

canadian acoustics

acoustique canadienne

JUNE 1996

JUN 1996

Volume 24 — Number 2

Volume 24 — Numéro 2

EDITORIAL	1
TECHNICAL ARTICLES AND NOTES / ARTICLES ET NOTES TECHNIQUES	
La planification de la signalisation acoustique en milieu industriel: critères de conception des avertisseurs sonores de danger <i>Hung Tran Quoc et Raymond Héту</i>	3
Formant frequencies of vowels produced by infants with and without early-onset otitis media <i>Susan Rvachew, Elzbieta B. Slawinski, Megan Williams and Carol L. Green</i>	19
Signalization system for visually impaired people <i>Andrzej Czyzewski and Bozena Kostek</i>	29
OTHER FEATURES / AUTRES RUBRIQUES	
Prix de l'ACA à la mémoire de Raymond Héту / CAA prize in memory of Raymond Héту	17
Letter to the Editor / Courrier des lecteurs	37
Acoustics Week in Canada 1996 / 1996 Semaine canadienne d'acoustique	39/43
Minutes of the Board of Directors meeting / Compte rendu de l'assemblée des directeurs	49
News / Informations	51



canadian acoustics

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

CANADIAN ACOUSTICS publishes refereed articles and news items on all aspects of acoustics and vibration. Articles reporting new research or applications, as well as review or tutorial papers and shorter technical notes are welcomed, in English or in French. Submissions should be sent directly to the Editor-in-Chief. Complete instructions to authors concerning the required camera-ready copy are presented at the end of this issue.

CANADIAN ACOUSTICS is published four times a year - in March, June, September and December. The deadline for submission of material is the first day of the month preceding the issue month. Copyright on articles is held by the author(s), who should be contacted regarding reproduction. Annual subscription: \$10 (student); \$35 (individual, institution); \$150 (sustaining - see back cover). Back issues (when available) may be obtained from the CAA Secretary - price \$10 including postage. Advertisement prices: \$400 (centre spread); \$200 (full page); \$120 (half page); \$80 (quarter page). Contact the Associate Editor (advertising) to place advertisements.

acoustique canadienne

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

ACOUSTIQUE CANADIENNE publie des articles arbitrés et des informations sur tous les domaines de l'acoustique et des vibrations. On invite les auteurs à soumettre des manuscrits, rédigés en français ou en anglais, concernant des travaux inédits, des états de question ou des notes techniques. Les soumissions doivent être envoyées au rédacteur en chef. Les instructions pour la présentation des textes sont exposées à la fin de cette publication.

ACOUSTIQUE CANADIENNE est publiée quatre fois par année - en mars, juin, septembre et décembre. La date de tombée pour la soumission de matériel est fixée au premier jour du mois précédant la publication d'un numéro donné. Les droits d'auteur d'un article appartiennent à (aux) auteur(s). Toute demande de reproduction doit leur être acheminée. Abonnement annuel: \$10 (étudiant); \$35 (individuel, société); \$150 (soutien - voir la couverture arrière). D'anciens numéros (non-épuisés) peuvent être obtenus du Secrétaire de l'ACA - prix: \$10 (affranchissement inclus). Prix d'annonces publicitaires: \$400 (page double); \$200 (page pleine); \$120 (demi page); \$80 (quart de page). Contacter le rédacteur associé (publicité) afin de placer des annonces.

EDITOR-IN-CHIEF / REDACTEUR EN CHEF

Murray Hodgson
Occupational Hygiene Programme
University of British Columbia
2206 East Mall
Vancouver, BC V6T 1Z3
Tel: (604) 822-3073
Fax: (604) 822-9588
E-mail: hodgson@mech.ubc.ca

EDITOR / REDACTEUR

Chantal Laroche
Dépt. d'orthophonie et d'audiologie
Université d'Ottawa
545 King Edward
Ottawa, Ontario K1N 6N5
Tél: (613) 562-5800 extⁿ/poste 3066
Fax: (613) 562-5256
E-mail: claroch@aix1.uottawa.ca

ASSOCIATE EDITORS / REDACTEURS ASSOCIÉS

Advertising / Publicité

Chris Hugh
6953 Edenwood Drive
Mississauga, Ontario L5N 3E9
Tel: (905) 403-3908
Fax: (905) 824-4615

News / Informations

Francine Desharnais
DREA - Ocean Acoustics
P. O. Box 1012
Dartmouth, NS B2Y 3Z7
Tel: (902) 426-3100
Fax: (902) 426-9654
E-mail: desharnais@drea.dnd.ca

EDITORIAL

J'ai l'honneur de publier, dans ce numéro, ce qui semble être le dernier article de notre regretté Président de l'Association, Raymond Hétu. Il s'agit d'un article très approprié et impressionnant. Cet article présente un résumé détaillé d'un des principaux domaines de recherche de l'équipe de Raymond à l'Université de Montréal. L'objectif professionnel principal de Raymond était d'élucider les problèmes vécus par les travailleurs - en particulier, ceux avec des pertes auditives - dans le milieu de travail, et de trouver comment faire face à cette expérience. En adoptant une perspective écologique et ergonomique, il a su clarifier les effets auditifs et extra-auditifs du bruit sur les travailleurs. Il a étudié les difficultés éprouvées par les travailleurs dans la réalisation de leurs tâches. Il a travaillé à promouvoir des méthodes efficaces de prévention du bruit et des pertes auditives. L'article publié dans ce numéro présente une revue des principaux résultats obtenus en carrière - il s'agit d'un hommage impressionnant et approprié pour lui.

Nous vous présentons par ailleurs les détails de la Semaine Canadienne d'Acoustique 1996 qui se tiendra à Calgary en octobre. Les organisateurs - Elzbieta Slawinski - ont préparé une conférence impressionnante. Vous devriez déjà avoir soumis vos résumés. L'échéance pour la soumission de vos textes d'une page (je m'excuse pour les informations contradictoires parues dans le dernier numéro) approche à grands pas.

Enfin, je profite de l'occasion pour transmettre mes sincères félicitations à notre rédactrice adjointe,

I have the honour to publish in this issue what is probably the last publication of the late President of the Association, Raymond Hétu. It is a fitting and impressive article indeed. This article is a detailed summary of one of the main topics of research of Raymond's team at the University of Montreal. Raymond's main professional objective was to elucidate the problems experienced by workers - in particular, those with hearing losses - in the workplace, and how to improve this experience. Adopting an ecological and ergonomic perspective, he studied the auditory and non-auditory effects of noise on workers. He studied the difficulties experienced by workers in performing their tasks. He worked to promote effective methods for preventing noise and hearing loss. The article published in this issue presents a review of some of the main results of Raymond's career - it is a fitting and impressive tribute to him.

Also published here are details of the upcoming Acoustics Week in Canada 1996 to be held in Calgary in October. The organizers lead by Elzbieta Slawinski have organized an impressive meeting. You should have already submitted you abstracts; the deadline for submission of one-page (I apologize for the contradictory information in the last issue) summaries if fast approaching.

Finally, may I take this opportunity to send my warmest congratulations to assistant editor, Chantal Laroche, on the birth of her daughter, Sandrine.

Chantal Laroche, à l'occasion de la naissance de sa fille, Sandrine.

EDITORIAL BOARD / COMITE EDITORIAL

ARCHITECTURAL ACOUSTICS: ACOUSTIQUE ARCHITECTURALE:	Gilbert Soulodre	Carleton University	(613) 998-2765
ENGINEERING ACOUSTICS / NOISE CONTROL: GENIE ACOUSTIQUE / CONTROLE DU BRUIT:	Frédéric Laville	Ecole technologie supérieure	(514) 289-8800
PHYSICAL ACOUSTICS / ULTRASOUND: ACOUSTIQUE PHYSIQUE / ULTRASON:	Michael Stinson	National Research Council	(613) 993-3729
MUSICAL ACOUSTICS / ELECTROACOUSTICS: ACOUSTIQUE MUSICALE / ELECTROACOUSTIQUE:	Marek R.-Mieszkowski	Digital Recordings	(902) 429-9622
PSYCHOLOGICAL ACOUSTICS: PSYCHO-ACOUSTIQUE:	Annabel Cohen	University of P. E. I.	(902) 628-4331
PHYSIOLOGICAL ACOUSTICS: PHYSIO-ACOUSTIQUE:	Robert Harrison	Hospital for Sick Children	(416) 813-6535
SHOCK / VIBRATION: CHOC / VIBRATIONS:	Osama Al-Hunaidi	National Research Council	(613) 993-9720
HEARING SCIENCES: AUDITION:	Kathy Pichora-Fuller	University of British Columbia	(604) 822-4716
SPEECH SCIENCES: PAROLE:	Linda Polka	McGill University	(514) 398-4137
UNDERWATER ACOUSTICS: ACOUSTIQUE SOUS-MARINE:	Garry Heard	D. R. E. A.	(902) 426-3100
SIGNAL PROCESSING / NUMERICAL METHODS: TRAITEMENT DES SIGNAUX / METHODES NUMERIQUES:	Ken Fyfe	University of Alberta	(403) 492-7031
CONSULTING: CONSULTATION:	Bill Gastmeier	HGC Engineering	(905) 826-4044

The TRUTH!

FOR NOISE MEASUREMENTS,
LARSON DAVIS IS THE SMART CHOICE

The 700 and 800 series of sound level meters and dosimeters...



Adaptable to a variety of measurement applications.

Completely configurable to meet any legislation you need to comply with.

Built-in report generation for downloading directly to a wide range of printers.

High speed serial interface for transfer of data to a computer or directly to a printer.

Large internal memory for logging your noise measurements.

WINDOWS and DOS based software for data retrieval, analysis, reporting and archiving.

Reliable instruments backed with a two year warranty.



Dalimar

193, Joseph Carrier
Vaudreuil-Dorion, Québec J7V 5V5

Instruments Inc.

Tel. : (514) 424-0033 Toronto: (905) 948-8345
Fax: (514) 424-0030 Fax: (905) 948-8344

HI-TECH PRODUCTS, HI-TOUCH SERVICE

LA PLANIFICATION DE LA SIGNALISATION ACOUSTIQUE EN MILIEU INDUSTRIEL : CRITÈRES DE CONCEPTION DES AVERTISSEURS SONORES DE DANGER

Hung Tran Quoc, Raymond Hétu

Groupe d'acoustique de l'université de Montréal
C.P.6128, succ. Centre Ville, Montréal, H3C 3J7

SUMMARY

An efficient use of warning signals in noisy workplaces is submitted to many psychoacoustic and physic constraints, particularly when the security of the workers is concerned. Firstly, the use of warning signals in industry is not regulated. Secondly, the design of these signals is based on traditionnal practices, with little consideration of the hearing capabilities of the workers. An analysis of the interaction between the hearing capabilities and the environmental demands in terms of compatibilty leads us to a general set of critieria to design safety warning signals in industry.

SOMMAIRE

L'utilisation des avertisseurs sonores de danger en milieu industriel est soumise à un ensemble de contraintes. Pour assurer une utilisation efficace de ces signaux, en particulier quand il s'agit de questions de sécurité, il est essentiel de considérer ces contraintes. D'une part, pratiquement aucun contrôle n'est exercé sur l'usage des signaux sonores en milieu bruyant, d'autre part, l'utilisation des avertisseurs sonores en milieu industriel repose sur des pratiques intuitives, sans tenir compte nécessairement de la limite fonctionnelle de capacité auditive des travailleurs qui y oeuvrent. L'analyse de l'interaction entre la capacité auditive et le milieu de travail industriel nous a permis d'aboutir à des règles précises de conception d'avertisseurs sonores de danger.

1. Introduction

En milieu de travail industriel, les avertisseurs sonores sont utilisés pratiquement partout pour remplir diverses fonctions [1]. D'une part, la sécurité des travailleurs est directement liée à la détection, la reconnaissance et la localisation des signaux avertisseurs de danger, d'autre part, des personnes atteintes de déficience auditive peuvent se voir perdre ou refuser un emploi en milieu potentiellement bruyant. L'une des principales raisons justifiant un refus d'emploi en milieu industriel à des personnes malentendantes est l'incapacité à entendre et à reconnaître les avertisseurs sonores de danger [2]. Le respect des droits de la personne et la prévention de la discrimination pour raisons de déficience auditive font appel à l'adaptation des postes de travail aux contraintes imposées par une déficience auditive. En matière de perception d'avertisseurs sonores, ces contraintes sont déterminées par les capacités d'un individu donné à percevoir un signal spécifique dans un milieu de travail bruyant et réverbérant.

Dans le cadre de l'axe de recherche 'Bruit et sécurité en milieu de travail' développé au Groupe d'acoustique de l'université de Montréal, nous avons entrepris d'examiner en profondeur la question de conception ergonomique des avertisseurs sonores de danger et de rechercher des solutions qui favorisent la

sécurité des travailleurs en fonction de leurs capacités auditives. La figure 1 représente les facteurs qui gouvernent la capacité de perception des avertisseurs sonores de danger en soulignant le fait que les différentes capacités auditives exigées par une tâche vont varier selon le type de sources de signaux sonores à traiter et selon les conditions et les modes de transmission de tels signaux. Il s'agit d'une perspective écologique permettant l'examen de la compatibilité entre exigences du poste de travail et capacités des travailleurs. Ce cadre d'analyse est particulièrement utile puisque la recherche expérimentale sur la perception auditive a été poursuivie indépendamment des question très pratiques de la signalisation acoustique en milieu industriel. En effet, d'une manière générale, on peut considérer que la psychoacoustique a étudié la perception sonore en mettant l'emphase sur le fonctionnement du système auditif, tandis que l'utilisation des avertisseurs sonores en milieu de travail repose sur des pratiques intuitives. Ainsi, à la figure 1, on note que les caractéristiques des sources sonores, du milieu ambiant, des conditions de propagation et des conditions de réception des signaux sonores imposent des contraintes spécifiques qu'il faudra confronter aux capacités auditives d'auditeurs normaux ou déficients auditifs. Les capacités auditives constituant les caractéristiques non modifiables, la question se pose alors de déterminer les paramètres des exigences au plan auditif qui seront compatibles avec celles-ci.

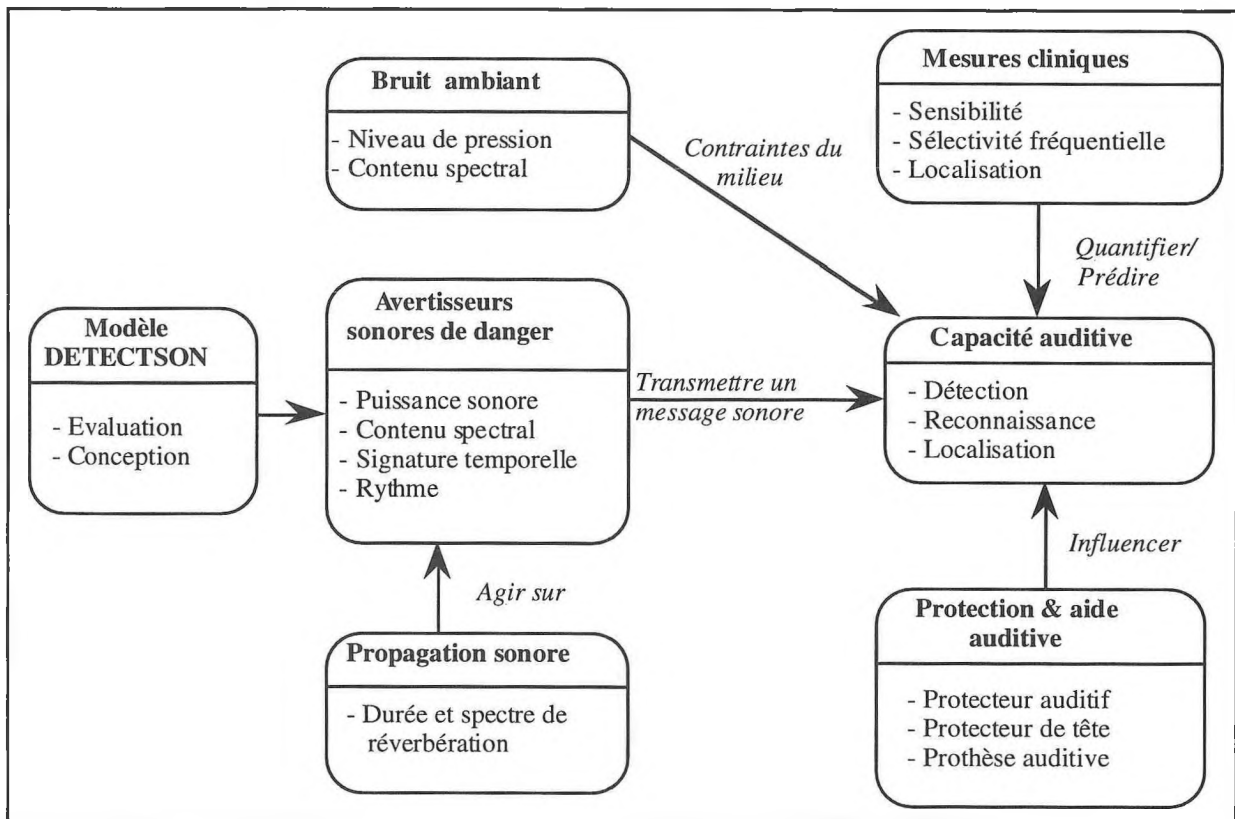


Figure 1. Modèle conceptuel décrivant les facteurs qui gouvernent la capacité de perception d'avertisseurs sonores de danger en milieu industriel.

2. Les principaux facteurs qui gouvernent la capacité de perception des avertisseurs sonores de danger

Il est maintenant bien établi que des lésions à l'oreille interne entraînent des détériorations de différentes fonctions du système auditif. En plus d'une baisse de sensibilité, elles sont généralement accompagnées d'autres phénomènes de distorsions temporelles et fréquentielles. Ces distorsions ont un impact direct sur notre capacité de perception des avertisseurs sonores de danger en milieu du travail bruyant :

a) La *perte de sensibilité auditive* est certainement la détérioration du système auditif la plus facile à quantifier. Elle est observable sur un audiogramme. Le seuil de sensibilité d'un individu représente le niveau minimal de pression acoustique des sons purs pour être juste audible dans le silence. Quand le niveau d'un signal est inférieur aux seuils d'audition, il ne sera pas perçu.

b) La *sélectivité fréquentielle* gouverne notre capacité de détecter un signal dans un bruit de fond quelconque. Une des questions qui a retenu l'intérêt des chercheurs est la relation entre la sensibilité et la sélectivité fréquentielle [3,4,5,6,7]. Si plusieurs études démontrent une certaine corrélation entre ces deux facteurs, leur relation n'est pas univoque même avec des groupes de sujets soigneusement sélectionnés et

entraînés [8,9,10]. Pour un même audiogramme, deux sujets peuvent présenter des réponses très différentes à une tâche de sélectivité [11,12,13].

A l'aide une procédure de mesure simplifiée, nous avons déterminé la relation entre FRE (Filtre Rectangulaire Équivalent) et seuil absolu chez 52 auditeurs présentant des seuils audiométriques variant entre 0 et 75 dB HL. Pour dégager cette relation, nous avons distingué les sujets appartenant à une population normale en terme de FRE de ceux montrant des filtres auditifs anormalement élargis. Le 95ième centile a été retenu comme valeur normative [14]. Les résultats de ces mesures sont illustrés à la figure 2. Nous pouvons observer que l'intersection entre la droite de régression des FRE par les seuils d'audition croise la valeur de 95ième centile des FRE à des seuils différents selon la fréquence testée. A 500 Hz, des filtres anormaux sont observables chez des gens présentant des seuils aussi bas que 6 ou 7 dB HL. A 4000 Hz, les FRE anormaux sont observés lorsque les seuils s'approchent ou dépassent 20 dB HL. Par ailleurs, on observe une forte variabilité inter-individuelle associée aux FRE, et de même, un élargissement anormal des filtres auditifs à des seuils audiométriques relativement faibles. Ces observations nous permettent de confirmer que la mesure des seuils audiométriques ne permet pas de prédire avec exactitude notre capacité de détection en milieu bruyant.

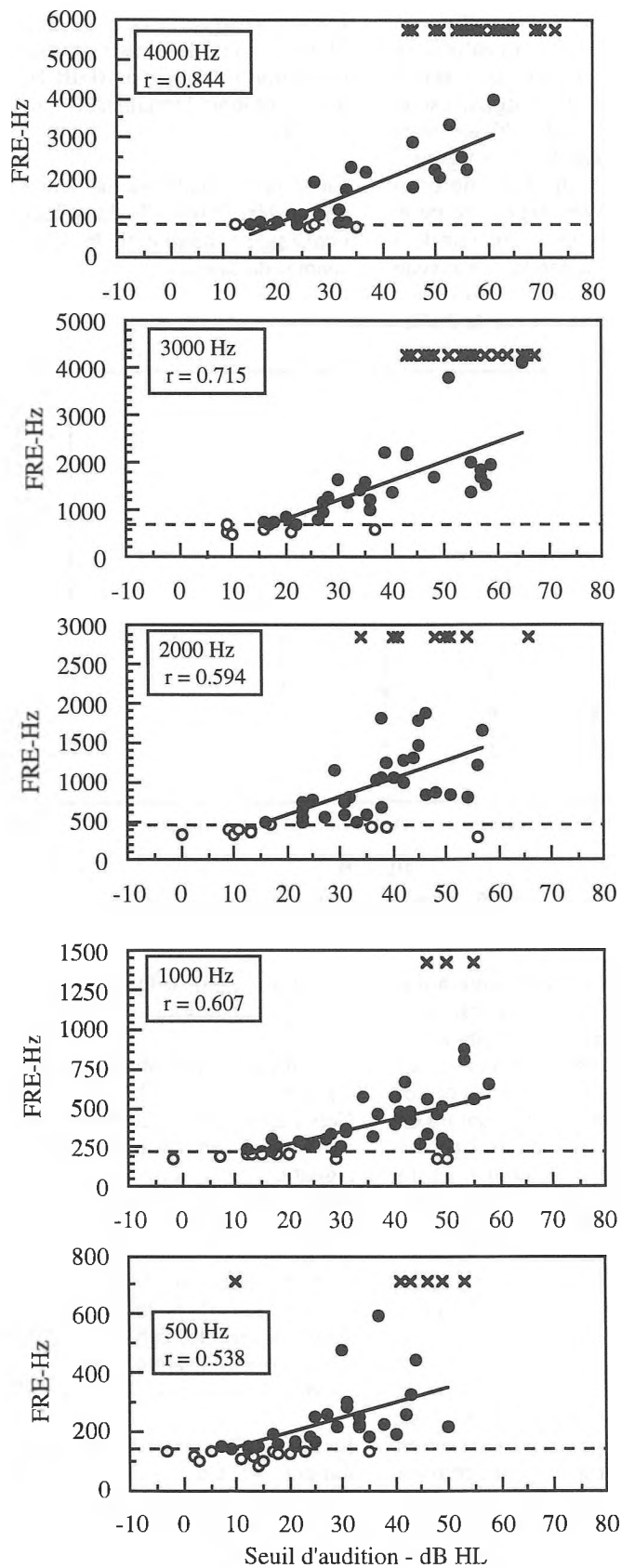


Figure 2. Largeur des FRE en fonction du seuil d'audition à 5 fréquences obtenu auprès de 52 sujets. Le trait pointillé indique le 95^{ème} centile des FRE dans une population normale. Les cercles vides représentent les cas de FRE normaux, les cercles pleins les cas de FRE anormalement élargis et les 'x', les cas de filtres absents ou indéterminés. r est le coefficient de corrélation.

En contexte de la capacité de perception des avertisseurs sonores de danger, une perte de sélectivité fréquentielle se traduit normalement par une augmentation des seuils masqués [14,15,16]. Le seuil masqué d'un signal est le niveau de pression acoustique minimal pour qu'il soit juste détectable dans un bruit. A titre d'illustration, la figure 3 montre des résultats de seuils de détection dans un bruit recueillis chez 52 sujets affectés à divers degrés de perte neuro-sensorielle. Le signal à détecter était un son pur de 3 kHz, et le bruit masquant était un bruit passe bas de niveau égal à 85 dBA, dont le spectre représente une décroissance approximative de 12 dB/Oct à partir de la fréquence de 2 kHz.

La performance de ces 52 sujets a été comparée avec celle obtenue chez 8 sujets normaux qui présentent des seuils d'audition inférieurs à 10 dB HL. Cette figure montre bien que le rapport Signal/Bruit *moyen* augmente avec le seuil d'audition.

En résumé, une baisse de sensibilité entraîne normalement une détérioration de la sélectivité fréquentielle, et par conséquent, augmente le seuil masqué des avertisseurs sonores de danger.

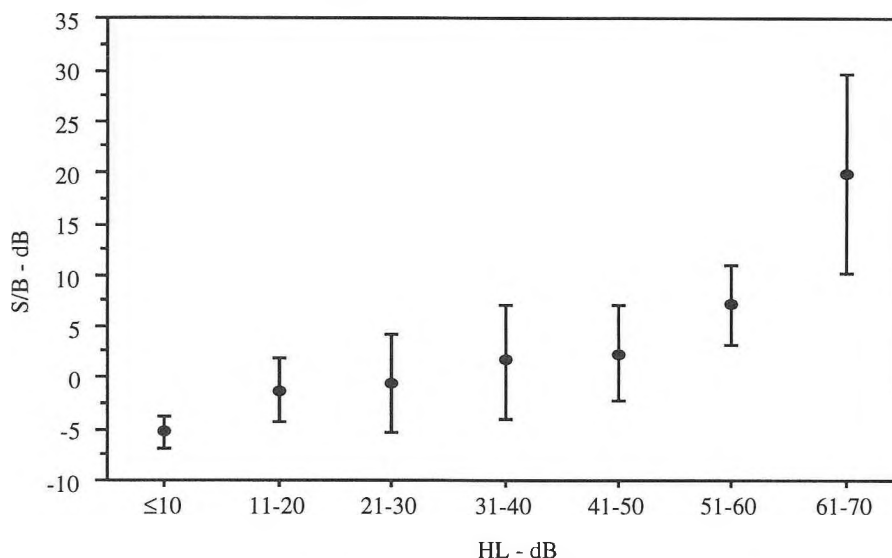


Figure 3. Moyenne et écart type du rapport Signal/Bruit en fonction du seuil d'audition absolu mesuré à 3 kHz, utilisant un bruit de masque de 85 dBA. Données obtenues chez 8 sujets normaux et 52 sujets déficients auditifs.

C) La *reconnaissance* d'un signal sonore représente notre capacité d'attribuer immédiatement à ce signal une signification non-ambiguë. Les principes de conception des avertisseurs sonores qui maximisent leurs reconnaissances ont été proposés par Patterson [17] dans le cadre d'un projet de rationalisation des avertisseurs sonores dans les cabines de pilotage d'avions commerciaux. Ces principes ont été retenus par les manuels d'ergonomie au chapitre de la conception des avertisseurs sonores [18] et ont récemment subi certains raffinements en vue de maximiser la perception de l'urgence [19].

Si les caractéristiques spectrales des signaux gouvernent le pouvoir de détection, leurs caractéristiques temporelles en déterminent la capacité de reconnaissance. En effet, la configuration temporelle impose une empreinte sonore distinctive à chaque signal et contribue largement à sa reconnaissance. Par exemple, des signaux sonores très distincts peuvent ainsi être créés en leur attribuant certaines caractéristiques s'apparentant à une phrase musicale facile à retenir. Des essais en laboratoire ont d'ailleurs montré que des auditeurs peuvent apprendre très rapidement à distinguer sans erreur jusqu'à 7 signaux différents [17]. Ces principes ont été appliqués à la conception des signaux sonores pour des cabines de pilotage d'avions civils et militaires [20], de

même que pour différents équipements utilisés en salle de chirurgie ou de soins intensifs en milieu hospitalier [21].

La capacité de reconnaissance des avertisseurs sonores chez les déficients auditifs n'a pas fait l'objet d'aucune étude. Cependant, il y a lieu de croire que la déficience auditive n'affecte pas en tant que telle la capacité de reconnaître une signature temporelle dans les conditions d'écoute idéales, pourvu que les signaux sonores représentent des durées d'impulsions supérieures à 100 msec. Dans les conditions d'écoute réverbérantes, les intervalles d'impulsions sont systématiquement diminués dû à l'effet de propagation sonore [22,23]. Sachant que la résolution temporelle est diminuée chez les déficients auditifs [24], il est à prévoir que ces personnes seront plus vulnérables à la reconnaissance des avertisseurs sonores en milieu réverbérant.

D) La question de la *localisation* des avertisseurs sonores de danger est très importante pour un grand nombre de situations de travail puisque les klaxons ou autres avertisseurs sonores sont systématiquement utilisés pour indiquer le mouvement des véhicules (chariots élévateurs, chargeuses, etc.) ou de charges (ponts roulants, échafaudages mobiles, etc.). Sur les chantiers de construction, les avertisseurs sonores sont systématiquement générés pour

indiquer le recul des camions. En contexte de sécurité du travail, ces situations exigent que les travailleurs doivent être capables non pas seulement d'entendre ces avertisseurs sonores, mais aussi d'être capables d'identifier leurs provenances. La capacité de localisation des sources sonores dans l'espace fait appel à des comparaisons d'indices acoustiques associés à chacune des oreilles et ainsi qu'au processus de filtrage associé à la fonction de transfert de l'oreille externe. En général, le jugement d'une source sonore venant de la droite ou de la gauche dépend étroitement de : a) la différence de phase entre les oreilles résultant du décalage des temps d'arrivée de l'onde sonore à l'une et l'autre oreille, et b) la différence d'intensité sonore résultant de l'effet d'écran de la boîte crânienne [25]. Le jugement d'une source sonore venant de l'avant ou de l'arrière dépend alors à l'interaction entre le contenu fréquentiel du signal et la fonction de transfert de l'oreille externe.

En champ réverbérant, la localisation des sources sonores est en général gouvernée par l'effet d'antériorité [26,27], la direction apparente d'une source sonore étant déterminée le signal qui parvient le premier aux oreilles.

En milieu de travail bruyant, la capacité de localisation dépendra aussi de la sélectivité fréquentielle du système auditif. Pour obtenir une même performance de localisation, on doit prévoir que le niveau du signal sonore sera ajusté à un niveau d'intensité supérieur pour les auditeurs déficients auditifs que pour les auditeurs normaux [28].

La perception de la distance d'une source sonore installée sur un objet mobile pourrait être critique pour la sécurité. La variation continue du niveau de la source sonore mobile nous permet d'estimer sa distance et par conséquent nous permet de juger si elle s'éloigne ou elle s'approche de nous. En milieu de travail bruyant et réverbérant, cette capacité est surestimée chez les normaux [29]. Chez le

déficient auditif, à cause de la distorsion de la fonction de sonie, on doit s'attendre à ce que cette capacité soit aussi très distorsionnée.

3. L'influence des protecteurs auditifs et des protecteurs de tête

L'utilisation des protecteurs auditifs et des protecteurs de tête peut détériorer la capacité de perception des avertisseurs sonores de danger [30,31,32]. L'effet des protecteurs auditifs sur la capacité de détection et de localisation des signaux est bien connu. Chez les déficients auditifs, l'utilisation de ces protecteurs contribue à augmenter les seuils de détection, particulièrement si les signaux comportent plusieurs composantes de hautes fréquences [33]. Un exemple de cette situation est illustré avec des résultats de prédiction des seuils de détection obtenus chez un sujet normal et un sujet déficient auditif utilisant le modèle de prédiction DETECTSON [34]. La figure 4 représente les audiogrammes de ces deux sujets. Le sujet déficient auditif montre une perte de sensibilité prononcée dans la zone de fréquence entre 2 et 6 kHz. La figure 5A représente le spectre d'un bruit masquant de niveau 85 dBA et les seuils de détection du sujet normal avec et sans les bouchons anti-bruit EAR. Cette figure montre bien que les bouchons anti-bruit ne détériorent pas la capacité de détection du sujet normal. La figure 5B représente les mêmes résultats obtenus chez le sujet déficient auditif. Une très grande différence entre les seuils protégés et non-protégés est observable dans la zone de fréquences supérieures à 1 kHz. Cette situation est explicable par la combinaison entre les seuils de sensibilité élevés et les fortes atténuations imposées par les bouchons anti-bruit, de telle sorte que ce sont les seuils protégés du sujet qui dominent la capacité de détection.

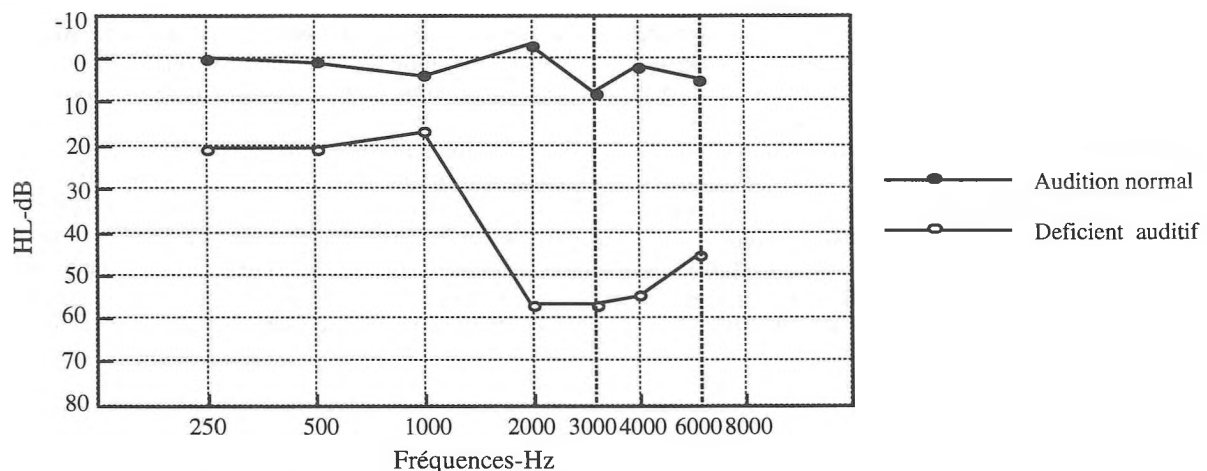


Figure 4. Seuils d'audibilité absolus d'un sujet normal et d'un sujet ayant une déficience auditive

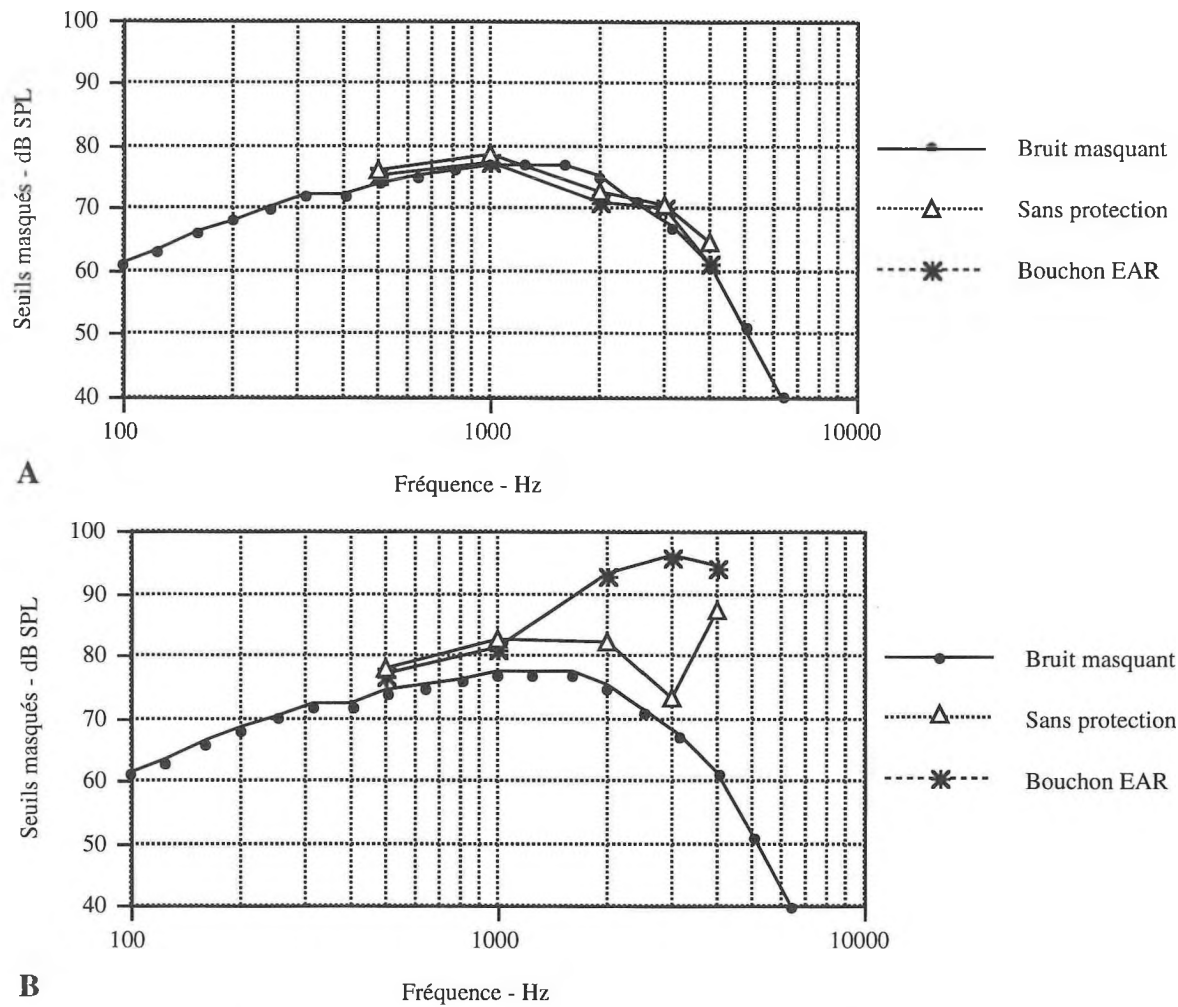


Figure 5. Prédiction des seuils masqués dans un bruit de masque de bande large chez un sujet normal (A) et un sujet déficient auditif (B) pour 2 situations : sans protection et avec les bouchons EAR.

On ne dispose que de peu de données sur l'effet éventuel concernant l'influence des protecteurs de tête sur la capacité de perception des avertisseurs sonores de danger. Toutefois, les mesures réalisées au laboratoire du Groupe d'acoustique de l'université de Montréal sur quelques protecteurs de tête confirment que ce type de protecteurs influence de façon très complexe la perception des signaux sonores [35]. A titre d'illustration, la figure 6 représente la perte par insertion d'un masque de soudage en fonction de la direction de la source sonore. Une analyse de ces résultats montre que ce masque perturbe de façon très complexe le champ acoustique autour de la tête. Par exemple, des pertes par insertion sont observées aux fréquences supérieures à 1 kHz lorsque la source sonore est située à l'avant du masque; alors que des

gains par insertion sont observables sur pratiquement toute la gamme de fréquences lorsque la source est située du côté opposé de l'oreille cible, mais à l'arrière. Ces résultats nous laissent croire que l'influence de ce type de protecteur sur la capacité de détection est difficile à prévoir. Pour illustrer cette situation particulière, les figures 7A,B représentent les seuils de détection si le masque de soudage est porté par les deux sujets, dont les seuils d'audition sont présentés à la figure 4. Le bruit masquant venait de l'arrière à un azimuth de 180° et le signal venait de l'avant à un azimuth de 0°. Ces résultats montrent une détérioration de la capacité de détection tant pour le sujet normal que pour le sujet déficient auditif.

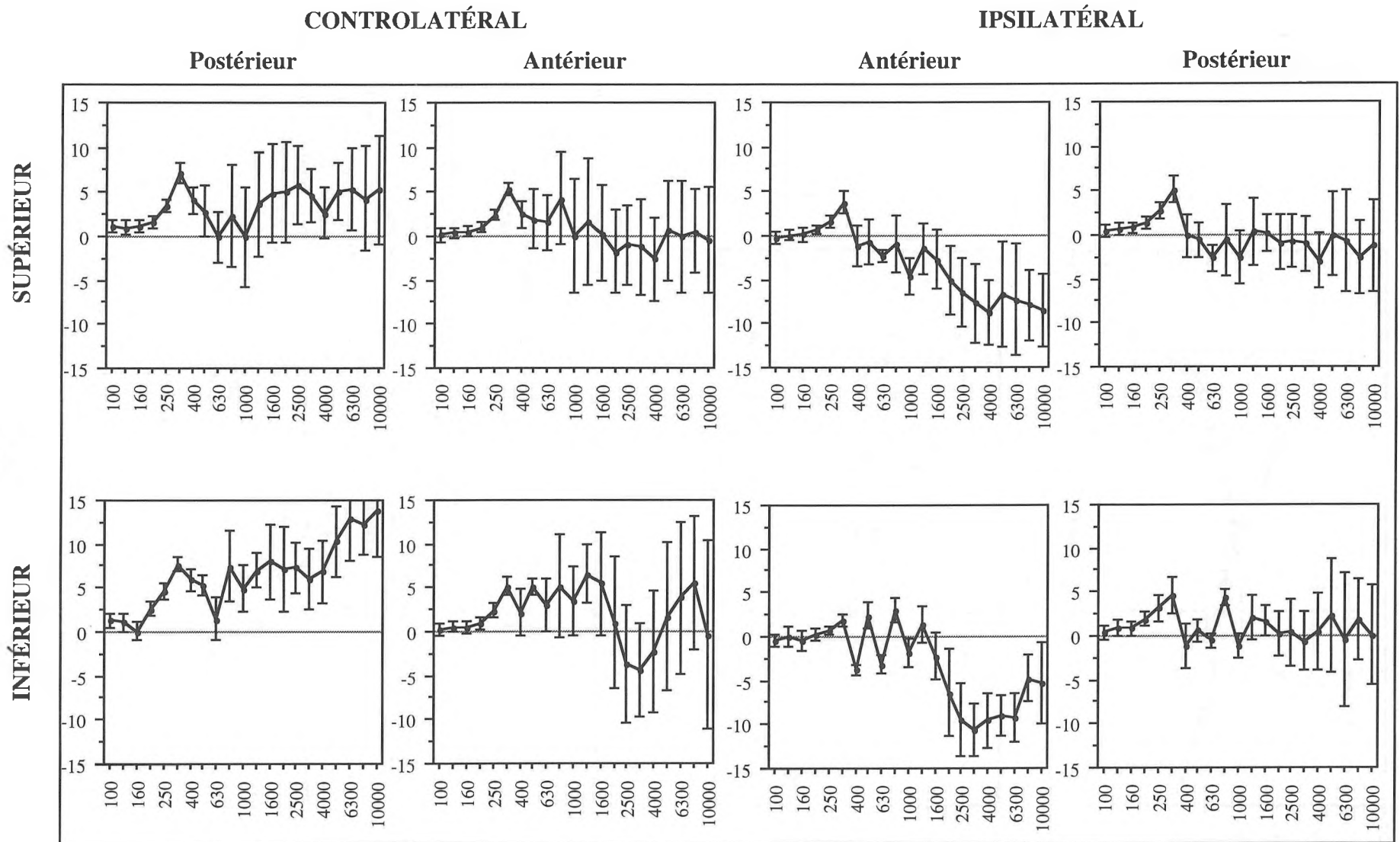


Figure 6. Gain ou perte par insertion associé au port du masque de soudage: valeurs moyennes et écart-types par quadrant horizontal pour les élévations de 0° à $+90^{\circ}$ (supérieur) et de 0° à -30° (inférieur). L'azimuth et l'élévation de la source sonore ont été variés par pas de 10° .

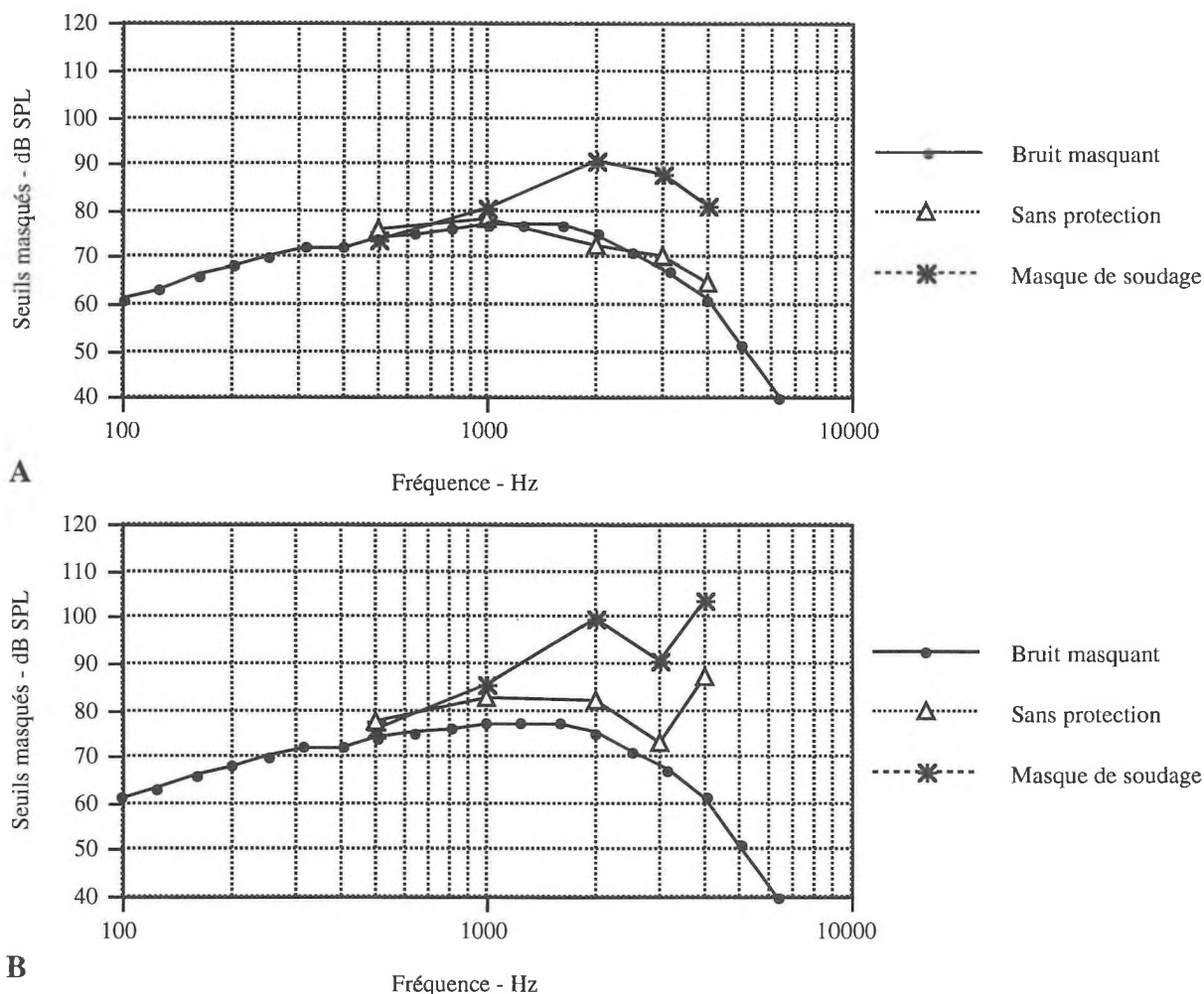


Figure 7. Prédiction des seuils masqués dans un bruit de masque de bande large chez un sujet normal (A) et un sujet déficient auditif (B) pour 2 situations : sans protection et avec un masque de soudage. L'azimuth du bruit était de 180° et celui du signal de 0°.

Plusieurs études ont montré que les protecteurs auditifs perturbent notre capacité de localisation des sources sonores [36,37]. La plupart des protecteurs tendent à créer des confusions de types Avant-Arrière, tant chez les auditeurs normaux que chez les auditeurs déficients auditifs. En fait, cet effet est à prévoir en tenant compte que les protecteurs auditifs imposent de fortes atténuations dans la zone de fréquences intermédiaires et hautes. Quant aux protecteurs de tête, ils perturbent énormément le champ acoustique autour de la tête à cause principalement de leurs formes. Cette perturbation du champ acoustique autour de la tête contribue à augmenter la difficulté de localisation des sources sonores. Cependant, des études préliminaires effectuées à notre laboratoire montrent que les confusions dues à l'utilisation des protecteurs de tête pourraient être diminuées en augmentant la durée totale du signal acoustique [38].

3. L'utilisation des prothèses auditives en milieu de travail bruyant

Les personnes affectées de surdité d'origines autres que le bruit et qui utilisent une prothèse auditive n'ont pas accès à des emplois en milieu industriel parce qu'elles sont évaluées comme étant en danger pour elles-mêmes et pour les autres travailleurs. Par ailleurs, plusieurs travailleurs atteints de surdité professionnelle ne bénéficient pas d'une prothèse auditive parce qu'ils occupent encore un poste de travail bruyant. L'utilisation de la prothèse peut constituer une cause d'aggravation de leurs pertes d'audition [2]. C'est pourquoi les professionnels sont généralement réticents à leur prescrire une prothèse malgré les bénéfices considérables que celle-ci peut offrir.

En contexte de la capacité de perception d'avertisseurs sonores de danger, les travaux réalisés au Groupe d'acoustique de l'université de Montréal démontrent que l'utilisation de la prothèse auditive n'est pas incompatible en milieu de travail bruyant [39,40,41]. Nos résultats ont

montré qu'il était possible de réunir des conditions optimales de détection sonore avec une aide auditive, moyennant certaines conditions techniques. En effet, le pouvoir d'atténuation des prothèses auditives portées hors-circuit est égal, sinon supérieur aux bouchons ou aux coquilles anti-bruit conventionnels et ce, quel que soit le modèle de prothèse utilisé, à la condition que l'embout soit parfaitement étanche et ne soit pas muni d'un évent. Par ailleurs, nous avons montré que la prothèse pouvait servir à capter efficacement des signaux sonores avertisseurs de danger. En effet, l'utilisation des signaux magnétiques captés à l'aide de la bobine d'induction de la prothèse permet d'acheminer les signaux à des niveaux sonores au-dessus de ceux imposés par le bruit ambiant, puisque l'embout de la prothèse agit comme un atténuateur du bruit ambiant, alors que la prothèse elle-même agit comme un amplificateur du signal.

En somme, moyennant certaines dispositions techniques, il s'avère tout à fait possible de réunir les conditions pour qu'une personne présentant une surdité exigeant une correction auditive puisse travailler en milieu relativement bruyant et ce, même lorsque la perception des signaux avertisseurs de danger est nécessaire.

4. Planification de la signalisation acoustique en milieu industriel

En milieu de travail, les avertisseurs sonores sont utilisés pratiquement partout pour remplir diverses fonctions:

a) Avertissement d'un danger :

- alarme d'un incendie.
- signal d'approche ou déplacement d'un équipement mobile (chariots élévateurs, ponts roulants, chargeuses).
- alarme avertissant d'un dérèglement de système appelant une action à court terme (fuites de liquides ou de gaz, baisse ou montée dangereuse de pression dans des conduites).
- signaux d'entrée en opération d'une machine automatisée, informant l'opérateur de s'en écarter, car souvent, diverses machines identiques sont situées côte à côte, leur opération déclenchant, pour chacune d'elle, une alarme.

b) Appel d'une intervention dans le procédé de production :

- signal informant l'arrêt d'une machine, sollicitant l'intervention d'un opérateur affecté simultanément à plusieurs machines.
- signal informant du dérèglement d'une machine, sollicitant une intervention plus ou moins urgente de l'opérateur dans un délai relativement court.
- signal informant de la nécessité de communiquer avec un autre opérateur (par exemple une sonnerie de téléphone pour la communication entre les extrémités d'une chaîne de production).
- signal informant des horaires d'activités (début d'une période de production, pause, etc.)

Dans l'état actuel des pratiques, la signalisation acoustique en milieu industriel a un caractère plutôt anarchique en ce sens qu'elle ne fait pratiquement l'objet d'aucune

planification. Les résultats d'une étude descriptive menée auprès de 8 usines au Québec montraient qu'un signal sur deux était trop faible pour être détecté et identifié, alors que près de 50 % des signaux installés sur les objets mobiles étaient beaucoup trop forts [42]. Il y a d'ailleurs toutes les raisons de croire que la même situation prévaut dans d'autres pays industrialisés. Des signaux sonores sont installés et opérés sans égard aux signaux déjà en place dans une aire de travail, sans ajustement rigoureux par rapport au niveau de bruit ambiant et aux distances qui séparent la source des cibles visées. Il arrive souvent qu'un même type de source sonore, par exemple, une cloche ou une sirène, soit utilisé à des fins très différentes dans plusieurs aires de travail. On trouve des cas où il y a surabondance de signaux sonores sans marque acoustique de priorité des uns par rapport aux autres. De manière générale, les avertisseurs sont conçus et réglés par des intervenants extérieurs à l'environnement spécifique dans lequel ils sont utilisés. Les cas des klaxons et des signaux de recul des chariots élévateurs sont particulièrement éloquentes à cet égard. Par ailleurs, les caractéristiques physiques de ces signaux, tel que le contenu spectral, la signature temporelle, la durée, etc. font pratiquement l'objet d'aucune planification qui tient compte de la capacité fonctionnelle des individus.

En contexte de sécurité du travail, il y a lieu de planifier soigneusement la signalisation acoustique. Pour ce faire, on peut se référer aux quatre repères suivants:

-La définition de la fonction du signal sonore :

Avant d'installer un nouveau signal avertisseur sonore ou au moment de rationaliser la signalisation acoustique d'un milieu de travail, il est essentiel de préciser le besoin auquel le recours à un signal acoustique doit répondre. Des observations sur le terrain nous ont montré que plusieurs signaux étaient opérés par tradition sans que leur utilité ne puisse être confirmée par les opérateurs ou les responsables de la sécurité du travail. L'exemple le plus commun est celui des signaux de recul des chariots élévateurs. Ils sont installés de façon systématique sur tous les véhicules. Leur opération quasi-continue est gênante sinon dangereuse pour le conducteur du véhicule tout en étant ignorée par les personnes qui se trouvent dans son aire de circulation. Les questions suivantes peuvent aider à définir le besoin auquel doit répondre l'avertisseur : quelle information doit-il transmettre, à qui doit-elle être transmise et dans quelles circonstances ? Le fait de préciser la fonction exacte du signal à concevoir ainsi que le contexte de son opération, lorsqu'un tel signal est jugé pertinent, facilite sa conception.

-L'univocité du signal :

Nos observations sur le terrain montraient que l'usage des sirènes est très fréquent en usine, à un point tel qu'elles sont utilisées pour transmettre des messages très différents, par exemple, le déplacement d'un pont roulant et l'alarme d'un incendie. En contexte de sécurité, on ne peut prendre le risque que la signalisation d'un signal soit confondue avec celle d'un autre. C'est pourquoi il faut attribuer une signalisation unique à un type de signal de sécurité pour l'ensemble d'un milieu de travail. Les possibilités de

différentiation des signaux par manipulation de leurs paramètres acoustiques sont très grandes. Il est inconcevable que l'on s'en tienne seulement à deux ou trois types de signaux différents (e.g. cloches, sirènes et ronfleurs) pour transmettre toutes les informations sonores. Par ailleurs, les types de signaux mentionnés ne sont pas nécessairement ceux qui optimisent notre capacité de reconnaissance.

-La priorité et la compatibilité des signaux :

Puisque les avertisseurs sonores sont couramment utilisés tant à des fins de sécurité que pour informer de l'état du procédé de production, il est essentiel de marquer clairement la priorité de chacun. On trouve par exemple des cloches qui opèrent de façon ininterrompue jusqu'à l'intervention d'un opérateur pour attirer son attention sur l'ajustement d'une machine; au même endroit, le déplacement d'une charge de plusieurs tonnes par un pont roulant est signalé par un son d'une durée de moins d'une seconde. Tel que décrit plus loin dans ce texte, il est possible de concevoir un signal transmettant un appel urgent par sa seule conception acoustique. Certaines caractéristiques physiques du signal lui confèrent d'emblée un message d'urgence (par exemple la cadence). Il est donc important d'utiliser ces indices de façon appropriée. D'une manière générale, il est souhaitable de rendre compatible la signification du signal avec ce que sa seule signature acoustique évoque. Pour ce faire, la priorité de chaque signal doit être clairement prédéfinie.

-La signification apprise des signaux :

Par convention et par tradition, les sirènes sont associées à un message d'urgence et de danger [43]. Il y a donc lieu de tirer parti de cette situation en réservant leur usage à ce type de message. Les sons modulés en fréquence que les sirènes génèrent résistent bien à l'effet de réverbération du local sur la reconnaissance des signaux [43]. Il s'agit donc d'un marqueur privilégié pour les alarmes d'incendie ou autres urgences majeures. Dans ce contexte, il est hautement souhaitable d'en limiter le recours à ce type d'usage. Par ailleurs, dans certains milieux de travail, un certain type de signal a pu être utilisé depuis de nombreuses années dans un certain contexte : par exemple, l'opération d'un ronfleur pour informer les opérateurs de l'arrêt du procédé. Il est souhaitable de tenir compte de cette pratique et du fait que les employés ont déjà attribué une signification spécifique à un tel signal en limitant son recours à cet usage, dans la mesure où il rencontre bien les différentes contraintes imposées par le milieu.

La planification de la signalisation acoustique fait donc appel à un examen des pratiques en cours de façon à rationaliser l'usage des signaux sonores. Par ailleurs, l'implantation de nouveaux signaux ou l'optimisation des signaux déjà en place fait appel à l'analyse des contraintes propres à la signalisation acoustique en milieu industriel.

5. Principales règles de conception à satisfaire

Les principales contraintes à considérer pour une conception ergonomique des avertisseurs sonores en milieu industriel

sont les suivantes: la prise en compte du bruit ambiant et de la réverbération, la multiplicité et la fréquence d'émission des signaux, la mobilité de certaines sources sonores. Chacune d'entre elles est examinée et des règles générales de conception des avertisseurs sonores sont proposées. Ces règles sont résumées au Tableau 1.

5.1. La prise en compte du bruit ambiant

La présence de bruits plus ou moins intenses constitue un dénominateur commun des milieux industriels. Indépendamment de la conformité des niveaux d'exposition sonore avec les règlements en vigueur, les ambiances sonores imposent des contraintes importantes à la capacité des travailleurs à percevoir les signaux sonores.

Une première contrainte d'ordre très général est caractérisée par l'effet de masque du bruit sur la détection d'un signal. Cet effet dépend du rapport Signal/Bruit dans les bandes de fréquences qui correspondent aux filtres auditifs sollicités par les composantes du signal. A l'effet de masque, on doit ajouter l'effet du bruit ambiant sur la capacité à prêter attention à la présence d'un signal ainsi qu'à la capacité de reconnaître celui-ci. On estime qu'un rapport Signal/Bruit de +13 dB mesuré en bandes de tiers d'octave assure la détection, la sollicitation de l'attention et la possibilité de reconnaître un signal distinctif dans le bruit [44]. Le logiciel DETECTSON [48] permet de caractériser directement le niveau des composantes fréquentielles d'un signal étant donné le spectre du bruit ambiant à un emplacement donné, en tenant compte de la capacité auditive d'une population normale .

Une deuxième contrainte est associée précisément au fait que le bruit ambiant plus ou moins élevé constitue une source de gêne pour les travailleurs [45]. Le fait de sur-ajouter des avertisseurs sonores contribue souvent à accuser cette gêne d'autant plus que la fréquence d'émission est élevée. Deux dispositions sont nécessaires pour limiter la gêne associée aux avertisseurs sonores eux-mêmes, soit la limite du rapport Signal/Bruit à un maximum de +25 dB et le maintien des durées de montée et de descente à plus de 20 ms [17]. De plus, il est nécessaire d'imposer une borne supérieure au niveau de pression acoustique des signaux sonores. En effet, un signal ne doit pas induire une fatigue auditive et ne doit pas constituer en lui-même un risque d'atteinte auditive permanente par l'énergie acoustique générée pour le transmettre en milieu bruyant. Une limite absolue de 105 dB SPL en bandes de tiers d'octave constitue une telle borne [46]. Le logiciel DETECTSON applique systématiquement ces règles pour ce qui concerne le niveau sonore du signal. Quant aux durées de montée et de descente, on doit intégrer celles-ci à une stratégie générale de conception d'avertisseurs.

La troisième contrainte qu'impose la présence de bruits intenses en milieu de travail industriel est l'effet de la conjugaison de pertes auditives et du port de protecteurs individuels. En industries bruyantes, la prévalence de pertes auditives d'origine professionnelle est très élevée [47], tout

comme le recours aux moyens individuels de protection. Or, dans de tels cas, l'affaiblissement sonore du protecteur s'additionne à l'élévation du seuil d'audition, faisant en sorte qu'en hautes fréquences, les seuils de détection peuvent atteindre des niveaux voisins de ou supérieurs à 100 dB SPL. Ce phénomène est également prévisible au moyen du logiciel DETECTSON.

La règle qui en découle (R5: voir Tableau 1) signifie, en pratique, d'éviter rigoureusement d'utiliser des cloches et des sifflets comme sources sonores, leur contenu en fréquences étant généralement au-delà de 3000 Hz. La règle (R7) invite à remplacer systématiquement les avertisseurs installés par les fournisseurs d'équipements industriels lorsque ils sont constitués de sources tonales (une seule fréquence, généralement très élevée) par une source à composantes fréquentielles multiples.

Tableau 1. Règles générales de conception des avertisseurs sonores pour les milieux de travail industriels.

- (R1) S'assurer que le niveau du signal excède de +13 dB celui du bruit, l'un et l'autre étant mesurés en bandes de tiers d'octave.
- (R2) Limiter le niveau du signal à +25 dB au-dessus du niveau (en bandes de tiers d'octave) de celui du bruit et à un maximum absolu de 105 dB SPL.
- (R3) Limiter au minimum la durée de montée et de descente du signal à 20 ms.
- (R4) Imposer des durées de montée et de descente de l'enveloppe de pression égales ou supérieures à 20 ms.
- (R5) Imposer une limite supérieure à la plage fréquentielle des signaux à 3000 Hz.
- (R6) Imposer une limite inférieure à la plage fréquentielle des signaux à 300 Hz.
- (R7) Eviter rigoureusement l'usage de sons purs; un signal résistant aux effets de masque, facile à reconnaître, doit compter un minimum de 4 composantes fréquentielles.
- (R8) Limiter la distance source-récepteur à la distance critique et multiplier les sources afin de couvrir une aire de travail donnée.
- (R9) Dans le cas où il s'avère impraticable de limiter la distance source-récepteur, il est préférable de recourir à un signal modulé en fréquence.
- (R10) Grader l'urgence ou la priorité de l'avertissement en élevant la fréquence fondamentale du signal et en accroissant le nombre total de pulsations sonores.
- (R11) Associer une variation systématique du contenu fréquentiel à la variation de l'intervalle inter-pulsation lorsque plusieurs signaux pulsés ont pour cible un même récepteur.
- (R12) Limiter à 6 le nombre de signaux sonores distincts ayant pour cible un même poste de travail.
- (R13) Eviter de recourir à un signal sonore si l'avertissement doit être émis durant plusieurs dizaines de secondes.
- (R14) Eviter de recourir à un signal sonore si l'avertissement doit être émis de manière hautement répétitive.

Dans le cas de signaux dont il faut localiser la source

- (R15) Réduire le front de montée du signal à moins de 10 ms.
- (R16) Eviter de recourir à des sources directionnelles.
- (R17) Maximiser le nombre de composantes spectrales et la gamme fréquentielle du signal.
- (R18) S'assurer que la durée totale du signal soit supérieure à 1 seconde.
- (R19) Eviter de recourir à un signal sonore pour informer du déplacement d'une masse dans le plan vertical.

5.2. La prise en compte de la réverbération sonore

La réverbération impose un ensemble de contraintes sur la conception des signaux avertisseurs. La première est liée aux interférences géométriques ou effets modaux observables avec des sons purs, en particulier, en basses fréquences. En pratique, la propagation des sons de fréquences inférieures à 300 Hz est très sujette à des effets modaux dans les locaux de grandes dimensions tels qu'on les rencontre en milieu industriel. En conséquence, en plus d'éviter l'usage de sons purs, il est fortement souhaitable d'imposer une borne inférieure de 300 Hz à la plage fréquentielle des signaux.

Par ailleurs, les résultats de nos études [22,23], montrent que la distance source-récepteur peut jouer un rôle significatif sur la reconnaissance de signaux pulsés ou modulés en amplitude. En contexte de sécurité du travail, on pourra éviter de compromettre la reconnaissance de tels signaux en

maintenant au minimum la distance entre la source et le récepteur, la limite étant la distance critique. Cette disposition assure le contrôle non seulement de l'allure temporelle du signal en milieu réverbérant, mais aussi du niveau sonore à l'emplacement du récepteur. En effet, lorsque le signal émerge d'une seule source dans un local de grandes dimensions, il parvient à un niveau souvent excessif aux travailleurs qui se situent à proximité de celle-ci et à un niveau insuffisant à ceux qui en sont éloignés.

Limiter la distance source-récepteur permet par ailleurs d'optimiser la spécificité des cibles visées par un même signal. Plus la distance est faible, plus il est facile de contrôler le niveau sonore du signal de manière à ce qu'il ne soit clairement audible qu'aux postes de travaux concernés. Ce contrôle prévient la gêne due à des signaux inutiles [45] et l'habituation à certains avertisseurs qui pourraient s'avérer pertinents de façon occasionnelle.

Dans certaines situations, il pourrait s'avérer impraticable de limiter la distance source-récepteur. Sur la base des résultats rapportés dans nos études, on peut affirmer que le recours à un signal modulé en fréquence en assurera la reconnaissance malgré la réverbération du local.

L'usage des sons pulsés offre une grande versatilité dans la conception de signaux distinctifs. Il permet en outre de traduire de façon immédiate et très efficace l'urgence de l'avertissement [48]. Dans ce contexte, le caractère périodique de la pulsation est prépondérant par rapport à d'autres configurations temporelles. Plus l'intervalle inter-pulsation est court, plus le signal est perçu comme véhiculant l'urgence. Toutefois, en milieu fortement réverbérant, il n'est pas possible de manipuler de façon fidèle l'intervalle inter-pulsation. Celui-ci doit être limité au minimum à 150 ms [23]. Par ailleurs, la reconnaissance de pulsations périodiques s'est avérée sensible à l'effet de la réverbération. Dans ces conditions, il est préférable de recourir à un marqueur d'urgence plus résistant aux effets de la réverbération soit la fréquence fondamentale du signal. Plus celle-ci est élevée, plus le signal est perçu comme avertissement d'urgence [48]. En outre, le nombre total de pulsation et, par conséquent, la durée totale du signal, peuvent être utilisés pour souligner le caractère urgent de l'action à poser.

Par ailleurs, il pourrait être utile de recourir à des signaux pulsés malgré la présence de conditions réverbérantes. Dans ce cas, on évitera toute confusion éventuelle en associant une composition spectrale distinctive à chaque type de pulsation.

Enfin, dans le cas de sources sonores mobiles dont il faut localiser la provenance, la réverbération peut compromettre ou ralentir l'identification de l'origine du signal par le récepteur. Pour minimiser l'influence de la réverbération dans ce contexte, il est souhaitable d'imposer un front de montée raide au signal. La durée de montée devrait alors être de l'ordre de 5 à 10 ms [27]. Cette disposition risque toutefois de rendre le signal gênant (R3: voir Tableau 1). Il faut donc y recourir le moins possible.

5.3. La multiplicité des signaux à un poste de travail

Le recours aux avertisseurs sonores est relativement commode du fait de leur pouvoir de mobilisation immédiate de l'attention. Toutefois, on ne peut multiplier indéfiniment le nombre de signaux à reconnaître. L'exemple des salles de chirurgie et de soins intensifs est instructif à cet égard. Les équipements utilisés génèrent jusqu'à 24 signaux différents alors que le personnel soignant n'en reconnaît qu'une dizaine [49]. On trouve parfois des situations analogues en industrie lorsque plusieurs machines installées à proximité les unes des autres sont munies chacune d'un assortiment d'avertisseurs sonores.

Des essais en laboratoire ont montré qu'il est facile d'apprendre à reconnaître 5 ou 6 signaux distinctifs, mais au-delà de ce nombre, l'effort pour apprendre augmente, et la

persistance de l'apprentissage diminue [17]. Il faut donc planifier le recours aux signaux sonores avertisseurs de manière à limiter le nombre ayant pour cible un même poste de travail. Pour limiter la multiplicité des avertisseurs sonores, on peut associer un nombre restreint de signaux sonores à un affichage visuel capable de transmettre une information variée et relativement complexe.

5.4. La fréquence d'émission des avertisseurs sonores

Le pouvoir de sollicitation de l'attention d'un signal sonore est lié au contraste que lui confèrent ses caractéristiques par rapport au bruit ambiant. Certains avertisseurs sont opérés de façon répétitive ou très fréquente faisant en sorte qu'ils s'intègrent au fond sonore. Ils perdent alors le pouvoir de sollicitation de l'attention et peuvent devenir très gênants. C'est le cas notamment des signaux de recul de chariots élévateurs lorsque ceux-ci sont opérés de façon quasi-continue dans un même emplacement. L'avertisseur perd alors complètement son caractère informatif. On ne dispose pas de données empiriques permettant de baliser les limites en fréquence d'émission des avertisseurs sonores. Toutefois, on peut retenir deux règles générales applicables à un ensemble de situations (R13 et R14): éviter de recourir à un signal sonore si l'avertissement doit être émis (a) durant plusieurs dizaines de secondes ou (b) de manière hautement répétitive.

5.5. La mobilité des sources sonores

Lorsque l'avertisseur prévient du déplacement d'une masse ou d'un véhicule, le récepteur doit en localiser l'origine. Outre les effets de la réverbération (R15), cette exigence impose des contraintes importantes à la conception des signaux.

La première est évidemment liée aux interférences géométriques des ondes sonores (R7). En effet, le recours aux sons purs peut résulter en des atténuations de l'ordre de 20 dB à quelques mètres à peine de la source, c'est-à-dire du véhicule, par effets de diffraction et de réflexions du signal [50]. Ces phénomènes compromettent non seulement la possibilité de localiser la source mais aussi de la détecter à certains emplacements spécifiques. Ainsi, les signaux de recul des véhicules lourds ou des chariots élévateurs, tels qu'ils sont conçus présentement, sont presque tous inadéquats du seul fait qu'ils sont constitués de sons purs.

Pour des raisons semblables, il faut éviter d'utiliser des sources sonores hautement directionnelles lorsque celles-ci doivent être localisées par des travailleurs (R16). La source doit propager dans toutes les directions si l'on veut que le signal qu'elle émet atteigne une cible pouvant se situer n'importe où dans l'espace environnant. Il arrive parfois que la façon dont une source sonore est installée sur un véhicule en augmente considérablement la directivité. C'est, par exemple, le cas des signaux de recul dont la source est installée sous le capot du chariot élévateur ou de la chargeuse.

Par ailleurs, le contenu spectral d'un signal sonore que l'on doit localiser doit couvrir une gamme de fréquences la plus large possible pour maximiser les indices spatiaux et temporels de localisation. En d'autres termes, il est préférable d'utiliser un bruit qui couvre la gamme utile de 0.3 à 3 kHz ou encore un son harmonique à composantes multiples couvrant la gamme de 0.5 à 3 kHz (R17). De tels signaux résistent aux effets modaux et transmettent les informations les plus importantes pour la localisation dans le plan horizontal, soit le déphasage inter-aural aux fréquences inférieures à 1.5 kHz et la variation inter-aurale de niveau de pression acoustique aux fréquences supérieures [25].

Par ailleurs, on sait qu'en limitant le contenu spectral d'un signal à 3 kHz, on prive un auditeur du seul indice permettant de distinguer les sources arrière des sources avant [25]. C'est en effet l'interaction du spectre entre 4 et 10 kHz avec le filtrage exercé par l'oreille externe qui permet de différencier la provenance avant ou arrière des sons. De plus, l'usage de protecteurs auditifs [37] ou de protecteurs de tête [35] compromet sérieusement la réception et le traitement de cette information. En l'absence de celle-ci, les confusions avant-arrière sont résolues par le mouvement de la tête à la recherche de la source sonore [38]. Ce mouvement exige toutefois un délai minimum, de l'ordre de 1 à 1.5 seconde. En conséquence, la durée d'un signal dont il faut localiser la source doit excéder 1 seconde (R18).

Enfin, la localisation dans le plan vertical exige de disposer d'informations en très hautes fréquences, c'est-à-dire entre 4 et 10 kHz. Il est très difficile de satisfaire une telle exigence en milieu industriel du fait de la perte d'audition due au bruit et à l'effet de l'âge chez un grand nombre de travailleurs ainsi que de l'utilisation de protecteurs auditifs ou de protecteurs de tête [35,37]. Par conséquent, il est préférable d'éviter de recourir à la signalisation acoustique pour informer du déplacement vertical d'une masse (R19).

6. Modèle informatisé 'DETECTSON' pour évaluer l'efficacité des avertisseurs sonores de danger

Considérant les nombreux facteurs qui affectent la capacité de perception des avertisseurs sonores de danger en milieu bruyant, un modèle informatisé DETECTSON a été mis au point par le Groupe d'acoustique de l'université de Montréal [33,34]. DETECTSON permet de prédire, sur une base *statistique*, les conditions de détection et de reconnaissance des avertisseurs sonores de danger en fonction de l'environnement sonore. Ce logiciel est en voie de modifications afin de permettre de :

- (a) Spécifier les caractéristiques des signaux sonores qui seraient compatibles avec les capacités *individuelles* telles qu'évaluées au moyen d'une procédure de mesure simple [14].
- (b) Prendre en compte une utilisation éventuelle des protecteurs de tête ou d'une prothèse auditive par les travailleurs.

7. Conclusion

Les connaissances acquises en psychoacoustique pour décrire le fonctionnement de la perception sonore du système auditif sont énormes. Cependant, peu de ces connaissances sont appliquées quand il s'agit de se questionner sur la compatibilité des exigences de la tâche au plan auditif en milieu de travail bruyant et la capacité de perception des avertisseurs sonores de danger. L'analyse de l'interaction entre l'individu et son milieu de travail nous a permis d'aboutir à des règles précises de conception d'avertisseurs sonores de danger. Par ailleurs, cette analyse nous a aussi permis de conclure que le problème de la conception et de l'utilisation sécuritaires des avertisseurs sonores de danger en milieu industriel exige une planification rigoureuse. Celle-ci doit passer par la caractérisation des contraintes du milieu de travail en fonction de la limite fonctionnelle de la capacité auditive.

Remerciements

Les résultats des travaux présentés dans cet article ont été obtenus grâce à une subvention de recherche de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec.

Références

- [1] Héту, R. (1994) Mismatches between auditory demands and capabilities in the industrial work environment. *Audiology*, 33: 1-14.
- [2] Héту, R. (1993) Critères auditives, critères d'embauche et droits de la personne. *Canadian Acoustics*, 21(2): 3-14.
- [3] Glasberg, B., Moore, B.J.C. (1986) Auditory filter shapes in subjects with unilateral and bilateral cochlear impairments. *J.Acoust.Soc.Am.* 75(2): 536-544.
- [4] Laroche, C., Héту, R., Tran Quoc, H., Josserrand, B., Glasberg, B. (1992) Frequency selectivity in worker with noise-induced hearing loss. *Hearing Res.* 64: 61-72.
- [5] Tyler, R.S (1986) Frequency resolution in hearing-impaired listeners. Dans 'Frequency selectivity in hearing'. Academic press Inc., chapitre 6: 309-371.
- [6] Webster, J.C., Himes, H.W, Lichtensien, M. (1950) San Diego county fair hearing survey. *J.Acoust.Soc.Am.*, 22: 473-490.
- [7] Webster, J.C., Lichtensien, M., Gates, R.S. (1950) Individual differences in noise masked threshold. *J.Acoust.Soc.Am.*, 22: 483-490.
- [8] Jeffress, L.A., McFadden, D. (1971) Differences of interaural phase and level in detection and lateralization. *J.Acoust.Soc.Am.* 49: 1169-1179.
- [9] McFadden, D., Jeffress, L.A., Russell, W.E. (1973) Individual differences in sensitivity to interaural difference in time and level. *Per.Mot.Skills.* 37: 755-761.
- [10] Moore, B.J.C (1973) Some experiments relating to the perception of complex tones. *Q.J.Exp.Psychol.* 3: 129-140.
- [11] David, M.J., Watson, C.S, Jensen, J.K (1986) Individual differences in auditory capabilities. *J.Acoust.Soc.Am.* 81(2): 427-438.

- [12] Festen, J.M., Plomp, R. (1983) Relation between auditory functions in impaired hearing. *J.Acoust.Soc.Am.* 70(2): 652-662.
- [13] Ludvigsen, C. (1985) Relation among some psychoacoustics parameters in normal and cochlearly impaired listeners. *J.Acoust.Soc.Am.* 78(4): 1271-1280.
- [14] Héту, R., Tran Quoc, H (1994) Psychoacoustic performance in workers with NIHL. Dans Axelsson, A., Henderson, D., Salvi, R., Mermenick, R. (eds). 'Scientific basic of noise induced hearing loss'. Chapitre 22. New York : Thieme.
- [15] Héту, R., Tran Quoc, H. (1992) Validation of masked threshold among people with sensorineural hearing loss. *Canadian Acoustics.* 22(3): 84-83.
- [16] Patterson, R.D., Nimmo-Smith, I., Weber, D.L., Milroy, R. (1987) The deterioration of hearing with age : Frequency selectivity, the critical ratio, the audiogram, and speech threshold. *J.Acoust.Soc.Am.* 72(6): 1788-1803.
- [17] Patterson, R.D. (1982) : Guidelines for auditory warning system on civil aircraft. London : Civil Aviation authority (CAA-82017).
- [18] Sorokin, R.D. (1987) Design of auditory and tactile displays. Dans 'Handbook of human factors'. Salvendy, G. (eds). New York, Wiley : 549-576.
- [19] Edworthy, J., Loxley, S., Dennis, I. (1991) Improving auditory warning design : relationship between warning sound parameters and perceived urgency. *Human factors.* 33: 205-231.
- [20] Lower, M., Wheeler, P., Patterson, R., Edworthy, J., Shailer, M., Milroy, R., Rood, G., Chillery, J. (1986) The design and production of auditory warnings for helicopter 1 : The sea king. Minister of dedense Report. No. AC527-A.
- [21] Patterson, R., Edworthy, J., Shailer, M., Lower, M., Wheeler, P. (1986) Alarm sounds for medical equipment in intensive care areas and operating theatres. Departement of trade and industry. Report. No. AC598.
- [22] Héту, R., Tran Quoc, H., Hodgson, M. (1994) Reverberation as a constraint on auditory warning signal design for industrial settings. Proceeding of the 12th congress of the international Ergonomics Association. (sous presse).
- [23] Héту, R., Tran Quoc, H., Larocque, R. (1995) Conception ergonomique des avertisseurs sonores de danger pour les milieux de travail bruyant et réverbérant. Rapport d'étape. Montréal: Institut de recherche en santé et sécurité du travail, N/D PE-93-11,91-167.
- [24] Moore, B.J.C (1994) Temporal processing in subjects with NIHL. Effect of noise on hearing-Vth International Symposium, Gothenburg.
- [25] Canévet, G. (1988) Audition binaural et localisation auditive : aspects physiques et psychoacoustiques. In Botte, M.C., Canévet, G., Demany, L., Sorin, C. (eds.) Psychoacoustique et perception auditive. Paris: Editions INSERM, pp. 83-122.
- [26] Kunov, H., Abel, S.M. (1981) Effects of rise/decay time on the lateralization of interaurally delayed 1 kHz tones. *J.Acoust.Soc.Am.* 69: 769-773.
- [27] Rakerd, B., Hartman, W.M. (1998) Localization of sound in rooms, III : Onset and duration effects. *J.Acoust.Soc.Am.* 80: 1696-1703.
- [28] Canévet, G. (1985) Aspect physiques de la détection et de la localisation masquée. *Acustica* 57: 122-132.
- [29] McMurthy, P.L., Mershon, D.H. (1985) Auditory distance judgment in noise, with and without hearing protection. Dans Swezey, W (ed). Proceeding of the Human Factors Society. 29th Annual Meeting : 811-813.
- [30] Abel, S.M., Kunov, H., Pichora-Fuller, M.K., Alberti, P.W. (1985) Signal detection in industrial noise : Effects of noise exposure history, hearing loss, and the use of ear protection. *Scandinavian Audiology.* 14: 161-173.
- [31] Lazarus, H. (1980) The effects of hearing protectors on the perception of acoustic signal. *Zentrablatt für arbeitsmedizin.* 30: 204-212.
- [32] Wilkins, P., Martin, A.M. (1982) Hearing protection and warnings sound in industry- a review. *Applied acoustics.* 21: 267-293.
- [33] Laroche, C., Tran Quoc, H., Héту, R., McDuff, S. (1991) Detectsound : a computerized model for predicting the detectability of warning signals in noisy workplaces. *Applied Acoustics.* 32:193-214.
- [34] Tran Quoc, H., Héту, R., Laroche, C. (1992) Computerized assesment and prediction of the audibility of sound warning signals for normal and hearing impaired individuals. Dans Mattila, M., Karwonski, W. (eds). Computer applications in Ergonomics, Occupational safety and health. Elsevier Science Publishers. 105-112.
- [35] Héту, R., Tran Quoc, H., Denis, S. (1995) Effets éventuels de protecteurs de tête sur la perception des avertisseurs sonores de danger en milieu de travail bruyant. Rapport final. Montréal: Institut de recherche en santé et sécurité du travail, N/D PE-93-11,91-167 (sous presse).
- [36] Mershon, D.H, Lin, L.J. (1987) Directional localization in high ambient noise with and without the use of hearing protectors. *Ergonomics.* 30: 1161-1173.
- [37] Noble, W., Murray, N., Waugh, R. (1990) The effect of various hearing protectors on sound localization in the horizontal and vertical planes. *American Industrial Hygiene Association Journal,* 51: 370-377.
- [38] Fortin, M., Héту, R. (1995) Sound Source Localization with Head Protection. *Canadian Acoustics/Acoustique canadienne,* 23(3): sous presse.
- [39] Héту, R., Tran Quoc, H., Dennis, S. (1994) Contraintes d'utilisation de la prothèse auditive en milieu de travail bruyant. Rapport final. Montréal: Institut de recherche en santé et sécurité du travail, R-083.
- [40] Héту, R., Tran Quoc, H., Tougast, Y. (1993) The hearing aid as warning signal receiver in noise workplaces. *Canadian Acoustics.* 21(3): 27-28.
- [41] Héту, R., Tran Quoc, H., Tougast, Y. (1993) Can an inactivated hearing aid act as a hearing protector and as effective warning signal receiver in noisy workplaces ? *International Collegium of Rehabilitative Audiology Newsletter.* 6: 44-46.
- [42] Héту, R., Denis, S. (1995) A Field Investigation of Conditions of Use of Auditory Warning Signals in Industry. *Canadian Acoustics/Acoustique canadienne,* 23(3). (sous presse).
- [43] Lazarus, H., Höge, H. (1986) Industrial safety: Acoustic signals for danger situations in factories. *Applied Ergonomics,* 17: 41-46.
- [44] ISO 7731 (1986) : Danger signals for workplaces - Auditory danger signals. Geneva: International Standardization Organization.
- [45] Héту, R. (1993) Le bruit comme source de stress en milieu de travail. Groupe d'acoustique de l'université de Montréal, 15p.

- [46] GAUM (1992) DETECTSON: Manuel de l'utilisateur. Groupe d'acoustique de l'Université de Montréal, 43p.
- [47] Héту, R., Boudreault, V., Fortier, P., Lemoine, O., Phaneuf, R. (1987) Protocole d'enquête audiométrique en usine bruyante. Cahier des Notes Documentaires de l'I.N.R.S.(France), 128: 407-415.
- [48] Hellier, E., Edworthy, J., Dennis, I. (1993) Improving auditory warning design: Quantifying and predicting the effects of different warning parameters on perceived urgency. Human Factors, 35: 693-706.
- [49] Momtahan, K. Héту, R., Tansley, B. (1993) Audibility and identification of auditory alarms in the operating room and intensive care unit. Ergonomics. 36(10): 1159-1176.
- [50] Laroche, C., Ross, M.J., Lefebvre, L., Larocque, R., Héту, R., L'Espérance, A. (1993) Sound propagation of reverse alarms used on heavy vehicles. Canadian Acoustics/Acoustique canadienne, 21(3):29-30.

Prix de l'ACA à la mémoire de Raymond Héту

L'assemblée des directeurs de l'Association canadienne d'Acoustique et le comité du Prix Raymond Héту ont décidé d'établir un nouveau prix, à la mémoire de Raymond Héту, qui serait financé en tout ou en partie par des dons des membres de l'ACA. A leur demande, j'invite donc les membres à faire parvenir leurs dons pour ce prix. Des fonds substantiels ont déjà été promis. S.v.p., me faire parvenir vos chèques libellés au nom de l'Association canadienne d'Acoustique et y inscrire, Re: Prix Raymond Héту.

CAA Prize in Memory of Raymond Héту

The Board of Directors of the Canadian Acoustical Association, and the Raymond Héту Prize Committee, have decided to establish a new prize in memory of Raymond Héту which would be financed all or in part by donations from the members of the CAA. At their request, I invite you to make donations towards this prize. Substantial funds have already been promised. Please send cheques made out to the Canadian Acoustical Association and marked Re: Raymond Héту Prize to me.

Murray Hodgson - *Président, Comité du Prix Raymond Héту / Chair, Raymond Héту Prize Committee*

VIBRASON INSTRUMENTS

Andy McKee at Vibrason Instruments offers the following products to the Canadian sound and vibration community:-

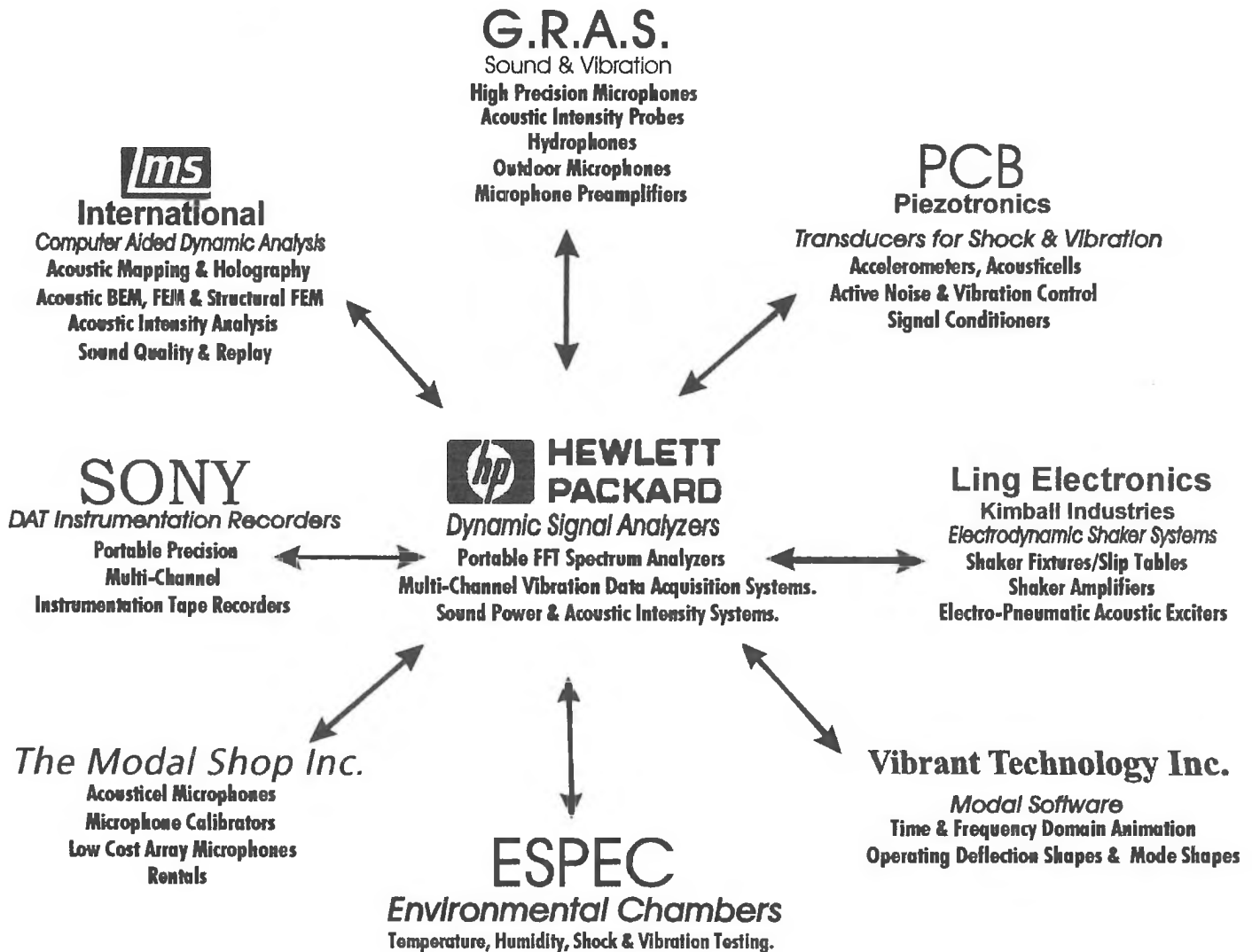
ACO Pacific	Microphones, Preamplifiers, Microphone Power Supplies Calibrators, Sound Intensity Probes, Accessories
BEASY	Boundary Element Analysis Software for Acoustics, Stress, Crack Growth, Thermal, Cathodic Protection
HEAD Acoustics	Artificial Head Binaural Measurements for objective and subjective evaluations in Sound Quality, Telecom
HEIM Recorders	DATaRec A-series DAT Recorders with modular signal conditioning inputs (microphone, direct, ICP, strain)
Monitran	Piezoelectric and piezoresistive accelerometers, Vibration Meters, accessories (cables, magnets, studs)
ZIEGLER Instruments	Modular PC based multichannel analysis systems with software modules for analysis, modal, orders, animation. Up to 16 channels. Data recording to hard disk

430 Halford Road, Beaconsfield, Quebec, H9W 3L6 Tel./Fax (514)426-1035
email 103671.3331@compuserve.com



NOVEL DYNAMICS INC.

Dynamic Test and Analysis Systems



Integrated Test Solutions from World Leaders

Toronto
Phone: 519-853-4495
Fax: 519-853-3366

Ottawa
Phone: 613-599-6275
Fax: 613-599-6274

Formant Frequencies of Vowels Produced by Infants with and without Early Onset Otitis Media

Susan Rvachew

Alberta Children's Hospital, 1820 Richmond Road SW, Calgary, Alberta, T2T 5C7

Elzbieta B. Slawinski

University of Calgary, 2500 University Drive NW, Calgary, Alberta, T2N 1N4

Megan Williams

Carol L. Green

Alberta Children's Hospital, 1820 Richmond Road SW, Calgary, Alberta, T2T 5C7

Abstract

Samples of speech/babble were recorded from 18 infants on a longitudinal basis once every 3 months between 6 and 18 months of age. Nine of the infants were treated for at least one episode of otitis media at or before 6 months of age (Early Onset group) while the remaining infants experienced no ear infections during the first 6 months of life (Late Onset group). Analysis of the F1 and F2 frequencies of vowels contained within canonical syllables revealed no age or group related differences in the mean F1 or F2 frequencies, in the standard deviation of the F1 frequencies, or in the geometric mean of the F2/F1 ratio. However, the standard deviation of the F2 frequencies increased significantly with age. At 18 months of age, the standard deviation of the F2 frequencies was significantly smaller for the Early Onset group in comparison with the Late Onset group. These findings show that recurring otitis media with early onset can result in a restricted vowel space, mirroring previously reported findings for infants with more severe, sensori-neural hearing impairment.

Des échantillons de parole/babillage provenant de 18 enfants ont été enregistrés à des intervalles de 3 mois entre les âges de 6 et 18 mois. Neuf de ces enfants ont été soignés pour au moins une épisode d'otite moyenne avant ou à l'âge de 6 mois (Groupe aux attaques précoce), tandis que les autres enfants n'avaient pas été atteints durant les 6 premiers mois de leur vie (Groupe aux attaques tardive). L'analyse des fréquences F1 et F2 des voyelles contenues dans les syllabes canoniques n'a pas révélé de différence pour les âges ou entre les 2 groupes et ceci pour les moyennes respectives de F1 et de F2, ainsi que dans l'écart type de F1 et dans la moyenne géométrique du rapport F1/F2. Par contre, l'écart type de F1 et dans la moyenne fréquence F2 a augmenté significativement avec l'âge. L'écart type plus petit pour le groupe aux attaques précoces que pour le groupe aux attaques tardives. Ces résultats démontrent que les enfants qui développent de voyelles plus restreintes. Ceci reflète des résultats préalable obtenues chez des enfants souffrants de perte neurosensorielle.

1. INTRODUCTION

1.1 Normal Development of Vowel Production

Stark (1980) traces the roots of vowel production to infant cry, remarking: "the newborn infant has two separate sound-making systems: one associated with expression of distress in which vocalic elements predominate and which has rhythmic and stress variation and pitch contours (p. 84)." Cry does share some features of vowel-like vocalizations in that it involves a relatively open vocal tract. However, the duration of the vocalic elements found in cry are considerably longer than would be found in adult-produced vowels.

Oller (1980) notes that fully resonant vocalic elements do not occur during the first few months of life in noncry vocalizations. Rather, quasiresonant vowels (QRVs) predominate during this period. These QRVs are produced with normal phonation but with the mouth closed or nearly closed, resulting in a syllabic nasal or nasalized vowel. Acoustically, QRNs are characterized by a broad band of low frequency resonances. The emergence of fully resonant vowels (FRVs) with strong resonances above 1200 Hz is a primary characteristic of the expansion stage of vocal development, and occurs at approximately 4 months of age.

Buhr (1980) combined acoustic analysis with phonetic description of the vowels produced by a single infant during the period 16 through 64 weeks of age. He observed a remarkable consistency in vowel preferences throughout

this period. For example, /ε/ was the most frequently occurring vowel during 22 of the 28 recording sessions. Buhr (1980), Kent and Bauer (1985), Davis and MacNeilage (1990), and Roug, Landberg, and Lundberg (1989) all found a preference for central or front low vowels, as opposed to back and high vowels. Kent and Murray (1982) measured the frequencies of the first three formants of vowels produced by infants aged 3, 6, and 9 months. The center point of the infants' vowel space remained at approximately 1 kHz, 3 kHz, and 5 kHz for F1, F2, and F3 respectively, regardless of age.

Despite a great deal of consistency in infant vowel productions, predictable developmental changes do occur. Specifically, the F1-F2 vowel space expands with age and there is a reduction in overlap among the vowel spaces associated with different vowels (Buhr, 1980; Kent & Murray, 1982). In addition, there is an age-related reduction in the frequency of vocalizations produced with abnormal phonation (i.e., harmonic doubling, biphonation, F0 shift, vibrato, vocal tremor, and nasalization; Kent & Murray, 1982; Robb & Saxman, 1988).

Developmental changes in vowel production are typically attributed to maturation of oral-motor structure and function. Anatomical differences between the infant and adult vocal tracts, and neurophysiological immaturity with respect to motor development make it difficult for the newborn to produce speech-like sounds. The emergence of FRVs is attributed to functionally-driven anatomical changes that occur at approximately four months of age: maturation of the intrinsic muscles of the tongue and a reshaping of the oral cavity allows for greater tongue mobility; disengagement of the larynx from the nasopharynx allow for greater separation of the oral and nasal cavities; the larynx descends, enhancing the impact of the supralaryngeal muscles on laryngeal function. Neurophysiological developments that occur at approximately 6 to 7 months of age are said to account for the greater stability in the phonatory characteristics of vowels as well as the reduction in overlap of the acoustic vowel spaces associated with different vowels. Neurophysiological maturation also underlies the onset of canonical babbling during this period (Kent, 1992; Kent & Murray, 1982; Thelen, 1991). Canonical babble (CB) consists of single consonant-vowel (CV) syllables and strings of reduplicated syllables that are characterized by normal phonation and relatively mature timing characteristics (Oller, 1986).

1.2 The Role of the Auditory Environment

Although maturation of the articulatory system is undeniably important, it has also become clear that the auditory environment plays a critical role in early vocal

development. For example, there is now evidence for "babbling drift", with the observation of crosslinguistic variation in vowel formants produced by 10 month old infants growing up in English, French, Arabic and Cantonese speaking environments (de Boysson-Bardies, Halle, Sagart, & Durand, 1989).

Kent, Osberger, Netsell, and Hustedde (1987) studied the speech produced by twin boys, one with normal hearing and one with profoundly impaired hearing, during the period 8 through 15 months of age. Acoustic analysis revealed that the hearing impaired baby's F1-F2 vowel space became increasingly restricted with age, while the vowel space of the normal hearing baby changed shape to resemble that of the adult speaker of English. (A larger literature exists regarding the effect of profound hearing impairment on the syllabic and consonantal characteristics of infant speech, but will not be reviewed here; e.g., Eilers & Oller, 1994; Kent, et al., 1987; Oller & Eilers, 1988; Stoel-Gammon & Otomo, 1986).

Two recent case studies suggest that the milder conductive hearing impairment associated with otitis media (OM) might also impact on early phonetic development. Donahue (1993) reported a diary study of a child who demonstrated delays in both phonological and expressive language skills, secondary to chronic otitis media during the first year of life. Although this child produced her first words at the early age of 9 months, her word productions for the next 7 months were based on the prosodic, rather than the segmental, features of words (specifically, her expressive words tended to have unique prosodic patterns but variable segmental characteristics). Consequently, her expressive vocabulary size was limited until the age of 17 months, when she abandoned the "tone language" strategy and subsequently increased her expressive vocabulary from 20 to 120 words within a two month period.

Robb, Psak and Pang-Ching (1993) documented phonetic inventories for a boy who underwent bilateral tympanoplasty tube insertion before 11 months of age for treatment of chronic OM. Assessments conducted at monthly intervals revealed that his phonetic repertoire was age-appropriate at 11 months in comparison with published norms. Over time his phonetic repertoire became increasingly restricted so that by 14 months of age only [m] and [h] were observed. The number of different consonants used gradually returned to normal during the next 5 months. They also reported that his consonant to vowel ratio was consistently lower than expected throughout the course of the study.

1.3 Purpose of the Study

The purpose of the present study was to examine the effect of OM on vowel production by children between 6 and 18 months of age. This study adds to the literature described previously by using a larger sample of children and systematic assessment techniques applied at regular intervals in a longitudinal design.

2. METHOD

2.1 Subjects

Eighteen infants were referred by community health nurses or family physicians at or before the age of 6 months. Nine of the infants were reported to have had no known ear infections before referral (although many of them experienced ear infections at a later age), while the remaining infants had received antibiotic treatment for at least one ear infection at or before the age of 6 months. These two groups of children will be referred to as the "Late Onset (LO)" and "Early Onset (EO)" groups respectively.

The Late Onset group consisted of 5 boys and 4 girls while the Early Onset group consisted of 6 boys and 3 girls. All of the infants had unremarkable birth, developmental, and family histories at time of referral. All of the infants lived in two-parent homes with at least one employed parent. All parents were native speakers of English. The mean number of years of education for the mothers was 15.11 and 13.77 for the Late and Early Onset groups respectively. The mean number of years of education for the fathers was 14.9 and 14.0 for the Late and Early Onset groups respectively. The range across groups was 12 to 16 years of education for the mothers and 10 to 20 years of education for the fathers. These differences in years of education between groups were not found to be statistically significant ($t(1,16) = 1.81, p = .09$, for mothers; $t(1,16) = .61, p = .55$, for fathers).

2.2 Procedure

The procedures used in this study have been described in detail elsewhere (Rvachew, Slawinski, Williams, & Green, 1995) and will be summarized here.

All children visited the audiology department at the Alberta Children's Hospital for approximately one hour at ages 6, 9, 12, 15, and 18 months. All assessments were conducted within 2 weeks of the birthdate, except for 3 instances where the assessment occurred 3 weeks after the birthdate (these exceptions occurred for children in the

Early Onset group, 2 at 6 months and 1 at 12 months of age). In most cases hearing and impedance measures were obtained first and then a taped speech sample was obtained immediately thereafter. Occasionally the speech sample was obtained on a separate day, within one week following the audiology assessment.

The auditory sensitivity and middle ear impedance measures were conducted by a pediatric audiologist. The speech and language assessments and analysis of the speech samples were completed by the first author, a speech-language pathologist.

2.3 Measures and Equipment

Audiology Assessment. Visual reinforcement audiometry (VRA) was used to assess auditory sensitivity to live voice and to warbled tones presented at 500, 1000, and 2000 Hz in the sound field. Tympanometry was performed to measure peak pressure and tympanic membrane compliance. At each visit ipsilateral reflexes were attempted at 1000 Hz at the previously recorded peak pressure value. Sound field threshold testing was accomplished in an Eckoustic double-walled sound chamber with the following equipment: Interacoustics Clinical Audiometer (model AC 30) and DALI speakers. Middle ear impedance measures were obtained with a GSI-33 Middle Ear Analyzer.

Speech Sample Collection. The speech samples were recorded in the Eckoustic double-walled sound chamber using a Sony Walkman Professional tape recorder and a Crown PZM-6D microphone. The mother was instructed to interact with her child in the usual manner. The mother and child were provided with the same set of quiet toys during each assessment. No effort was made to restrict the child's movements during recording sessions; rather the microphone was moved when necessary so that it was within 1 to 2 feet of the child, preferably positioned with the child facing the microphone (the pressure zone microphone used was capable of capturing almost all speech produced within the sound chamber, even when whispered). The recording session was continued until the child produced 60 utterances, which generally took between 10 and 30 minutes.

Speech Sample Analysis. Fifty consecutive utterances were selected from the tape, each meeting the following criteria: bounded by 1 second of silence, an audible inspiration, or adult speech; perceived to have a "unifying pitch contour" produced and recorded with sufficient loudness for coding; and not so obscured by adult speech or other noise as to prevent accurate coding. These utterances comprised both babble and occasional words but no effort was made to distinguish meaningful and nonmeaningful

utterances for any of the analyses. Nonspeech sounds such as crying, laughing, burping, grunting etc. were excluded.

The speech samples were digitized using the Computerized Speech Research Environment (CSRE; Avaaz Innovations, Inc.) and the following hardware: an AST Premium 386C computer, DT2821 D/A, A/D board (12 bit), and a TTE 411AFS amplifier and antialiasing filter. The utterances were digitized at a sampling frequency of 20 kHz, low pass filtered at 10 kHz, and then submitted to Autoregressive Spectral Estimation using a 128 millisecond (ms) analysis window, 128 Hz frequency bands, preemphasis, and a Hanning window.

The frequency of the first and second formants was determined for each vowel contained within a canonical syllable (Oller's 1986 criteria for canonical syllables were used, with a focus on the requirement for formant transitions with durations between 25 and 120 ms, normal phonation of the syllable nucleus, and syllable durations between 50 and 500 ms). When the nucleus of a syllable was a diphthong, the frequency spectrum was obtained for the first vowel only. Spectra were measured from the spectrograms for 10 millisecond segments located at the juncture of the first and second thirds of the steady state portion of the syllable, when appropriate. In many cases the segment most likely to yield a valid result was selected by eye. Often the formants contained gaps caused by intermittent breathiness or harshness in the infants' voices and it was necessary to avoid such gaps. This was especially true for the second formant which is often quite low in energy in infant vowels. This problem is reflected by better reliability for F1 than F2 frequency analyses. For example, the difference between intercoder judgments was less than 10 Hz for 78% of F1 judgments but were this close for only 55% of F2 judgments. The difference between intercoder judgements was less than 100 Hz for 93% of F1 judgements and 79% of F2 judgements.

In this study, the vowel formant analysis was restricted to canonical utterances, following the procedures used by de Boysson-Bardies et al. (1989) in their cross-linguistic study of infant vowel production. Although these authors do not justify their utterance selection criteria, some practical problems were solved by excluding vowel-only utterances. For example, it is not unusual for FRN utterances to be very long and to contain considerable variation in vowel identity throughout the utterance. In this case it is not possible to characterize the utterance by a single set of vowel formants. Canonical syllables by definition are restricted in duration to the range between 50 and 500 milliseconds and tend to represent a single monophthongal or diphthongal vowel.

3. RESULTS

3.1 Audiology Assessments

The age of onset of OM (as reported by the parent and confirmed by a physician) varied from 1 to 6 months for the Early Onset group. Four children in the Late Onset group experienced no identified episodes of OM during the course of the study. The remaining children in the Late Onset group were treated for their first known ear infection between 9 and 12 months of age. The Late Onset group received a total of 9 antibiotic prescriptions while the Early Onset group received a total of 55 prescriptions, for treatment of OM during the period birth through 18 months of age. Middle ear histories for individual subjects are shown in Appendix 1. Three infants in the Early Onset group were referred to an otolaryngologist at approximately 12 months of age, and two of these infants received bilateral myringotomies with insertion of ventilating tubes between the ages of 15 and 18 months. These data strongly suggest a more severe history of OM for the Early Onset group in comparison with the Late Onset group.

The mean Speech Reception (SRT) and Pure Tone Average (PTA) thresholds, averaged across all 5 assessments, were as follows: 10.88 (SRT; LO group); 12.22 (SRT; EO group); 21.04 (PTA; LO group); 22.06; EO group). The tympanometric assessments revealed 7 abnormal ears for the LO group and 14 abnormal ears for the EO group during the period 6 through 18 months of age. None of these between group differences in middle ear function or hearing ability were found to be statistically significant however.

3.2 Vowel Formant Analyses

The frequency of the first and second formants of all vowels contained within canonical syllables were determined. These values were used to calculate the following for each sample collected at 9, 12, 15, and 18 months: mean F1 frequency ($MF1$), standard deviation of the F1 frequencies ($SD F1$), mean F2 frequency ($MF2$), standard deviation of the F2 frequencies ($SD F2$), and the geometric mean of the F2/F1 ratios ($MF2/F1$). These values were not determined for the 6 month samples because many babies produced no canonical syllables at that age. The mean values for each group as a function of age are shown in Table 1. Separate ANOVAs were performed for each variable (i.e., $MF1$, $MF2$, $SD F1$, $SD F2$, $MF2/F1$). In each case the age of OM onset (LO or EO) was the between-groups variable and the age of the infant at time of assessment (9, 12, 15, or 18 months) was the within-groups variable.

Table 1. Mean and Standard Deviation of F1 and F2 Frequencies for all Vowels in Canonical Syllables by Age and Group (in Hz)

Variable	Age (in months)			
	9	12	15	18
LO Group				
<i>M</i> number of vowels analyzed per sample	17.5	23.5	32.0	34.4
<i>M</i> F1	927	877	908	885
<i>SD</i> of F1	224	232	199	244
<i>M</i> F2	2451	2488	2277	2367
<i>SD</i> of F2	456	567	612	724
<i>M</i> F2/F1	2.76	2.92	2.50	2.71
EO Group				
<i>M</i> number of vowels analyzed per sample	10.0	15.5	22.0	25.4
<i>M</i> F1	908	889	930	927
<i>SD</i> of F1	161	202	206	244
<i>M</i> F2	2539	2538	2341	2319
<i>SD</i> of F2	453	475	510	516
<i>M</i> F2/F1	2.91	2.85	2.51	2.60

These analyses revealed no age- or group-related variation in mean F1 frequencies, mean F2 frequencies, standard deviation of the F1 frequencies, or the mean F2/F1 ratio. The standard deviation of the F2 frequencies showed a significant increase with age of infant [$F(3,48) = 3.68, p$

$= .0179$], as is shown in Figure 1 (with individual data shown in Appendix 2).

Figure 1 also suggests a smaller age-related increase in the standard deviation of F2 for the EO group, relative to the LO group. However, this trend was not statistically significant [$F(1,16) = 3.133, p = .0927$]. A significant between-groups difference was not obtained because of a large amount of within-subject variability in this variable for the EO group. The variability in the *SD* of F2 values for EO infants occurred, in part, because of the large between-group differences in the numbers of vowels available for analysis. The EO group produced significantly fewer canonical syllables per speech sample, and in some instances the *SD* of F2 was unusually large because only a small number of vowels were available for analysis; for example, the standard deviation of F2 was 939 Hz for one EO subject at 9 months of age, but only 2 canonical utterances were produced in this speech sample. A post hoc comparison of the standard deviation of F2 for 18 month samples was conducted. The standard deviation of F2 was significantly larger for the LO group in comparison with the EO group ($t(16) = 2.97, p = .005$, one-tailed) at 18 months of age. This analysis was possible because the mean number of analyzable vowels per sample was reasonably large for both groups at this age (34.4 for the LO group and 25.4 for the EO group), and not significantly different ($t(16) = 1.53, p = .07$, one-tailed).

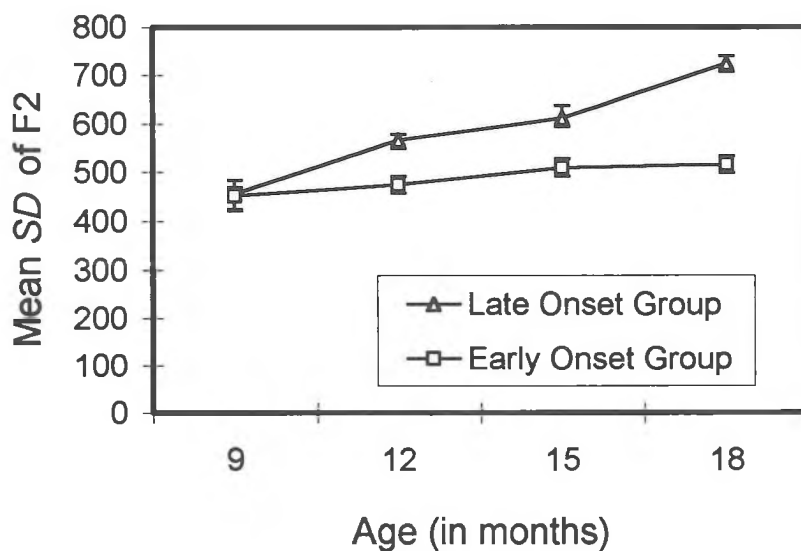


Figure 1. Mean standard deviation of the F2 frequencies as a function of age at time of assessment and group . Standard errors are indicated by error bars.

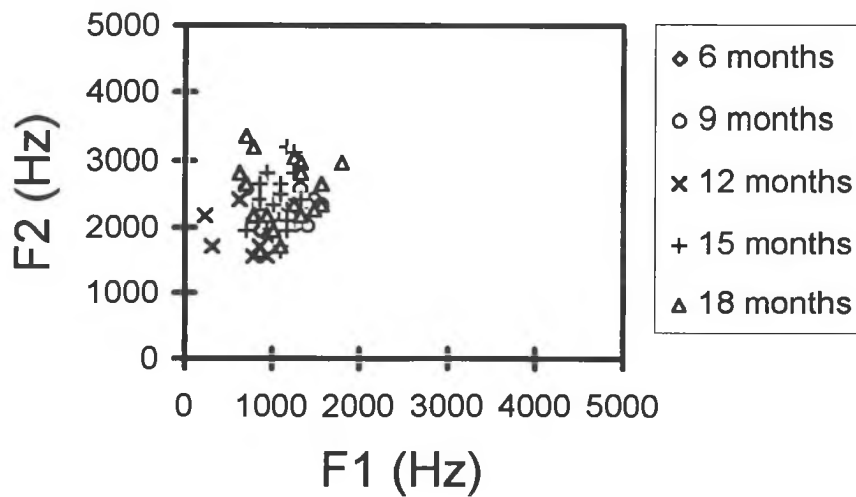
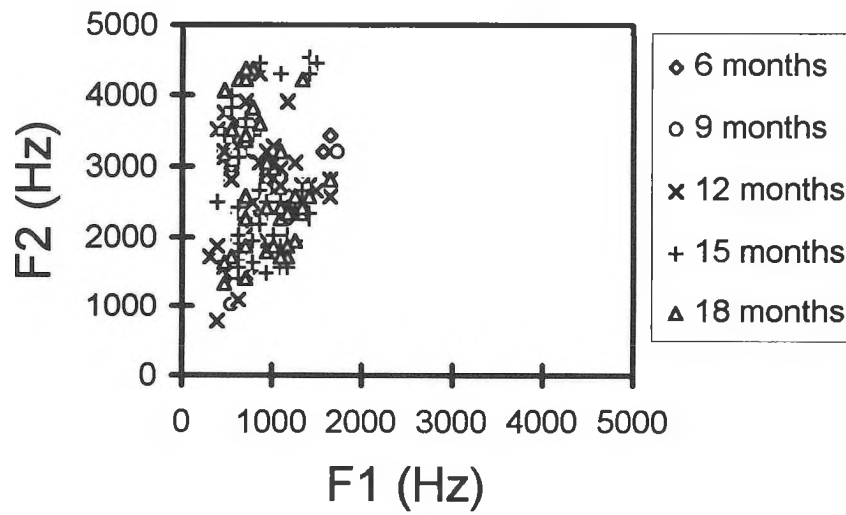


Figure 2. The top panel above shows the normally developing vowel space observed for one Late Onset subject, with the typical age-related increase in the range and standard deviation of F2 frequencies. The bottom panel shows the relatively restricted vowel space observed for one EO subject.

The standard deviation of the F2 values was found to be unusually small (more than one standard deviation below the mean *SD* for all 18 infants for a given age level) for 8 Early Onset samples. A restricted vowel space was also observed for 2 samples produced by Late Onset infants who developed recurring OM at 9 months of age. An example of a restricted vowel space, compared with a normally developing vowel space, is shown in Figure 2.

4. Discussion

Most of the infants in the current study demonstrated a pattern of similar development to those infants that were observed in the studies of normal development that were summarized in the introduction (i.e., Buhr, 1980; Kent & Bauer, 1985; Kent & Murray, 1982; Roug et al., 1989). Developmental changes in the center of the vowel space as reflected by the mean F1 and mean F2 values were not observed. When averaged across groups and sampling intervals for the period 9 through 18 months of age, the mean F1 was 906 Hz and the mean F2 was 2415 Hz. These mean F1 and F2 values are similar to but slightly lower than those reported by Kent and Murray (1982), perhaps reflecting the older age and larger vocal tracts of the infants studied here. Alternatively, the differences in F1 and F2 values across studies may be due to differences in acoustic analysis procedures or vowel sampling procedure: isolated vowels were excluded from analysis in this study, but included by Kent and Murray (1982).

Kent and Murray (1982) observed an increase in the range of F1 values between 3 and 6 months of age. In this study of infants aged 6 through 18 months of age, no age related changes in the standard deviation of F1 frequencies was observed, suggesting that rapid development in this dimension of the vowel triangle occurs very early in life.

In contrast to the findings for F1, most of the infants demonstrated an age-related increase in the range of F2 values. When considering the 9 month samples produced by LO infants, the F2 values that were one standard deviation on either side of the mean were 1995 Hz and 2907 Hz. At 18 months the corresponding F2 values for the LO group were 1643 Hz and 3091 Hz. The consistency of this pattern, both here and in other studies, serves to highlight those instances where the infant failed to show the expected increase in the range of F2 values with age (see Figure 2 above). One EO subject actually showed a decline in the range of F2 values for vowels produced within canonical syllables. This restriction in the size of the vowel space is qualitatively similar to findings for infants with sensory neural hearing losses in the moderate to profound range of severity (Carney, in press; Kent et al., 1987).

As noted earlier, developmental changes in infant speech production abilities are typically attributed to anatomical and neurophysiological maturation of the articulatory system. This study, and others with hearing impaired subjects or cross-language samples, highlight the importance of the auditory environment in early speech development.

The auditory environment is also important to the development of the infant's speech perception abilities. Infants begin learning to respond preferentially to many language-specific aspects of the ambient language very soon after birth. For example infants as young as 4 days old growing up in French-speaking homes can discriminate French from Russian, but not Italian from English (Jusczyk & Bertoncini, 1988). This developing preference for native language speech parameters, along with the support of adult caregivers, ensures that the child receives the kind of auditory input that is necessary for the development of a set of language specific templates that represent all of the relevant phonetic categories. By six months of age, infants demonstrate knowledge of language-specific vowel categories (Kuhl, Williams, Lacerda, Stevens, & Lindblom, 1992; Polka & Werker, 1994). By the end of the first year of life the infant has lost the ability to respond to at least some non-native consonant contrasts (Werker & Tees, 1984). Thus, improvements in children's production accuracy throughout infancy and early childhood can be attributed in part to a gradually improving match between the child's perceptual categories and adult perceptual categories, and between the child's perceptual categories and the child's articulations.

It is not surprising that profound hearing loss interferes with this developmental process. The demonstrated impact of OM on early phonetic development might not be expected however, especially for vowels which are characterized by relatively strong and low-frequency formants. An episode of middle ear effusion may or may not be associated with elevated hearing thresholds. When hearing loss does occur, it is typically very mild (Fria, Cantekin, & Eichler, 1985; Roland, Finitzo, Friel-Patti, et al., 1989). For infants, speech awareness thresholds average between 23 and 27 dB and ABR thresholds average approximately 30 dB, during an episode of OM. For older children with OM, the median pure-tone-average threshold is only 23 dB although thresholds exceeding 40 dB occur in ten percent of cases. The best thresholds are observed at 2000 Hz while thresholds at other frequencies tend to be five to ten dB higher. Remember, however, that infant-produced vowel formants tend to be relatively high frequency and low in energy. OM may well disrupt the child's access to his or her own speech; in turn, the child's efforts to actively match vocal output to internalized phonetic categories will be impaired.

Nozza (1988) has shown that infant minimal response levels are 15 to 25 dB higher than minimal response levels observed for children and adults, and consequently OM-related hearing impairment can also be expected to impact on the infant's processing of adult produced speech. Performance versus intensity functions for speech discrimination by adults and infants show that a 10 to 20 dB hearing loss would not impact adult performance, but would lower infant performance to chance level responding.

Another important characteristic of OM-related hearing loss is that it may occur unilaterally or bilaterally. Pillsbury, Grose, & Hall (1991) speculated that unilateral losses interfere with the normal development of binaural processing abilities, thus accounting for the smaller Binaural Masking Level Differences observed in children with OM histories. Binaural processing is important to the child's ability to localize sound and to process speech in the presence of competing noise. Children with OM histories have been observed to have difficulty with binaural processing even when middle ear function and hearing acuity is normal.

Finally, the fluctuating nature of OM-related hearing loss may lead to both poor phonetic perception abilities and poor selective auditory attending skills. Inconsistent auditory input will make it difficult for the infant to discover the acoustic cues that characterize different phonetic categories. Inefficient templates that include irrelevant features or that exclude critical features have been shown to negatively impact on visual search skills (Duncan & Humphreys, 1989). It is hypothesized that inefficient auditory templates have a similar effect on selective auditory attention. Fuzzy auditory templates for phonetic categories will also interfere with phonetic development by providing an imprecise "target" for the child's articulations.

Numerous studies have shown that OM during infancy has a negative impact on language development later in life. When compared to children who have negative or minimal histories of OM, those children who have suffered recurring or chronic OM have demonstrated difficulties with speech perception skills, central auditory processing, phonological abilities, and language development (e.g., Menyuk, 1986).

Prospective studies have found that the risk of negative speech and language outcomes increases with earlier age of onset and a greater number of episodes of middle ear effusion. For example, Teele, Klein, and Rosner (1984) found that time spent with OM during the first 12 months of life was strongly correlated with language performance at age 3 years, while time spent with OM during the second

and third years of life did not seem to impact on language abilities. The findings reported here support the conclusion that the long-term impact of OM on language development originates in infancy. Until recently babbling has been viewed as a reflexive, motoric behavior of little linguistic importance (cf. Locke, 1983). However, it appears that babbling may be an important, if not critical, phase in language development.

5. References

- de Boysson-Bardies, B., Halle, P., Sagart, L. & Durand, C. (1989). A crosslinguistic investigation of vowel formants in babbling. *Journal of Child Language*, 16, 1-17.
- Buhr, R.D. (1980). The emergence of vowels in an infant. *Journal of Speech and Hearing Research*, 23, 73-94.
- Carney, A.E. (in press). Audition and the development of oral communication competency. In F. Bess (Ed.) *Amplification for children with auditory deficits*. Nashville, TN: Bill Wilkerson Center Press.
- Davis, B.L. & MacNeilage, P.F. (1990). Acquisition of correct vowel production: a quantitative case study. *Journal of Speech and Hearing Research*, 33, 16-27.
- Donahue, M.L. (1993). Early phonological and lexical development and otitis media: a diary study. *Journal of Child Language*, 20, 489-501.
- Duncan, J. & Humphreys, G.W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 433-458.
- Eilers, R.E. & Oller, D.K. (1994). Infant vocalizations and the early diagnosis of severe hearing impairment. *Journal of Pediatrics*, 124, 199-203.
- Fria, T.J., Cantekin, E.I., & Eichler, J.A. (1985). Hearing acuity of children with otitis media with effusion. *Archives of Otolaryngology*, 111, 10-16.
- Jusczyk, P.W. & Bertoncini, J. (1988). Viewing the development of speech perception as an innately guided learning process. *Language and Speech*, 31, 217-237.
- Kent, R.D. (1992). The biology of phonological development. In C.A. Ferguson, L.Menn, & C. Stoel-Gammon (Eds.) *Phonological development: Models, research, implications* (pp. 65-90). Timonium, Maryland: York Press.
- Kent, R.D. & Bauer, H.R. (1985). Vocalizations of one-year olds. *Journal of Child Language*, 12, 491-526.
- Kent, R. & Murray, S. (1982). Acoustic features of infant vocalic utterances at 3, 6, and 9 months. *Journal of the Acoustical Society of America*, 72, 353-365.

- Kent, R.D., Osberger, M.J., Netsell, R., Hustedde, C.G. (1987). Phonetic development in identical twins differing in auditory function. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 52, 64-75.
- Kuhl, P.K., Williams, K.A., Lacerda, F., Stevens, K.N., & Lindblom, B. (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants by 6 months of age. *Science*, 255, 606-608.
- Locke, J.L. (1983). *Phonological acquisition and change*. New York: Academic Press, Inc.
- Menyuk, P. (1986). Predicting speech and language problems with persistent otitis media. In J.F. Kavanaugh (Ed.) *Otitis media and child development* (pp. 83-96). Parkton, Maryland: York Press.
- Nozza, R.J. (1988). Auditory deficit in infants with otitis media with effusion: more than a "mild" hearing loss. In D.J. Lim (Ed.) *Recent advances in otitis media* (pp. 376-379). Toronto: B.C. Decker, Inc.
- Oller, D.K. (1980). The emergence of the sounds of speech in infancy. In G.H. Yeni-Komshian, J.F. Kavanaugh, & C.A. Ferguson (Eds.) *Child phonology* (Vol 1, pp. 93-112). New York: Academic Press.
- Oller, D.K. (1986). Metaphonology and infant vocalizations. In B. Lindblom & R. Zetterstrom (Eds.) *Precursors of early speech* (pp. 21-36). New York: Stockton Press, Inc.
- Oller, D.K. & Eilers, R.E. (1988). The role of audition in infant babbling. *Child Development*, 59, 441-449.
- Pillsbury, H.C., Grose, J.H., & Hall, J.W. (1991). Otitis media with effusion in children. *Archives of Otolaryngology*, 117, 718-723.
- Polka, L. & Werker, J.F. (1994). Developmental changes in perception of nonnative vowel contrasts. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20, 421-435.
- Robb, M.P., Psak, J.L., & Pang-Ching, G.K. (1993). Chronic otitis media and early speech development: a case study. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 26, 117-127.
- Robb, M.P. & Saxman, J.H. (1988). Acoustic observations in young children's non-cry vocalization. *Journal of the Acoustical Society of America*, 83, 1876-1882.
- Roland, P.S., Finitzo, T., Friel-Patti, S., Brown, K.C., Stephens, K.T., Brown, O., & Coleman, J.M. (1989). Otitis Media: incidence, duration, and hearing status. *Archives of Otolaryngology*, 115, 1049-1053.
- Roug, L., Landberg, I. & Lundberg, L.-J. (1989). Phonetic development in early infancy: a study of four Swedish children during the first eighteen months of life. *Journal of Child Language*, 16, 19-40.
- Rvachew, S., Slawinski, E.B., Williams, M., & Green, C. (1995). Comparison of perceptual and acoustic analyses of two infants' phonetic abilities. *Journal of Speech-Language Pathology and Audiology*, 19, 77-88
- Stark, R. (1980). Stages of speech development in the first year of life. In G.H. Yeni-Komshian, J.F. Kavanaugh, & C.A. Ferguson (Eds.) *Child phonology* (Vol. 1, pp. 73-92). New York: Academic Press.
- Stoel-Gammon, C. & Otomo, K. (1986). Babbling development of hearing-impaired and normally hearing subjects. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 51, 33-41.
- Teele, D.W., Klein, J.O., & Rosner, B.A. and the Greater Boston Otitis Media Study Group (1984). Otitis media with effusion during the first three years of life and development of speech and language. *Pediatrics*, 74, 282-287.
- Thelen, E. (1991). Motor aspects of emergent speech: a dynamic approach. In N.A. Krasnegor, D.M. Rumbaugh, R.L. Schiefelbusch, & M. Studdert-Kennedy (Eds.) *Biological and behavioral determinants of language development* (pp. 339-362). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Werker, J.F. & Tees, R.C. (1984). Cross-language speech perception: evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 7, 49-63.

6. Acknowledgements

This research was supported by the Medical Research Council of Canada. We are also grateful to the infants and their families for their participation in this study. We are also thankful to the audiology and speech-language sections of the Alberta Children's Hospital for their support of this project. In particular, we appreciate the assistance of Naida Feldman and Linda Hornsberger, who conducted the reliability analyses. The data reported here are part of a larger study of the impact of OM on many aspects of infant vocalizations; the larger study constitutes the first author's doctoral dissertation.

7. Appendices

Appendix 1. Number of Antibiotic Prescriptions for Treatment of Otitis Media (#P) and Number of Ears Judged to be Abnormal by Tympanometry (#AE) at Each Assessment for Each Infant

	Age at Time of Assessment (in months)									
	6		9		12		15		18	
	#P	#AE	#Ps	#AE	#Ps	#AE	#Ps	#AE	#Ps	#AE
LO 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	CNT
LO 2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
LO 3	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0
LO 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LO 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LO 6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
LO 7	0	0	0	1	0	2	1	1	0	0
LO 8	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
LO 9	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Total	0	0	1	3	7	3	1	1	0	0
EO 1	4	2	1	0	1	2	6	1	0	VT
EO 2	1	2	1	0	0	1	0	0	2	0
EO 3	1	0	0	2	0	0	1	0	0	0
EO 4	3	0	0	0	2	0	0	0	0	0
EO 5	3	0	0	0	1	0	0	0	2	0
EO 6	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
EO 7	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0
EO 8	6	2	1	2	0	0	0	0	0	0
EO 9	2	0	3	0	1	0	5	0	0	VT
Total	24	6	7	4	6	3	14	1	4	0

Note. LO = Late Onset group; EO = Early Onset group; CNT means that tympanometry could not be tested for this infant (because he would not cooperate for testing); VT refers to bilateral ventilating tubes.

Appendix 2. Standard Deviation of the Second Formant of Vowels Produced in Canonical Syllables at Each Assessment for Each Infant

	Age at Time of Assessment (in months)			
	9	12	15	18
	LO 1	463	565	879
LO 2	411	606	619	748
LO 3	436	509	313	517
LO 4	339	605	855	799
LO 5	281	471	492	679
LO 6	546	781	899	895
LO 7	645	421	298	488
LO 8	370	622	494	738
LO 9	580	520	657	777
Mean	456	567	612	724
EO 1	283	489	478	727
EO 2	438	459	272	312
EO 3	328	549	727	326
EO 4	939	320	631	710
EO 5	211	736	554	445
EO 6	669	293	677	936
EO 7	258	483	563	479
EO 8	169	303	400	500
EO 9	785	644	320	470
Mean	453	475	510	516

Note. LO refers to infants in the Late Onset group while EO refers to infants in the Early Onset group.

Signalization System for Visually Impaired People

Andrzej Czyzewski and Bozena Kostek

Technical University of Gdansk
Faculty of Electronics, Sound Engineering Dept.
Gdansk, Poland, PL-80-952
e-mail: zid@next.elka.pg.gda.pl

ABSTRACT

One of the most important problems faced by blind and partially sighted people when they travel is the inability to cross the street safely. The existing sound signalling systems are not provided with the facility enabling the impaired person to recognize the right direction when crossing the street. Hence, a new solution using the digital sound synthesis of the signal based on the space localization phenomena is presented and discussed.

SOMMAIRE

Un de problèmes le plus importants des aveugles est de traverser la rue en toute sécurité. On constate, que les systèmes de signalisation sonores qui existent présentement n'aident pas les aveugles à traverser dans la bonne direction. C'est pourquoi les nouvelles solutions basées sur le phénomène de localisation spatiale utilisant la synthèse numérique d'un signal sont présentées et vont être l'objet des discussions.

1. INTRODUCTION

Since mobility is an important key to the impaired man's personal independence, thus maximal efforts should be made in order to improve technological aids for the visually disabled people. Modern technology has proven to be very helpful in this field of interests.

Electronic orientation systems designed to overcome these problems are quite advanced conceptually and technologically, today. That domain comprises clear path indicators warning of the presence of obstacles, orientation systems informing about bus stops, street names or numbers and zebra crossing signalling systems. Hence, many sound signalling systems were developed and mounted at street crossings all over the world. Unfortunately, almost each one of the systems is different and produces signals not like the other ones. Thus, it is

impossible for the blind people to recognize signals and understand them, and consequently to remain safe when travelling abroad their own quarters. Moreover, all these systems supply the audible information only about the current traffic phase, it is red or green, not helping the visually disabled to choose and to maintain the proper direction when crossing the street. Moreover, in the case of complex street crossings, and in windy weather, the blind cannot be sure at which direction the green light was actually switched on. Hence, the idea stems from the need to develop a system really guiding the visually impaired along the zebra crossing. The elaborated and tested prototype of such a system using the space localization hearing abilities will be presented and discussed below.

2. ACOUSTIC SIGNALLING SYSTEMS FOR PEDESTRIANS

Available bibliographical references show that probably there is no general system solution of the zebra crossing aural signalization system standardized for the area of a whole country or at least of a noticeable region. Contrarily, there exist a great number of unique solutions having nevertheless some common features as follows:

1. Sound source: one or two loudspeakers placed at both sides of the crossing and mounted onto the traffic light signalization posts. The alternative solution is based on the vibrators mounted on the light posts at the height of the human arm;
2. Acoustic signals: repeated sound impulses or tone signals. The repetition period or character of those signals changes depending on the traffic light phase. Some systems do not generate any signal during the red light for the pedestrians;
3. Acoustical signalling may be provided with the automatic level control to regulate the signal volume depending on the current traffic noise level.

For many years the Swedish firm LM Ericsson has been producing sound signalling devices ticking with the speed of 75 cycles per minute during the red traffic phase and of 750 cycles per minute during the green light for the pedestrians.

Another Swedish firm GEWA developed a signalization facility "VIAFON". That device produces short signals repeated with the frequency of 0.4 to 1 Hz. The aim of these signals is to guide the blind to the start button mounted on the post close to the zebra crossing. That button is used to start the main acoustic signalization system of the crossing. Hence, the spitefulness of the continuously repeated loud signals disturbing the local inhabitants may be diminished.

Some systems installed in Denmark produce short noise impulses repeated 25 times per minute (red light) and 100 times per minute (green light). The duration of the "stop" signal is equal to 400 ms and of the "go" signal is equal to 200 ms. The noise is narrow-band with the changeable middle frequency being equal to 733 Hz, 880 Hz, 1056 Hz or 1267 Hz [1]. Setting various frequency characteristics allows the blind to discern the zebra crossing he or she is looking for. However, the use of noise as a warning signal is not generally recommended, because such a signal is rather difficult to be localized [6].

The English city information system "ELSIE" [2] and its French equivalent "SYN-PHONIE" [3] are based on digital synthesis of speech. Though, these systems revealed their advantages supplying information

at the bus stops [4], however speech signal is easily-masked by the traffic noise and therefore must be amplified to a high level causing serious disturbances to the people living or working in the neighbourhood.

Some sound signalization systems mounted in U.S. cities use bird voices to announce traffic light phases. The call of the cuckoo signalizes the green light and the bird chirping means the red phase. Similar signals are less disturbing, however it is unfortunate that the problem of the proper interpretation of the signal meaning by the blind cannot be solved definitively by the use of bird voices or even the signals might be confused with real bird singing.

More than ten years ago (in 1984) in Basel, Switzerland, an experiment was organized by the "Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute" (Union of the Swiss Roadmen) in order to compare various acoustic signalization systems [3]. The results have proven that:

1. The visual signals given by the blind before entering the crossing by them are generally not respected by drivers,
2. The acoustic and vibration facilities come without any standards or regulations,
3. Acoustic systems may be supplemented by the vibration facilities to help the people impaired both visually and aurally,
4. The emission may be continued also during the red phase for the pedestrians.

As is seen from the above directions, the need of guiding the blind along the crossing was marked up only due to the vibration facilities. However, in the opinion of the authors, the problem of guiding the blind along the traverse path is important also for the purely acoustic signalization systems. The proposed concept and the tested new technical solution will be discussed in the further part of this paper.

3. LOCALIZATION OF THE RIGHT DIRECTION

The knowledge on the so-called spatial hearing is highly developed and an imposing number of books and articles were published on that topic [5]. Though many observations and theories are quoted there, concerning directional properties of the hearing sense, they dealt mainly with the abilities of listeners placed in anechoic rooms, mostly with their heads fixed. Little was done, however, to investigate the localization abilities in real conditions, it is within the bounded space, where reflected sound influences the localization precision,

where sound signals are richly complex, and moreover, where the listener uses his augmented aural abilities as most visually impaired people do. Consequently, observations regarding the spatial properties of hearing in real environment should be employed when designing the above said sound system [6][7]. However, most free-field studies of spatial hearing in noise have considered the detection and the recognition of signals while skipping the problem of sound localization. This matter is discussed more thoroughly in some recent publications [8]. Moreover, specialized research on blind people's aural acuity and sound localization ability presented in the literature should be considered [9].

3.1 Sound source directivity

Noisy street environment conditions tend to mask the sound signal unless it is of a sufficiently high level. As it was proven in recent investigations [8] the ability to determine the direction of the signal decrease nearly monotonically in each dimension as the signal-to-noise ratio was lowered. On the other hand, the level of the signal should be as low as possible in order not to disturb pedestrians, drivers, and especially people living nearby. To ease a compromise, many sound sources of high directivity should be used at the crossing area, thus decreasing the source-listener distance and augmenting the ratio of signal to masking noise. This requirement leads to the selection of small horn loudspeakers as sound sources, having highly directional characteristics, yet without significant side-lobes. In comparison to omnidirectional loudspeakers employed in some experimental systems, the horn loudspeakers allow to create a distinct sound path, recognizable aurally and pointing to the nearest signal source.

3.2 Sound signal shape

The sound signal employed in the designed system should satisfy many requirements. It should be composed of many harmonics within the range of the highest sensitivity of the hearing sense, keeping however the tonal character of the spectrum, to avoid, as far as possible, a potential masking by the surrounding noise. The harmonics should be tuned to just scale in order to strengthen the difference tones corroborating the sound impression with discrete low frequency components resistant to masking, within the so called timbre-spectrum [10]. The melody of the signal should be selected in such a way, that its melody-line would be easily remembered and encouraging to traverse the crossing. The signal melody should be composed of several notes separately, to create many attack transients

enhancing the subject capability to detect the source direction. A broader research on appropriate melodies has been executed [11]. The melody must be as short, as it is demanded by its repetition rate, while its pitch and tempo must be adjustable according to system requirements. It is obvious, that the level of the signal transmitted by particular loudspeakers ought to be easily adjustable to achieve optimal listening conditions within the crossing area.

A particular problem is created by the possibility of an application of the automatic signal level control, depending on actual noise level. Such solutions work in some experimental installations [3]. They ease to reach a desired signal-to-noise ratio, however, they create serious difficulties in the aural assessment of the source distance and direction. Fast changes in signal level can distort its characteristic features providing discrimination cues for the signal recognition, as well as for the distance and direction assessment. Aural assessment of the source distance and direction is significantly less precise when the signal reaching the listener's ears is composed of several components coming from more than one source sounding together. Therefore the subsequent loudspeakers situated within the crossing area should emit their signal successively, thus creating repeated signal waves wandering along the traverse path. It means that the greater the number of loudspeakers positioned along the traverse path, the better are the conditions for distance and direction assessments. In simple crossing with short traverse paths only two sources for every path may be applied. However, in such conditions finding the proper direction relatively easy is for a blind person. On the contrary, long, broad, and complex crossings with an irregular path direction, being the most difficult to be crossed by impaired people, are at the same time appropriate for installing there several loudspeakers on every traverse path.

The above stated requirements for the signal distribution, emission and control may be fulfilled economically only thanks to the digital microprocessor control applied to the system.

3.3. Sound sources placement

At least two loudspeakers are to be placed at the start- and end-point of every traverse path. They should be placed above the pedestrian heads level, directed slightly downwards, their main radiation axis turned to the path line. When the same path is used for both directions of traversing, two sets of speakers are to be installed each of them in the opposite sense. Unfortunately, the topology of existing street crossings

does not allow acousticians to place sound sources optionally. Practically, their positions and mounting heights are determined by the localization and construction of light signalization posts (see Fig. 4). Mostly, only sideways and downwards tilts of loudspeakers may be selected optionally, allowing one to optimize the system efficiency.

4. NEW SYSTEM CONCEPT

In order to ensure proper promotion of the proposed system, it is important to consider its economical aspect. Correspondingly, the cost of the system installation should be carefully examined. As the basic idea of the proposed solution assumes guiding the blind along the zebra, thus a certain number of sound sources should be used to produce spatially moving signals. Fig. 1 shows an example of a street crossing provided with the installation enabling to emit the direction-oriented acoustic signals. As is seen from the figure, in order to allow for that feature, it is necessary to mount directional sound sources on the posts at the street borders. Moreover, a pair of that type of sources (horn loudspeakers) oriented opposite should be mounted on the posts either at the safety island or in another case at each middle-street sidewalk border. The cost of the signalling system would be greatly influenced by the necessity to connect each loudspeaker to the common control system. As it induces the necessity to place wires under the pavement, so the cost will be particularly high in the case of mounting the signalling devices at the hitherto existing crossings. Hence, another solution was proposed by the authors. The idea will be presented below.

4.1 Synchronization of sound sources

Using individual microcontrollers for each sound source it is possible to construct separate modules acting as elements of a chain system, though these modules are not connected with each other with the use of any additional wire or a wireless link. The idea is based on the use of existing traffic light connections linking all "strategy" spots on the area of the street crossing. The set of individual signalling modules may use common start signal appearing at the moment of switching on of the green light at the defined direction of the zebra crossing. Starting from this moment, all mentioned modules are activated by the appearance of the current supply, since they are powered from the traffic light electric installation. At the same time one of the modules closest to the sidewalks on both sides of the

street emits a short sound motif (e.g. motif A as in Fig. 2a). In the meantime, the microcontrollers of the remaining modules wait counting the passing time. As the module microcontrollers use quartz clocks, thus a synchronization among them is easy to achieve. Namely, after ending the first module emission, the next one starts to produce the same sound motif (motif B and subsequently motif D as in Fig. 2a) etc. That process is repeated in such a way, that some kind of "melody wave" is created moving away and subsequently returning back.

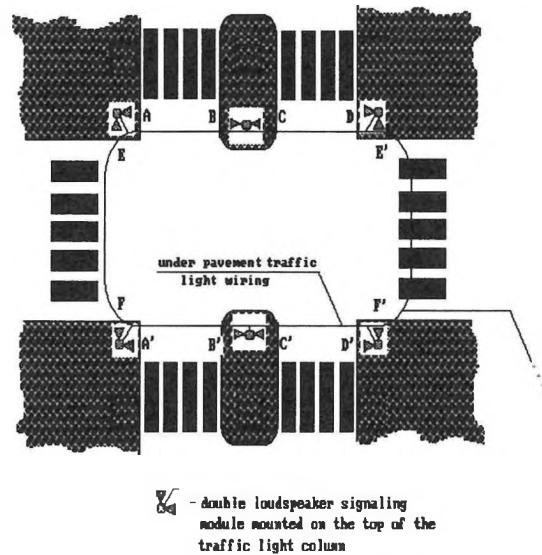


Fig. 1 Example street crossing provided with the "moving source" acoustic signaling system.



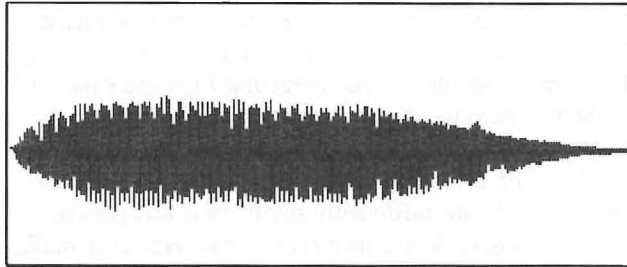
Fig. 2 Musical scores illustrating process of generating the "moving source" (a) and the "steady source" signals (crossing points denoted as in fig. 1).

As the green phase approaches its end, the green light starts to blink. That phase can be recognized by the modules microcontrollers and the speed of the moving wave may be increased (individual notes will be played back 2 times faster than normally). That provides a signal informing the blind pedestrian about the ending of the green phase.

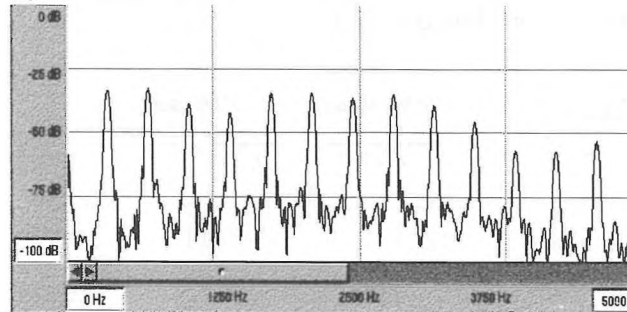
4.2 Sound synthesis and control of the signalling module

The signal may be easily produced in the digital circuitry with the use of the sampling method. As the sound of the signalling trumpet emitted at a reasonably low level proved to be very useful in the initial experiments due to its great immunity to masking by the traffic noise, even without the use of an automatic level control, thus

a)



b)



c)

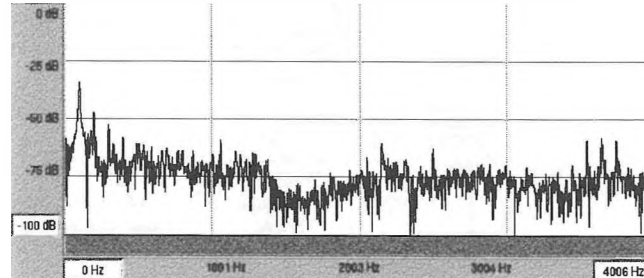


Fig. 3 Time-domain shape of the signal (a); spectral analysis of the signal (b) and spectral analysis of a traffic noise pattern (c).

the sampled steady-state waveform of that sound was applied as the basis for the signal sampling synthesis.

The play back of up to 10.000 samples for each note allows to generate a signal providing synthetic trumpet within the musical scale of a single octave (523,2 Hz - 987,8 Hz). The characteristics of the signal and noise are presented in Fig. 3.

In the elaborated prototype of the signalling system a single chip microcontroller was used. Since it is recommended to construct each module as being uniform, so a set of DIP-switches was used to select the module position in the system (initial time delay), the number of the modules in the whole system (repetition period), the kind of melody (different for each crossing direction) and the speed of signal playing back (depending on the street width and crossing configuration). Some additional functions of the microcontroller enable to regulate the temperature inside the module (important for winter conditions) and to produce an alarm signal in the case of opening the module by an unauthorized person. The photo of the signalling module mounted to the traffic lamp set is shown in Fig. 4.

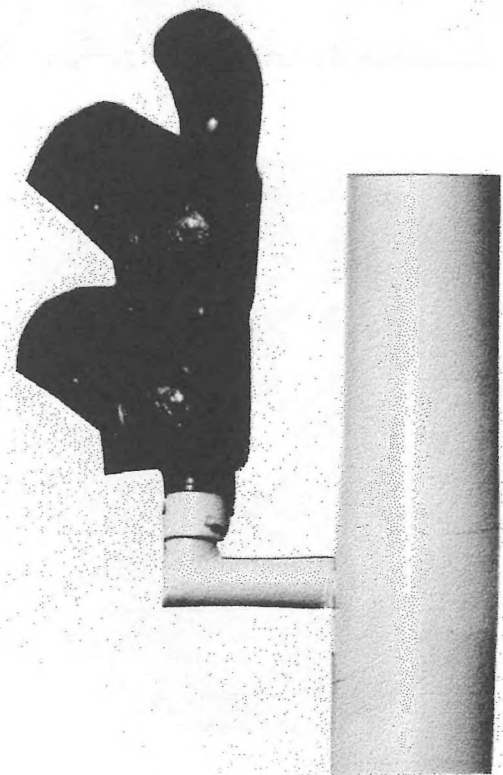


Fig. 4 The traffic light set with the acoustic signaller.

4.3 Loudspeakers

The main feature of the loudspeaker applied in the discussed system is its directivity. That characteristics mainly influences the ability of the blind to recognize the right direction. The frequency characteristics of the loudspeaker is of less importance, provided the signal spectrum components in the band 500 Hz - 5 kHz may be transmitted without excessive attenuation. Characteristics of the loudspeaker used in the elaborated experimental system are presented in Fig. 5.

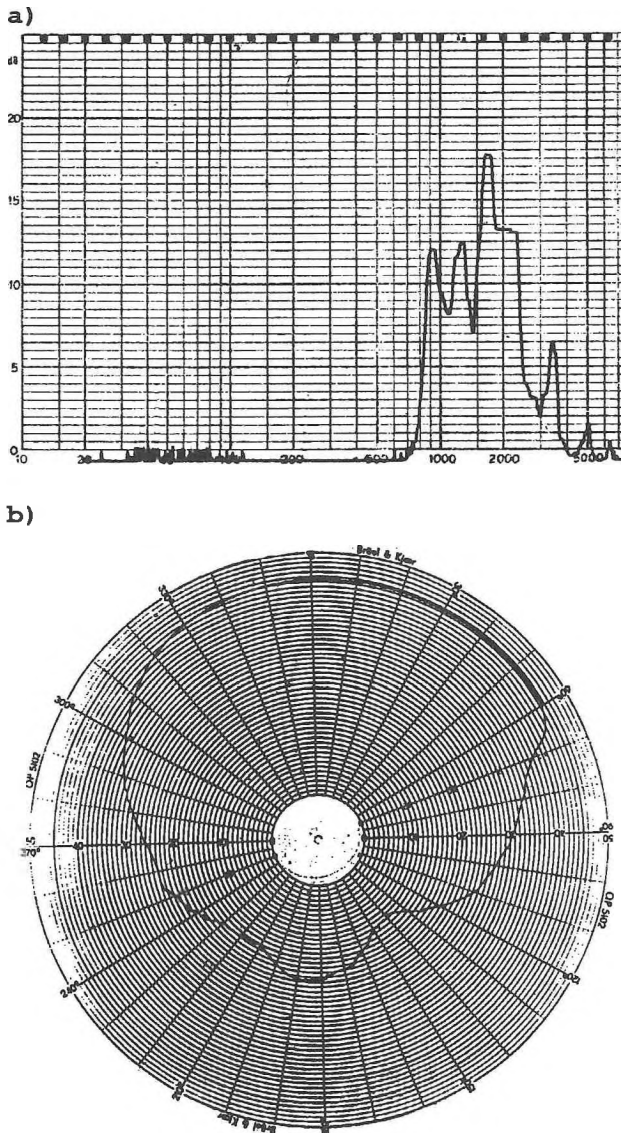


Fig. 5 Acoustic characteristics of the signalling module: (a) pressure response versus frequency; (b) directivity.

4.4 Electronic circuitry

Thanks to the microprocessor technology, the sound module electronics can be maintained simple, compact and cheap. Practically, the cost of the production of the single electronic board can be maintain less than the cost of a single horn loudspeaker. The total cost is comparable to the cost of installation of traditional electro-mechanical signalling devices produced some years ago.

The simplified block diagram of the elaborated prototype device is presented in Fig. 6. As is seen from figure, the electronic part of the sound module consists of a few blocks mostly based on popular and cheap integrated circuits. The synchronization of modules is easy to achieve, because all of them are resetted at the beginning of each green light phase. In such conditions the accuracy of counting time by the microprocessor employing quartz clock is out of questions (stability of a typical quartz crystal is at a rate of 10^{-5}). There was no necessary to install the reconstruction filter after the D/A converter, because the loudspeaker plays this role as a mechanical filter of frequency response as in Fig. 5a.

The electronic board and the horn loudspeaker (power 5 VA) are sufficiently small, so it was possible to place the whole device in a typical case-box of a traffic signalling lamp (Fig. 4). The additional modules were built-up on the top of lamp sets remaining "invisible" to the majority of street walkers.

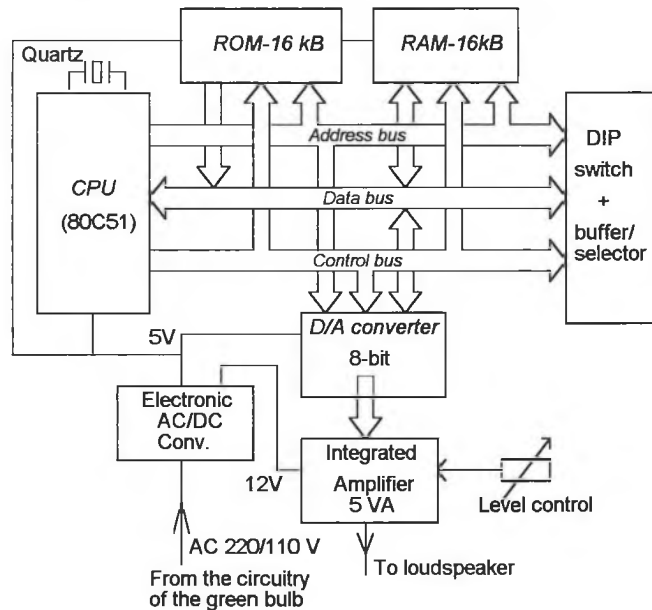


Fig. 6 Block diagram of the electronic circuitry of the signalization module.

5. RESULTS

The elaborated prototype of the system was installed at a busy street crossing in the town Gdansk, Poland (lay-out scheme presented in Fig. 1). System features were assessed by blind people crossing the street and by observers. The behaviour of blind men crossing the street was observed when system was switched off and when using the "moving source" program (as in Fig. 2a) and the "steady source" program (Fig. 2b). Each subject crossed the street 9 times (3 times for each situation). In the conducted experiments 3 blind men and 1 partially sighted woman were engaged. Tested people crossed the street individually. The break between consecutive attempts of individual subjects was determined also by the cycle of light change and was approximately equal to 15 minutes. All subjects were accustomed to the street crossing lay-out, because they use it everyday when approaching the special factory employing impaired people. The time spent to cross the street of width of 21 meters (from place A to place D shown in Fig. 1) was used as a measure of the effectiveness of the signalization facility. All tests were performed in the presence of traffic noise at the average level of 70-76 dB_A (measured at the safety island). The level of sound produced by each loudspeaker was equal 80 dB_A (measured from the distance of 1m from the source). Results are gathered in Tab. 1.

Tab. 1 Comparison of efficiency of crossing the street

subject	average time of 3 attempts [s]	without signals	steady source	moving source
man 1		42	39	32
man 2		51	39	35
man 3		39	37	26
woman		36	32	28
average time		42	37	30

As is seen from Tab. 1, when taking advantage of the "moving source" localization facility it was possible for the visually impaired to get to the other side of the street more safely and faster (averaged time was shorter at about 30%). In the case when the sound source was not moving, performance of the tested system was worse, however the directional characteristics and the increased number of installed loudspeakers caused that the street was crossed more efficiently in all cases. The averaging of results obscured some effects resulting from the change of noise sources (cars waiting at the zebra) and the customization of subjects to the repeated procedures. However, differences caused by these factors not exceeded 7% in repetitions of tests for all subjects.

6. CONCLUSIONS

The economical factor related to installation of signalization systems caused that many of previously formulated recommendations (e.g. the use of vibration facilities) were never implemented practically. Consequently, some new proposals of improvements in auditory zebra crossing signalization systems were formulated, implemented and tested by the authors. The economical benefit of this system results mainly from the fact that the cost of installing additional wires is eliminated, because it is not requiring connection between speakers.

As it was proven by described tests and by everyday observation of the street crossing at which the system is installed, visually impaired people can benefit from such a facility. Consequently, authors would greatly appreciate further promotion of their idea of the improved signalling facility or other relevant ideas in order to make such solutions more commonly used by the impaired people.

7. REFERENCES

- [1] A. Czyzewski, G. Budzynski: "Acoustic Signaling for the Visually Impaired People". Research Project Report (in Polish). Technical University of Gdansk, 1988.
- [2] "ELSIE - Electronic Speech Information Equipment" - Traffic Control & Communication Division, Tollgate House, Bristol 1985.
- [3] "Zusatzgeraete fuer Blinde an Lichtsignalanlagen" Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute, Basel, 1986.
- [4] "Transport for Disabled People - International Comparisons of Practice and Policy with Recommendations for Change". European Conference of Ministers of Transport, Appendix 2.
- [5] Wightman F.L., Kistler D.J. Sound localization. In: Yost W.A. & al., ed. Human psychophysics. New York: Springer-Verlag, 1993; 155-92.
- [6] G. Budzynski: "Theory of the reflective localization of sound sources", Archives of Acoustics, vol. 11, No. 1, 1986.
- [7] B. Rakerd, W. M. Hartmann: "Localization of sound in rooms", III, J. Acoust. Soc. Am., vol. 80, No. 33, 1990.
- [8] M.D. Good, R.H. Gilkey "Sound localization in noise: The effect of signal-to-noise ratio". J. Acoust. Soc. Am. vol. 99 (2), Feb. 1996.
- [9] C. Puzyna: "Research on an obstacle perception by the blind people" (in Polish), Archives of Acoustics, t. 14, No. 2, 1979.
- [10] G. Budzynski, A. Czyzewski, R. Kowalik: "The zebra crossing acoustical signalling system for the blind and visually impaired" (in Polish), XXXV Open Seminar on Acoustics, vol. 1, Bialowieza, 1988.
- [11] A. Czyzewski, G. Budzyński, B. Kostek: "Zebra Crossing Signalization System for Visually Impaired People Based on the Space Localization Phenomena". 91st AES Conv., New York, October 4-8, 1991. Preprint No. 3213.

INCREDIBLE VERSATILITY

At Only 2.2 lbs.



Rion's new NA-29 provides unusual capabilities for a pocket-size acoustical analyzer weighing only 2.2 lbs. It's displays include:

- Lmax, Ln, Lavg, Leq.
- Sound level in large digits.
- Real-time octave analysis centered 31.5 Hz. through 8000 Hz.
- Level vs. time, each frequency band.
- 1500 stored levels or spectra.
- Spectrum comparisons.

It also features external triggering, AC/DC outputs, and RS-232C I/O port. A preset processor adds additional versatility for room acoustics and HVAC applications. To minimize external note taking, users can input pertinent comments for each data address. Specify the NA-29E for Type 1 performance or the NA-29 for Type 2.

Our combined distribution of Norwegian Electronics and Rion Company enables us to serve you with the broadest line of microphones, sound and vibration meters, RTAs, FFTs, graphic recorders, sound sources, spectrum shapers, multiplexers, and room acoustics analyzers, plus specialized software for architectural, industrial and environmental acoustics. You'll also receive *full service*, warranty and application engineering support. Prepare for the '90s.

Call today. (301) 495-7738

SCANTEK INC.

916 Gist Avenue • Silver Spring, MD 20910

PALM SIZE FFT



*Amazingly smaller
and lighter than a
lap-top*

Our new SA-77 FFT Analyzer is a true miniature. Yet it is very big in capability.

- 0 - 1 Hz to 0 - 50 kHz.
- Zooms to 800 lines.
- FFT, phase and PDF analysis and time waveform.
- External sampling for order analysis.
- Stores 150 screen displays plus 30K samples of time data.
- Single/double integration or differentiation.
- Arithmetic/exponential averaging or peak-hold.
- Built-in RS-232C.
- 8 1/4 X 4 3/8 X 1 1/2 inches.
- 23 ounces.

Call today. Discover how much noise, vibration and general signal analysis capability you can hold in the palm of your hand. And at how reasonable a cost.

SCANTEK INC.

916 Gist Avenue, Silver Spring,
MD. USA 20910 • (301) 495-7738

Providing Speech Intelligibility in Public Spaces

Barry R. McKinnon

Barron Kennedy Lyzun & Associates Ltd.

There is more than a little irony in the National Building Code's mandating the requirement for disability access for the hearing impaired, when there is no similar requirement for the disability challenged (people with normal hearing) to be provided with intelligible speech in a space intended for public assembly or occupation. As part of our daily routine of business, we evaluate room acoustics of public assembly spaces that have excessive reverberation time or background noise, and do not provide acceptable speech communication under the conditions of use outlined by the owner. More often than not, the recommendations for acoustical treatment are deemed to add too much to the cost of construction and are pared down or eliminated. Architects seem to believe that acoustical treatment is just another room finish, and half as much is an acceptable compromise, if you can't afford the whole thing (after all, they couldn't get all the marble tile they wanted). Instead of being treated like stringent requirements of structure, HVAC or lighting, the criterion for speech communication is treated like some superfluous byproduct of the use of the room. (A library is the only place it may not be all that important.)

Similar situations exist in speech reinforcement or public address system design. We regularly review system designs from electrical engineers that have been produced without due consideration for the acoustical environment they will operate in. Sometimes these system designs are provided by equipment manufacturers or contractors, and the design professional is assuming a liability for a design that they do not understand. We recently reviewed a system design that would produce a %ALCONS of 40% at all listening positions (guesswork is not design!).

The real irony is that the parameters for speech intelligibility are quite well documented and understood. It is possible to objectively measure and classify %ALCONS, STI, MTF for unaided and amplified speech. The effects of signal to noise ratio, of excess reverberation, late reflections etc., are understood by the acoustics community as well as the knowledgeable sound system designers. It is possible to design for speech intelligibility from the drawing stage of a project.

Maybe it is time to force this issue back into the view of

architects and engineers by having a minimum speech intelligibility performance standard established in the National Building Code. This standard could be as simple as a requirement to provide a minimum of 10%ALCONS (or STI 0.52) for unaided speech, and for all sound systems, in spaces designated for use as public assembly or occupancy, and for spaces where life safety may be dependent on a voice warning system. Let's face it, most life safety systems are also designed without any consideration for the acoustical environment, they are merely designed to meet code (i.e. "be loud enough"). In situations where the public address or paging system may serve some life safety or evacuation announcement function, speech intelligibility is a life safety issue. The existence of a regulation would require proper acoustical design of public spaces, and would certainly require some design responsibility for the sound systems destined for these spaces. Every time the acoustical environment or speech reinforcement system is compromised, and does not meet the owner's requirement, the facility design is as much a failure as if it were too dark, or too small, or had too little fresh air. If the owner needs functional acoustics and a functional sound system to fulfill their needs, then the design team does them a disservice in not providing it. It's ludicrous that many projects now under construction would only provide intelligible speech for people using a listening assistance system.

Contrary to popular belief, this shouldn't increase real building costs, because every project where the room acoustics or sound system are substandard as a result of shortcuts in the initial construction, will have to be upgraded or fixed later. There's never money to do it right, but there's always money to do it twice.

The upcoming meeting of the CAA in Calgary may be the ideal place to start a discussion on this issue. If adding a building code regulation is the only way to make owners, architects and other design professionals pay attention to the importance of these issues, then let's establish a regulation. Let's at least find out how big this dragon is so we can set about slaying it.

cc: Canadian Commission on Building and Fire Codes

ACOUSTICAL INTERFACE™ SYSTEM

precision acoustical measurements
with your FFT, scope or meter

PS9200 POWER SUPPLY

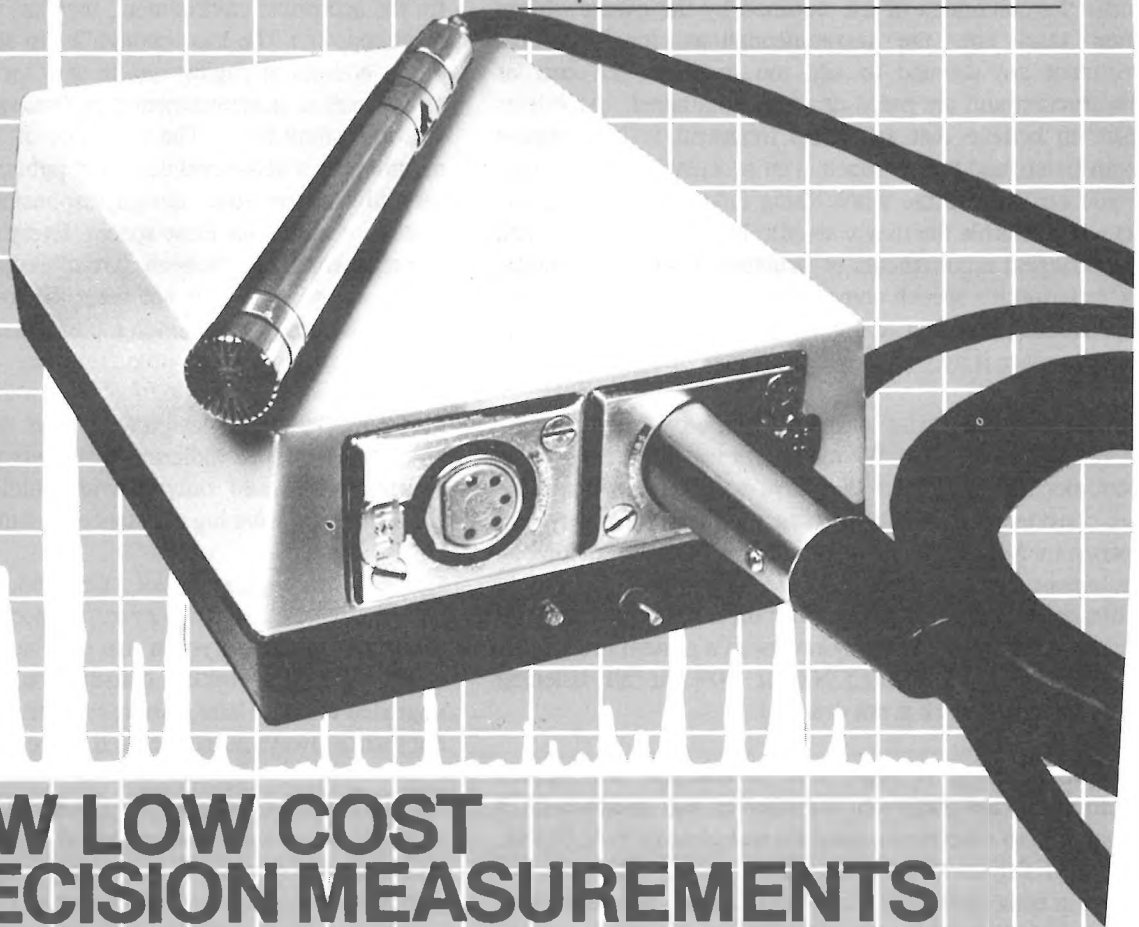
- Dual Channel
- 9V "Radio" Battery
- Portable
- 50 Hours Operation
- Low Noise
- LED Status Indicator

7000 SERIES MICROPHONES

- Type 1 Performance
- ¼, ½ and 1 Inch Models

4000 SERIES PREAMPLIFIERS

- 2Hz to 200kHz ± 0.5db
- Removable Cable
- PS9200 and 7000 Series Compatible



NEW LOW COST PRECISION MEASUREMENTS

- SINGLE CHANNEL SYSTEM UNDER \$1,200
- DUAL CHANNEL SYSTEM UNDER \$2,000
(½ or 1 Inch microphones)

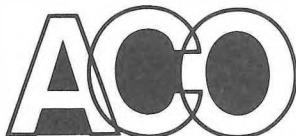
NEW - PS9200 KIT

Includes: 1/2 Inch mic(4 Selections); 4012 preamp; PS9200 Power Supply; AC Adapter; Windscreen; and Custom Case

NEW - 3024 - Very Random™ White/Pink Noise Generator

*1.6 Hz to 39 KHz Noise Output *2.33 Hour Cycle Time *Direct Drive Speakers (1V)

NEW - S17 and S17 Kit Simple Intensity™ Sound Intensity Probe System



ACO Pacific, Inc.
2604 Read Avenue
Belmont, CA 94002
(415) 595-8588

© 1984

ACOUSTICS BEGINS WITH ACO

ACOUSTICS WEEK IN CANADA '96
WESTIN HOTEL, CALGARY
"ENVIRONMENT, SOCIETY, AND INDUSTRY"

ABOUT THE CONFERENCE: This year's Symposium and Exhibition provides a forum for the discussion of recent innovations in noise control techniques, scientific research, equipment, monitoring, computer applications and human health within the theme "*Environment, Society, and Industry*". The use of case studies will provide conference delegates with real life solutions to a wide cross section of noise and vibration problems. The objectives of the conference are:

- ▶ to highlight environmental, social and industrial noise control issues and technical innovations
- ▶ to promote responsible development having consideration for noise and vibration control.
- ▶ to provide a forum for the advancement of new research and understanding of acoustical topics
- ▶ to allow for open discussion and debate on important issues
- ▶ to facilitate networking nationally and internationally between delegates

The Symposium offers plenary sessions with distinguished lectures and contributed papers on topics of current interest to various industry, health professionals, acoustic consultants, academics, regulators, and decision-makers. Technical advancements will be discussed by experts from the international community involved in all areas of noise and vibration. The Exhibition will feature the most current technologies in noise and vibration measurement and analysis equipment.

TECHNICAL COURSES: This year's Conference will be offering a total of four, one day, technical courses, two on Monday 7 October, and two more for Tuesday 8 October, from 0800-1700 hrs in the Lakeview and Mount Royal rooms on the main floor of the hotel.

Monday October 7:

Conducting Noise Impact Assessments and Public Involvement Programs. Industrial operators are continually required to meet regulatory and community standards related to facility noise impacts. This course will help project and operational staff understand the technical and social requirements necessary to complete satisfactory Noise Impact Assessments and Public Involvement Programs. This information will help the acceptability and approval of projects as they relate to the impacts of facility noise. Instructors are Les Frank of HFP Acoustical Consultants Ltd., Richard Patching of Patching Associates Acoustical Engineering Ltd., and Terry Gibson of Terrence Gibson & Associates Ltd.

Hearing Conservation in Industry. Worksite noise hazards are emerging as an increasingly important issue in industry. This course emphasizes practical information with the applications for worksite occupational health and safety. It is recommended for managers, health and safety personnel and noise-exposed workers with an interest in hearing conservation programs. The instructor is Cynthia Hurtig of Cynthia Hurtig Audiology Services.

Tuesday October 8:

Airports and Aircraft for the Twenty-First Century. As society and airports continue to encroach upon each other, aircraft noise emerges as one of the most significant problems facing land use planners, developers, municipalities, and airport authorities. This course will provide those individuals with an understanding of new approaches and innovations in airport and aircraft design being developed expressly to deal with noise issues. The instructors are Dr. John Bradley of National Research Council, and John Woodward of Landrum & Brown.

Industrial Plant Noise Control. Conducting noise control, particularly at an existing industrial facility, is a very complex and potentially expensive proposition. It is fundamental therefore that operators have a basic understanding of acoustical engineering and noise control options. This course is designed for managers, design and operations engineers, technicians, regulators, and decision makers to provide insight into understanding noise propagation, control, design considerations and regulatory requirements. A field trip to a nearby industrial complex will give participants a chance to see major noise control equipment in service. The instructor is Neville Hircock of Patching Associates Acoustical Engineering Ltd.

A fee of \$90 Cdn. plus GST, applies to any of the above courses, and includes lunch, refreshments, and course materials. The Acoustics Week In Canada '96 Organizing Committee reserves the right to cancel any course and refund course fees if there is insufficient interest.

TECHNICAL PROGRAM: Noise, vibration, and other interesting acoustical issues will be wide and varied. This year's technical program has tried to capture as many areas of interest to acousticians as possible with papers expected in the following sessions:

Psycho-acoustics	Physiological Acoustics	Automatic Speech Recognition
Speech Perception & Production	Industrial Noise Control	Occupational Hearing Loss
Architectural Acoustics	Musical Acoustics	Underwater Acoustics
Atmospheric Acoustics	Vibration Control	Airport, Aircraft and Transportation Noise
Active Noise Control	HVAC Systems	Legislation and Environmental Noise

The symposium will start each morning with a plenary session and a Distinguished Lecture. This will be followed by presentations of the contributed papers in three parallel sessions. The technical program will end at noon Friday. There is no scheduled luncheon this day. The afternoon will be the **CAA annual meeting** and student awards presentations. An optional **technical tour** is available for those interested in touring two industrial facilities which have undergone significant considerations for noise control.

TECHNICAL TOUR: A bus will be leaving the hotel Friday, October 11, at 1:00 pm and travel to a large natural gas processing plant and mainline pipeline compressor station to witness first hand some innovative and effective noise control engineering applications. This tour will be of particular interest to acoustical consultants, design and operational engineers, facility managers and regulators. Cost of the tour is \$25 for delegates, \$45 for non-delegates. Casual clothing, comfortable shoes and a light but warm jacket should be worn.

VENUE: The Acoustics Week in Canada '96 symposium and exhibition will be held at the Westin Hotel in the heart of downtown Calgary. Just north of the hotel is the Eau Claire market complex which includes an IMAX theatre as well as various restaurants, pubs and unique shopping. Also within a few blocks of the hotel and market is the Olympic Plaza, Performing Arts Centre, City Hall, and the Glenbow Museum. Calgary is situated at the edge of the foothills of the Rocky Mountains where the hills meet the prairies. West of the City, beyond the rolling foothills are the mountains and hot springs of Banff National Park and Kananaskis Provincial Park. Surrounding the city are fields of grain, cattle, and oilfields.

ACCOMMODATIONS: A block of rooms has been booked at the Westin Hotel at a very favourable conference rate. The following table presents the room types which have been booked for the conference. To make your reservation, please call the hotel reservation desk at **1-800-228-3000** and ask for the Canadian Acoustical Association Conference rate (GST and other applicable taxes extra).

Guest Room Information	\$Cdn/ night (sgl/dbl)
Main Building (Queen or Twin)	\$ 115
Main Building (King)	\$122
Tower (King or Double)	\$130
Executive Corner	\$ 155
One Bedroom Suite	\$ 250

TRADE SHOW AND EXHIBITION: As in previous years, Acoustics Week '96 will include an exhibition of instruments, software, materials, products and literature relating to all aspects of acoustics, noise vibration control, and hearing protection. Exhibitors are invited to preview their products at the conference. The fee is \$350.00 including GST for each 10' x 10' booth (including power supply). This will include one 8' x 2' table, or if exhibitors wish, they can bring their own display. The exhibition room will be available from Tuesday afternoon, 8 October until Friday afternoon, 11 October. Exhibitors wishing more information should contact Manfred Grote at TEL (403) 283-1191, FAX (403) 283-1125

COMPANION PROGRAMS: Calgary is particularly well positioned geographically to enable the CAA conference organizers to offer companion entertainment programs of great variety and interest. Day trips will range from the Rocky Mountains and the unsurpassed beauty of Lake Louise (complete with unique alhorn performance) to the world famous Royal Tyrell Museum in the badlands of the Red Deer river. The city of Calgary itself has many fascinating venues such as the Calgary Zoo, Heritage Park (an authentic 19th century town and railroad), Canada Olympic Park, and the Olympic speed skating oval. Interested individuals can register for our bus tours to each of these sites. The schedule will be as follows:

Wednesday, October 9: A day trip by bus to Lake Louise, the jewel of the Rockies, with a stop along the way and a short hike for those who want to experience the mysterious and beautiful sound of the alhorn in a mountain setting which will thrill you with the echoes created by the sheer rock cliffs. Cost \$45/person plus GST.

Thursday, October 10: On this day we go east into the prehistoric badlands of the Red Deer river and visit the world famous Royal Tyrell Museum. Here, the full size and amazingly realistic replicas and original fossils of dinosaurs will make you feel as though you are right in Jurassic Park. Cost \$45/person plus GST.

Friday, October 11: This is a day for exploring the unique attractions which can be found within the city limits. The conference will provide a bus which will allow you to visit the world class habitats at the Calgary Zoo, an authentic pioneer town at Heritage Park, the opportunity to try out the Olympic Speed Skating Oval Track and Canada Olympic Park with its ski jumping and bobsleigh tracks as well as simulators which let you experience the thrill of Olympic racing and ski jumping. Cost \$35/person plus GST.

NOTE: The cost for all three companion programs is \$100/person plus GST.

SOCIAL EVENTS: A number of special events have been planned for your enjoyment and give you a look at some old fashioned western hospitality. These are included with your registration with the exception of the "Wild West" Banquet. The expectation of the Conference Organizers is that you'll bring along your western duds to add to the atmosphere.

Stampede Breakfast: Start your day with Calgary's own famous Stampede Breakfast. The Westin Hotel will be flipping up flapjacks with sausages, eggs and orange juice. If you haven't ever experienced a Calgary tradition, you definitely won't want to miss this event.

Get Acquainted Reception: Wednesday evening, we will be hosting a reception with an open bar and appetizers in the Bonavista Room, where everyone will have a chance to socialize and meet new people.

Banquet: The social high point of the conference will take place on Thursday evening with a banquet and an evening of entertainment from the "Wild West". Don't forget to wear those western duds because you will be serenaded by country fiddling, cultured by a cowboy poet, experience a fascinating and powerful demonstration of native hoop dancing, and learn to line dance with Calgary's finest Country and Western band. In addition our very special guest dinner speaker will be the Hon. Tom Siddon whose topic will be "Environmentalism Comes Of Age". Don't miss what will be a memorable event. Cocktails at 6-7 pm, Dinner at 7 pm. Cost \$45/delegate or companion, \$65/non-delegate.

REGISTRATION: The registration fee for the Acoustics Week in Canada Conference is \$175.00 Cdn. for CAA members if received by 1 September, or \$200.00 Cdn. if received after that date (add 7% for GST). For non-members, the fee is \$225.00 before 1 September, and \$250.00 after that date, plus GST. The fee includes conference and exhibition admission, a copy of the conference proceedings, lunch on Wednesday and Thursday, and a "get acquainted" reception with open bar on Wednesday night. Daily fees will be \$90.00 plus GST for CAA members, \$120.00 for non-members, and students rates are \$40.00 for CAA members, and \$50.00 for non-members. Please use the Conference Registration Form which appears on the back of this booklet. All registration fees for *Environment, Society, and Industry* should be sent to Dan Meier, Conference Registrar, at 640 Fifth Avenue SW, Calgary, Alberta, T2P 3G4. Please make cheques payable to Acoustics Week in Canada '96.

STUDENT AWARDS AND TRAVEL GRANTS: Students involved or interested in acoustical study or research are invited to attend Acoustics Week 1996 in Calgary. To encourage student participation, a travel fund will be established, to partially support cost for travel and accommodation. Students who are presenting a technical paper are eligible to apply for an award for their contribution. The registration fee for student members of the CAA is \$40.00, for non-member students, \$50.00. To obtain an application for a travel grant or to receive more information about the student competition, please contact Manfred Grote at TEL (403)-283-1191, FAX (403)-283-1125).

CONFERENCE REGISTRATION FORM

Please complete and return to: **Acoustics Week in Canada '96**
 Attention: Dan Meier, Conference Registrar
 640, Fifth Avenue S.W.
 CALGARY AB T2P 3G4
 Tel. 403-297-3848, Fax. 403-297-3520,
 E-mail meierd@mail.cub.gov.ab.ca

NAME: _____

MAILING ADDRESS: _____

TEL _____ FAX _____ E-MAIL _____

NOTE: Please **circle** the relevant fees below

Conference Fees

	CAA Members	CAA Student Members	Non-CAA Student Members	Others
Early Registration (payment by Sept 1/96)	\$ 175.00	\$40.00	\$ 50.00	\$ 225.00
Late Registration (payment after Sept 1/96)	\$ 200.00	\$50.00	\$60.00	\$ 250.00
Single Day Fee	\$ 90.00	\$ 20.00	\$ 30.00	\$120.00
Banquet (Thursday)	\$ 45.00/person	\$ 45.00/person	\$ 45.00/person	\$ 65.00/person

Technical Course and Tour Fees

Course 1: Conducting Noise Impact Assessments & Public Involvement Programs (Oct 7)	\$ 90.00
Course 2: Hearing Conservation in Industry (Oct 7)	\$ 90.00
Course 3: Airports and Aircraft for the Twenty-first Century (Oct 8)	\$ 90.00
Course 4: Industrial Plant Noise Control (Oct 8)	\$ 90.00
Technical tour to gas plant and compressor station (Oct 11)	\$25.00/delegates \$45.00/non-delegates

Companion Programs

Lake Louise Tour \$45	Tyrell Museum Tour \$45	Calgary City Tour \$35	All Three Tours \$100
-----------------------	-------------------------	------------------------	-----------------------

Total _____

Please Note:

- 1) Make cheques payable to the **Acoustics Week in Canada '96**.
- 2) Delegates are responsible for booking their own hotel rooms. A block of rooms has been reserved under the CAA Acoustics Week in Canada conference. Call the Westin Hotel at **1-800-228-3000** to ensure a room at the conference rate.
- 3) The courses may be cancelled and registration fees refunded if there is insufficient interest.

SEMAINE CANADIENNE D'ACOUSTIQUE
WESTIN HOTEL, CALGARY
«L'ENVIRONNEMENT, LA SOCIÉTÉ, ET L'INDUSTRIE»

LA CONFÉRENCE: Cette année, le symposium et l'exposition incluent un forum pour la discussion des nouvelles innovations dans les domaines suivants: les techniques de contrôle du bruit, la recherche scientifique, l'équipement, la surveillance, les applications d'ordinateurs et la santé humaine. Le thème de la conférence est «L'Environnement, la Société, et l'Industrie». L'utilisation des études de cas offrira aux délégués une variété de solutions aux problèmes de bruit et des vibrations. Les objectifs de la conférence sont:

- ▶ de mettre au premier plan les problèmes du contrôle du bruit dans l'industrie, l'environnement et les lieux de rencontres familiales
- ▶ de promouvoir le développement responsable avec la considération pour le contrôle du bruit et la vibration
- ▶ de fournir un forum pour l'avancement de la recherche et la compréhension des sujets acoustique
- ▶ offrir une opportunité pour la discussion et le débat des questions importantes
- ▶ faciliter l'établissement d'un réseau de contacts national et international entre les délégués

Le Symposium offre des assemblées plénières avec des cours distingués et les dissertations sur les sujets de grands intérêt pour plusieurs professionnels dans l'industrie, le secteur de la santé, les consultants acoustique, les académiques, les régulateurs et les décideurs. Les avancements en techniques seront discutés par des spécialistes de la communauté internationale. Ces spécialistes sont eux-même impliqués dans tous les domaines du bruit et de la vibration. L'Exposition démontrera les technologies de la mesure du bruit et de la vibration les plus récentes, ainsi que l'équipement d'analyse.

LES COURSES TECHNIQUES: Cette année la conférence offre une totale de quatre courses de technique, deux courses le 7 octobre, et deux autres courses le 8 octobre. Les courses sont d'une journée de longueur (de 0800 - 1700 hrs) et auront lieu à soit, le chambre Lakeview ou Mount Royal au première étage de l'hôtel.

Lundi le 7 Octobre:

Diriger les Évaluations de l'Impact du bruit et les Programmes Pour Impliquer le Publique, Les opérateurs de usine sont continuellement requis d'atteindre des standards régulatoire ainsi que communautaire, en ce qui concerne l'impact de bruit au site. Cette course aidera les travailleurs des projets et des opérations à mieux comprendre les exigences techniques et sociaux nécessaires pour compléter des évaluations de l'impact du bruit, et les programmes pour impliquer le publique, suffisantes. Cette information améliorera les chances d'approbation et d'acceptabilité des projets tel qu'ils sont reliés à l'impact du bruit chez le site. Les instructeurs sont Les Frank de HFP Acoustical Consultants Ltd., Richard Patching de Patching Associates Acoustical Engineering Ltd., and Terry Gibson de Terrence Gibson & Associates Ltd.

La Conservation de l'Audition chez l'Industrie, Les dangers du bruit aux lieux de travail deviennent des issues de plus en plus importants pour l'industrie. Cette course place l'emphase sur l'information pratique applicable aux lieux de travail, spécifiquement la santé et la sécurité de travailleurs. La course est recommandé pour les gérants, le personnel de la santé et de la sécurité ainsi que les travailleurs vulnérable au bruit, intéressés aux programmes de la conservation de l'audition. L'instructrice sera Cynthia Hurtig de Cynthia Hurtig Audiology Services.

Mardi le 8 Octobre:

Les Aéroports et les Voies pour le Vingt-unième Siècle, Lorsque la société et les aéroports s'approchent l'un de l'autre, le bruit des avions se présente comme un des plus grand problèmes pour les distributeurs de la terre, les régulateurs, les municipalités et le personnel de aéroports. Cette course fournira ces individus mentionnés ci-dessus avec une meilleur connaissance des nouvelles innovations et approches pour la création des avions et des aéroports qui traitent la question de bruit. Les instructeurs sont Dr. John Bradley du National Research Council, et John Woodward de Landrum & Brown.

Le Contrôle du Bruit dans les Usines, Le contrôle du bruit, surtout chez une usine déjà établi est une tâche très complexe et probablement très chère. D'abord, c'est essentiel que les opérateurs aie une connaissance de l'ingénierie acoustique et des méthodes de contrôle du bruit. Cette course est crée pour les gérants, les ingénieurs, les techniciens, et ceux qui prennent les décisions et établissent les règles. La course offre un aperçu des sujets tels que la propagation du bruit, le contrôle du bruit, les considérations à prendre lors de la planification et les régulations requises. Un voyage d'étude à un complexe industriel dans l'environ donnera aux participants la chance d'observer l'utilisation de l'équipement pour régler le bruit. L'instructeur est Neville Hircok de Patching Associates Acoustical Engineering Ltd.

LE PROGRAMME TECHNIQUE: Le bruit, la vibration et nombreuses autres sujets seront grands et variées cette année. Le programme technique a essayé d'attirer le plus grande nombre d'acousticiens des domaines différents pour faire des présentations. Les sessions techniques seront les suivantes:

Psycho-acoustique	Acoustique Musicale	Controle Actif du Bruit
Parole	Contrôle du Vibration	Acoustique Architecturale
Audiologie	HVAC	Reglements et Bruit Industriel
Audition	Controle du Bruit Industriel	Physio-Acoustique
Acoustique Sous-marine	Contrôle du Bruit en Milieu de Travail	Acoustique Atmospherique
Contrôle du Bruit de l'Aéroport et des Avions		

Le symposium commencera chaque matin avec une session plénière et un cours distingué. Les dissertations contribués seront présentées dans trois sessions parallél, directement après la session plénière. Le programme technique terminera à midi le vendredi, il n'y a aucun déjeuner planifié pour ce jour ci. L'après-midi sera la **réunion annuelle de CAA** et la présentation des prix aux étudiantes. Une **visite guidée technique** est offerte pour tout ceux intéressé à voir deux centres industriel qui ont déjà pris en considération le contrôle du bruit.

LA VISITE GUIDÉE TECHNIQUE: Un autobus partira de l'hôtel vendredi, le 11 Octobre à 1:00 p.m. et voyagera à une grande usine de gaz naturel. Les participants seront témoins des applications d'ingénierie dans le contrôle innovative et effective du bruit. La visite guidée sera la plus intéressante pour les consultants acoustique, les ingénieurs, les gérants et ceux qui font les règles chez les usines. Le coût est 25\$ pour les délégués. Vous devriez portez des tenues de loisirs confortable puis un manteau léger mais chaud.

LE LIEU DE RÉUNION: Le symposium et l'exposition de la Semaine Canadienne Acoustique '96 sera au Westin Hotel dans le centre de Calgary. Nord de l'hôtel est l'Eau Claire market qui inclu un théâtre IMAX, nombreuses restaurants, pubs et de bon shopping. Très proche il y a aussi Olympic Plaza, le Performing Arts Centre, City Hall et le Glenbow Museum. La ville de Calgary est située au coin des collines basses des montagnes rocheuses, justement où les montagnes touchent les prairies. Ouest de la ville sont les montagnes et les hot springs du Parc National de Banff et le Parc Provincial de Kananaskis. La ville elle-même est entourée des champs de blé, de bétail et des champs pétrolière.

LE LOGEMENT: Un bloque de chambres a été réservé à le Westin Hotel à un frais très raisonable. Le tableau suivante représent les types de chambres réservés pour la conférence. Pour faire votre réservation, téléphonez le bureau de réservations de l'hôtel à 1-800-228-3000 et demandez pour le frais pour la conférence de l'Association Acoustique Canadienne (taxes extra).

Chambres	Prix \$ Cdn/nuit (chambres à un ou deux lits)
Édifice Principale (Queen ou Twin)	\$115
Édifice Principale (King)	\$122
Tour (King or Double)	\$130
Coin Exécutive	\$155
Chambre à Coucher	\$250

LES PROGRAMMES POUR LS COMPAGNONS: La ville de Calgary est situé dans une tel position géographique que les organisateurs de la conférence puissent offrir des programmes variés et intéressants pour les compagnons. Les voyages planifiés inclu les Montagnes Rocheuses spectaculaire, la beauté de Lac Louise et le fameuse Royal Tyrell Museum. La ville de Calgary a elle-même plusieurs places à visiter tels que le zoo, Heritage Park, le Parc Olympique du Canada et l'Ovale Olympique du patinage à vitesse. Les individus intéressés puissent s'inscrire pour les visites guidées à chacun de ces endroits. L'horaire sera le suivant:

Mercredi, le 9 Octobre: Un voyage par autobus à Lac Louise, avec une arrête le long du voyage pour une petite promenade pour tous ceux qui veulent observer la beauté et le mystère des montagnes. Coût 45\$/personne et le taxe.

Jedi, le 10 Octobre: Nous partirons vers l'est aujourd' hui vers les badlands de la rivièrè Red Deer pour une visite au fameuse Royal Tyrell Museum. Ici, les réproductions et les vraie fossils de dinosaures vous fèrez sentir comme si vous étiez chez Jurassic park. Coût 45\$/personne et le taxe.

Vendredi, le 11 Octobre: Ce jour ci st dédié à l'exploration des sites trouvés dans la ville de Calgary. Un autobus vous apporterez sur des visites chez le Zoo de Calgary, Heritage Park et la chance d'essayer le patinage à vitesse chez l'Oval Olympique et d'utiliser les machines à simulation de saut de ski et de bobsleigh chez le Parc Olympique Canada. Coût 35\$/personne et le taxe.

N.B: Le coût pour participer aux 3 programmes de compagnons est 100\$/personne et le taxe.

LES RENCONTRES SOCIALES: Plusieurs évènements ont été planifiés pour vous amuser et vous démontrer l'hospitalité traditionnel ici dans l'ouest. Ces évènements sont inclu lors de votre enregistrement, sauf le banquet «Wild West». Les organisateurs espèrent que vous allez tous joindre dans l'esprit de l'ouest et porter les vêtements appropriés.

Le Petit Déjeuner Stampede (Stampede Breakfast): Commencez votre journée avec le fameuse Stampede Breakfast. Les oeufs, les saucisses et le jus d'orange seront servit. C'est une évènement que personne devrait manquer!

Réception pour la Première Rencontre: Mercredi soir une réception avec un bar et les amuse-gueules sera offert dans le Bonavista Room, ou vous aurez la chance de rencontrer des nouveaux amis et parlez entre vous même.

Le Banquet: Le banquet aura lieu jeudi soir avec l'amusement du «Wild West». L'orateur invitée ce soir sera l'honorable Tom Siddon et le sujet de sa présentation sera «Environmentalism Comes of Age». Le soirée commence avec les cocktails de 6 à 7 pm suivi par le dîner à 7 pm. Coût 45\$/délégué ou compagnon, 65\$/non-délégué.

LE REGISTRATION: Le frais d'inscription pour la semaine canadienne d'acoustique est 175.00\$ Cdn pour les membres de CAA, si le frais est reçu par le 1^{er} septembre, ou 200.00\$ Cdn s'il est reçu après ce date (n'oubliez pas d'inclure le taxe à 7%). Pour ceux qui ne sont pas membres, le frais est 225.00\$ avant le 1^{er} septembre, et 250.00\$ Cdn après ce date là (n'oubliez pas d'inclure le taxe à 7%). Le frais d'inscription inclu l'accès à la conférence et l'exposition, une copie des procédés de la conférence, le déjeuner mercredi et jeudi, puis uneréception de premier rencontre avec un bar mercredi soir. Les frais par jour sera 90.00\$ et le taxe pour les membres de CAA, 120.00\$ pour ceux qui ne sont pas membres, les frais pour les étudiants sont 40.00\$ pour les membres de CAA et 50.00\$ pour les non-membres. SVP utilisé la fiche d' Inscription de la Conférence attaché au dos de ce paquet. Tous les frais d'inscription devraient être envoyés à Dan Meier, le secrétaire général de la Conférence, à 640 5th Avenue SW, Calgary, Alberta, T2P 3G4. Faites vos chèque à l'ordre de Acoustics Week in Canada '96.

LES PRIX D'ÉTUDIANTS ET LES SUBVENTIONS DE VOYAGE: Les étudiants impliqués ou intéressés dans l'étude ou la recherche des acoustiques sont invités à la semaine d'Acoustique 1996 à Calgary. Un fond monétaire pour le voyage serait établit pour aider avec le coût de voyage et de logement. Les étudiants qui présentent une dissertation peuvent solliciter un prix pour leur contribution. Le frais d'inscription pour les étudiants qui sont membres de CAA est 40.00\$ et pour ceux qui ne sont pas membres c'est 50.00\$. Pour obtenir un formulaire pour un subvention de voyage ou pour recevoir plus d'information concernant la compétition d'étudiant, SVP contacter Manfred Grote à tél. (403)283-1191, fax (403)283-1125.

L'EXPOSITION: Comme dans les années passées, la Semaine d'Acoustique '96 incluera une exposition des instruments, matérielles, produits, logiciels et littérature relié à tous les aspects d'acoustiques, le contrôle du bruit et la vibration ainsi que la protection de l'audition. Les exposants sont invités à prévoir leurs produits à la conférence. Le frais est 350.00\$ pour chaque stand de 10' x 10' (cela inclu aussi l'électricité). Le frais inclu un table de 8' x 2' ou si les exposants veulent ils peuvent ammener leur propre étalage. La salle d'exposition sera disponible de mardi le 8 octobre l'après-midi, jusque à l'après-midi vendredi le 11 octobre. Les exposants qui veulent plus d'information devraient contacter Manfred Grote, tél. (403)283-1191, fax (403)283-1125.

FORMULAIRE D'INSCRIPTION À LA CONFÉRENCE

Priez compléter et renvoyer les formulaires à:

Acoustics Week in Canada '96
 Attention: Dan Meier, Conference Registrar
 640, 5th Avenue SW
 Calgary, AB T2P 3G4
 Tel. 403-297-3848, Fax 403-297-3520,
 E-mail meierd@mail.eub.gov.ab.ca

NOM: _____

ADRESSE: _____

TÉL. _____ FAX _____ E-MAIL _____

N.B.: SVP **encerclé** les frais pertinent ci-dessous

Les Frais de la Conférence

	Membres de CAA	Étudiants Membres de CAA	Non-Membres Étudiants	Autres
Registration d'Avance (paiement par le 1 ^{er} sept '96)	\$175.00	\$40.00	\$50.00	\$225.00
Registration de Retard (paiement après le 1 ^{er} sept '96)	\$200.00	\$50.00	\$60.00	\$250.00
Frais pour un seul jour	\$90.00	\$20.00	\$30.00	\$120.00
Banquet (Jeudi)	\$45.00/personne	\$45.00/personne	\$45.00/personne	\$65.00/personne

Courses Techniques et les Frais pour les Visites Guidées

Course 1: Diriger les Évaluations de l'Impact du Bruit et les Programmes pour Impliquer le Public (le 7 octobre)		\$90.00
Course 2: La Conservation de l'Audition chez l'Industrie (le 7 octobre)		\$90.00
Course 3: Les Aéroports et les Avions pour le Vingt-Unième Siècle (le 8 octobre)		\$90.00
Course 4: Le Contrôle du Bruit dans les Usines (le 8 octobre)		\$90.00
La visite guidée technique chez une usine de gaz et un station de compresseur (le 11 octobre)	\$25.00/délégués	\$45.00/non-délégués

Les Programmes de Compagnons

Visite Guidée de Lac Louise \$45.00	Tyrell Museum \$45.00	Visite Guidée de la Ville de Calgary \$35.00	Tous les 3 Visites Guidées \$100.00
-------------------------------------	-----------------------	--	-------------------------------------

Totale _____

N.B.:

- 1) Remplir les chèques à l'ordre de Acoustics Week in Canada '96.
- 2) Les délégués sont responsables de faire leurs propres réservations pour les chambres à l'hôtel.
- 3) S'il n'y a pas d'intérêt suffisant les courses pourraient être annulées et les frais remboursés.

Instructions pour la Préparation des Articles à être Publiés dans le Cahier des Actes du Congrès

Général - Soumettre un article prêt-à-copier d'un maximum d'une page présenté en deux colonnes. Ne pas inclure de sommaire. Tout le texte en caractères Times-Roman. Disposer les figures dans le haut ou le bas des pages si possible. Lister les références dans un format logique à la fin du texte. Envoyer l'article au président du Programme Technique avant le 31 juillet. Le format optimal peut être obtenu de deux façons:

Méthode directe - Imprimer directement sur deux feuilles 8.5" x 11" en respectant des marges de 3/4" dans le haut et sur les côtés et un minimum de 1" dans le bas. Titre en 12pt, caractères gras, en simple interligne (12pt), centrés sur la page. Le reste du texte en 9pt en 0.75 (9pt) interligne, dans un format en deux colonnes, avec une largeur de colonnes de 3.4" et une séparation de 1/4". Noms des auteurs et adresses centrés sur la page avec les noms en caractères gras. Les titres de sections en caractères gras.

Méthode indirecte - Dactylographier ou imprimer comme suit, réduire au trois-quart (s.v.p., s'assurer de bonnes photocopies) et assembler l'article sur un maximum de deux pages 8.5" x 11" avec des marges de 3/4" dans le haut et sur les côtés et un minimum de 1" dans le bas. Titre en 16pt avec 1.33 (16pt) interligne, centré sur la page. Le reste du texte en 12pt avec simple (12pt) interligne. Noms et adresses des auteurs centrés sur la page avec les noms en caractères gras. Titres des sections en caractères gras. Imprimer les colonnes de texte sur quatre feuilles 8.5" x 14" avec une largeur de colonnes de 4.5", une longueur maximum de 12.25", en laissant de la place pour le titre, les noms et les adresses sur la première page.

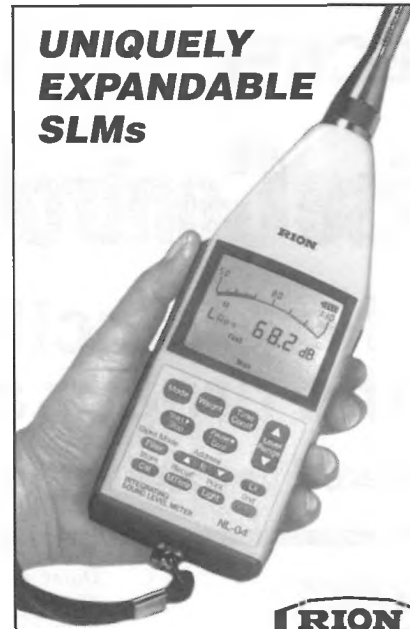
Instructions for Preparation of Articles to be Published in the Conference Proceedings Issue

General - Submit the camera-ready article on a maximum of one page in two-column format. Do not include an abstract. All text in Times-Roman font. Place figures at the top and/or bottom of the pages, if possible. List references in any consistent format at the end. Send to the Chairperson of the Technical Programme by July 31. The optimum format can be obtained in two ways:

Indirect method - Type or print as follows, reduce to three-quarters size (please ensure good copies) and assemble article on a maximum of two 8.5" x 11" pages with margins of 3/4" top and sides, and 1" minimum at the bottom. Title in 16pt bold type with 1.33 (16pt) line spacing, centred on the page. All other text in 12pt with single (12pt) line spacing. Authors' names and addresses centred on the page with the names in bold type. Section headings in bold type. Print individual text columns on four sheets of 8.5" x 14" paper with a column width of 4.5", a maximum length of 12.25", and leaving room for the title and names and addresses on the first page.

Direct method - Print directly on two sheets of 8.5" x 11" paper with margins of 3/4" top and sides, and 1" minimum at the bottom. Title in 12pt bold with single (12pt) spacing, centred on the page. All other text in 9pt with 0.75 (9pt) line spacing, in two-column format, with column width of 3.4" and separation of 1/4". Authors' names and addresses centred on the page with the names in bold type. Section headings in bold type.

UNIQUELY EXPANDABLE SLMs



RION

SMART • VERSATILE

From conventional noise measurement, to environmental analysis, to tracking noise spectra, Rion's new SLMs will make your work faster and easier. Here are just a few of their unique capabilities.

- Four modes of SPL, Lmax, Leq, SEL and Ln analysis, plus Lpeak (NL-14 only).
- Internal 1/1- or 1/1- and 1/3-octave filter modules available.
- Manual or automatic storage of up to 9000 level measurements.
- Storage of 100 1/1- or 1/3-octave spectra. Ideal for QC and machine measurements.
- Memory card unit. Available for large data collection or long-term measurements.
- Built-in RS-232C. For printer and on-line or off-line control.
- Large back-lighted digital and quasi-analog display.

Specify the NL-14 for Type 1 requirements or NL-04 for Type 2. Request our new full-color brochure.

Call today.

SCANTEK INC.

916 Gist Avenue
Silver Spring, MD 20910
Tel: (301) 495-7738 • FAX (301) 495-7739



Noise Control Products & Systems

for the protection of personnel...
for the proper acoustic environment...

engineered to meet the requirements of Government regulations

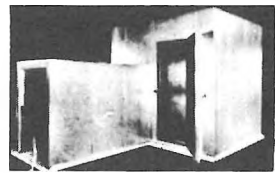
Eckoustic® Functional Panels

Durable, attractive panels having outstanding sound absorption properties. Easy to install. Require little maintenance. EFPs reduce background noise, reverberation, and speech interference; increase efficiency, production, and comfort. Effective sound control in factories, machine shops, computer rooms, laboratories, and wherever people gather to work, play, or relax.



Eckoustic® Enclosures

Modular panels are used to meet numerous acoustic requirements. Typical uses include: machinery enclosures, in-plant offices, partial acoustic enclosures, sound laboratories, production testing areas, environmental test rooms. Eckoustic panels with solid facings on both sides are suitable for constructing reverberation rooms for testing of sound power levels.



Eckoustic® Noise Barrier

● Noise Reduction Curtain Enclosures

The Eckoustic Noise Barrier provides a unique, efficient method for controlling occupational noise. This Eckoustic sound absorbing-sound attenuating material combination provides excellent noise reduction. The material can be readily mounted on any fixed or movable framework of metal or wood, and used as either a stationary or mobile noise control curtain.

● Machinery & Equipment Noise Dampening

**Acoustic Materials
& Products for
dampening and reducing
equipment noise**

Multi-Purpose Rooms

Rugged, soundproof enclosures that can be conveniently moved by fork-lift to any area in an industrial or commercial facility. Factory assembled with ventilation and lighting systems. Ideal where a quiet "haven" is desired in a noisy environment: foreman and supervisory offices, Q.C. and product test area, control rooms, construction offices, guard and gate houses, etc.



Audiometric Rooms: Survey Booths & Diagnostic Rooms

Eckoustic Audiometric Survey Booths provide proper environment for on-the-spot basic hearing testing. Economical. Portable, with unitized construction.

Diagnostic Rooms offer effective noise reduction for all areas of testing. Designed to meet, within ± 3 dB, the requirements of MIL Spec C-81016 (Weps). Nine standard models. Also custom designed facilities.



An-Eck-Oic® Chambers

Echo-free enclosures for acoustic testing and research. Dependable, economical, high performance operation. Both full-size rooms and portable models. Cutoff frequencies up to 300 Hz. Uses include: sound testing of mechanical and electrical machinery, communications equipment, aircraft and automotive equipment, and business machines; noise studies of small electronic equipment, etc.



For more information, contact

ECKEL INDUSTRIES OF CANADA, LTD., Allison Ave., Morrisburg, Ontario • 613-543-2967

ECKEL INDUSTRIES, INC.

**Canadian Acoustical Association
Association Canadienne d'Acoustique**

MINUTES OF THE BOARD OF DIRECTORS MEETING

Toronto, 18 May 1996

Present: J. Hemingway S. Abel D. Jamieson R. Ramakrishnan
J. Bradley C. Sherry A. Cohen M. Hodgson

Regrets: D. Quirt S. Dosso L. Cheng B. Gosselin E. Slawinski

Meeting called to order at 11:00 hours.

The minutes of the October 1995 BoD meeting, as published in *Canadian Acoustics*, were approved. (Moved by S. Abel, seconded M. Hodgson, carried unanimously).

President's Report

Correspondence concerning the CAA correspondent to the "World Congress on Ultra-Sonics and Acoustics Imaging". Agreed to continue arrangement whereby Hugh Jones acts as CAA correspondent to this group with no financial support, and to request that a brief report be provided for publication in *Canadian Acoustics*.

Need to verify status of other CAA correspondents such as to INCE and International INCE.

Treasurer's Report

A \$4,000.00 loss was projected and significant cost cutting recommended.

Support for student travel to CAA meetings is to be restricted in two ways:

The \$150 minimum travel support for students attending and presenting papers at CAA meetings is abolished. (Moved by J. Hemingway, seconded by S. Abel, carried unanimously). All applications for assistance must be accompanied by supporting documents. Each application will be reviewed by a 3-person committee that will consist of Ramani Ramakrishnan, John Hemingway and a representative of the annual meeting organizing committee. A maximum of \$1,000.00 is to be payed out for all student-travel support connected with the 1996 CAA meeting in Calgary and this issue is to be reviewed annually. (Moved by S. Abel, seconded by D. Jamieson, carried unanimously).

New instructions to CAA conference organizers are to include:

- (a) Conference budgets should be planned to make a surplus;
- (b) The float from CAA funds is to be considered as a loan that must be payed back from the proceeds of the conference;
- (c) Conference accounting must be completed by December 31 after the October conference and all proceeds returned to CAA's accounts;
- (d) Conference accounts must clearly identify all expenditures so that CAA can claim back half of GST payments.

The editor was requested to take all necessary steps to reduce the cost of producing *Canadian Acoustics* without significant reductions to the quality of the journal.

Mr. Wes Peaker is to be the new CAA auditor. (Moved by S. Abel, seconded by R. Ramakrishnan, carried unanimously).

The treasurer reported that the interest on investments would be sufficient to cover prizes for the current year but that, due to decreasing interest rates, it would be insufficient to cover prizes in the following year starting in October 1996.

Secretary's Report

The secretary reported on correspondence from J. Nicolas concerning a proposal for a new prize in honour of Raymond Hétu.

Remaining funds for secretarial services are approximately equal to projected costs.

Membership is down as shown below:

	October 95	May 96
Members	268	247
Students	55	43
Sustaining	25	24
Direct	24	23
Indirect	<u>36</u>	<u>38</u>
Total	408	375

Awards

The awards committee is to clarify which of our awards are restricted to graduate students and whether any are available to undergraduate students.

It is proposed to ask the membership for donations in support of the proposed Raymond Hétu Prize because of the current state of CAA finances. M. Hodgson is to publicize this in *Canadian Acoustics* and to present it to the members at the next Annual General Meeting. (Moved by S. Abel, seconded by A. Cohen, carried unanimously).

It was decided to discuss support of the CAA Youth Science Fair Prize at the October Board of Directors meeting in Calgary.

Editor's Report

Published CAA conference papers will be reduced in length from 2 to 1 page for the next CAA meeting to help reduce costs of publishing the journal. The new editorial board has been a qualified success. C. Hugh wishes to resign from the position of Advertising Editor, but will stay until a replacement is found.

Membership

CAA now has a web-site home page which initially contains the information in the CAA brochure. All members are encouraged to seek new members and especially sustaining subscribers.

Conferences

1995 - *Quebec City*: Seed money was returned and a profit made. Many thanks to Blaise Gosselin and his team for a good effort under difficult conditions.

1996 - *Calgary*: The President to request a budget from the organizers, and that the meeting must not lose money.

1997 - *Windsor*: Theme, "Sound Quality", with significant automotive component. October 8, 9, 10, 1997.

1998 - Sherbrooke, P.E.I., or Winnipeg?

Other Business

Should there be a system of proxy votes for directors unable to attend meetings? Unresolved.

C. Sherry spoke in favour of CAA taking over responsibility for the efforts of the CSA Z107 committee for acoustical standards. Most present were reluctant to take on this proposed new responsibility. The CAA president will write to CSA strongly encouraging them to continue their support for the Z107 committee.

Meeting adjourned at 16:00 hours.

NEWS / INFORMATIONS

CONFERENCES

The following list of conferences was mainly provided by the Acoustical Society of America.

Advances in Acousto-optics: 6-7 June 1996, Issy-les-Moulineaux, France. Contact: J. Sapriel, France Telecom CNET, BP 107-92225 Bagneux cedex, France; Fax: +331-42534930; E-mail: sapriel@bagneux.cnet.fr.

XXIèmes Journées d'Etude sur la Parole: 10-15 June 1996, Avignon, France. Contact: J. Gourret, Laboratoire d'Informatique, Faculté des Sciences, 33 rue Louis Pasteur, 84000 Avignon, France; Fax: +33 90 27 00 95; E-mail: jep96@univ-avignon.fr.

Nordic Acoustical Meeting: 12-14 June 1996, Helsinki, Finland. Contact: NAM, Helsinki University of Technology, Acoustics Laboratory, Otakaari 5A, 02150 Espoo, Finland; Fax: +358 460224; E-Mail: nam96@hut.fi.

24th Annual Meeting: 12-14 June 1996, Italian Acoustical Association, A.I.A., Trento, Italy. Contact: Mrs. A. Giacomazzi, Provincia Autonoma di Trento, via Mantova 16, 38100 Trento, Italy; Fax: +39 461-236574.

International Conference on Hearing Screening, Diagnosis & Management of Hearing Impaired Children: 13-16 June 1996, Iowa City, IA. Contact: Conference Secretariat, Sut Templin, Dept. of Otolaryngology Head & Neck Surgery, Univ. of Iowa, 200 Hawkins Dr.--E230, Iowa City, IA 52242-1078, Tel.: 319-356-2471; FAX: 319-353-6739; E-mail: sue-templin@uiowa.edu.

13th International Congress on Audiology: 16-20 June 1996, Bari, Italy. Contact: Audiology & Otology Center, University of Bari, 70124 Bari, Italy; Fax: +39 80 5562171.

14th International Symposium on Nonlinear Acoustics (ISNA): 17-21 June 1996, Nanjing, China. Contact: Ronjue, Wei, Nanjing University, Institute of Acoustics, Nanjing 210008, China; Fax: +86 25 330 2728.

International Symposium on Cardiovascular Imaging: 24-26 June 1996, Leiden. Contact: Heymeriks & Van Ginneken, P.O. Box 4334, 3006AH Rotterdam, The Netherlands; Fax: +31 10 414 7988.

3rd European Conference on Underwater Acoustics: 24-28 June 1996, Heraklion. Contact: J. S. Papadakis, Foundation for Research and Technology, P.O. Box 1527, Heraklion 711 10, Crete, Greece; Fax: +30 81 238868.

4th International Congress on Sound and Vibration: 24-28 June 1996, St. Petersburg. Contact: M. J. Crocker, Mechanical Engineering Department, Auburn University, Auburn, AL 36849; Fax: +1-334-844-3306.

Fifth Meeting European Society of Sonochemistry: 7-11 July 1996, Cambridge, U.K. Contact: T.J. Mason, School of NES, Coventry University, Priory St., Coventry CV1 5FB, U.K., Fax: +44 1203 838282.

Euromech "Mean Flow Effects in Acoustics,": 9-12 July 1996, Keele, Staffordshire, UK. Contact: C.J. Chapman, Mathematics Dept., Univ. of Keele, Keele ST5 5BG, UK; Fax: +44 1782 584268; E-mail: c.j.chapman@mathjs.keele.ac.uk.

ESCA Workshop on Auditory Basis of Speech Perception: 15-19 July 1996, Keele, U.K. Contact: ESCA Workshop,

CONFÉRENCES

La liste de conférences ci-jointe a été offerte en majeure partie par l'Acoustical Society of America.

Progrès en acousto-optique: 6-7 juin 1996, Issy-les-Moulineaux, France. Renseignements: J. Sapriel, France Telecom CNET, BP 107-92225 Bagneux cedex, France; Fax: +331-42534930; E-mail: sapriel@bagneux.cnet.fr.

XXIèmes Journées d'Etude sur la Parole: 10-15 juin 1996, Avignon, France. Renseignements: J. Gourret, Laboratoire d'Informatique, Faculté des Sciences, 33 rue Louis Pasteur, 84000 Avignon, France; Fax: +33 90 27 00 95; E-mail: jep96@univ-avignon.fr.

Nordic Acoustical Meeting: 12-14 juin 1996, Helsinki, Finlande. Renseignements: NAM, Helsinki University of Technology, Acoustics Laboratory, Otakaari 5A, 02150 Espoo, Finland; Fax: +358 460224; E-Mail: nam96@hut.fi.

24e rencontre annuelle de l'Association italienne d'acoustique, AIA: 12-14 juin 1996, Trento, Italie. Renseignements: Mrs. A. Giacomazzi, Provincia Autonoma di Trento, via Mantova 16, 38100 Trento, Italy; Fax: +39 461-236574.

Conférence internationale sur la réduction d'audition, le diagnostic et la direction des enfants handicapés de l'audition: 13-16 Juin 1996, Iowa City, IA. Renseignements: Conference Secretariat, Sut Templin, Dept. of Otolaryngology Head & Neck Surgery, Univ. of Iowa, 200 Hawkins Dr.--E230, Iowa City, IA 52242-1078, Tél.: 319-356-2471; Fax: 319-353-6739; E-mail: sue-templin@uiowa.edu.

13e congrès international d'audiologie: 16-20 juin 1996, Bari, Italie. Renseignements: Audiology & Otology Center, University of Bari, 70124 Bari, Italy; Fax: +39 80 5562171.

14e Symposium international sur l'acoustique non-linéaire (ISNA): 17-21 juin 1996, Nanjing, Chine. Renseignements: Ronjue, Wei, Nanjing University, Institute of Acoustics, Nanjing 210008, China; Fax: +86 25 330 2728.

Symposium international d'imagerie cardio-vasculaire: 24-26 juin 1996, Leiden. Renseignements: Heymeriks & Van Ginneken, P.O. Box 4334, 3006AH Rotterdam, The Netherlands; Fax: +31 10 414 7988.

3e conférence européenne d'acoustique sous-marine: 24-28 juin 1996, Heraklion, Grèce. Renseignements: J. S. Papadakis, Foundation for Research and Technology, P.O. Box 1527, Heraklion 711 10, Crete, Greece; Fax: +30 81 238868.

4e congrès international de Sons et Vibrations: 24-28 juin 1996, St. Petersburg. Renseignements: M. J. Crocker, Mechanical Engineering Department, Auburn University, Auburn, AL 36849; Fax: +1-334-844-3306.

5e rencontre de la Société européenne de sonochimie: 7-11 juillet 1996, Cambridge, Royaume-Uni. Renseignements: T.J. Mason, School of NES, Coventry University, Priory St., Coventry CV1 5FB, U.K., Fax: +44 1203 838282.

Euromech "Effets de flot moyen en acoustique": 9-12 Juillet 1996, Keele, Staffordshire, UK. Renseignements: C.J. Chapman, Mathematics Dept., Univ. of Keele, Keele ST5 5BG, UK; Fax: +44 1782 584268; E-mail: c.j.chapman@mathjs.keele.ac.uk.

ESCA Workshop sur les bases auditives de la perception de la parole: 15-19 juillet 1996, Keele, Royaume-Uni. Renseignements: ESCA Workshop, Department of Communication and Neuroscience, Keele University, Keele,

HELP QUIET THE WORLD
FOR A HIGHER QUALITY LIFE



inter-noise 97

THE 1997 INTERNATIONAL
CONFERENCE ON NOISE
CONTROL ENGINEERING
BUDAPEST - HUNGARY
1997 AUGUST 25 - 27

FIRST ANNOUNCEMENT

INTER-NOISE 97, the 1997 International Congress on Noise Control Engineering, will be held at the Technical University of Budapest, in the capital of Hungary from 1997 August 25 to 27. The Congress is sponsored by the International Institute of Noise Control Engineering, and is being organized by the Acoustical Commission of the Hungarian Academy of Sciences and the Hungarian Scientific Society for Optics, Acoustics, Motion Pictures and Theatre Technology.

INTER-NOISE 97 will be the twenty-sixth in a series of international congresses on noise control engineering that have been held all over the world since 1972. The theme of INTER-NOISE 97 is: HELP QUIET THE WORLD FOR A HIGHER QUALITY LIFE.

Technical papers in all areas of noise control engineering will be considered for presentation at the congress and for publication in the Congress Proceedings.

An Announcement and Call for Papers will be issued shortly; copies will be available from the Conference Secretariat at the address given below.

A major acoustical equipment, materials and instrument exhibition will be held in conjunction with INTER-NOISE 97. The exhibition will include materials and devices for noise control as well as instruments such as sound level meters, acoustical signal processing systems, and equipment for active noise control.

Programs for "accompanying persons" and social activities for all delegates will be organized.

Further information on the Congress and the Exhibition may be obtained from the INTER-NOISE Conference Secretariat

ORGANIZED BY

THE ACOUSTICAL COMMISSION
OF THE HUNGARIAN
ACADEMY OF SCIENCES

THE SCIENTIFIC SOCIETY
FOR OPTICS, ACOUSTICS,
MOTION PICTURES
AND THEATRE TECHNOLOGY
(OPAKFI)

CONFERENCE SECRETARIAT



OPAKFI

H-1027 Budapest, Fő u. 68.
Hungary
Tel./fax: (36)-1-202-0452

HONORARY CONGRESS PRESIDENT
Tamás Tarnóczy

ORGANIZING COMMITTEE

GENERAL CHAIRMAN
András Illényi

SCIENTIFIC CHAIRMAN
Frigyes Reis

GENERAL SECRETARY
Ferenc Kvojka

HEAD OF ADVISORY COUNCIL
András Kotschy

EXHIBITION MANAGER
István Antal

TREASURER
Ildikó Bába

RETURN COUPON

Please return this coupon if you are interested in being added to the mailing list for INTER-NOISE 97.

- I am interested in attending INTER-NOISE 97
 I am interested in presenting a technical paper
 My company may be interested in participating in equipment exhibition

NAME

ADDRESS

CITYPOSTAL CODE

COUNTRY

Mail to: INTER-NOISE 97 Congress Secretariat

OPAKFI H-1027 Budapest, Fő u. 68., Hungary

Fax: +36-1-202-0452

Department of Communication and Neuroscience, Keele University, Keele, Staffordshire, ST5 5BG, U.K.; Fax: +44 1 782 583055; E-mail: cob03@keele.ac.uk.

Inter-Noise '96: 30 July - 2 August 1996, Liverpool. Contact: Institute of Acoustics, P.O. Box 320, St. Albans AL1 1PZ U.K.

19th International Congress of Theoretical and Applied Mechanics: 25-31 August 1996, Kyoto, Japan. Contact: Eiichi Watanabe, Civil Engineering Department, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606-01, Japan; E-mail: ictam@strsum1.kuciv.kyoto-u.ac.jp; Fax: +81 75 752 5296.

British Society of Audiology Annual Conference: 4-6 September 1996, Winchester, UK. Contact: A.R.D. Thornton, MRC Inst. of Hearing Research, Royal South Hants Hospital, Southampton, Hants SO14 0YG, UK; Fax: +44 1703 825611; E-mail: (JANET) ardt@soton.ac.uk.

Noise and Vibration Engineering Conference: 18-20 September 1996, Leuven, Belgium. Contact: L. Notre, K. U. Leuven PMA, Celestijnenlaan 300B, 3001 Heverlee, Belgium; Fax: +32 16 32 29 87; E-mail: lieve.notre@mech.kuleuven.ac.be.

XLIII Seminar on Acoustics: 16-21 September 1996, Ustron-Beskidy Mts., Poland. Contact: Institute of Acoustics, Silesian Technical University, Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, Poland.

FASE Symposium "Transport Noise": 23-25 September 1996, St. Petersburg, Russia. Contact: J. Thoen, FASE Secretariat, K. U. Leuven-ATF, Celestijnenlaan 200D, 3001 Leuven, Belgium; Fax: +32 16 32 79 84; E-mail: jan.thoen@fys.kuleuven.ac.be.

33rd Conference on Acoustics "Building and Architectural Acoustics": 23-25 September 1996, Prague, Czech Republic. Contact: CsAS Technicka 2, 166 27 Praha 6, Czech Republic; Fax: +42 2 311 1786.

5th Session Russian Acoustical Society "Problems of Geoacoustics: Methods and Instruments,": 26-28 September 1996, Moscow, Russia. Contact: Acoustics Institute, RAS, 4 Shevnikov, Moscow 117036, Russia; Fax: +7 095 126 8411; E-mail: bvp@asu.acoins.msk.su.

Noise-Con 96: 29 September - 2 October 1996, Bellevue, WA. Contact: Noise-Con 96 Conference Secretariat, Engineering Professional Programs, 3201 Fremont Avenue North, XD-51, Seattle, WA 98103, Tel.: 206-543-5539; FAX: 206-543-2352; E-mail: uw-ep@enr.washington.edu.

Centennial meeting of the American Academy of Otolaryngology--Head and Neck Surgery: 29 September - 3 October 1996, Washington, DC. Contact: American Academy of Otolaryngology--Head and Neck Surgery, One Prince St., Alexandria, VA 22314. Tel.: 703-836-4444; FAX: 703-683-5100.

Fourth International Conference on Spoken Language Processing: 3-6 October 1996, Philadelphia, PA. Contact: ICSLP 96, Applied Science & Engineering Laboratories, A.I. duPont Institute, P. O. Box 269, Wilmington, DE 19899, Tel.: 302-651-6830; TDD: 302-651-6834; FAX: 302-651-6895; E-mail: ISCLP96@asel.udel.edu; WWW: <http://www.asel.udel.edu/speech/icslp/html>.

Autumn Conference--Speech and Hearing: 24-27 October 1996, Windmere, U.K. Contact: Institute of Acoustics, P.O. Box 320, St. Albans, AL1 1PZ, U.K.

Staffordshire, ST5 5BG, U.K.; Fax: +44 1 782 583055; E-mail: cob03@keele.ac.uk.

Réseaux d'antennes et formage du faisceau en SONAR: 25-28 juillet 1996, Bristol, Royaume-Uni. Renseignements: Institute of Acoustics, 5 Holywell Hill, St Albans, Herts AL1 1EU, UK; Fax: +44 1 727 850553; E-mail: acoustics@clus1.ulcc.ac.uk.

Inter-Noise '96: 30 juillet - 2 août 1996, Liverpool, Royaume-Uni. Renseignements: Institute of Acoustics, P.O. Box 320, St. Albans AL1 1PZ U.K.

19e congrès international de mécanique théorique et appliquée: 25-31 août 1996, Kyoto, Japon. Renseignements: Eiichi Watanabe, Civil Engineering Department, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606-01, Japan; E-mail: ictam@strsum1.kuciv.kyoto-u.ac.jp; Fax: +81 75 752 5296.

Conférence annuelle de la Société Britannique d'audiologie: 4-6 Septembre 1996, Winchester, UK. Renseignements: A.R.D. Thornton, MRC Inst. of Hearing Research, Royal South Hants Hospital, Southampton, Hants SO14 0YG, UK; Fax: +44 1703 825611; E-mail: (JANET) ardt@soton.ac.uk.

Conférence de l'ingénierie du bruit et des vibrations: 18-20 septembre 1996, Leuven, Belgique. Renseignements: L. Notre, K. U. Leuven PMA, Celestijnenlaan 300B, 3001 Heverlee, Belgium; Fax: +32 16 32 29 87; E-mail: lieve.notre@mech.kuleuven.ac.be.

43e séminaire d'acoustique: 16-21 septembre 1996, Ustron-Beskidy Mts., Pologne. Renseignements: Institute of Acoustics, Silesian Technical University, Krzywoustego 2, 44-100 Gliwice, Poland.

Symposium du FASE sur le bruit des transports: 23-25 septembre 1996, St. Petersburg, Russie. Renseignements: J. Thoen, FASE Secretariat, K. U. Leuven-ATF, Celestijnenlaan 200D, 3001 Leuven, Belgium; Fax: +32 16 32 79 84; E-mail: jan.thoen@fys.kuleuven.ac.be.

33e conférence d'acoustique "Acoustique architecturale et de bâtiment": 23-25 septembre 1996, Prague, République Tchèque. Renseignements: CsAS Technicka 2, 166 27 Praha 6, Czech Republic; Fax: +42 2 311 1786.

5e session de la Société russe d'acoustique "Problèmes de géoacoustique: méthodes et instrumentation": 26-28 Septembre 1996, Moscou, Russie. Renseignements: Acoustics Institute, RAS, 4 Shevnikov, Moscow 117036, Russia; Fax: +7 095 126 8411; E-mail: bvp@asu.acoins.msk.su.

Noise-Con 96: 29 septembre - 2 octobre 1996, Bellevue, WA. Renseignements: Noise-Con 96 Conference Secretariat, Engineering Professional Programs, 3201 Fremont Avenue North, XD-51, Seattle, WA 98103, Tel.: 206-543-5539; FAX: 206-543-2352; E-mail: uw-ep@enr.washington.edu.

Rencontre centenaire de l'American Academy of Otolaryngology -- chirurgie de la tête et du cou: 29 septembre - 3 octobre 1996, Washington, DC. Renseignements: American Academy of Otolaryngology--Head and Neck Surgery, One Prince St., Alexandria, VA 22314; Tel.: 703-836-4444; FAX: 703-683-5100.

4e conférence internationale sur le traitement de la langue parlée: 3-6 octobre 1996, Philadelphia, PA. Renseignements: ICSP 96, Applied Science & Engineering Laboratories, A.I. duPont Institute, P. O. Box 269, Wilmington, DE 19899, Tel.: 302-651-6830; TDD: 302-651-6834; FAX: 302-651-6895; E-mail: ISCLP96@asel.udel.edu; WWW: <http://www.asel.udel.edu/speech/icslp/html>.

Australian Acoustical Society Annual Conference: 13-15 November 1996, Brisbane, Australia. Contact: R. Palmer, P.O. Box 150, Mount Ommaney, Queensland 4074, Australia.

Acoustics Week in Canada 1996: 7-11 October 1996, Calgary, Canada. Contact: Dr. E. Slawinski, Department of Psychology, University of Calgary, 2500 University Drive NW, Calgary, AB, T2N 1N4. Tel.: 403-220-5205; FAX: 403-282-8249; E-mail: eslawins@acs.ucalgary.ca.

Third Joint Meeting of the Acoustical Society of America and the Acoustical Society of Japan: 2-6 December 1996, Honolulu, HI. Contact: ASA, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797, Tel.: 516-576-2360; FAX: 516-576-2377; E-mail: asa@aip.org, WWW: <http://asa.aip.org>.

14th World Conference on Non-Destructive Testing: 8-13 December 1996, New Delhi. Contact: B. Jaj, Metallurgy and Materials Group, Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam 603102, India; E-mail: dmg@igcar.iitm.emet.in.

International Symposium on Simulation, Visualization, and Auzalization for Acoustic Research and Education: 2-4 April 1997, Tokyo, Japan. Contact: M. Morimoto, Faculty of Engineering, Kobe University, Rokko, Nada, Kobe 657, Japan; Fax: +81 78 881 2508.

Fourth French Congress on Acoustics: 14-18 April 1997, Marseille, France. Contact: Secretariat CFA4, 31 chemin J. Aiguier, 13402, Marseille, cedex 20, France; Fax: +33 91228248; E-mail: cfa-4@lma.cnrs-mrs.fr.

International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing ICASSP 97: 21-24 April 1997, Munich, Germany. Contact: H. Fastl, Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, Technische Universität München, 80290 München, Germany; Fax: +49 89 2105 8535; E-mail: fas@mmk.e-technik.tu.muenchen.de.

Conference on ICP and Inner Ear Pressure: 5-7 June 1997, Bath, UK. Contact: British Society of Audiology, 80 Brighton Rd., Reading RG6 1PS, UK; Fax: +44 1734 351915.

133rd Meeting of the Acoustical Society of America: 16-20 June 1997, State College, PA. Contact: Acoustical Society of America, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797, Tel.: 516-576-2360; Fax: 516-576-2377; E-mail: asa@aip.org; WWW: <http://asa.aip.org>.

Ultrasonics International '97: 2-4 July 1997, Delft, The Netherlands. Contact: W. Sachse, Dept. of Theoretical and Applied Mechanics, Cornell Univ., Ithaca, NY 14853; Fax: 607 255 9179; E-mail: sachs@msc.cornell.edu.

1997 World Congress on Ultrasonics: 12-14 August 1997, Yokohama, Japan. Contact: S. Ueha, Precision and Intelligence Lab., Tokyo Inst. of Technology 4259 Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama 226, Japan; Fax: +81 45 921 0898; E-mail: ucu97@pi.titech.ac.jp.

New Zealand Acoustical Society Biennial Conference: 20-23 August 1997, Christchurch, New Zealand. Contact: NZ Acoustical Society, P.O. Box 1181, Auckland, New Zealand.

Internoise 97: 25-27 August 1997, Budapest, Hungary. Contact: OPAKFI, Fo. u. 68, 1027 Budapest, Hungary; Fax: +36 1 202 0452.

5th European Conference on Speech Communication and Technology: 22-25 September 1997, Patras Greece. Contact: G. Kokkinakis, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Patras, 26110 Rion-

Conférence d'automne - parole et audition: 24-27 octobre 1996, Windmere, Royaume-Uni. Renseignements: Institute of Acoustics, P.O. Box 320, St. Albans, AL1 1PZ, U.K.

Conférence annuelle de la Société australienne d'acoustique: 13-15 novembre 1996, Brisbane, Australie. Renseignements: R. Palmer, P.O. Box 150, Mount Ommaney, Queensland 4074, Australia.

Semaine canadienne d'acoustique 1996: 7-11 octobre 1996, Calgary, Alberta, Canada. Renseignements: Dr. E. Slawinski, Department of Psychology, University of Calgary, 2500 University Drive NW, Calgary, AB, T2N 1N4. Tel.: 403-220-5205; FAX: 403-282-8249; E-mail: eslawins@acs.ucalgary.ca.

3e rencontre conjointe de l'Acoustical Society of America et de l'Acoustical Society of Japan: 2-6 décembre 1996, Honolulu, HI. Renseignements: ASA, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797, Tel.: 516-576-2360; FAX: 516-576-2377; E-mail: asa@aip.org, WWW: <http://asa.aip.org>.

14e conférence mondiale sur les tests non-destructifs: 8-13 décembre 1996, New Delhi, Inde. Renseignements: B. Jaj, Metallurgy and Materials Group, Indira Gandhi Centre for Atomic Research, Kalpakkam 603102, India; E-mail: dmg@igcar.iitm.emet.in.

Symposium international sur la simulation, visualisation et l'auzalisation pour la recherche et l'éducation en acoustique: 2-4 avril 1997, Tokyo, Japon. Renseignements: M. Morimoto, Faculty of Engineering, Kobe University, Rokko, Nada, Kobe 657, Japan; Fax: +81 78 881 2508.

4e congrès français sur l'acoustique: 14-18 avril 1997, Marseille, France. Renseignements: Secrétariat CFA4, 31 Chemin J. Aiguier, 13402, Marseille, cedex 20, France; Fax: +33 91228248; E-mail: cfa-4@lma.cnrs-mrs.fr.

Conférence internationale sur l'acoustique, la parole et le traitement de signal ICASSP 97: 21-24 avril 1997, Munich, Allemagne. Renseignements: H. Fastl, Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation, Technische Universität München, 80290 München, Germany; Fax: +49 89 2105 8535; E-mail: fas@mmk.e-technik.tu.muenchen.de.

Conférence sur l'ICP et la pression de l'oreille interne: 5-7 juin 1997, Bath, UK. Renseignements: British Society of Audiology, 80 Brighton Rd., Reading RG6 1PS, UK; Fax: +44 1734 351915.

133e rencontre de l'Acoustical Society of America: 16-20 juin 1997, State College, Pennsylvanie. Renseignements: Acoustical Society of America, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797, Tel.: 516-576-2360; Fax: 516-576-2377; E-mail: asa@aip.org; WWW: <http://asa.aip.org>.

Ultrasonics International '97: 2-4 juillet 1997, Delft, Pays-Bas. Renseignements: W. Sachse, Dept. of Theoretical and Applied Mechanics, Cornell Univ., Ithaca, NY 14853; Fax: 607 255 9179; E-mail: sachs@msc.cornell.edu.

1997 congrès mondial sur les ultrasons: 12-14 août 1997, Yokohama, Japon. Renseignements: S. Ueha, Precision and Intelligence Lab., Tokyo Inst. of Technology 4259 Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama 226, Japan; Fax: +81 45 921 0898; E-mail: ucu97@pi.titech.ac.jp.

Conférence biennale de la Société d'acoustique de la Nouvelle-Zélande: 20-23 août 1997, Christchurch, Nouvelle-Zélande. Renseignements: NZ Acoustical Society, P.O. Box 1181, Auckland, New Zealand.

Internoise 97: 25-27 août 1997, Budapest, Hongrie. Renseignements: OPAKFI, Fo. u. 68, 1027 Budapest, Hungary; Fax: +36 1 202 0452.

Patras, Greece; Fax: +30 61 991 855, E-mail: gkokkin@wcl.ee.upatras.gr.

1997 IEEE Ultrasonics Symposium: 7-10 October 1997, Toronto, Canada. Contact: S. Foster, Department of Medical Biophysics, Sunnybrook Health Science Ctr., 2075 Bayview Avenue, Toronto, Ontario M4N 3M5, Canada; E-mail: stuart@owl.sunnybrook.utoronto.ca.

134th Meeting of the Acoustical Society of America: 1-5 December 1997, San Diego, CA. Contact: Acoustical Society of America, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797, Tel.: 516-576-2360; Fax: 516-576-2377; E-mail: asa@aip.org; WWW: <http://asa.aip.org>.

Inter-Noise 98: 16-18 November 1998, Christchurch, New Zealand. Contact: New Zealand Acoustical Society, P.O. Box 1181, Auckland, New Zealand.

MORE NEWS...

The first meeting of the World Congress Ultrasonics was held in Humboldt-Universität, Unter den Linden, Berlin on September 3 to 7 1995. More than 300 papers were presented. There was no contribution from Canada nor was there any Canadian in attendance. Information relating to the purchase of the Proceedings may be obtained from Prof. Dr. Herbertz, Gerhard-Mercator-Universität, 47048 Duisburg, Germany. The next WCU will be held in Yokohama on 24 to 27 August 1997. Full details may be obtained from Prof. Dr. S. Ueha, Precision Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuta, Midori-Ku, Yokohama 226 Japan ou email: wcu97@pi.titech.ac.jp.

The 22nd International Symposium on Acoustical Imaging was held in Florence Italy on 4-6 September last. There were approximately 96 papers and 80 posters presented. The Proceedings will be published by Plenum in due course. The Canadian participation was one authorship (with four Russian coauthors) for a paper and one joint authorship for a poster. The next Symposium (23) will be held in Puerto Rico in the Spring next year. Data can be obtained via email acoima@forsyth.org or <http://forsyth.org/23acoima>.

CAA on the Web! Did you visit our site on the Web? Information on the Canadian Acoustical Association, our publication "Canadian Acoustics" and the "Acoustics Week in Canada" conferences can now be found at <http://www.uwo.ca/hhcr/caa/>

5e conférence européenne de la communication et la technologie de la parole: 22-25 septembre 1997, Patras Grèce. Renseignements: G. Kokkinakis, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Patras, 26110 Rion-Patras, Greece; Fax: +30 61 991 855, E-mail: gkokkin@wcl.ee.upatras.gr.

Symposium de 1997 de l'IEEE sur les ultrasons: 7-10 octobre 1997, Toronto, Canada Renseignements: S. Foster, Department of Medical Biophysics, Sunnybrook Health Science Ctr., 2075 Bayview Avenue, Toronto, Ontario M4N 3M5, Canada; E-mail: stuart@owl.sunnybrook.utoronto.ca.

134e rencontre de l'Acoustical Society of America: 1-5 décembre 1997, San Diego, Californie. Renseignements: Acoustical Society of America, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797, Tel.: 516-576-2360; Fax: 516-576-2377; E-mail: asa@aip.org; WWW: <http://asa.aip.org>.

Inter-Noise 98: 16-18 novembre 1998, Christchurch, Nouvelle-Zélande. Renseignements: New Zealand Acoustical Society, P.O. Box 1181, Auckland, New Zealand.

AUTRES NOUVELLES...

La première rencontre du World Congress Ultrasonics (Congrès mondial sur les ultrasons) s'est tenue à Humboldt-Universität, Unter den Linden, Berlin, du 3 au 7 septembre 1995. Plus de 300 articles ont été présentés. Il n'y a eu aucune contribution de la part du Canada, et probablement aucun Canadien n'était présent. Le cahier des actes peut être obtenu en écrivant à Prof. Dr. Herbertz, Gerhard-Mercator-Universität, 47048 Duisburg, Allemagne. Le prochain WCU aura lieu à Yokohama, du 24 au 27 août 1997. Pour plus de détails, informez-vous auprès de Prof. Dr. S. Ueha, Precision Intelligence Laboratory, Tokyo Institute of Technology, 4259 Nagatsuta, Midori-Ku, Yokohama 226 Japan or email: wcu97@pi.titech.ac.jp.

Le 22e Symposium international sur l'imagerie acoustique a eu lieu à Florence, Italie, du 4 au 6 septembre dernier. Environ 96 articles et 80 posters ont été présentés. Le cahier des actes sera publié par Plenum. La participation canadienne se résume à un article (présenté avec quatre co-auteurs russes) et un poster (co-auteur). Le prochain symposium (23e) aura lieu à Porto Rico le printemps prochain. Des renseignements peuvent être obtenus via email acoima@forsyth.org ou <http://forsyth.org/23acoima>.

L'ACA sur le Web! Avez-vous visité notre site sur le Web? Des renseignements sur l'Association canadienne d'acoustique, sur notre publication "Acoustique canadienne" et sur les conférences "Semaine canadienne d'acoustique" sont maintenant disponibles au <http://www.uwo.ca/hhcr/caa/>

Blachford

“The ABC’s of noise control”

H.L. Blachford’s Comprehensive Material Choices

Noise treatments can be categorized into three basic elements: Vibration Damping, Sound Absorption and Sound Barriers.

Vibration Damping

It is well known that noise is emitted from vibrating structures or substrates. The amount of noise can be drastically reduced by the application of a layer of a vibration damping compound to the surface. The damping compound causes the vibrational energy to be converted into heat energy. Blachford’s superior damping material is called ANTIVIBE and is available either in a liquid or a sheet form.

ANTIVIBE DL is a liquid damping material that can be applied with conventional spray equipment or troweled for smaller/thicker application.

It is water-based, non-toxic and provides economical and highly effective noise reduction from vibration.

ANTIVIBE DS is an effective form of damping material provided in sheet form for direct application to your product.

Sound Barriers

Sound Barriers are uniquely designed for insulating and blocking airborne noise. The reduction in the transmission of sound (transmission loss or “TL”) is accomplished by the use of a material possessing such characteristics as high mass, limpness, and impermeability to air flow. Sound barriers can be a very effective and economical method of noise reduction.

Blachford Sound Barrier materials:

BARYMAT

Limp, high specific gravity, plastic sheets or die cut parts. Can be layered with other materials such as acoustical foam, protective and decorative facings to achieve the desired TL for individual applications.

Sound Absorption

Blachford’s CONASORB materials provide a maximum reduction of airborne noise through absorption in the frequency ranges associated with most products that produce objectionable noise. Examples: Engine compartments, computer and printer casings, construction equipment, cabs,...etc.

Available with a wide variety of surface treatments for protection or esthetics. Material is available in sheets, rolls and die-cut parts – designed to meet your specific application.

Suggest Specific Material or Design

Working with data supplied by you, H.L. Blachford will make recommendations or treatment methods which may include specific material proposals, design ideas, or modifications to components.

A Quality Supplier

The complete integration of:

- Experience
- Quality-oriented manufacturing technology
- Research and development
- Problem solving approach to noise control

**Our Mississauga Plant is
ISO-9001 CERTIFIED**

Result in:

Comprehensive Noise Control Solutions

**MISSISSAUGA
(905) 823-3200**

**MONTREAL
(514) 938-9775**

**VANCOUVER
(604) 263-1561**

The Canadian Acoustical Association l'Association Canadienne d'Acoustique

PRIZE ANNOUNCEMENT

A number of prizes, whose general objectives are described below, are offered by the Canadian Acoustical Association. As to the first four prizes, applicants must submit an application form and supporting documentation to the prize coordinator before the end of February of the year the award is to be made. Applications are reviewed by subcommittees named by the President and Board of Directors of the Association. Decisions are final and cannot be appealed. The Association reserves the right not to make the awards in any given year. Applicants must be members of the Canadian Acoustical Association. Preference will be given to citizens and permanent residents of Canada. Potential applicants can obtain full details, eligibility conditions and application forms from the appropriate prize coordinator.

EDGAR AND MILLICENT SHAW POSTDOCTORAL PRIZE IN ACOUSTICS

This prize is made to a highly qualified candidate holding a Ph.D. degree or the equivalent, who has completed all formal academic and research training and who wishes to acquire up to two years supervised research training in an established setting. The proposed research must be related to some area of acoustics, psychoacoustics, speech communication or noise. The research must be carried out in a setting other than the one in which the Ph.D. degree was earned. The prize is for \$3000 for full-time research for twelve months, and may be renewed for a second year. Coordinator: Sharon Abel, Mount Sinai Hospital, 600 University Avenue, Toronto, ON M5G 1X6. Past recipients are:

1990	Li Cheng	Université de Sherbrooke
1993	Roland Woodcock	University of British Columbia
1994	John Osler	Defense Research Establishment Atlantic
1995	Jing-Fang Li	University of British Columbia

ALEXANDER GRAHAM BELL GRADUATE STUDENT PRIZE IN SPEECH COMMUNICATION AND BEHAVIOURAL ACOUSTICS

The prize is made to a graduate student enrolled at a Canadian academic institution and conducting research in the field of speech communication or behavioural acoustics. It consists of an \$800 cash prize to be awarded annually. Coordinator: Don Jamieson, Department of Communicative Disorders, University of Western Ontario, London, ON N6G 1H1. Past recipients are:

1990	Bradley Frankland	Dalhousie University
1991	Steven D. Turnbull	University of New Brunswick
	Fangxin Chen	University of Alberta
	Leonard E. Cornelisse	University of Western Ontario
1993	Alok Nath De	McGill University
1994	Michael Lantz	Queen's University
1995	Kristina Greenwood	University of Western Ontario

FESSENDEN STUDENT PRIZE IN UNDERWATER ACOUSTICS

The prize is made to a graduate student enrolled at a Canadian university and conducting research in underwater acoustics or in a branch of science closely connected to underwater acoustics. It consists of \$500 cash prize to be awarded annually. Coordinator: David Chapman, DREA, PO Box 1012, Dartmouth, NS B2Y 3Z7.

1992	Daniela Dilorio	University of Victoria
1993	Douglas J. Wilson	Memorial University
1994	Craig L. McNeil	University of Victoria

ECKEL STUDENT PRIZE IN NOISE CONTROL

The prize is made to a graduate student enrolled at a Canadian academic institution pursuing studies in any discipline of acoustics and conducting research related to the advancement of the practice of noise control. It consists of a \$500 cash prize to be awarded annually. The prize was inaugurated in 1991. Coordinator: Murray Hodgson, Occupational Hygiene Programme, University of British Columbia, 2206 East Mall, Vancouver, BC V6T 1Z3.

1994	Todd Busch	University of British Columbia
1995	Raymond Panneton	Université de Sherbrooke

DIRECTORS' AWARDS

Three awards are made annually to the authors of the best papers published in *Canadian Acoustics*. All papers reporting new results as well as review and tutorial papers are eligible; technical notes are not. The first award, for \$500, is made to a graduate student author. The second and third awards, each for \$250, are made to professional authors under 30 years of age and 30 years of age or older, respectively. Coordinator: Blaise Gosselin, Hydro Québec, 16^e étage, 75 boul. René Lévesque ouest, Montréal, QC H2Z 1A4.

STUDENT PRESENTATION AWARDS

Three awards of \$500 each are made annually to the undergraduate or graduate students making the best presentations during the technical sessions of Acoustics Week in Canada. Application must be made at the time of submission of the abstract. Coordinator: Alberto Behar, 45 Meadowcliffe Drive, Scarborough, ON M1M 2X8.

The Canadian Acoustical Association l'Association Canadienne d'Acoustique

ANNONCE DE PRIX

Plusieurs prix, dont les objectifs généraux sont décrits ci-dessous, sont décernés par l'Association Canadienne d'Acoustique. Pour les quatre premiers prix, les candidats doivent soumettre un formulaire de demande ainsi que la documentation associée au coordonnateur de prix avant le dernier jour de février de l'année durant laquelle le prix sera décerné. Toutes les demandes seront analysées par des sous-comités nommés par le président et la chambre des directeurs de l'Association. Les décisions seront finales et sans appel. L'Association se réserve le droit de ne pas décerner les prix une année donnée. Les candidats doivent être membres de l'Association. La préférence sera donnée aux citoyens et aux résidents permanents du Canada. Les candidats potentiels peuvent se procurer de plus amples détails sur les prix, leurs conditions d'éligibilité, ainsi que des formulaires de demande auprès du coordonnateur de prix.

PRIX POST-DOCTORAL EDGAR ET MILLICENT SHAW EN ACOUSTIQUE

Ce prix est attribué à un(e) candidat(e) hautement qualifié(e) et détenteur(rice) d'un doctorat ou l'équivalent, qui a complété(e) ses études et sa formation de chercheur, et qui désire acquérir jusqu'à deux années de formation supervisée de recherche dans un établissement reconnu. Le thème de recherche proposée doit être relié à un domaine de l'acoustique, de la psycho-acoustique, de la communication verbale ou du bruit. La recherche doit être menée dans un autre milieu que celui où le candidat a obtenu son doctorat. Le prix est de \$3000 pour une recherche plein temps de 12 mois avec possibilité de renouvellement pour une deuxième année. Coordonnatrice: Sharon Abel, Mount Sinai Hospital, 600 University Avenue, Toronto, ON M5G 1X6. Les récipiendaires antérieur(e)s sont:

1990	<i>Li Cheng</i>	<i>Université de Sherbrooke</i>
1993	<i>Roland Woodcock</i>	<i>University of British Columbia</i>
1994	<i>John Osler</i>	<i>Defense Research Establishment Atlantic</i>
1995	<i>Jing-Fang Li</i>	<i>University of British Columbia</i>

PRIX ÉTUDIANT ALEXANDER GRAHAM BELL EN COMMUNICATION VERBALE ET ACOUSTIQUE COMPORTEMENTALE

Ce prix sera décerné à un(e) étudiant(e) inscrit(e) dans une institution académique canadienne et menant un projet de recherche en communication verbale ou acoustique comportementale. Il consiste en un montant en argent de \$800 qui sera décerné annuellement. Coordonnateur: Don Jamieson, Department of Communicative Disorders, University of Western Ontario, London, ON N6G 1H1. Les récipiendaires antérieur(e)s sont:

1990	<i>Bradley Frankland</i>	<i>Dalhousie University</i>
1991	<i>Steven D. Turnbull</i>	<i>University of New Brunswick</i>
	<i>Fangxin Chen</i>	<i>University of Alberta</i>
	<i>Leonard E. Cornelisse</i>	<i>University of Western Ontario</i>
1993	<i>Alok Nath De</i>	<i>McGill University</i>
1994	<i>Michael Lantz</i>	<i>Queen's University</i>
1995	<i>Kristina Greenwood</i>	<i>University of Western Ontario</i>

PRIX ÉTUDIANT FESSENDEN EN ACOUSTIQUE SOUS-MARINE

Ce prix sera décerné à un(e) étudiant(e) inscrit(e) dans une institution académique canadienne et menant un projet de recherche en acoustique sous-marine ou dans une discipline scientifique reliée à l'acoustique sous-marine. Il consiste en un montant en argent de \$500 qui sera décerné annuellement. Coordonnateur: David Chapman, DREA, PO Box 1012, Dartmouth, NS B2Y 3Z7.

1992	<i>Daniela Dilorio</i>	<i>University of Victoria</i>
1993	<i>Douglas J. Wilson</i>	<i>Memorial University</i>
1994	<i>Craig L. McNeil</i>	<i>University of Victoria</i>

PRIX ÉTUDIANT ECKEL EN CONTROLE DU BRUIT

Ce prix sera décerné à un(e) étudiant(e) inscrit(e) dans une institution académique canadienne dans n'importe quelle discipline de l'acoustique et menant un projet de recherche relié à l'avancement de la pratique en contrôle du bruit. Il consiste en un montant en argent de \$500 qui sera décerné annuellement. Ce prix a été inauguré en 1991. Coordonnateur: Murray Hodgson, Occupational Hygiene Programme, University of British Columbia, 2206 East Mall, Vancouver, BC V6T 1Z3.

1994	<i>Todd Busch</i>	<i>University of British Columbia</i>
1995	<i>Raymond Panneton</i>	<i>Université de Sherbrooke</i>

PRIX DES DIRECTEURS

Trois prix sont décernés, à tous les ans, aux auteurs des trois meilleurs articles publiés dans l'*Acoustique Canadienne*. Tout manuscrit rapportant des résultats originaux ou faisant le point sur l'état des connaissances dans un domaine particulier sont éligibles; les notes techniques ne le sont pas. Le premier prix, de \$500, est décerné à un(e) étudiant(e) gradué(e). Le deuxième et le troisième prix, de \$250 chacun, sont décernés à des auteurs professionnels âgés de moins de 30 ans et de 30 ans et plus, respectivement. Coordonnateur: Blaise Gosselin, Hydro Québec, 16^e étage, 75 boul. René Lévesque ouest, Montréal, QC H2Z 1A4.

PRIX DE PRESENTATION ÉTUDIANT

Trois prix, de \$500 chacun, sont décernés annuellement aux étudiant(e)s sous-gradué(e)s ou gradué(e)s présentant les meilleures communications lors de la Semaine de l'Acoustique Canadienne. La demande doit se faire lors de la soumission du résumé. Coordonnateur: Alberto Behar, 45 Meadowcliffe Drive, Scarborough, ON M1M 2X8.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS FOR THE PREPARATION OF MANUSCRIPTS

Submissions: The original manuscript and two copies should be sent to the Editor-in-Chief.

General Presentation: Papers should be submitted in camera-ready format. Paper size 8.5" x 11". If you have access to a word processor, copy as closely as possible the format of the articles in Canadian Acoustics 18(4) 1990. All text in Times-Roman 10 pt font, with single (12 pt) spacing. Main body of text in two columns separated by 0.25". One line space between paragraphs.

Margins: Top - title page: 1.25"; other pages, 0.75"; bottom, 1" minimum; sides, 0.75".

Title: Bold, 14 pt with 14 pt spacing, upper case, centered.

Authors/addresses: Names and full mailing addresses, 10 pt with single (12 pt) spacing, upper and lower case, centered. Names in bold text.

Abstracts: English and French versions. Headings, 12 pt bold, upper case, centered. Indent text 0.5" on both sides.

Headings: Headings to be in 12 pt bold, Times-Roman font. Number at the left margin and indent text 0.5". Main headings, numbered as 1, 2, 3, ... to be in upper case. Sub-headings numbered as 1.1, 1.2, 1.3, ... in upper and lower case. Sub-sub-headings not numbered, in upper and lower case, underlined.

Equations: Minimize. Place in text if short. Numbered.

Figures/Tables: Keep small. Insert in text at top or bottom of page. Name as "Figure 1, 2, ..." Caption in 9 pt with single (12 pt) spacing. Leave 0.5" between text.

Photographs: Submit original glossy, black and white photograph.

References: Cite in text and list at end in any consistent format, 9 pt with single (12 pt) spacing.

Page numbers: In light pencil at the bottom of each page.

Reprints: Can be ordered at time of acceptance of paper.

DIRECTIVES A L'INTENTION DES AUTEURS PREPARATION DES MANUSCRITS

Soumissions: Le manuscrit original ainsi que deux copies doivent être soumis au rédacteur-en-chef.

Présentation générale: Le manuscrit doit comprendre le collage. Dimensions des pages, 8.5" x 11". Si vous avez accès à un système de traitement de texte, dans la mesure du possible, suivre le format des articles dans l'Acoustique Canadienne 18(4) 1990. Tout le texte doit être en caractères Times-Roman, 10 pt et à simple (12 pt) interligne. Le texte principal doit être en deux colonnes séparées d'un espace de 0.25". Les paragraphes sont séparés d'un espace d'une ligne.

Marges: Dans le haut - page titre, 1.25"; autres pages, 0.75"; dans le bas, 1" minimum; latérales, 0.75".

Titre du manuscrit: 14 pt à 14 pt interligne, lettres majuscules, caractères gras. Centré.

Auteurs/adresses: Noms et adresses postales. Lettres majuscules et minuscules, 10 pt à simple (12 pt) interligne. Centré. Les noms doivent être en caractères gras.

Sommaire: En versions anglaise et française. Titre en 12 pt, lettres majuscules, caractères gras, centré. Paragraphe 0.5" en alinéa de la marge, des 2 cotés.

Titres des sections: Tous en caractères gras, 12 pt, Times-Roman. Premiers titres: numéroter 1, 2, 3, ..., en lettres majuscules; sous-titres: numéroter 1.1, 1.2, 1.3, ..., en lettres majuscules et minuscules; sous-sous-titres: ne pas numéroter, en lettres majuscules et minuscules et soulignés.

Equations: Les minimiser. Les insérer dans le texte si elles sont courtes. Les numéroter.

Figures/Tableaux: De petites tailles. Les insérer dans le texte dans le haut ou dans le bas de la page. Les nommer "Figure 1, 2, 3,..." Légende en 9 pt à simple (12 pt) interligne. Laisser un espace de 0.5" entre le texte.

Photographies: Soumettre la photographie originale sur papier glacé, noir et blanc.

Références: Les citer dans le texte et en faire la liste à la fin du document, en format uniforme, 9 pt à simple (12 pt) interligne.

Pagination: Au crayon pâle, au bas de chaque page.

Tirés-à-part: Ils peuvent être commandés au moment de l'acceptation du manuscrit.



SUBSCRIPTION INVOICE

Subscription for the current calendar year is due January 31. New subscriptions received before July 1 will be applied to the current year and include that year's back issues of *Canadian Acoustics*, if available. Subscriptions received from July 1 will be applied to the next year.

Check ONE Item Only:

CAA Membership _____ \$ 35
 CAA Student membership _____ \$ 10
 Institutional Subscription _____ \$ 50
 Sustaining Subscription _____ \$ 150

Total Remitted \$ _____

**INFORMATION FOR MEMBERSHIP
DIRECTORY**

Check areas of interest (max 3):

- Architectural Acoustics 1. _____
- Engineering Acoustics / Noise Control 2. _____
- Physical Acoustics / Ultrasound 3. _____
- Musical Acoustics / Electroacoustics 4. _____
- Psychological / Physiological Acoustics 5. _____
- Shock and Vibration 6. _____
- Hearing Sciences 7. _____
- Speech Sciences 8. _____
- Underwater Acoustics 9. _____
- Signal Processing / Numerical Methods 10. _____
- Other 11. _____

Business telephone number (_____) _____

Business facsimile number (_____) _____

Business E-Mail number _____

FACTURE D'ABONNEMENT

L'abonnement pour la présente année est dû le 31 janvier. Les nouveaux abonnements reçus avant le 1 juillet s'appliquent à l'année courante et incluent les anciens numéros (non-épuisés) de *l'Acoustique Canadienne* de cette année. Les abonnements reçus après le 1 juillet s'appliquent à l'année suivante.

Cocher la case appropriée :

____ Membre individuel
 ____ Membre étudiant(e)
 ____ Membre institutionnel
 ____ Abonnement de soutien

Versement total

**RENSEIGNEMENT POUR L'ANNUAIRE DES
MEMBRES**

Cocher vos champs d'intérêt (max. 3):

- 1. Acoustique architecturale
- 2. Génie acoustique / Contrôle du bruit
- 3. Acoustique physique / Ultrasons
- 4. Acoustique musicale / Electroacoustique
- 5. Physio/psycho-acoustique
- 6. Chocs et vibrations
- 7. Audition
- 8. Parole
- 9. Acoustique sous-marine
- 10. Traitement des signaux / Méthodes numériques
- 11. Autre

Numéro de téléphone au bureau

Numéro de télécopieur au bureau

Numéro de courrier électronique au bureau

PLEASE TYPE NAME AND ADDRESS BELOW:

VEUILLEZ ECRIRE VOTRE NOM ET VOTRE
ADRESSE CI-DESSOUS:

Faites parvenir ce formulaire à l'adresse suivante en prenant soin d'y joindre un chèque fait au nom de L'ASSOCIATION CANADIENNE D'ACOUSTIQUE:

Make cheques payable to THE CANADIAN ACOUSTICAL ASSOCIATION. Mail this form with payment to:

Trevor R. T. Nightingale
 Secretary, Canadian Acoustical Association
 P. O. Box 74068
 Ottawa, Ontario K1M 2H9

**The Canadian Acoustical Association
l'Association Canadienne d'Acoustique**



PRESIDENT PRÉSIDENT	John Hemingway 2410 Old Pheasant Road Mississauga, Ontario L5A 2S1	(416) 798-0522
PAST PRESIDENT PRÉSIDENT SORTANT	David Chapman Defence Research Establishment Atlantic P.O. Box 1012 Dartmouth, Nova Scotia B2Y 3Z7	(902) 426-3100
SECRETARY SECRÉTAIRE	John Bradley P. O. Box 74068 Ottawa, Ontario K1M 2H9	(613) 993-9747
TREASURER TRÉSORIER	Sharon Abel Mount Sinai Hospital 600 University Avenue Toronto, ON M5G 1X5	(416) 586-8278
MEMBERSHIP RECRUTEMENT	Don Jamieson Hearing Health Care Res. Unit Elborn College University of Western Ontario London, Ontario N6G 1H1	(519) 661-3901
EDITOR-IN-CHIEF RÉDACTEUR EN CHEF	Murray Hodgson Occupational Hygiene Programme University of British Columbia 2206 East Mall Vancouver, British Columbia V6T 1Z3	(604) 822-3073
DIRECTORS DIRECTEURS	Li Cheng Annabel Cohen Stan Dosso Blaise Gosselin	David Quirt Ramani Ramakrishnan Cameron Sherry Elzbieta Slawinski

SUSTAINING SUBSCRIBERS / ABONNES DE SOUTIEN

The Canadian Acoustical Association gratefully acknowledges the financial assistance of the Sustaining Subscribers listed below. Annual donations (of \$150.00 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 d'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 \$150.00 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 d'Acoustique) au secrétaire de l'Association.

Acoustec Inc.

Attn. Dr. J. G. Migneron
935 rue Newton, suite 103
Québec, Québec G1P 4M2
Tél: (418) 877-6351

Aercoustics Engineering Ltd.

Barman & Associates
50 Ronson Drive, Suite 127
Rexdale, Ontario M9W 1B3
Tel: (416) 249-3361

Atlantic Acoustical Associates

P. O. Box 96, Station M
Halifax, NS B3J 2L4

H.L. Blachford Ltd.

Attn. Mr. D. E. Watson
2323 Royal Windsor Drive
Mississauga, Ontario L5J 1K5
Tel: (905) 823-3200

Bolstad Engineering Associates Ltd.

5110 - 97A Street
Edmonton, Alberta T6E 5E6
Tel: (403) 434-9386

Bruel & Kjaer Canada Ltd.

90 Leacock Road
Pointe Claire, Quebec H9R 1H1

Canadian Home Acoustics Inc.

Attn. Mr. Roger Foulds
PO Box 388
9 Doble Street
Sunderland, Ontario L0C 1H0
Tel: (905) 357-3303

J. E. Coulter Associates Engineering

Suite 507, 1200 Sheppard Avenue East
Willowdale, Ontario M2K 2S5
Tel: (416) 502-8598

Dalimar Instruments Inc.

193, Joseph Carrier
Vaudreuil-Dorion, Québec J7V 5V5
Tél: (514) 453-0033

Eckel Industries of Canada Ltd.

Attn. Mr. Blake Noon
P.O. Box 776
Morrisburg, Ontario K0C 1X0
Tel: (613) 543-2967

Environmental Acoustics Inc.

Attn. Mr. H. J. Doedens
Unit 22, 5359 Timberlea Blvd.
Mississauga, Ontario L4W 4N5
Tel: (905) 238-1077

Hatch Associates Ltd.

Attn.: Mr. Tim Kelsall
2800 Speakman Drive
Mississauga, Ontario L5K 2R7
Tel: (905) 855-7600

Industrial Metal Fabricators (Chatham) Ltd.

Industrial Noise Control
Attn. Mr. Frank van Oirshot
P. O. Box 834 / 288 Inshes Avenue
Chatham, Ontario N7M 5L1
Tel: (519) 354-4270

Integral DX Engineering Inc.

907 Admiral Avenue
Ottawa, Ontario K1Z 6L6
Tel: (613) 761-1565

Mechanical Engineering Acoustics and Noise Unit

University of Alberta
6720 - 30th St.
Edmonton, Alberta T6P 1J6
Tel: (403) 466-6465

MJM Conseillers en Acoustique Inc.

MJM Acoustical Consultants Inc.
Attn. M. Michel Morin
Bureau 440, 6555 Côte des Neiges
Montréal, Québec H3S 2A6
Tél: (514) 737-9811

Nelson Industries Inc.

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

OZA Inspections Ltd.

PO Box 271
Grimsby, Ontario L3M 4G5
Tel: (905) 945-5471

Peutz & Associés

Attn. Marc Asselineau
103 Bd. Magenta
F-75010 Paris, France
Tél: (33) 42-85-84-85

Scantek Inc.

916 Gist Avenue
Silver Spring, Maryland, USA 20910
Tel: (301) 495-7738

SNC/Lavalin Environment Inc.

2 Felix Martin Place
Montreal, QC H2Z 1Z3
Tel: (514) 393-1000

Spaarg Engineering Limited

Noise and Vibration Analysis
822 Lounsborough Street
Windsor, Ontario N9G 1G3
Tel: (519) 972-0677

Tacet Engineering Limited

Attn. Dr. M. P. Sacks
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: (905) 764-5223

Wilrep Ltd.

Unit C10 - 1515 Matheson Blvd. E.
Mississauga, Ontario L4W 2P5
Tel: (905) 625-8944