cette formation complètent ces outils [7].

C'est ainsi que le protocole du CORACQ, mieux connu sous le nom de TEMPO, a été utilisé depuis 1981 par la grande majorité des intervenants en santé au travail du Québec et que plus de 50 000 examens ont été effectués dans plus de 2 500 établissements des secteurs prioritaires d'intervention au sens de la loi [8]. Cependant, suite à ce premier dépistage massif, surgit la question de la pertinence de répéter périodiquement les examens auditifs.

L'article 113 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail [1] qui détermine le contenu du programme de santé spécifique prévoit, entre autres, qu'une surveillance médicale s'établisse de façon à prévenir ou à détecter précocement toute atteinte à la santé provoquée ou aggravée par le travail. Cette notion de surveillance sous-tend inévitablement une périodicité d'examens qui, appliquée au contexte de la surdité professionnelle, soulève certains problèmes d'ordre métrologique et éthique qui sont abordés plus explicitement dans ce qui suit. Dans un premier temps, les différents types de surveillance définis dans la littérature sont mis en relation avec la surdité professionnelle. Ensuite, la compatibilité entre les types de surveillance

applicables à la surdité professionnelle et les objectifs poursuivis en santé au travail est discutée. Pour finir, un bref retour sur l'ensemble de la problématique abordée permet de mieux cerner les avenues possibles d'interventions.

## 1. Méthodes de surveillance et surdité professionnelle

La surveillance se définit, de façon générale, comme une activité de cueillette et d'analyse de données ou de mesures, effectuée de façon systématique, continue ou répétitive, qui vise la détection de changements dans l'environnement ou dans l'état de santé de la population cible et qui conduit à des actions correctives si nécessaires. Cette intervention est complétée par la diffusion des résultats de ces activités aux personnes concernées. [9,10,11] Quatre principaux types de surveillance sont couramment utilisés: environnementale, biologique, médicale et épidémiologique.

### 1.1 Surveillance environnementale

La surveillance environnementale analyse le milieu physique dans lequel évolue l'individu plutôt que les maladies qu'il occasionne. Par des mesures et des évaluations des agents nocifs en milieu de travail, on estime les risques pour la santé en fonction de l'exposition en comparant les données recueillies à des références ou à des normes appropriées. [11, 12, 13] Ce type de surveillance réfère davantage au volet hygiène des interventions en santé au travail et ce faisant, dépasse le cadre du présent article.

### 1.2 Surveillance biologique

De son côté, la surveillance biologique recherche la présence d'agents toxiques du milieu de travail dans le métabolisme du travailleur (tissus, liquides, sécrétions, excréments, etc.) en référant à des normes préétablies pour déterminer les risques pour la santé compte tenu de l'exposition. Ce type de surveillance est cependant limité par une variabilité inter-individuelle importante et détermine plutôt l'absorption de la substance par le corps que les effets de l'exposition. [11, 12, 13, 14] Ce type de surveillance ne s'applique évidemment pas dans le cas où le bruit représente l'agent agresseur.

### 1.3 Surveillance médicale

Par des examens médico-physiologiques périodiques de type clinique ou de dépistage, la surveillance médicale a pour but de protéger la santé des travailleurs exposés tout en prévenant l'apparition de la maladie professionnelle. La surveillance médicale devrait permettre de détecter précocement les atteintes à la santé pouvant résulter de l'environnement de travail et ceci, à un stade d'évolution où le processus pathologique est réversible ou facilement traitable. [11, 12, 13, 14]

Si on appliquait rigoureusement cette définition à la surdité professionnelle, il serait nécessaire que les examens audiométriques recherchent chez l'individu les effets temporaires de l'exposition au bruit. Ainsi, des tests de fatigue auditive permettraient de connaître soit, le niveau de résistance aux effets auditifs du bruit pour chaque travailleur exposé, soit la nocivité potentielle d'une exposition donnée. Cependant, ces approches s'avèrent difficilement applicables et ce, pour plusieurs raisons. D'abord il n'y a pas de lien direct scientifiquement prouvé entre le niveau de fatigue auditive mesuré à un moment donné et le risque d'atteinte à long terme, même si on peut croire que l'absence de fatigue auditive serait associée à une exposition sécuritaire [17, 18, 19]. Ensuite, les examens audiométriques de dépistage ne permettent pas, compte tenu de l'erreur de mesure, de déterminer adéquatement les déplacements temporaires des seuils auditifs occasionnés par le bruit. De plus, une grande variabilité intra et inter-individuelle limite encore davantage l'applicabilité des tests de fatigue

auditive [20]. Finalement, il est facile de concevoir qu'une telle forme de surveillance pourrait éventuellement contrevenir aux principes édictés par la Commission des droits de la personne du Québec. En effet, on pourrait être tenté d'en faire une procédure d'embauche pour identifier des individus résistants pour travailler dans des milieux que l'on considère que les raisons mentionnées précédemment suggèrent que bon nombre d'individus seraient ainsi faussement réputés sensibles ou résistants au bruit ou bon nombre de postes seraient faussement considérés sécuritaires.

Les examens auditifs de dépistage effectués au Québec en vertu de la Loi sur la santé et la sécurité du travail [1] ne peuvent donc prétendre rencontrer l'objectif de détecter les atteintes auditives à un stade d'évolution qui soit réversible. Dans les faits, au moment où l'atteinte est identifiée par un examen, elle est non seulement permanente mais aussi non traitable médicalement. On se rend donc compte que les examens auditifs de dépistage peuvent permettre tout au plus:

- . de sensibiliser les travailleurs à l'état de leur audition en relation avec leur milieu de travail;
- . d'identifier les travailleurs qui souffrent déjà d'une perte auditive due au bruit;
- . d'identifier et de référer les individus qui présentent un déficit éventuellement indemnisable;
- . d'identifier et de référer tous ceux qui bénéficieraient d'une investigation en clinique spécialisée.

Ces objectifs ne constituent toutefois que des ricochets d'une procédure de surveillance médicale et pourraient vraisemblablement s'opérationnaliser en marge de cette dernière.

Cette démonstration nous amène au coeur du problème à savoir que pour que la surveillance médicale soit efficiente à l'égard de la surdité professionnelle, il est nécessaire que les examens puissent identifier cette dernière à un stade asymptomatique. Cette éventualité est explorée à la section 2.1.

#### 1.4 Surveillance épidémiologique

La surveillance épidémiologique, par la collecte et l'analyse de données pertinentes, permet d'observer les distributions et les tendances de l'incidence de la maladie dans la population et permet de les mettre en relation avec des facteurs environnementaux [21]. On pourrait voir dans ce type de surveillance un outil privilégié pour évaluer l'impact d'interventions préventives menées dans les milieux de travail. Toutefois, les nombreuses contraintes méthodologiques inhérentes à une telle approche la rendent inopérante dans la majorité des établissements. Nous reviendrons sur cet aspect de la problématique à la section 2.2.

## 2. Efficacité des méthodes de surveillance à l'égard de la surdité professionnelle

Une recension exhaustive de la littérature scientifique des vingt dernières années [22] a permis de dégager deux types d'approche distincts en matière de surveillance de la surdité professionnelle. La plus couramment utilisée est individuelle et consiste essentiellement en la comparaison des seuils auditifs d'un même individu sur la base de critères de détérioration impliquant différentes fréquences audiométriques. Ce type d'approche se veut conforme au

modèle de surveillance médicale présenté plus tôt et a même fait l'objet de réglementations [23]. La seconde vise un objectif plus global d'intervention soit l'évaluation de l'efficacité des programmes de prévention. Elle constitue une approche collective et consiste essentiellement en l'analyse du comportement des seuils auditifs dans le temps de populations d'individus exposés au bruit. Cette approche rejoint donc davantage le modèle de surveillance épidémiologique tel que présenté dans la section précédente.

Dans ce qui suit, les critères et méthodes proposés à l'intérieur des deux grands types d'approche sont présentés et discutés de façon à vérifier s'ils répondent aux objectifs de détection précoce et de prévention.

## 2.1 Approche individuelle

C'est en comparant les seuils audiométriques d'un même individu obtenus à différents temps que l'on compte identifier le plus précocement possible toute détérioration de l'audition. Nous allons taire, pour le moment, les considérations éthiques que la seule évocation de cet objectif soulève pour nous attarder d'abord à la problématique plus métrologique de l'établissement de critères de détérioration significative.

L'examen audiométrique comporte une marge inévitable d'erreur aléatoire de l'ordre de 10 dB ( $\pm 5$  dB) lorsque ses différentes sources de variation sont contrôlées au mieux comme en milieu clinique spécialisé [24, 25]. Cette marge d'erreur passe facilement à 20 dB ( $\pm 10$  dB) si on considère le contexte du dépistage en usine bruyante [26, 27]. Il est alors facile de concevoir qu'un changement de seuil observé entre deux audiogrammes devra excéder l'erreur de mesure pour devenir significatif d'une altération réelle de l'audition. Les critères proposés par divers auteurs ont vraisemblablement été établis davantage en fonction de l'importance de la variabilité audiométrique que dans la perspective de détecter précocement une surdité professionnelle, c'est-à-dire, selon l'essence même de la surveillance médicale, à un stade asymptomatique.

Considérant que la progression de la perte d'audition due au bruit se limite généralement, après les 5 premières années d'exposition, à moins de un décibel par année à la fréquence la plus sensible (4 kHz) [25], il apparaît clair qu'une évolution effective de la surdité professionnelle ne devient mesurable que lorsqu'on l'a laissé progresser durant plusieurs années. Certaines manifestations de la surdité professionnelle, en termes d'incapacités, étant dès lors identifiables par l'individu, peut-on se targuer de la dépister précocement?

Quoiqu'il en soit, plusieurs critères ont été proposés par différents auteurs et sont présentés au tableau 1. La majorité des auteurs s'est contentée d'établir des critères sans jamais s'attarder à les appliquer pour en vérifier l'efficacité. Il nous est donc apparu essentiel d'éprouver ces critères en les appliquant à des résultats réels d'examens audiométriques effectués au Québec. Les critères de comparaison proposés ont été appliqués à des dossiers de travailleurs intégrés à la banque de données du système expert TEMPO pour lesquels on disposait d'au moins deux examens auditifs de dépistage valides effectués avec le même dispositif d'examens suivant la même procédure normalisée de recherche de seuils. Des 50 000 dossiers contenus dans la banque de données, 429 ont satisfait ces conditions. L'âge moyen de cet échantillon est de 32,7 ans (écart-type = 10,5 ans) et l'intervalle de temps entre les deux examens varie de 6 mois à 2 ans pour une moyenne d'environ 1,5 ans. La fig. 1 montre le pourcentage d'individus présentant soit une détérioration soit une amélioration de l'audition pour chacun des critères présentés au tableau 1.

Les résultats obtenus mettent encore une fois en relief toute l'ambiguïté de la notion de détérioration significative de l'audition. En effet, de 5% d'individus présentant une détérioration, on peut passer à 33% simplement en modifiant le critère utilisé. Lequel est alors le plus près de la réalité? Le plus sensible l'est-il trop? Sa spécificité est-elle optimale? Peut être n'est-il même pas assez sensible. Toutes ces questions demeurent sans réponse puisqu'aucun auteur ne s'est jamais attardé à les documenter.

**TABLEAU 1: Critères proposés de détérioration significative à l'une ou l'autre oreille**

Source	Critère proposé
NIOSH 1972 [28]	différence $\geq$ 10 dB à 0.5, 1 ou 3 kHz ou différence $\geq$ 15 dB à 4 ou 6 kHz
OSHA 1974, 1983 [28]	différence moyenne $\geq$ 10 dB à 2, 3 et 4 kHz
DICKMAN 1981 [28]	différence $\geq$ 10 dB à 0.5, 1, 2, 3 ou 4 kHz
AAO-HNS 1982 [28]	différence moyenne $\geq$ 10 dB à 0.5, 1 et 2 kHz ou à 3, 4 et 6 kHz
FELDMAN ET GRIMES 1977 [28]	différence $>$ 15 dB à 0.5, 1, 2, 3, 4 ou 6 kHz différence $\geq$ 11 dB à 2, 3 et 4 kHz
USA-AIR FORCE 1976 [28]	a) Aucun seuil $>$ 25 dBHL: différence $\geq$ 20 dB à 0.5, 1, 2, 3, 4 ou 6 kHz  b) au moins un seuil $>$ 25 dBHL: différence $\geq$ 10 dB à 2 kHz ou différence $\geq$ 15 dB à 3 kHz ou différence $\geq$ 20 dB à 4 ou 6 kHz
OSHA 1981 [28]	a) aucun seuil $>$ 25 dBHL et aucune détérioration significative antérieure: différence $\geq$ 20 dB à 0.5, 1, 2, 3, 4 ou 6 kHz  b) au moins un seuil $>$ 25 dBHL différence $\geq$ 10 dB à 1 ou 2 kHz ou différence $\geq$ 15 dB à 3 ou 4 kHz ou différence $\geq$ 20 dB à 6 kHz  c) moyenne des seuils à 1, 2 et 3 kHz $>$ 25 dBHL ou détérioration significative antérieure: différence $\geq$ 10 dB à 0.5, 1, 2, 3, 4 ou 6 kHz
DOBIE 1983 [29]	différence moyenne $\geq$ 8, 3 dB à 0.5, 1, 2 kHz ou à 3, 4 et 6 kHz



POURCENTAGE D'INDIVIDUS (N=429)

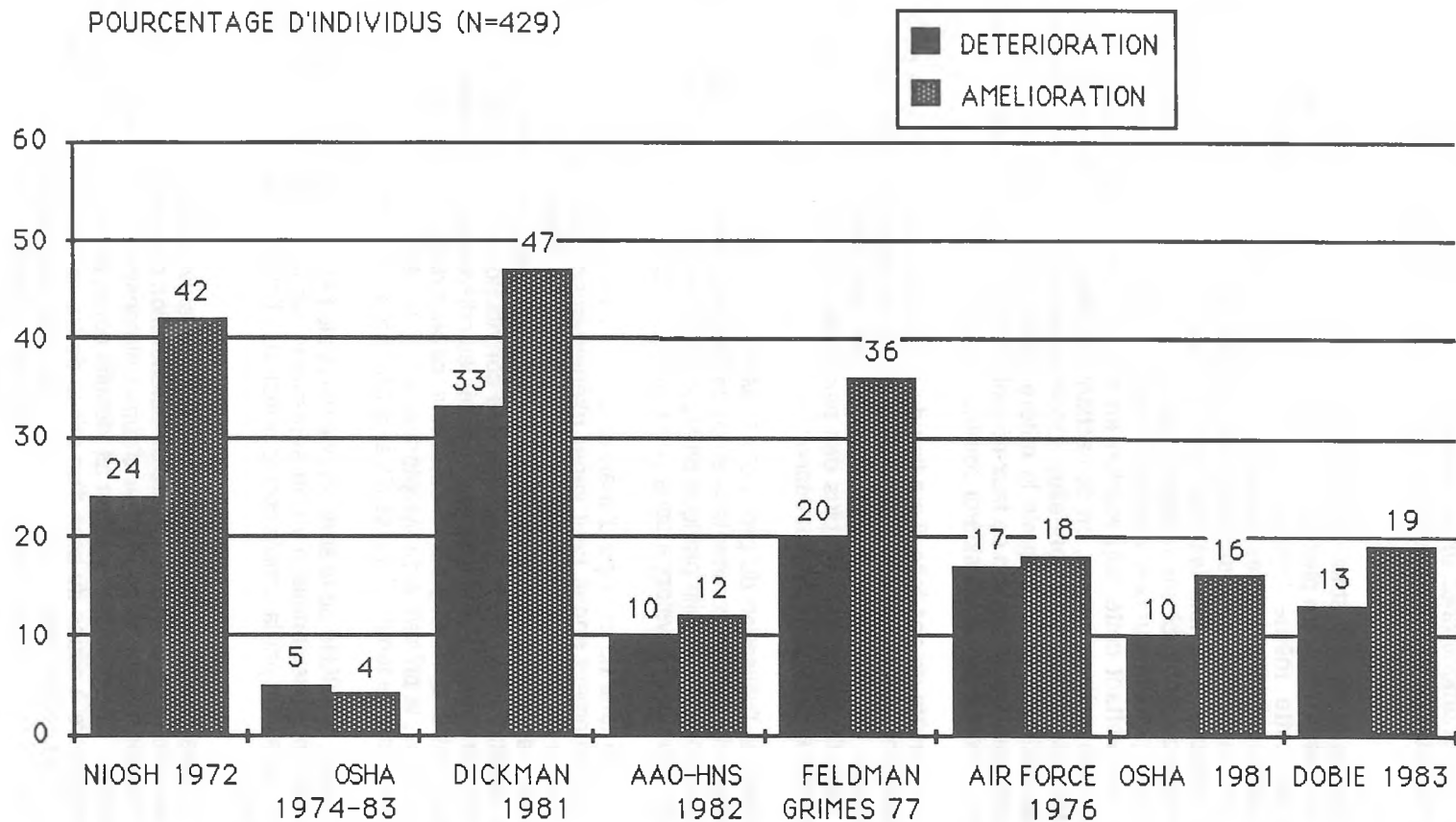


FIGURE 1: Amélioration ou détérioration des seuils d'audition de 429 travailleurs en fonction de 8 critères différents.

Une autre constatation découle de la Fig. 1. Les pourcentages d'amélioration sont, pour tous les critères, au moins aussi importants que les pourcentages de détérioration. Pourtant, les principaux facteurs en cause, soit les effets de l'exposition au bruit et du vieillissement, ne devraient logiquement conduire qu'à une détérioration de l'audition. L'observation de ce phénomène chez un échantillon naturel expose avec encore plus d'acuité l'impact des différentes sources d'erreurs et de la variation audiométrique en contexte de dépistage.

D'un point de vue strictement mathématique, l'influence de l'erreur de mesure aléatoire est réduite lorsqu'un critère privilégie un moyennage de seuils à différentes fréquences. Cependant, suivant cette même logique, un tel moyennage contribue à atténuer les détériorations et, conséquemment, à les masquer. Cette stratégie améliore donc la spécificité d'un critère mais ce, au détriment de sa sensibilité. Parmi ceux qui répondent aux critères de détérioration, on retrouve à la fois les individus qui présentent une plus grande variabilité audiométrique et ceux qui ont subi une réelle détérioration. On s'explique alors la dégradation de leur audition soit en jugeant leur poste de travail comme étant très à risque, en les étiquetant d'hypersensibles, en mettant cette dégradation en relation avec une condition personnelle (pathologie ou loisir bruyant) ou encore, en se cachant derrière l'erreur audiométrique. Toutes ces explications sont plausibles mais sont-elles accolées aux bons individus? Mais il y a pire encore. Parmi les individus pour lesquels le critère utilisé n'a pu identifier de changement significatif, il y a une certaine proportion de faux-négatifs. Alors on pourra, à tort, considérer leur poste comme moins à risque ou les considérer comme étant résistants.

A la lumière de ces faits, il y a lieu de s'interroger sur l'utilité et la pertinence de procéder périodiquement à des examens audiométriques de surveillance. Non seulement, ils ne sont pas en mesure de répondre à des objectifs de détection précoce de la surdité professionnelle mais ils comportent en plus des pièges qui en bout de ligne peuvent porter préjudice aux individus auprès desquels on intervient.

Même si l'utilisation du protocole TEMPO [2,7] dans un contexte de répétition d'examens n'a jamais été prévue comme telle et en constitue un mauvais usage, il importe de considérer les implications d'une telle pratique de façon à prévenir des conclusions erronées ou un discrédit injustifié d'un outil développé dans une toute autre perspective.

Compte tenu du principe d'analyse et de la variation audiométrique, le type de résultat obtenu à un moment donné peut varier ultérieurement sans qu'on assiste à un réel changement au niveau de la fonction auditive de l'individu. A l'inverse, une dégradation de l'audition peut être survenue sans que la catégorie de résultat ne soit modifiée. Ceci est d'autant plus vrai pour les résultats d'examens suggérant une contribution autre que le bruit à l'atteinte. En effet, pour mettre en évidence une telle éventualité, les critères qui déterminent ces résultats doivent considérer outre son ampleur, certaines caractéristiques de l'atteinte telles la configuration, la symétrie, la présence de symptômes etc. Ces résultats sont donc encore moins susceptibles de varier dans le temps si les seuils audiométriques changent.

En bref, la validité de la surveillance médicale périodique à l'égard de la détection précoce de la surdité professionnelle n'a non seulement jamais été démontrée mais s'avère fortement remise en question par la simple considération des limites métrologiques des examens audiométriques [30].

Certains pourraient demeurer tentés de pousser plus loin l'investigation de la validité de la surveillance et de raffiner un critère de détérioration qui soit sensible et spécifique de façon optimale. Il importe alors de considérer d'autres dimensions de la problématique de la surdité professionnelle. En admettant que l'on ait identifié correctement l'ensemble des individus dont l'audition se détériore à cause du bruit d'un milieu de travail donné, quelles solutions peut-on leur offrir? Les changer de poste de travail? Ce n'est pas toujours évident entre autres dans les milieux où la main d'oeuvre est spécialisée, où les postes sont tous aussi bruyants les uns que les autres, où les seuls postes moins bruyants sont moins payés, etc. Quoiqu'il en soit qui choisit-on pour occuper les postes demeurés bruyants? Un travailleur soi-disant résistant ou déjà sourd?

Dans la réalité, l'identification d'une détérioration peut vraisemblablement alarmer inutilement un travailleur puisqu'il n'a de choix que de continuer à travailler en portant ses protecteurs auditifs. Pour en venir à une telle solution ou même pour décider de réduire le bruit à la source, on n'avait aucunement besoin de passer par des examens auditifs périodiques. Les évaluations environnementales effectuées dans le cadre des programmes de santé suffisent pour déterminer si un poste est à risque ou non et pour promouvoir la santé auditive.

## 2.2 Approche collective

La nouvelle tendance, du moins sur le continent nord-américain, est à l'utilisation des examens comme modalité d'évaluation des interventions préventives menées dans les milieux de travail.

Depuis les années 70 et surtout depuis le début des années 80, plusieurs auteurs se sont penchés sur les différents indicateurs de l'efficacité d'un programme de prévention en analysant les seuils auditifs des populations où étaient mis en application de tels programmes. L'intérêt de ce type d'évaluation vient du fait qu'un petit changement de la moyenne des seuils d'un groupe est beaucoup plus significatif qu'un changement de seuils auditifs chez des individus pris isolément [31]. On retrouve principalement deux façons de faire cette analyse:

- une comparaison des seuils auditifs de la population exposée à ceux d'une population témoin (non exposée) (Tableau 2A);
- une analyse du changement des seuils auditifs de la population exposée en comparant les résultats d'un examen de base à ceux d'un examen subséquent ou en comparant les résultats obtenus lors de plusieurs tests consécutifs (Tableau 2B).

Toutes ces méthodes sont basées sur un même postulat soit que le meilleur moyen de vérifier l'efficacité d'un programme est d'effectuer des examens audiométriques périodiques et d'en évaluer les résultats.

Le tableau 2 présente les principales méthodes d'évaluation utilisées par différents auteurs. Pell [32, 33] et Abel et Haythornthwaite [34] procèdent par analyse statistique des résultats des examens auditifs. Royster et Royster [31, 35] et Royster et Thomas [36] procèdent en utilisant divers indicateurs basés sur un critère de détérioration des seuils. Cependant, à notre connaissance, ces derniers n'ont pas présenté les assises scientifiques de leur méthode. Thomas [37] et Melnick [28] proposent pour leur part des critères d'efficacité basés sur le taux d'individus présentant une dégradation des seuils auditifs selon un critère de détérioration donné.

TABLEAU 2: Méthodes d'évaluation de l'efficacité d'un programme de prévention

A) Comparaison avec une population non exposée

Source	Population témoin (non exposée)	Population exposée	Type d'analyse	Critère d'efficacité
Pell [32]	19 193 travailleurs d'une même entreprise	5 769 travailleurs exposés à des niveaux élevés et très élevés de bruit	étude transversale: analyse des seuils auditifs (10e, 50e et 90e percentile)	différence entre les seuils médians des 3 groupes
Pell [33]	1 488 travailleurs d'une même entreprise	1 282 travailleurs exposés à des niveaux élevés et très élevés de bruit	étude longitudinale: étude de la variation des seuils sur une période de 5 ans	association entre l'exposition au bruit et l'augmentation des seuils
Abel et Haythornthwaite [34]	343 employés de la même usine	848 employés	étude transversale: analyse de variance	
Royster et Royster [31, 35], Royster et Thomas [36]	employé de la même usine ou population comparable (âge, sexe, race)		changement annuel de la moyenne des seuils à 4 kHz	après les 4 premières années, la courbe de changement de la popula- tion exposée est parallèle à celle de la population témoin

Tableau 2: Méthodes d'évaluation de l'efficacité d'un programme de prévention

B) Comparaison avec une population exposée

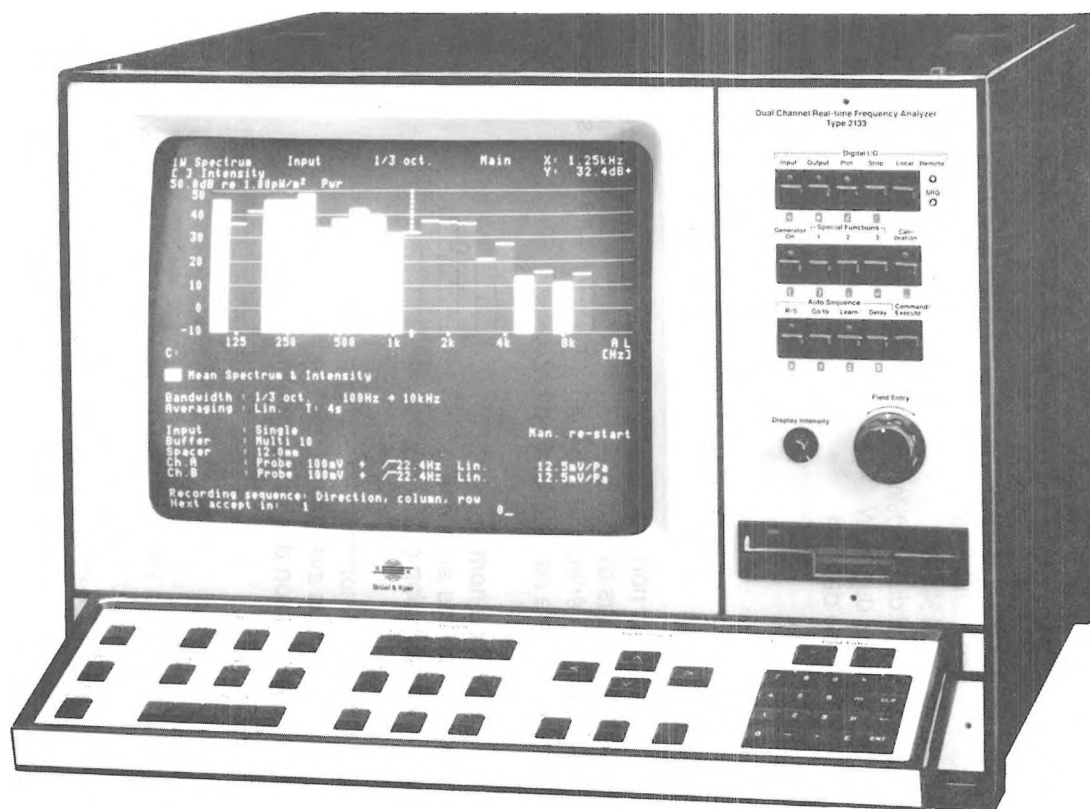
Source	Population exposée	Type d'analyse	Critère d'efficacité
Royster et Royster [31,35]	population exposée lors des premières années de la surveillance audiométrique en tenant compte du sexe et de la race OU nouveaux employés, si la surveillance est en place depuis longtemps	- calcul de la moyenne des seuils à 4kHz - calcul % B/W* - calcul du %B/%W - calcul du % BW (fiabilité des test)	seuil moyen à 4 kHz 0.18 dB/an %B/%W > 1,25 %BW < 30%
Thomas [37]	population soumise au programme de surveillance	calcul du nombre d'individus avec des seuils inférieurs et supérieurs au critère de détérioration choisi	$\frac{\text{nombre dont seuils} < \text{critère}}{\text{nombre dont seuils} > \text{critère}} \sim 1$
Melnick [28]	population soumise au programme de surveillance	calcul du nombre d'individus avec une détérioration des seuils	≤ 10%
Thomas [37]	population soumise au programme de surveillance en tenant compte du sexe et de la race	calcul du nombre d'individus avec une détérioration des seuils	≤ 6 - 8%
Abel et Haythornthwaite [34]	100 travailleurs	étude de la variation des seuils sur une période de plus de 10 ans (dB/an)	différence entre le taux de dégradation de cette population et celui d'une population non-exposée d'une autre usine

\* B: nombre d'individus dont les seuils s'améliorent de 15 dB ou plus à n'importe quelle fréquence, à l'une ou l'autre oreille

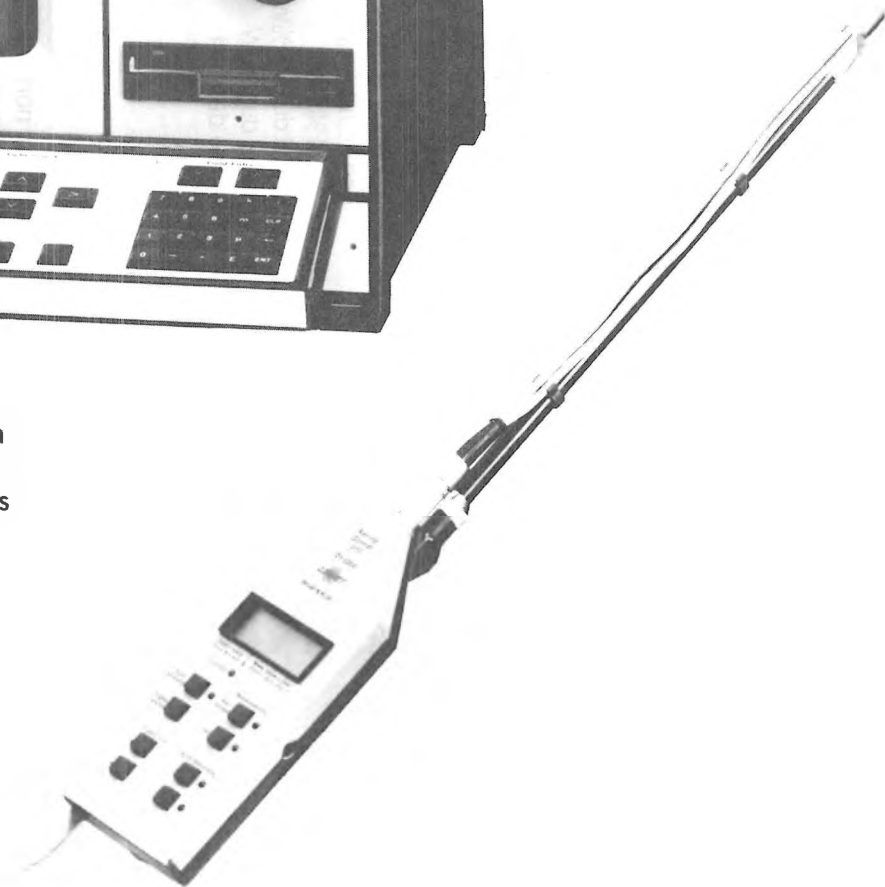
W: nombre d'individus dont les seuils se détériorent de plus de 15 dB ou plus à n'importe quelle fréquence, à l'une ou l'autre oreille

# THE COMPLETE ACOU

Our state-of-the-art instruments do far more than measure the intensity of sound in any given situation. With this system, Brüel & Kjaer



The dual-channel real-time analyzer Type 2133: It has extensive data processing features along with built-in storage capabilities. One of two such analyzers created by Brüel & Kjaer, its measurements range from 1/3-octave dual-channel real-time analysis to 11 kHz (1/1-octave to 22 kHz).



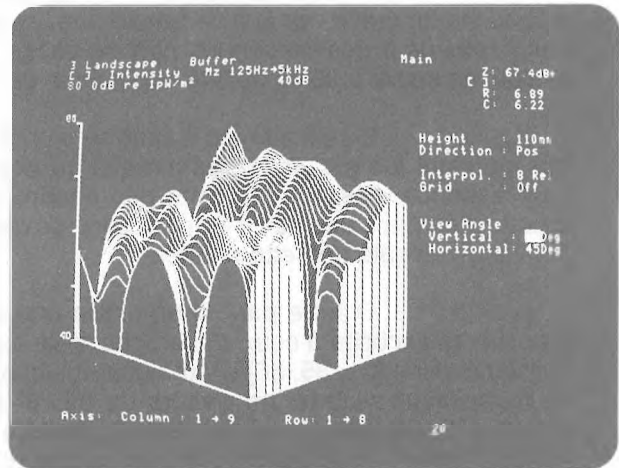


# ISTICS LABORATORY

instruments can map, graph, record and analyze sound events. It's like having an entire laboratory calibrated to the highest possible accuracy.



New intensity probe 3545 and remote control unit ZH 0354, for direct connection to, and control of, Analyzer 2133.



An MS-DOS compatible data storage is used in the built-in disc drive. An optional intensity mapping software package, the BZ 7021, is also available.



Sound intensity calibrator 3541, an innovation in intensity measurements.



## Brüel & Kjær

Brüel & Kjær Canada Ltd., 90 Leacock Road, Pointe Claire, Que., H9R 1H1

Montreal: (514) 695-8225 Ottawa: (613) 225-7648 Toronto: (416) 677-5472  
Winnipeg: (204) 694-2884 Edmonton: (403) 484-4228 Vancouver: (604) 278-4257

L'utilisation de l'un ou l'autre des deux types de comparaison, afin d'évaluer un programme de prévention, n'est possible que si la population étudiée rencontre certaines conditions. Comme l'analyse de l'évaluation des seuils dans le temps [32, 33, 34] ne peut s'effectuer que si l'exposition au bruit des individus n'a pas varié, il faut en général un nombre très important de travailleurs dans une usine pour former un échantillon valable de travailleurs. Selon Pell [33], compte tenu de la mobilité des travailleurs dans l'usine, du roulement du personnel, des variations des niveaux sonores qui surviennent dans l'usine et de la disponibilité des résultats d'examens pour la période couverte, seulement 15% des employés d'une usine peuvent faire partie de l'échantillon à analyser. Il apparaît clair que cette méthode d'évaluation n'est utilisable que dans les grosses entreprises où on pourra compter sur un nombre suffisant de travailleurs pour procéder à l'analyse à savoir au moins une centaine.

De même, la comparaison des seuils d'une population exposée à ceux d'une population témoin oeuvrant dans la même usine n'est réalisable que dans une entreprise qui embauche un grand nombre de travailleurs, en plus d'entraîner des coûts importants pour réaliser des examens à des personnes non-exposées. Par exemple, Abel et Haythornthwaite [34] ont évalué les seuils auditifs de 848 exposés et de 343 non-exposés.

Quant au type d'analyse proposé par Royster et Royster [31, 35], il ne s'applique que pendant les six premières années où des tests annuels sont effectués. De plus, à notre connaissance, ces auteurs n'ont pas encore présenté d'exemple d'utilisation de leur méthode d'évaluation dans une usine en particulier, ce qui nous permettrait de mieux saisir les avantages et les inconvénients de cette méthode.

D'autre part, si on utilise une analyse basée sur la comparaison des seuils de travailleurs exposés à ceux d'une population non-exposée qui ne fait pas partie des employés de la même usine [31, 35, 36] il faut rigoureusement contrôler plusieurs variables dont l'âge, le sexe et l'exposition au bruit en dehors du travail afin d'être assuré de la comparabilité des deux groupes. Comme actuellement il n'existe aucune donnée québécoise ou canadienne concernant les seuils auditifs de populations non-exposées au bruit, une telle analyse basée sur des données venant d'ailleurs risque d'être biaisée.

Enfin, que ce soit pour une comparaison avec une population témoin ou pour une comparaison test-retest, il est primordial de contrôler l'erreur de mesure audiométrique afin d'obtenir des résultats comparables.

On retrouve donc dans la littérature quelques méthodes servant à évaluer l'efficacité d'un programme de prévention mais, à ce jour, on ne dispose pas encore de suffisamment d'information pour pointer la meilleure procédure d'évaluation applicable à l'ensemble des programmes [37]. De plus, la plupart des méthodes d'évaluation proposées ne sont pas applicables dans la majorité des industries du Québec à cause du nombre de travailleurs nécessaire, du roulement du personnel, de la stabilité de l'exposition au bruit requise ainsi que des ressources et des coûts liés à ces évaluations.

En ce qui concerne le protocole TEMPO [2,7], les mêmes types de considérations sont applicables à la comparaison des bilans collectifs de santé auditive dans le temps. Les différences observées ne sauraient refléter que des modifications de certaines caractéristiques de la population considérée à moins qu'un devis de recherche n'assure la comparabilité des populations sous-jacentes.

## Alternatives et Conclusion

L'ensemble de la problématique discutée précédemment amène à la conclusion que les principes de surveillance médicale et épidémiologique sont inopérants face à la surdité professionnelle. Les programmes de surveillance de cette maladie professionnelle sont impuissants à rencontrer les objectifs poursuivis, par ailleurs fort louables. Pire que l'impuissance, l'utilisation inappropriée des examens dans le cadre de programmes impliquant l'un ou l'autre type

de surveillance peut, en bout de ligne, porter préjudice aux travailleurs. En effet, à la limite, on ne pourrait rien trouver à redire contre le fait que des examens auditifs de dépistage soient effectués au Québec, année après année, dans toutes nos industries bruyantes si ce n'était que :

- compte tenu du peu de sensibilité des critères de détérioration jusqu'à maintenant identifiés, certains travailleurs seraient faussement considérés comme étant plus résistants ou leur poste comme étant moins à risque avec les conséquences à moyen et long termes que cela peu impliquer;
- les travailleurs qui présenteraient effectivement une détérioration risqueraient d'être considérés comme des hypersensibles alors que c'est leur poste qui est plus à risque ou que leurs résultats sont davantage liés à l'erreur de mesure;
- le fait de faire des examens sécurise les travailleurs et donne bonne conscience aux employeurs diminuant d'autant les chances d'intervenir plus à propos;
- l'on pourrait conclure en l'efficacité d'une intervention relative à la prévention de la surdité professionnelle alors que dans la réalité, ce résultat ne constitue qu'un artéfact.

De plus, il demeure qu'une telle pratique sous-tend presque invariablement plusieurs problèmes légaux et soulève en outre certaines interrogations d'ordre éthique qui commandent d'être prises en compte [14, 38, 39]. Néanmoins, la pire des conséquences d'une utilisation intempestive des examens auditifs de dépistage est probablement que les sommes d'argent englouties par ces interventions contribueraient de façon beaucoup plus appropriée à la prévention si elles étaient directement investies dans des travaux de réduction du bruit à la source.

Le CORACQ soutient toujours l'utilité d'un premier bilan individuel et collectif de l'état de santé auditive d'une population de travailleurs pourvu qu'il puisse atteindre son objectif de sensibilisation et d'information et favoriser ainsi une volonté du milieu à se prendre en charge et à investir du côté de la prévention. Cependant, compte tenu des mandats dévolus au réseau de santé communautaire par la Loi sur la santé et sécurité du travail [1], il apparaît clair que nous aurions avantage à nous doter dans le réseau de nouvelles stratégies d'intervention, de façon à mieux servir l'intérêt à long terme des travailleurs et des employeurs du Québec. Il serait notamment tout à fait à propos, d'intervenir plus activement au niveau de la promotion de la réduction du bruit qui représente la suite logique d'un bilan de santé auditive. L'utilisation de questionnaires permettant d'identifier des déficiences auditives pourrait, dans certains cas, nous affranchir de l'utilisation des examens. Peut-être vaudrait-il la peine d'explorer une telle avenue d'intervention.

Un des objectifs d'un dépistage de masse de la surdité professionnelle est l'identification des individus présentant une déficience éventuellement indemnisable. Certains voient dans la surveillance médicale périodique un moyen de suivre les travailleurs dont le résultat pourrait satisfaire, à court ou moyen terme, le critère médico-légal d'indemnisation. Cette façon de procéder implique une gestion des dossiers des travailleurs qui peut prendre des proportions importantes compte tenu du nombre d'établissements et d'individus auxquels on doit accorder un suivi relativement serré. On pourrait contrer un tel problème en permettant aux travailleurs d'accéder directement à des services d'examen auditifs spécifiquement reliés à la santé au travail ce qui favoriserait du même coup l'objectif de prise en charge par l'individu de sa santé.

En tant qu'intervenants en santé, nous devrions envisager des interventions plus palliatives telles la réadaptation et le support aux travailleurs déjà atteints de surdité professionnelle. Une telle approche s'avère parfaitement compatible avec la dimension communautaire de nos interventions et est, par ailleurs, soutenue par la Loi sur les accidents du

travail et les maladies professionnelles [40] qui accorde à tout travailleur accidenté ou atteint d'une maladie professionnelle le droit à la réadaptation.

En ce qui a trait à l'utilisation des examens auditifs de dépistage comme modalité d'évaluation de l'efficacité des programmes de prévention, on convient qu'elle ne peut s'opérationnaliser que dans de grosses entreprises. En plus, à l'échelle du Québec, il faudrait de nombreuses années pour que les effets des programmes de prévention puissent transparaître. Il serait probablement beaucoup plus approprié de ne pas utiliser de moyen indirect et de se fier à la mesure de l'exposition comme telle. En d'autres termes, la surveillance environnementale est préférable à la surveillance épidémiologique dans ce contexte. Elle comporte cependant elle aussi de nombreuses contraintes [41]. Avant d'être considérée effectivement comme un bon outil d'évaluation, il y aurait cependant lieu de faire une analyse rigoureuse des limites de ce type de surveillance.

En bref, les examens auditifs de dépistage ont leur place dans les interventions en santé au travail avec leurs possibilités et leurs limites. Le tout est de fixer des objectifs d'intervention compatibles avec ces possibilités et ces limites.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs désirent remercier Messieurs Luc Navratil et Louis Hébert du Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke pour leur collaboration au niveau informatique et statistique, Madame Ginette Desroches-Gendron du Département de santé communautaire Saint-Luc, qui a assumé le travail de traitement de texte de même que tous les membres du Comité de recherche en audiologie communautaire du Québec pour leur support à la rédaction de cet article.

## REFERENCES

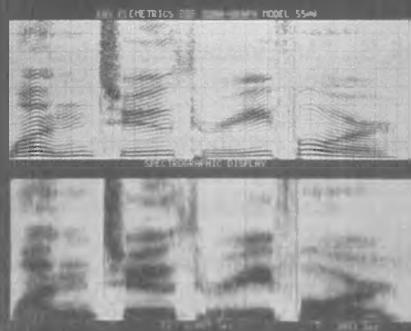
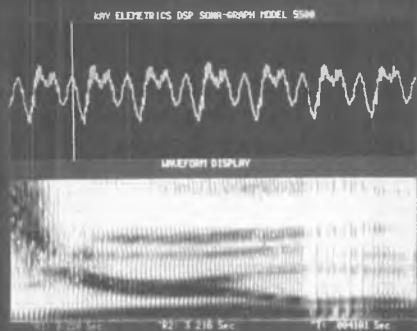
- [1] Gouvernement du Québec, chapitre 63: Loi sur la santé et la sécurité du travail. Sanctionné le 21 décembre 1979, L.R.Q. S 2.1, Editeur officiel du Québec.
- [2] Héту, R., Boudreault, V., Balthazard, M., Fontaine-Couture, F., Fortier, P., Lemoine, O. Protocole d'évaluation rétrospective de l'audition d'une population exposée au bruit industriel. Comité de recherche en audiologie communautaire du Québec (CORACQ), 1981, Montréal.
- [3] Héту, R., Boudreault, V., Fortier, P., Lemoine, O. et Phaneuf, R. Protocole d'enquête audiométrique en usine bruyante. Cahiers de notes documentaires, 1987, 128: 407-415.
- [4] DSC CHUS, DSC Saint-Luc, DSC Honoré-Mercier Inc. Guide d'utilisation du questionnaire Histoire Auditive et du formulaire Examen auditif. Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke (CHUS), 1986, Sherbrooke.
- [5] DSC CHUS, DSC Saint-Luc, DSC Honoré-Mercier Inc. Guide explicatif des sorties informatisées TEMPO-CHUS. Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke, (CHUS), 1988, Sherbrooke.
- [6] DSC CHUS, DSC Saint-Luc, DSC Honoré-Mercier Inc., DSC St-Jérôme, CLSC Centre-Sud, SSME Mercier Rosemont, Comité d'information en santé auditive au travail, Programme de Santé auditive - Bloc 1, Matériel de sensibilisation à la problématique du Bruit (Poster et dépliant); Bloc 2, Matériel d'information individualisé (cartes); Bloc 4, Ensemble d'affiches de soutien à la diffusion d'information; Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke (CHUS), Sherbrooke.
- [7] Gauthier, J., Hamel, M., Lalonde, M., Lemoine, O., Evaluation de l'audition dans le cadre d'un programme de santé et de prévention en santé au travail. (Modules 1-4), Programme Régional - Audiologie, Hôpital Saint-Luc, 1986, Montréal.
- [8] Simpson, A. et G. Carrier, "Portrait de l'état de santé des travailleurs des groupes 1 et 2 au Québec par rapport à la surdité professionnelle" dans Réduction de l'incidence de la surdité professionnelle au Québec. Rapport du forum des DSC en santé au travail, juin 1988.
- [9] International Epidemiological Association. A Dictionary of Epidemiology. Oxford University Press. 1983.
- [10] Brochu D. et al. Monitoring de la Santé des Travailleurs Québécois via le SMEST. DSC Sacré-Coeur et DSC Maisonneuve-Rosemont, 1987, Montréal.
- [11] International Seminar on the Assessment of Toxic Agents at the Workplace. International Archives of Occupational and Environmental Health. 1982, 50: 197-207.
- [12] Zielhuis, R.L.. "Biological Monitoring: Confusion in Terminology". Am.J.Of Industrial Medicine, 1985, 8: 515-516.

- [13] Hutchison, G.. "Synthesis of Papers on Medical Screening and Related Ethical and Legal Issues", J. of Occup. Med., 1986, Vol. 28 (10), 1124-1126.
- [14] Ashford, N. A.. "Policy Considerations for Human Monitoring in the workplace". J. of Occup. Med., 1986, vol. 28 (8), 563-568.
- [15] Halperin, W.E. et al. "Medical Screening in the Workplace: Proposed Principles". J. of Occup. Med., 1986, vol 28 (8), 547-552.
- [16] Samuels, S. W. . "Medical Surveillance: Biological, Social and Ethical Parameters". J. of Occup. Med., 1986, vol. 28 (8), 572-577.
- [17] Melnick, W. "Human Asymptotic Threshold Shift", dans Effects of Noise on Hearing. Raven Press, New York, 1976, pp. 277-289.
- [18] Bohne, B. A., "Morphological changes in the inner ear following excessive exposure to noise". Actes du 11e Congrès International d'Acoustique. Paris, 1983, vol. 3: 191-194.
- [19] Ward, W. D., "Susceptibility to Auditory Fatigue" , dans Contribution to sensory physiology, W. D. Neff (Ed), Academic Press, New York, 1968, Vol. 3, pp. 191-227.
- [20] Melnick, W.. "Temporary and permanent threshold shift", dans Noise and Audiology. Lipscomb, David, Ed., University Park Press, Baltimore, 1978.
- [21] Millar, J. D., "Screening and monitoring: Tools for prevention", Journal of Occup. Medicine. 1986, vol. 28 (8): 544-546.
- [22] Boudreault, V., Hébert L., "Objectifs et méthodes en surveillance audiométrique: Recherche bibliographique", Centre Hospitalier Universitaire de Sherbrooke (CHUS), Janvier 1988, Sherbrooke.
- [23] Occupational Noise Exposure: Hearing conservation amendment. 29 CFR 1910. Department of Labor. Fed. Reg., 46: 4078-4179, 1981.
- [24] Robinson, D.W.. "Variability in the realization of the audiometric zero" Annals of Occup. Hyg., 1960, Vol. 2, 107-126.
- [25] Héту, R.. "Critical analysis of the effectiveness of secondary prevention of occupational Hearing loss", J. of Occup. Med. , 1979, 21 (4).
- [26] Pealmeair, P. L. And B. J. Hughes. "Self-Recording Audiometry in Industry", Brit J. Industr. Med., 1974, 31, 304-309.
- [27] Robinson, D.W., Shipton, M. S. and L. S. Whittle. "Audiometry in Industrial Hearing Conservation - I", National Physical Laboratory Report Ac 64, Teddington, England, 1973.
- [28] Melnick, W., "Evaluation of Industrial hearing conservation programs: a Review and analysis". Am. ind. Hyg. Assoc. J., 1984, 45, (7).
- [29] Dobie, R. A. . "Reliability and Validity of industrial audiometry: implications for Hearing conservation program design", Laryngoscope, 93, Juillet 1983.

- [30] Hétu, R. "La surveillance audiométrique et la prévention de la surdité professionnelle", Travail et Santé, 1985, 1(2): 29-33.
- [31] Royster, L. H., Royster, J. D. . "Methods of Evaluating Hearing Conservation Program Audiometric Data Bases" dans Alberti, P. W. (ed), Personal Hearing Protection in Industry, Raven Press, New York, 1982: 511-540.
- [32] Pell, S.. "An Evaluation of a Hearing Conservation Program - Am. Ind. Hvg. Assoc. J., 1972, 33 (2): 60-70.
- [33] Pell, S.. "An Evaluation of a Hearing Conservation Program - A five-Year longitudinal Study". Am. Ind. Hvg. Assoc. J. , 1973, 34 (2): 82-91.
- [34] Abel, S. M. , Haythornthwaite, C. A. . "The progression of noise-induced hearing loss: A survey of workers in selected industries in Canada". J. Otolaryngol., 1984, 13, suppl. 13.
- [35] Royster, L. H., Royster, J. D. . "Making The Most Out of the Audiometric Data Base". Sound and Vibration, 1984, 18 (5): 18-24.
- [36] Royster, L. H. and W. G. Thomas, "Age Effect hearing levels for a white non industrial noise exposed population (NINEP) and their use in evaluating industrial hearing conservation programs", Am. Ind. Assoc. J., 1979, 40 (6): 504-511.
- [37] Thomas, W. G.. "Judging Effectiveness of Hearing conservation Programs", dans Feldmand, A.S. and Grimes C. T. Hearing Conservation in Industry, Williams and Wilkins, Baltimore, 1985, 178-201.
- [38] Ashford, N. A., "Medical Screening in the Workplace: Legal and Ethical considerations", Semin. Occup. Med., 1986, 1 (1).
- [39] Atherley, G. et Johnston, N. "Audiometry - the ultimate test of Success?" Annals of Occupational Hygiene, 1983, 27 (4): 427-447.
- [40] Gouvernement du Québec: Loi sur les accidents du travail et les maladies professionnelles, sanctionnée le 28 mai 1985, Editeur officiel du Québec.
- [41] Hétu, R. et Rheault, M. "The Reliability of personal dosimeters under steady state and variable noise exposure", Acoustique Canadienne, 1987, Vol. 15 (3).



# Real-time speech analysis workstation.....



## ....why wait?

The DSP Sona-Graph™, model 5500 is a workstation that provides state-of-the-art speech and voice analysis in a high speed environment. No waiting is required because the analysis occurs in real-time. Speech Pathologists, ENT physicians, Phoniatriests, Linguists and other speech professionals now have access to a speech workstation designed with them in mind. So.....why wait.

- Real-Time (DC-32,000 Hz)**
- Dual channel analysis / display**
- High resolution graphics**
- Menu-driven operation for ease of use**
- High speed computer interface**

.....And available programs keep growing for the DSP Sona-Graph.

- LPC analysis / synthesis**
- Voice pathology analysis (jitter, shimmer, H/N ratio)**
- Long term spectral averaging**

*For more information on using the DSP Sona-Graph in your work, call Kay's Product Specialist at (201) 227-2000 or write to the address listed below.*

## **KAY**

Kay Elemetrics Corp.  
12 Maple Avenue • Pine Brook, NJ 07058  
Tel: 201/227-2000 • TWX: 710/734-4347  
FAX: 201-227-7760

DSP Sona-Graph™ is a trademark of Kay Elemetrics Corp.

## THE ONTARIO HYDRO NOISE CONTROL AND HEARING CONSERVATION PROGRAM\*

Alberto Behar, P. Eng., CIH, Ontario Hydro, 757 McKay Road, Pickering, Ontario L1W 3C8

### SUMMARY

The need to protect workers' hearing prompted Ontario Hydro Management to set up a Noise Control and Hearing Conservation program in 1984. Some elements of the program (e.g., use of hearing protectors, noise control measures, and hearing tests) have been already in place since the early 70s. However, there was an identified need for a comprehensive package in which requirements and responsibilities would be listed. This paper lists and explains the basic elements of the Program.

### RESUME

La direction d'Ontario Hydro a mis en place en 1984, le Programme de Contrôle du Bruit et de la Protection de l'Audition. Quelques éléments du Programme (par exemple, l'usage des protecteurs auditifs, des mesures techniques de contrôle du bruit, des examens audiométriques, etc...) étaient déjà en place au début des années 70. Il a été nécessaire, cependant, de développer un programme global identifiant les besoins et les responsabilités des parties intéressées. Le présent travail énumère et explique les éléments fondamentaux de notre Programme.

### 1.0 INTRODUCTION

Ontario Hydro has for many years had in place elements of a hearing conservation program. Hearing protectors have been used in many locations, and hearing tests have been performed in some generating stations since 1970. Noise measurements were conducted on equipment and in areas, and warning signs were posted where appropriate.

However, no consistent effort on hearing conservation was made throughout the Corporation until the beginning of 1980. Responsibilities were not clearly defined, records were not always maintained, and training programs for workers and management were not in place.

To overcome these problems a corporate Hearing Conservation and Noise Control Program was developed in 1984. It was signed by the President so that the Program has the value of an internal law. It applies to all employees as well as to contractors and their workers while they are on Ontario Hydro premises.

The Program is worded in general terms. It explains what has to be done, but provides little detail on how to achieve the goals. Each branch within the Corporation had to prepare its own program, following the corporate document. Branch programs contain more details to meet their individual needs. The basic strategy for the Program is to ensure a consistent but decentralized approach. Line management has the entire responsibility for the application of the program. When necessary, line management has to develop its own code of practice and/or procedures to facilitate program needs.

\* Paper presented at the Acoustics Week, Toronto 1988

The entire text of the Program can be provided on request. Some significant aspects are discussed in more detail in the rest of this paper.

## **2.0 PROGRAM CONTENT**

### **2.1 Definitions**

The following two basic definitions have been specifically included in the Program to ensure uniformity in the interpretations.

Noise is considered as such, when its instantaneous level exceeds 80 dBA (continuous) or 135 dBA (peak). Noise levels lower than 80 dBA may cause health effects. However, because they do not affect people's hearing they are not taken into consideration.

Noise exposed worker (NEW) is a person who:

- a) has a noise exposure ( $L_{eq}$ ) exceeding 85 dBA for more than 60 days/year (continuous noise); or
- b) is exposed to more than 10 impulses/day, with levels higher than 135 dBA peak, for more than 60 days/year; or
- c) is exposed to any number of impulses with levels higher than 140 dBA peak, for more than 60 days/year.

Noise exposed workers are subject to a special treatment as will be explained below.

### **2.2 Program Elements**

#### **2.2.1 Hazard Identification**

The first element in the program consists of monitoring all workplaces where noise levels are suspected to exceed 80 dBA. This is done using sound level meters. Measurement procedures are extracted from the corresponding CSA Standard (1). Results are recorded and kept for future reference.

At all locations where the noise levels exceed 85 dBA:

- a) Warning signs are posted,
- b) use of hearing protectors is required, and
- c) a noise exposure assessment is performed on workers.

#### **2.2.2 Hazard (Noise Exposure) Assessment**

Noise exposure measurements are usually performed during a whole shift for four consecutive days, on statistically significant samples of workers that belong to the same trade. Guidelines in the CSA Standard on noise exposure measurements (2) are followed for this determination.

The result of the exposure survey is the mean noise exposure of the trade ( $L_{trade}$ ) at the 95% confidence level and the standard deviation of their individuals' weekly exposures. With those data the percent of workers with noise exposure in excess of 85 dBA is calculated. If this exceeds 5%, then the entire trade is declared to be noise exposed (all workers in this trade become NEWs).

Noise exposure of all NEWs is regularly monitored. In addition, they are included in the Health Surveillance Program which assesses the occurrence of occupational noise induced hearing loss, and advises management and employees when significant hearing loss has occurred. Details of all NEWs are contained in the corporate NEW Registry.

### **2.2.3 Noise Exposure Control**

When a noise hazard to the workers has been identified, line management must establish and document a noise exposure control program. Its objective is to reduce noise levels present in the workplace and/or noise exposure levels of workers.

First priority is given to engineering noise controls. They have to be applied to new as well as to existing facilities or equipment after a cost-effectiveness study has been performed by line management.

If engineering controls cannot be implemented, or, if after their implementation the noise exposure levels are still too high, then formal administrative/operating controls are required. They include studies of work procedures, scheduling, etc.

Studies on noise exposure controls, implemented or otherwise, have to be documented for future reference.

### **2.2.4 Training and Motivation**

Noise Exposed Workers must be aware of the contents of the Noise Control Program. They must receive periodic training involving discussion of noise hazards, control measures, use and care of hearing protectors, and hearing tests. This is done through 1-2 hour training sessions and through health and safety meetings.

### **2.2.5 Health Surveillance Program**

All Noise Exposed Workers, as well as all workers that were NEWs but are now working in conditions such that they do not fulfil the NEW status, are included in the Health Surveillance Program. They are all included in the NEW Registry, that is kept centrally in Head Office. Each workplace also keeps a list of its own NEWs.

All Noise Exposed Workers undergo biannual hearing test, performed in most cases by Ontario Hydro nurses. Audiometers and audiometric booths are tested annually for compliance with the CSA Standard requirements (3). The audiometric test includes an examination of the outer ear and a discussion of the results as compared to the previous audiogram. If appropriate, it includes a discussion of selection, use and care of hearing protectors.

Results of the test are sent to Head Office, where they are kept in confidential medical files. Results that show hearing losses higher than 25 dB in either ear are reviewed by a team composed of the Program Supervisor (an M. D.), the head nurse and an industrial hygienist. The objective of the review is to determine if the hearing loss is noise induced, and, if so, whether a Workers' Compensation Board claim (WCB) should be registered on behalf of the person. If a clinical follow-up is required, the worker is referred to his M. D. or to a specialist.

### **2.2.6 Program Assessment**

Each branch is responsible for assessing the effectiveness of its noise program. The Health and Safety Division, on behalf of the executive office, is to assess the effectiveness of the Corporate program.

## **3.0 PRESENT STATUS OF PROGRAM**

The program was instituted in 1984. At the present time the status is as follows:

- a) **Hazard identification:** Noise measurements have been performed throughout the Corporation. Noisy areas are posted and hearing protector use is enforced.
- b) **Hazard assessment:** Noise exposure assessments have been performed on all suspected noise exposed trades. Results have been documented and data of NEWs are entered into the Noise Exposed Workers' Registry.
- c) **Noise exposure controls:** Use of approved hearing protectors is enforced throughout the Corporation. Training is done using training modules developed in-house. Engineering noise controls are in the process of being implemented, depending on the priority and cost. The Hearing Surveillance Program is in force. Audiometric tests are performed at 16 different locations. The only exceptions are workers in the Regions Branch. Because of distances between locations and the small number of employees at work locations, the task of performing hearing tests is more complex. Presently, audiometric tests are performed by a contractor, but the assessment and counselling is still done by Hydro nurses.
- d) **Engineering controls:** The Engineering Analysis Group (Design and Construction Branch) is a four engineers strong unit that deals specifically with engineering noise control in the Corporation. They are dealing with three types of situations:
  - i) New Plants, where noise is controlled in the design stage,
  - ii) rehabilitation or life extension of existing plants, where noise controls are included in the projects, and
  - iii) noise control of specific equipment/work area.

As a part of the noise control effort, noise characteristics of new equipment that is purchased is specified. To do so, it is necessary to determine the impact of the new equipment on the noise exposure of the workers. The noise exposure of the workers that has to operate the new equipment should not exceed 85 dBA.

The costs of the engineering noise control is quite high, because of the size and costs of the individual projects. Typical costs range between \$1 - 3 million for a new plant, 10 - 15 million for a rehabilitation and 10 - 200 thousand for a local noise control.

#### **4.0 FUTURE TASKS**

The issue that is presently being examined is that of how to assess the effectiveness of the Hearing Conservation Programs at different locations and throughout the whole Corporation. Ontario Hydro intends to apply methods and criteria that are now under development by the ANSI S12.12 ground (4). Other performance criteria involving sound level and noise exposure levels are also being considered.

Noise control in the design stages, as opposed to corrective actions taken in the past, is being considered now. A special group in the Design and Construction Branch is involved in examining blue prints of new constructions and in making recommendations for the purchase of new equipment.

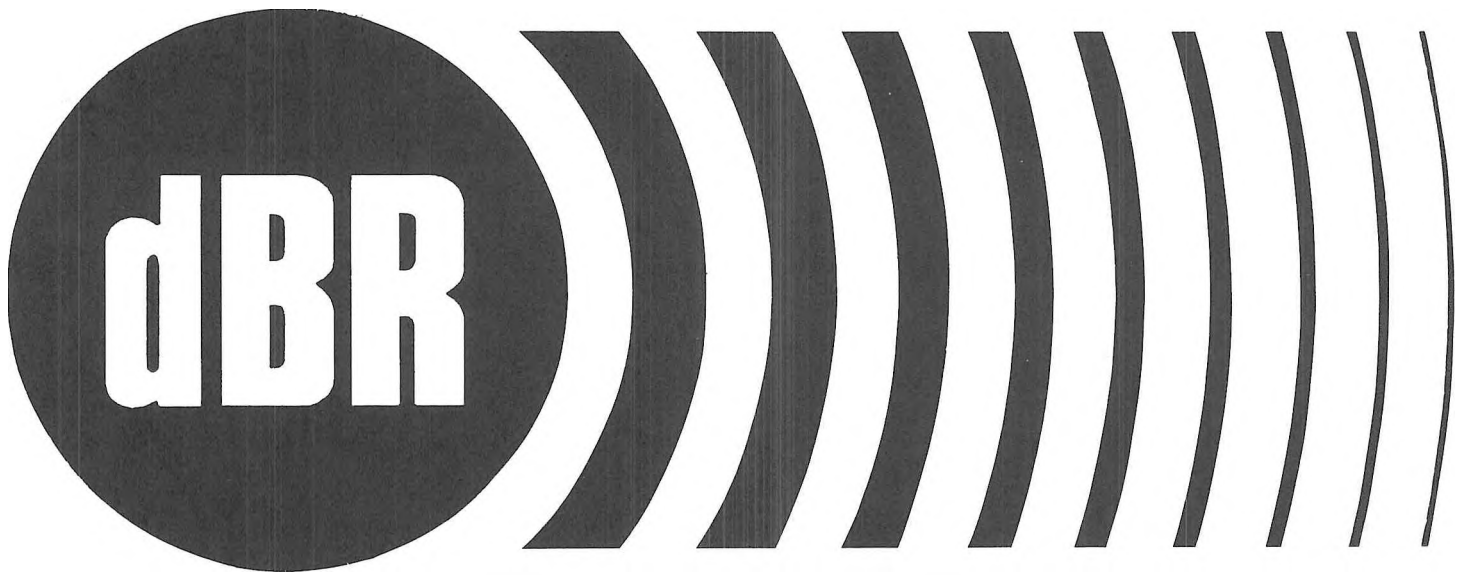
Finally, our Industrial Hygiene Section is involved in assessing new hearing protectors. Since there is a continuous flow of new devices on the market, there is a need for their evaluation. This is especially important with the new breed of non-linear hearing protectors that is now available.

#### **5.0 ACKNOWLEDGEMENTS**

The author would like to thank Mr. C. Robinson, Mr. D. Catizzone, Dr. R. House and Dr. P. Hader for their input in the manuscript.

## **6.0 REFERENCES**

1. **CSA Standard Z107.53-M1982. Procedures for Performing a Survey of Sound Due to Industrial, Institutional, or Commercial Activities. Canadian Standard Association, 1982.**
2. **CSA Standard Z107.56-M86. Procedures for the Measurement of Occupational Noise Exposure. Canadian Standard Association, 1986.**
3. **CAN3-Z107.4-M86. Pure Tone Air Conduction Audiometers for Hearing Conservation and for Screening. Canadian Standard Association, 1986.**
4. **ANSI, S12.12 Working Group. Evaluation of Hearing Conservation Programs. American National Standard Institute.**



PLEASE DIRECT ENQUIRES TO  
**GRAHAM HIGGOTT**, President  
**(416) 427-6607**

**W**e can provide a solution to your most difficult to solve noise reduction problem, and all we need to do it is our unique resource of engineering know how and experience gathered over 27 years worldwide.

**P**ROBLEM ANALYSIS, DESIGN, ENGINEERING, MANUFACTURE, INSTALLATION AND TESTING OF NOISE CONTROL EQUIPMENT.

**ENGINEERED NOISE CONTROL**  
**dBR STANDARD AND PRE-ENGINEERED NOISE CONTROL PRODUCTS**

**Process air, gas and steam vent blowdown, pressure reducing and inline silencers**, for reducing noise generated by:

- ▶ Relief valves
- ▶ Safety valves
- ▶ Snort valves
- ▶ Steam ejectors
- ▶ Switch valves
- ▶ Compressor blow offs
- ▶ Boiler start up and purge systems
- ▶ Pressure reducing valves
- ▶ Any vent generated noise source

**Quiet wall Pre-engineered components** for controlling machinery noise or providing quiet areas for people:

- ▶ Ruggedly engineered and constructed for long service life
- ▶ Readily assembled and disassembled without loss of performance
- ▶ Optimum noise reduction ratings

**High performance acoustical door, window and frame systems** for sound reduction, blast resistance and impact resistance:

**Quiet wall enclosures fabricated from structural steel shapes and steel/plate:**

- ▶ Factory assembled or fabricated in large sections for final assembly on site
- ▶ Primary uses in steel mills, mining operations, pulp and paper plants and anywhere extra heavy construction is necessary to meet the demands of the environment
- ▶ For control rooms, lunch rooms, electrical equipment rooms, operator stations

**Noise reducing/thermal lagging systems to reduce airborne noise radiating from equipment surfaces.** For high/low temperature piping; fan casings, evases, inlet boxes and rectangular/circular ducting.

**Silencers and spark arrestors for intake and discharge of I.C. engines, reciprocating and centrifugal compressors, pumps, rotary positive and centrifugal blowers:**

- ▶ Efficient aerodynamic design and optimum noise reduction ratings
- ▶ Heavy duty construction with reserve structural strength at high temperatures

**Intake air filters and filter/silencers for I.C. engines, reciprocating and centrifugal compressors, pumps, rotary positive and centrifugal blowers, and fans:**

- ▶ Single and dual stage filters
- ▶ Airflow ratings from 100 to 500,000 C.F.M.

**Water separator silencers.** Separators and separator/silencers are designed for full vacuum service on liquid seal vacuum pump applications.

**Axial and centrifugal fan air intake and discharge silencers:**

- ▶ Predictable performance is assured. Regardless of size or configuration. Silencers are tested and rated under operating conditions in an aeroacoustic laboratory
- ▶ A variety of materials and constructions are available for light to severe service applications.

**Tefc and explosion proof motor silencing systems**, for cooling air intake and discharges:

- ▶ For vertical and horizontal motors
- ▶ Designs for severe service environments
- ▶ For cooling air inlet, entrainment of motor fin cooling air and cooling air discharge.

**Gas turbine intake and exhaust silencers:**

- ▶ Rectangular or circular, engineered to your specific needs.

**Telephone enclosures:**

- ▶ Full length floor type
- ▶ Field/marine type
- ▶ Wall type
- ▶ Marine head type

**Sound absorbent baffles for ceilings. Wall and ceiling sound absorbent panels and materials. To reduce general overall noise levels in:**

- ▶ Equipment rooms
- ▶ Gymnasiums
- ▶ Storage areas
- ▶ Machinery rooms
- ▶ Manufacturing/fabrication areas
- ▶ Quality control/inspection areas

## NEWS / INFORMATIONS

### Conferences / Congrès

8th FASE Symposium on Environmental Acoustics, 24 April 1989, Zaragoza, Spain. Contact: Viajes El Corte Ingles, Dpto. Congresos, Avda. César Augusto, 14, 2. planta, 50004 Zaragoza, Spain. [Tel. (76) 21 56 69; Fax. (76) 43 77 27]

117th Meeting of the Acoustical Society of America, 22-26 May 1989, Syracuse University. Contact: Robert Smith, Institute for Sensory Research, Syracuse University, Syracuse, NY 134244-5290. [Tel. (315) 443-4164]

IEEE 1989 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, May 23-26 1989, Glasgow, Scotland, U.K. Contact: Peter M. Grant, Dept. of Electrical Engineering, University of Edinburg, The King's Buildings, Edinburg EH9 3JL, Scotland, U.K. [Tel. (031) 667 1081; Fax. (031) 662 4358]

Noise Control Conference, , June 7-10 1989, Budapest, Hungary. Contact: Optical, Acoustical and Filmtechnical Society, Fo u. 68, H-1027, Budapest II.

Transducers '89 - The 5th International Conference on Solid-State Sensors and Actuators, June 25-30, 1989, Montreux, Switzerland. Contact: Prof. R.S. Muller, Berkeley Sensor and Actuator Center, University of California, Berkeley, CA 94720, U.S.A.

Noise and Vibration '89, August 16-18, 1989, Singapore. Contact: The Secretariat, International Conference on Noise and Vibration '89, c/o School of Mechanical & Production Engineering, Nanyang Technological Institute, Nanyang Avenue, Singapore 2263. [tel. 2651744 ext 578; Fax. 2641859]

26th Workshop on Inner Ear Biology , 4-6 September 1989, Paris, France. Contact: Département de Physiologie, Unité INSERM U 251, Faculté Xavier Bichat, 16, rue Henri-Huchard, 75018 Paris, France. [Tel. (1 42) 63 84 20, ext. 449-442]

5th International Meeting on Low Frequency Noise & Vibration , 5-7 September 1989, Oxford, England. Contact: Dr. W. Tempest, University of Salford.

XI Biennial Symposium - International Electric Response Audiometry Study Group, 25-29 September 1989. Contact: Prof. S. Funasaka, Tokyo Medical College, 6-7-1 Nishi-Shinjuku, Shinjuku-ku Tokyo, 160 Japan. [Tel. Tokyo - 342-6111, ext. 5788]

IEEE/UFFCS Ultrasonics Symposium, 4-6 October 1989, Montréal, Canada. Contact: Allied-Signal Inc., Atten. H. van de Vaart, P.O. Box 10221R, Morristown, NJ 07960, U.S.A..

INTER-NOISE '89, International Conference on Noise Control Engineering, December 4-6, 1989, Newport Beach, CA, U.S.A. Contact: INTER-NOISE 89 Conference Secretariat, P.O. Box 2469, Arlington Branch, NY 12603, USA.

Congrès français d'acoustique , 10-13 Avril 1990, Lyon, France.

International Congress on Recent Developments in Air & Structure Borne Sound and Vibration, 6-8 March 1990, Auburn University, Alabama. Contact: Mr. P.K. Raju, Dept. of Mechanical Engineering, 201 Ross Hall, Auburn University, AL 36649-3541, U.S.A. [Tel. (205) 844-3301; Fax: (205) 844-3307]

XXth International Congress of Audiology, 11-15 November 1990, Puerto de la Cruz, Tenerife, Spain. Contact: Ms Dolores Aledo,, Pérez de Rozas,, 8, 38004 Santa Cruz de Tenerife, Canary Islands, Spain. [Tel. (34) (22) 27 54 88; telex: 91106 GCCT-E]



## TORONTO CHAPTER - CAA VISITS THE BIOMEDICAL ACOUSTICS LAB (VoT)

The annual activities of the Toronto Chapter - CAA include usually four meetings and a visit. Because of the Annual CAA meeting 1988 being held in Toronto, we did not have meetings during the fall of 1988. The first activity of which is a part of the Institute of Biomedical Engineering. Only one more meeting is scheduled before the summer break. This meeting, organized jointly by the Chapter and the Society of Mechanical Engineers, will be held on Tuesday, April 25.

The visit to the Biomedical Acoustics Lab was attended by some 25 CAA members. It begun with short presentations by staff and graduate students. We were told about the history of the Institute and the Laboratory. Then we were explained some of the most important projects in the acoustical area, divided into Physiological acoustics, Hearing assistive devices and Acousto-mechanical modeling of the human head that are currently run.

After a short session of acoustical donuts and nonmechanical coffee we toured the facilities. Project leaders spent some time answering questions and giving details of their particular projects. Of particular interest was the Acoustic Test Fixture (ATF), a mechanical model of the human ear, that is now used for testing of hearing protectors.

As with other visits, this one was greatly enjoyed by the audience. We are grateful to Dr. Kunov and the staff of the Laboratory for letting us know more about the research in progress at their Institute.

Alberto Behar

## Nouvelles publications

Chinese Journal of Acoustics, Allerton Press, 150 Fifth Avenue, New York, NY 10011.  
Tel: (221) 924 3950.

Performance du bâtiment, Institut de recherche en construction, Section de la performance du bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6. [Tél.: (613) 993-2607; FAX (613) 954-5984] *Also available in English*

Dodge Dataline, McGraw-Hill Information Services Company : On-line system to track construction project marketplace in the United States. Contact: Mr. Raymond J. DeAngelo, Tel. (212) 512-3851.

## News from ASTM

M. David M. Greason, a retired research leader in Foam Products Technical Service and Development for Dow Chemical USA, has been elected to a one-year term as chairman of the American Society for Testing Materials Board of Directors.

**REPORT OF THE 20TH MEETING OF ISO/TC43 "ACOUSTICS" AND  
13TH MEETING OF ISO/TC43/SC1 "NOISE"**

**October 13 and 14, 1988  
Toronto, Canada**

a) Items to be Acted on Before the Minutes Arrive

Standards Council of Canada to write to ISO/TC12 (in consultation with our CAC if we have one) urging immediate action in improving acoustics definitions in cooperation with ISO/TC43. These definitions are given in document 1st DP ISO/TC12N741E, page 10.

Standards Council should note new procedures to help speed up work flow given in document TC43/SC1/N636, in particular item 2.1 by which member countries will be notified at least 60 days in advance of the circulation of DP and DIS documents - G. Zaleski to ensure that the CAC is appropriately notified.

Standards Council of Canada to write to Secretariat requesting observer status for Work Item 67 on infrasound. G. Wong wishes to receive documentation.

Dee Morison to circulate 2nd DP 9612 "Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in the working environment", to C.S.A. subcommittee members interested. This document is proceeding for circulation as a Draft International Standard.

George Wong to circulate in Canada proposal prepared by WG 30 on A-weighting for noise measurement, to give plenty of time for Canadian comments to be coordinated.

Initiate action to have active membership in WG 26, "Methods of measurement of isolated bursts of sound energy emitted by machinery and equipment". This meeting was attended by Les Kende and the work is of immediate interest to Canada. G. Zaleski to advise Dee Morison of procedure.

Tim Kelsall to be informed of Ad Hoc group (project leader Mr. Bowlby, USA) to investigate appropriate action on work item 100 - Methods for determination of insertion loss of outdoor noise barriers.

Standards Council of Canada to delete John Manuel's name from WG 23 on Computers and Business Equipment.

Canada to make direct contact with WG 27 Convenor "Specification of test tracks for the purpose of measuring noise emitted by road vehicles". Joe Piercy to provide information to Dee Morison for forwarding.

Standards Council of Canada to note that Mr. Rajeswaran, ISO Central Secretariat, stated that ISO believes that standards should be made at only one level (international) and passed down to be used at the national and other levels.

(b) Results Obtained for Canada

Canada led and actively supported the successful resolution to forward 2nd DP 9612 "Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment for exposure to noise in the workplace" for circulation on a Draft International Standards.

Canada supported the resolutions (SCI #6 and #7) to continue with ad hoc activities on (1) speech intelligibility and (2) on combined effects of noise and vibration. Canada also supported resolution (SCI #8) to establish an ad hoc group to investigate the determination of insertion loss of outdoor noise barriers.

Canada also supported two resolutions in TC 43. Resolution #1 was to submit 2nd DP 8253 "Acoustics - Audiometric test methods - Part 2, Sound field audiometry with pure tone and narrow band test signals" as a DIS for voting. Resolution #2 was for an addendum to ISO 389, preparation of RETSPLs' for insert earphones.

Alberto Behar should report activities in WG17 "Measurement of sound attenuation of hearing protectors", to David Quirt, Chairman, CSA Committee Z107.

(c) Canadian Contributions to the Committee Effort

Canada actively participated in Working Groups and plenary sessions to achieve items listed in (b). In addition Joe Piercy presented a report summarizing the progress of WG 24 "Sound Propagation Outdoors". This working group plans in December 1988 to submit a 2nd DP 9613 Part 1 on the attenuation due to atmospheric absorption, to the Secretariat, for circulation for voting.

Canada agreed to assist the Secretariat in completion of the editing of revisions of ISO 2204 "Acoustics - Guide to international standards on the measurements of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings", N642 Annex A.

(d) Problem Areas

TC43/SC1 agreed to circulate ISO DP 9614 "Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity measurement at discrete points" for voting as a Draft International Standard. There has not been an opportunity for a coordinated Canadian response on this document. The major concerns in Canada are: (1) that the standard is too complicated and will not be used and (2) that the standard relies heavily on German data the major report of which is both in German and in press. Also the IEC document referred to in the draft is not expected to be ready for circulation within the next 18 months. Canada abstained from voting on this document. Wide Canadian review of the present document is encouraged.

The lack of action by ad hoc groups in the areas of (1) speech intelligibility and (2) combined effects of noise and vibration is of concern. Involvement by Canada should be considered if nothing continues to be done.

(e) Evaluation of the Importance of the Work to Canada

ISO TC43 standards are frequently used directly, endorsed, or modified into Canadian Standards. In addition every effort is made to maintain harmony between North American and International standardization. This CAC is harmonized with CSA Z107 "Acoustics and Noise Control" and has an overlapping membership to help in this work.

(f) Recommendation with Regard to Continued Participation

Active participation at the working group level upwards, at the international level is vital to maintain the strength of harmonized Canadian activities. It is particularly important now. The European common market community is anxious to adopt or write a number of standards in the acoustics areas and it is strongly in Canada's interest that the standards adopted are international standards and not simply European standards.

(g) Summary

Over 40 representatives from 12 countries and 8 international liaison organizations attended the 20th meeting of ISO/TC43 "Acoustics", and the 13th meeting of ISO/TC43/SC1 "Noise". The international committee members were unanimous in praising quality of the local arrangements, and expressing their pleasure in enjoying Toronto and Canada.

Prepared by  
D.A. Morison  
Head of Delegation  
October 19, 1988

## LIST OF DELEGATES

attending the 13th meeting of ISO/TC 43/SC 1 "Noise"  
1988-10-13/14 in Toronto

---

Chairman:	Mr. K. Brinkmann, Germany F R	
CANADA	Mrs. D. A. Morison Mr. B. Johnston Mr. L. G. Kende Mr. G. Krishnappa Mr. J. E. Piercy Mr. C. Sherry Mr. G. S. K. Wong	(head of delegation)
CZECHOSLOVAKIA	Mr. F. Kolmer	
DENMARK	Mr. H. Møller	
FRANCE	Mr. J. Jacques Mr. G. Leroi Mr. G. Mottard	(head of delegation)
GERMANY, F R	Mr. G. Hübner Mr. H.-P. Grode Mr. G. A. Sehrndt	(head of delegation)
ITALY	Mr. V. Manea	
JAPAN	Mr. T. Sone Mr. Y. Ichinose Mr. H. Tachibana	(head of delegation)
NETHERLANDS	Mr. G. J. Kleinhoonte van Os Mrs. W. Passchier - Vermeer	(head of delegation)
NORWAY	Mr. G. Flottorp	
SWEDEN	Mr. H. Jonasson Mr. B. Johansson Mr. A. Olsson	(head of delegation)
UNITED KINGDOM	Mr. F. J. Fahy Mr. W. V. Richings	(head of delegation)
U.S.A	Mr. R. K. Hillquist Mr. W.W. Lang Mr. L. F. Luttrell Mrs. L. A. Wilber	(head of delegation)

## DRAFT RESOLUTIONS

of the 13th meeting of ISO/TC 43/SC 1 "Noise"  
1988-10-13/14 in Toronto

---

### Draft resolution No 1

ISO/TC 43/SC 1 recognises document 43/1 N 636 "Improvement of the efficiency of the work of ISO/TC 43/SC 1" and urges that this document, amended as discussed at the meeting, and aligned with ISO directives, be observed by all those concerned in the future operation of SC 1.

### Projet de résolution No 1

ISO/TC 43/SC 1 reconnaît l'intérêt du document 43/1 N 636 "Amélioration de l'efficacité du travail de l'ISO/TC 43/SC 1" et demande instamment que ce document, modifié ainsi que cela a été discuté pendant la réunion, soit pris en considération par tous ceux qui sont concernés par les travaux futurs du SC 1.

### Draft resolution No 2

ISO/TC 43/SC 1 requests the Secretariat to submit document 43/1 N 632, ISO/DP 9614 "Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity measurement at discrete points", with extension of the bibliography as agreed during the meeting, to the ISO Central Secretariat as a Draft International Standard for combined voting.

### Projet de résolution No 2

ISO/TC 43/SC 1 demande au Secrétariat de soumettre le document 43/1 N 632, ISO/DDP 9614 "Acoustique - Détermination du niveau de puissance acoustique émis par les sources de bruit par mesurage de l'intensité sonore en des points discrets", avec une extension de la bibliographie ainsi que cela a été décidé pendant la réunion, au Secrétariat Central de l'ISO en tant que projet de Norme internationale pour vote combiné.

### Draft resolution No 3

ISO/TC 43/SC 1 requests the Secretariat to submit document 43/1 N 630 "Proposal for revision of ISO 3095: 1975 - Acoustics - Measurement of noise emitted by railbound vehicles", as amended by document 43/1 N 646 and including a note warning that the support system for the rails is of significant influence to noise emission, to the ISO Central Secretariat as a Draft International Standard for combined voting.

### Projet de résolution No 3

ISO/TC 43/SC 1 demande au Secrétariat de soumettre le document 43/1 N 630 "Proposition de révision de l'ISO 3095: 1975 - Acoustique - Mesurage du bruit émis par les véhicules circulant sur rails", modifié selon le document 43/1 N 646 et incluant une note précisant que le système de fixation des rails a une influence notable sur l'émission sonore.

#### Draft resolution No 4

ISO/TC 43/SC 1 requests the Secretariat to circulate document 43/1 N 643, ISO/DP 6798 "Acoustics - Test code for the measurement of airborne noise emitted by reciprocating internal combustion engines - Engineering method and survey method" for voting by the members of ISO/TC 43/SC 1 and ISO/TC 70/SC 5.

#### Projet de résolution No 4

ISO/TC 43/SC 1 demande au Secrétariat de soumettre le document 43/1 N 643, ISO/DP 6798 "Acoustique - Code d'essai pour le mesurage du bruit aérien émis par les moteurs alternatifs à combustion interne - Méthode d'expertise et méthode de contrôle" au vote des membres de l'ISO/TC 43/SC 1 et de l'ISO/TC 70/SC 5.

#### Draft resolution No 5

ISO/TC 43/SC 1 requests the Secretariat to send document 43/1 N 648, ISO/DP 9612 "Acoustics - Guidelines for the measurement and assessment of exposure to noise in the working environment", after editorial amendments to be made by WG 19 before 1989-02-01, to the ISO Central Secretariat as a Draft International Standard for combined voting.

#### Projet de résolution No 5

ISO/TC 43/SC 1 demande au Secrétariat d'envoyer le document 43/1 N 648, ISO/DP 9612 "Acoustique - Guide pour le mesurage et l'évaluation du bruit au poste de travail", avec les modifications rédactionnelles que lui apportera le GT 19 avant le 1989-02-01, au Secrétariat Central de l'ISO en tant que projet de Norme internationale pour vote combiné.

#### Draft resolution No 6

ISO/TC 43/SC 1 decides that the ad hoc group on speech intelligibility established at the last meeting (document 43/1 N 627, resolution 12 refers) be reestablished with the same task. The ad hoc group is requested to submit a report to the Secretariat before the end of 1989 for consideration at the next ISO/TC 43/SC 1 meeting.

#### Projet de résolution No 6

ISO/TC 43/SC 1 décide de maintenir avec le même mandat, le groupe ad hoc sur l'intelligibilité de la parole constitué à la précédente réunion (voir document 43/1 N 627, résolution 12). Le groupe ad hoc devra remettre un rapport au Secrétariat avant la fin de 1989 pour examen à la prochaine réunion de l'ISO/TC 43/SC 1.

#### Draft resolution No 7

ISO/TC 43/SC 1 decides that the ad hoc group on combined effects of noise and vibration on human beings established at the last meeting (document 43/1 N 627, resolution 13 refers) be reestablished with the same task. The ad hoc group is requested to submit a report to the Secretariat before the end of 1989 for consideration at the next ISO/TC 43/SC 1 meeting.

#### Projet de résolution No 7

ISO/TC 43/SC 1 décide de maintenir avec le même mandat, le groupe ad hoc sur les effets combinés du bruit et des vibrations sur l'homme constitué à la précédente réunion (voir document 43/1 N 627, résolution 13). Le groupe ad hoc devra remettre un rapport au Secrétariat avant la fin de 1989 pour examen à la prochaine réunion de l'ISO/TC 43/SC 1.

#### Draft resolution No 8

The Secretariat is requested to establish an ad hoc group consisting of a restricted number of experts with the task to prepare a Draft Proposal on methods for the determination of insertion loss of outdoor noise barriers as given in document ISO/TC 43 N 774 (work item No 100). The Draft Proposal is to be prepared within six months for circulation and voting.

#### Projet de résolution No 8

Il est demandé au Secrétariat de constituer un groupe ad hoc comprenant un nombre restreint d'experts et mandaté pour préparer un avant-projet sur les méthodes de détermination de la perte d'insertion des écrans anti-bruits extérieurs (voir document ISO/TC 43 N 774, question No 100). L'avant-projet devra être prêt dans un délai de six mois pour diffusion et vote.

#### Draft resolution No 9

ISO/TC 43/SC 1 decides to disband WG 3 "Noise from heating, ventilating and air-conditioning equipment".

#### Projet de résolution No 9

ISO/TC 43/SC 1 decide de dissoudre le GT 3 "Bruit émis par les équipements de chauffage, ventilation et conditionnement d'air."

#### Draft resolution No 10

ISO/TC 43/SC 1 requests the Secretariat to circulate the draft contained in document 43/1 N 644 "Frequency weighting 'A' for noise measurements" for comments among the members of ISO/TC 43/SC 1.

#### Projet de résolution No 10

ISO/TC 43/SC 1 demande au Secrétariat de diffuser le projet contenu dans le document 43/1 N 644 "Pondération fréquentielle 'A' pour le mesurage du bruit" aux membres de l'ISO/TC 43/SC 1 pour commentaires.



PRELIMINARY LIST OF DELEGATES  
for the twentieth meeting of ISO/TC 43 "Acoustics"  
1988-10-14 (afternoon) in Toronto, Canada

---

P-members:

AUSTRALIA		
AUSTRIA		
BELGIUM		
CANADA	Mrs. D.A. Benwell-Morison Mr. R.B. Johnston	(head of delegation)
CHINA		
CZECHOSLOVAKIA	Mr. F. Kolmer	
DENMARK	Mr. Henrik Møller	
FINLAND		
FRANCE	Mr. J. Jacques Mr. Guy Mottard Mrs. M. F. Pietri-Verdy	(head of delegation)
GERMANY, F.R.	Mr. K. Brinkmann Mr. H.-P. Grode Mr. G. Gübner	
HUNGARY		
ISRAEL		
ITALY		
JAPAN		
NETHERLANDS	Mr. G.J. Kleinhoonte van Os Mrs. W. Passchier-Vermeer Mr. G. Flottorp	(head of delegation)
NORWAY		
PORTUGAL		
SOUTH AFRICA	Mr. V. Robertson	
SWEDEN	Mr. Stig Arlinger Mr. Bertil Johansson Mr. Rune Lundin Mr. Alf H. Olsson	
SWITZERLAND		
UNITED KINGDOM		
U.S.A.	Mr. H.E. von Gierke Mr. P.K. Baade Mr. W. Bowlby Mr. M.J. Crocker Mr. K.M. Eldred Mr. R.K. Hillquist Mr. M. Hirschorn Mr. J. Moreland Mr. L. Sutherland Mrs. L.A. Wilber	(head of delegation)
U.S.S.R.		

## LIST OF ADOPTED RESOLUTIONS

from the twentieth meeting of ISO/TC 43 "Acoustics"  
held in Toronto, Canada, on 1988-10-14

---

### RESOLUTION 1

ISO/TC 43 requests the Secretariat to submit document 43 N 788, ISO/DP 8253-2 "Acoustics - Audiometric test methods - Part 2: Sound field audiometry with pure tone and narrow-band test signals" to the ISO Central Secretariat as a Draft International Standard for voting.

### RESOLUTION 1

ISO/TC 43 demande au Secrétariat de soumettre le document 43 N 788, ISO/DP 8253-2 "Acoustique - Methodes d'essai audiométriques - Partie 2: Audiométrie en champ acoustique avec signaux à sons purs et à bandes étroites" au Secrétariat Central de l'ISO en tant que projet de Norme internationale pour vote.

### RESOLUTION 2

ISO/TC 43 requests the Secretariat to circulate document 43 N 789 "Proposal for an addendum to ISO 389, Acoustics - Standard reference zero for the calibration of pure tone air conduction audiometers" for voting by the P members of ISO/TC 43 as a proposal for a new work item.

### RESOLUTION 2

ISO/TC 43 demande au Secrétariat de soumettre le document 43 N 789 "Proposition d'un additif à l'ISO 389, Acoustique - Zéro normal de référence pour l'étalonnage des audiomètres à sons purs en conduction aérienne" au vote des membres P de l'ISO/TC 43 en tant que proposition d'une nouvelle question.

# A Miracle in the Making

CANADA'S INTERNATIONAL IMMUNIZATION PROGRAM

Immunizing the world's children by 1990 – Canada is proudly participating in this extraordinary undertaking to control the six leading communicable childhood diseases that kill or permanently disable seven million children in the developing world every year.



Canadian Public Health  
Association

For more information, contact: Canadian Public Health Association  
1565 Carling Avenue, Suite 400, OTTAWA, Canada K1Z 8R1  
Telephone: (613) 725-3769 Telefax: (613) 725-9826

Funded by the Government of Canada.  
Managed by the Canadian Public Health Association.



Canada's International  
Immunization Program

# Superior Instrumentation for Acoustics and Vibration



## LARSON-DAVIS LABORATORIES

We have become a new technology leader in acoustics and vibration measuring instruments. Our goal is to provide advanced, precise, high-quality products at very reasonable prices. As the result of a substantial ongoing research program, Larson-Davis products provide versatility and automation untouched by *any* competitive offerings. Our growing product family includes:

- Portable multichannel Real-Time analyzers delivering 1/1, 1/3 and 1/12 octave bands to 125 KHz with future plug-in modules for FFT, acoustic intensity, memory expansion, etc.
- Underwater acoustic analysis equipment.
- Precision sound level meters with computer interfaces and automated control of 1/1 and 1/3 octave filters.
- Data logging noise dosimeters and hand-held sound level meters.
- Environmental and industrial noise monitoring systems.
- Building and architectural acoustics analyzers.
- Vibration measuring and monitoring instruments.
- Audiometric calibration instruments for speech and hearing.
- Network airport noise monitoring systems, with management planning software.
- Precision measuring microphones, preamplifiers, power supplies, instrumentation amplifiers, acoustic intensity probes, calibrators and accessories.



LARSON • DAVIS  
LABORATORIES

280 South Main  
Pleasant Grove, UT 84062  
801-785-6352 TELEX 705560

For more information contact the factory.

**Datamaster**

**Instruments Inc.**

C.P. 110

Ste-Anne de Bellevue

(Québec) Canada H9X 3L4

(514) 453-0033

TELEX: 05-560592 - TO: 23218

**Yvon J. B. Larose**

Directeur général

FAX:

(514)453-0554

## Membership Application Form

If this form is received by June 1 you will receive all four issues of Canadian Acoustics for 1989. If this is received by August 1 you will receive the last two issues for 1989. Membership Applications received after August 15 will be processed for 1990, however, the reduction on 1989 registration fees will still apply.

NAME \_\_\_\_\_

ADDRESS \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PHONE \_\_\_\_\_

OCCUPATION \_\_\_\_\_

Areas of Interest (Check up to three)

- Architectural Acoustics
- Engineering Acoustics
- Musical Acoustics
- Noise
- Psychological/Physiological Acoustics
- Shock and Vibration
- Speech Communication
- Underwater Acoustics
- Other \_\_\_\_\_

Please enclose fees (includes subscription to **CANADIAN ACOUSTICS**)

- (a) CAA Membership \_\_\_\_\_ \$20.00
- (b) CAA Student \_\_\_\_\_ \$ 5.00

If you are applying for student membership please ask a Faculty member to verify your status as a student by signing below:

Signature of Faculty Member \_\_\_\_\_

Name of Faculty Member \_\_\_\_\_

College or University \_\_\_\_\_

## Formulaire de demande d'adhésion

Si ce formulaire nous parvient avant le premier juin, vous recevrai les quatre numéros de l'*Acoustique canadienne* de l'année 1989. Les demandes d'adhésion reçues avant le premier août donnent droit aux deux dernier numéros de 1989. Les demandes reçues après le 15 août seront traitées pour l'année 1990, tout en donnant droit aux réductions de 1989 sur les frais d'inscription.

Nom \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Téléphone \_\_\_\_\_

Profession \_\_\_\_\_

Domaines d'intérêt (vous pouvez cocher jusqu'à trois domaines)

Acoustique architecturale

Génie acoustique

Acoustique musicale

Bruit

Acoustique psychologique/physiologique

Chocs et vibrations

Communication parlée

Acoustique sous-marine

Autre \_\_\_\_\_

Veillez joindre les frais d'adhésion  
(lesquels comprennent l'abonnement à l'*Acoustique canadienne*)

(a) Membre de l'ACA \_\_\_\_\_ \$20.00

(b) Membre-étudiant de l'ACA \_\_\_\_\_ \$ 5.00

Si vous sollicitez l'adhésion comme membre-étudiant, veuillez demander à un représentant de votre institution de confirmer votre statut d'étudiant en apposant sa signature ci-dessous:

Signature du représentant de l'institution \_\_\_\_\_

Nom du représentant de l'institution \_\_\_\_\_

Nom de l'établissement collégial ou universitaire \_\_\_\_\_

MICROPHONES

# ACO Pacific Breaks The Price Barrier!

SAVE \$100 to \$200 per unit NOW



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

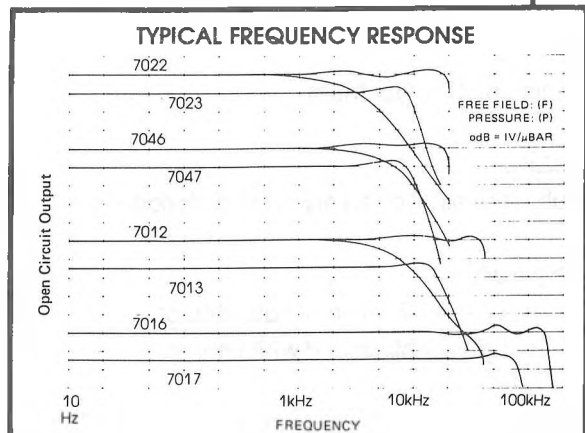
- Direct replacement for Bruel & Kjaer Microphones — see chart below
- Compatible with existing accessories
- Cost effective in small quantities
- Quantity pricing available
- One year warranty
- Manufactured and sold throughout the world since 1972
- Companion preamplifier available with detachable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

## ACOustics Begins With ACO

Dealer inquiries invited

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

### MANUSCRIPT PREPARATION

#### General Presentation

Papers should be submitted in camera-ready, final format including placement of figures and final layout.

#### Type:

Prestige Elite preferred.

#### Title:

All caps, centred, large type if available.

#### Authors:

Names and full mailing addresses, centered.

#### Abstract:

Short summary, indent left and right margins.

#### Sommaire:

French translation of Abstract.

#### Text:

Single spaced, leave one blank line between paragraphs.

#### Page Size:

8 1/2 x 11".

#### Margins:

Fill the page! Leave only small margins typically 3/4".

#### References:

Any consistent format, list at end of article.

#### Figures and Tables:

Not too large, insert in text. Include title for each figure and table.

#### Page Numbers:

In light pencil at bottom of each page.

#### Equations:

Minimize. Number them.

#### Originals:

Submit original or a very good dark copy.

#### Photographs:

Only if essential or if they add interest. Submit glossy black and white prints.

#### Reprints:

Can be ordered at time of acceptance the paper.

## DIRECTIVES A L'INTENTION DES AUTEURS PREPARATION DES MANUSCRITS

#### Présentation générale:

Le manuscrit doit comprendre le collage

#### Caractère:

Le Prestige Elite est préférable.

#### Titre:

#### Auteurs:

Noms et adresses postales, centrées.

#### Sommaire:

Elargir la marge de chaque côté.

#### Abstract:

Traduction anglaise du sommaire.

#### Texte:

Simple interligne, en séparant chaque

#### Dimensions des pages:

8 1/2" x 11".

#### Marges:

Limiter à 3/4" en évitant de laisser des espaces blancs.

#### Références:

En fin d'article, en suivant une présentation dans un format uniforme.

#### Figures et Tableaux:

De petites tailles. Insérer dans le texte et inscrire une légende appropriée.

#### Pagination:

Au crayon pâle, au bas de chaque page.

#### Equations:

Les minimiser. Les numéroter.

#### Originaux:

A déposer tels quels ou alors une copie de très bonne qualité.

#### Photographies:

Présenter sur papier glacé noir et blanc seulement.

#### Tirés-à-part:

Ils peuvent être commandés au moment de l'acceptation des manuscrits.

**canadian  
acoustics**

acoustique  
canadienne

**PRESIDENT / PRESIDENT**

Sharon Abel  
Mt. Sinai Hospital, Suite 843  
600 University Avenue  
Toronto, Ontario, M5G 1X5

(416) 586-8278

**PAST PRESIDENT / ANCIEN PRESIDENT**

Cameron W. Sherry  
Domtar Research Centre  
P.O. Box 300  
Senneville, Quebec, H9X 3L7

(514) 457-6810

**SECRETARY / SECRETAIRE**

Moustafa Osman  
Ontario Hydro H13  
700 University Avenue  
Toronto, Ontario, M5G 1X6

(416) 592-4988

**TREASURER / TRESORIER**

Chris Andrew  
Transportation Planner  
City of Calgary  
P.O. Box 2100  
Calgary, Alberta, T2P 2M5

(403) 268-1621

**MEMBERSHIP / RECRUTEMENT**

Annabel Cohen  
Department of Psychology  
Dalhousie University  
Halifax, Nova Scotia, B3H 4J1

(902) 424-8888

**EDITOR / REDACTEUR**

Raymond Hétu  
Groupe d'acoustique  
de l'université de Montréal  
Montréal, Quebec, H3C 3J7

(514) 343-7559

**DIRECTORS / DIRECTEURS**

Lynne Brewster, Annabel Cohen, Bruce Dunn, Tony Embleton, Gary Faulkner,  
Nicole M. Lalande, Jean-Gabriel Migneron, Winston Sydenborgh



## SUSTAINING SUBSCRIBERS / ABONNES DE SOUTIEN

The Canadian Acoustical Association gratefully acknowledges the financial assistance of the Sustaining Subscribers listed below. Annual donations (of \$ 100.00 or more) enable the journal to be distributed to all at a reasonable cost. Sustaining Subscribers receive the journal free of charge. Please address donation (made payable to the Canadian Acoustical Association) to the Secretary of the Association.

L'Association canadienne de l'acoustique tient à témoigner sa reconnaissance à l'égard de ses Abonnés de Soutien en publiant ci-dessous leur nom et leur adresse. En amortissant les coûts de publication et de distribution, les dons annuels (de \$ 100.00 et plus) rendent le journal accessible à tous nos membres. Les Abonnés de Soutien reçoivent le journal gratuitement. Pour devenir un Abonné de Soutien, faites parvenir vos dons (chèque ou mandat -poste fait au nom de l'Association canadienne de l'acoustique) au Secrétaire de l'Association.

### **BarmanSwallow Associates**

1 Greensboro Dr., Suite 401  
Rexdale, Ontario M9W 1C8  
Tel.: (416) 245-7501

### **Barron Kennedy Lyzun & Assoc.**

#250-145 West 17th Street  
North Vancouver, British Columbia  
V7M 3G4  
Tel.: (604) 988-2508

### **Bilsom International Ltd.**

60 St. Clair Ave. E Suite 1002  
Toronto Ontario M4T 1N5  
Tel.: (416) 922-7807

### **H.L. Blachford Ltd.**

Noise Control  
Products Engineering/Manufacturing  
Mississauga: Tel.: (416) 823-3200  
Montreal: Tel.: (514) 866-9775  
Vancouver: Tel.: (604) 263-1561

### **Bolstad Engineering Associates**

9249 - 48 Street  
Edmonton, Alberta T6B 2R9  
Tel.: (403) 465-5317

### **Bruel & Kjaer Canada Limited**

90 Leacock Road  
Pointe Claire, Québec H9R 1H1  
Tel.: (514) 695-8225

### **Dalimar Instruments Inc.**

P.O. Box 110  
Ste-Anne-de-Bellevue  
Québec H9X 3L4  
Tel.: (514) 453-0033

### **Eckel Industries of Canada Ltd.**

Noise Control Products, Audiometric  
Rooms - Anechoic Chambers  
P.O. Box 776  
Morrisburg, Ontario KOC IXO  
Tel.: (613) 543-2967

### **Electro-Medical Instrument Ltd.**

Audiometric Rooms and Equipment  
349 Davis Road  
Oakville, Ontario L6J 5E8  
Tel.: (416) 845-8900

### **Hatch Associates Ltd.**

21 St. Clair Ave. E.  
Toronto, Ontario M4T 1L9  
Tel.: (416) 962-6350

### **IBM Canada Limited**

Department 452  
844 Don Mills Road  
Don Mills, Ontario M3C 1v7

### **Larson Davis Laboratories**

1681 West 820 North  
Provo, Utah  
U.S.A. 84601  
Tel.: (801) 375-0177

### **Mechanical Engineering Acoustics and Noise Unit**

Dept. of Mechanical Eng.  
Mechanical Eng. Bldg., Rm 4-9  
University of Alberta  
Edmonton, Alberta T6G 2G8  
Tel.: (403) 466-6465

### **Nelson Industries Inc.**

Corporate Research Department  
P.O. Box 600  
Stoughton, Wisconsin  
U.S.A. 53589 - 0600  
Tel.: (608) 873-4373

### **OZA Inspections Ltd.**

P.O. Box 271  
Grimsby, Ontario L3M 4G5  
Tel.: (416) 945-5471

### **Perstorp Components**

P.O. Box 9027  
51 Breithaupt Street  
Kitchener, Ontario N2G 4R9  
Tel.: (519) 579-1280

### **SCANTEK Inc.**

51 Monroe Street, Suite 1606  
Rockville, Maryland  
U.S.A. 20850  
Tel.: (301) 279-9308

### **Silentec Consultants**

Acoustique, bruit & vibration  
Acoustics, noise & vibration  
785 Plymouth, Suite 304  
Mount-Royal, Québec H4P 1B2  
Montréal: Tel.: (514) 731-3397

### **Spaarg Engineering Limited**

Noise and Vibration Analysis  
822 Lounsbrough Street  
Windsor, Ontario N9G 1G3  
Tel.: (519) 254-8527

### **Tacet Engineering Limited**

Consultants in Vibration &  
Acoustical Design  
111 Ava Road  
Toronto, Ontario M6C 1W2  
Tel.: (416) 782-0298

### **Valcoustics Canada Ltd.**

30 Wertheim Court, Unit 25  
Richmond Hill, Ontario L4B 1B9  
Tel.: (416) 223-8191