

canadian acoustics

acoustique canadienne

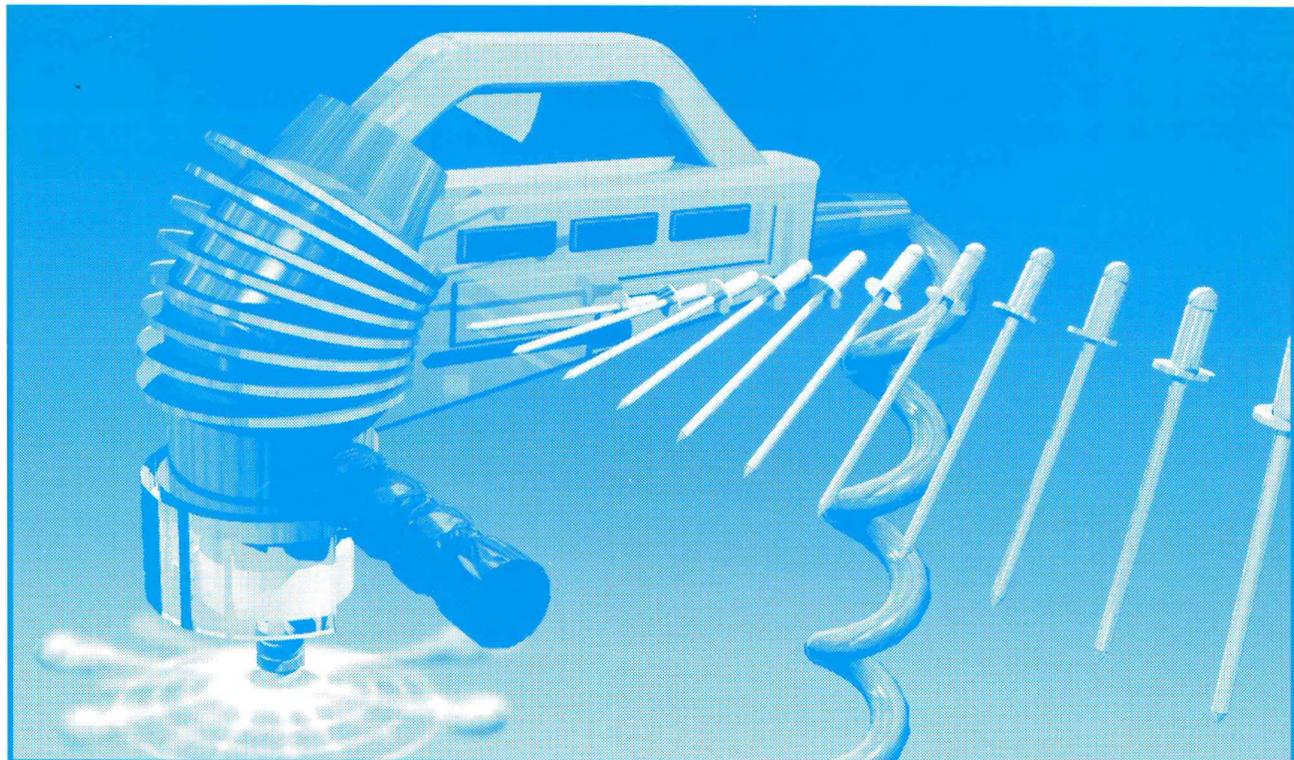
JUNE 1992

JUN 1992

Volume 20 — Number 2

Volume 20 — Numéro 2

Editorial	1
<u>Technical articles / Articles techniques</u>	
Étude de l'efficacité d'un bélier amortisseur S. Bellefleur, M. Amram et L. Zinsch	3
Les sources de variation du spectre à long terme de parole: revue de la littérature Bernard Harmegnies	9
Shallow water acoustics: a review of DREA research David M.F. Chapman, Steven J. Hughes and Philip R. Staal	37
<u>Acoustics Week in Canada 1992 / Semaine de l'Acoustique Canadienne 1992</u>	47
<u>Other features / Autres rubriques</u>	
National Building Code Part 9, Section 9.11, Sound Control	43
Book review / Revue de livre	45
Agenda of Board of Directors Meeting / Ordre du jour de l'assemblée des directeurs	46
News / Information	55



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. Papers reporting new results or applications, as well as review or tutorial papers and shorter research 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. Publications Mail Registration No. 4692. Return postage guaranteed. Annual subscription: \$10 (student); \$35 (individual, corporation); \$150 (sustaining - see back cover). Back issues (when available) may be obtained from the Associate Editor (Advertising) - price \$10 including postage. Advertisement prices: \$350 (centre spread); \$175 (full page); \$100 (half page); \$70 (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 proposer 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. Poste publications - enregistrement n°. 4692. Port de retour garanti. Abonnement annuel: \$10 (étudiant); \$35 (individuel, société); \$150 (soutien - voir la couverture arrière). D'anciens numéros (non-épuisés) peuvent être obtenus du rédacteur associé (publicité) - prix: \$10 (affranchissement inclus). Prix d'annonces publicitaires: \$350 (page double); \$175 (page pleine); \$100 (demi page); \$70 (quart de page). Contacter le rédacteur associé (publicité) afin de placer des annonces.

EDITOR-IN-CHIEF / REDACTEUR EN CHEF

Murray Hodgson
Department of Mechanical Engineering
University of British Columbia
2324 Main Mall
Vancouver, BC V6T 1Z4
(604) 822-3073

EDITOR / REDACTEUR

Chantal Laroche
Sonométrie Inc.
Bureau 514, 5757 Decelles
Montréal, Québec H3S 2C3
(514) 345-0894

ASSOCIATE EDITORS / REDACTEURS ASSOCIES

Advertising / Publicité

John O'Keefe
Aercooustics Engineering Ltd
25-B Belfield Road
Rexdale, Ontario M9W 1E8
(416) 249-3361

News / Informations

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

EDITORIAL

In this issue of your journal are published a technical note on the reduction of noise from a rivet gun (which explains the surrealist cover illustration), and an extensive review of the literature on the subject of long-term speech spectra. Also published is an information note describing the acoustical research activities of the Defense Research Establishment Atlantic.

Canadian Acoustics welcomes receiving for publication descriptions of the research activities of Canadian acoustical or vibration groups or individuals. Send your contribution directly to the Editor-in-Chief.

On a similar subject, may I remind you that Canadian Acoustics will publish, free of charge, advertisements from employers looking for staff, or from individuals seeking employment. The job page got off to a roaring start last year but has nearly disappeared recently. Is this an indication that the novelty has rubbed off, or of the hard economic times? Again, send your job notices to the Editor-in-Chief.

Acoustics Week in Canada 1992, to be held in Vancouver, is fast approaching. Presented in this issue is the preliminary list of papers. Descriptions of the three courses to be offered are also contained herein. If you plan to attend the meeting or, in particular, a course, early registration is recommended. It is difficult to plan accurately the required conference facilities without an accurate knowledge of the number of participants. In the case of courses, these will have to be cancelled if a sufficient number of registrations is not received in the near future.

Dans ce numéro de votre journal, vous trouverez une note technique portant sur la réduction du bruit émis par un pistolet à rivets (ce qui explique l'illustration surréaliste de la page couverture) ainsi qu'une revue de littérature exhaustive sur les spectres à long terme de la parole. Une note d'information décrivant les activités de recherche en acoustique du Defense Research Establishment Atlantic est aussi publiée.

L'Acoustique Canadienne vous invite à soumettre des textes décrivant les activités de recherche de groupes ou d'individus canadiens spécialisés en acoustique ou en vibration. Faites parvenir vos textes au rédacteur en chef.

Dans le même ordre d'idée, puis-je vous rappeler que l'Acoustique Canadienne publiera, sans frais, des annonces d'employeurs à la recherche de personnel ou d'individus à la recherche d'emploi. La page réservée à cette fin a connu un franc succès l'an dernier mais a pratiquement disparu depuis. Est-ce un indice que la nouveauté s'est effacée ou que la situation économique est difficile? N'hésitez pas à envoyer vos notes d'emploi au rédacteur en chef.

La Semaine de l'Acoustique 1992 qui se tiendra à Vancouver approche à grands pas. Dans ce numéro, vous trouverez une liste préliminaire des communications ainsi qu'une description des trois cours qui seront offerts. Si vous prévoyez participer au congrès, et particulièrement à un cours, nous vous recommandons de vous inscrire à l'avance. Il est difficile de bien planifier l'organisation du congrès sans connaître le nombre de participants. Dans le cas des cours, ils devront être annulés si le nombre de participants n'est pas suffisant d'ici quelques semaines.

Blachford

H.L. BLACHFORD, LTD.

The ABC's of noise control:

Aquaplas: Vibration Damping

Baryfol: Noise Barriers

Conaflex: Absorption Media

Blachford manufactures barriers, absorption and vibration damping materials in Mississauga and Montréal. Blachford also provides standard and custom-made products in liquid, sheet, roll or die-cut parts specially designed to suit your needs.

“YOUR CANADIAN SOURCE OF
NOISE CONTROL MATERIALS
FOR OVER 25 YEARS.”

Blachford



MISSISSAUGA
416-823-3200

MONTREAL
514-866-9775

VANCOUVER
604-263-1561

ÉTUDE DE L'EFFICACITÉ D'UN BÉLIER AMORTISSEUR

S. Bellefleur, M. Amram, L. Zinsch
Ecole Polytechnique de Montréal
Département de génie physique, Montréal, H3C 3A7

SOMMAIRE

Ce travail fut effectué dans l'intention de vérifier l'efficacité d'un béliet d'acier possédant deux cavités à demi-remplies de mercure dans la réduction du niveau de pression sonore du bruit rayonné par une riveteuse. En ce sens, une comparaison du niveau de pression sonore (dB) avec les deux types de béliet, standard et au mercure, fut réalisée. L'effet de certains paramètres, tels que la force appliquée sur le béliet ou l'impédance au niveau de cet appui a été démontré. Le comportement de ce béliet au mercure est semblable à celui d'un filtre à bande d'arrêt.

ABSTRACT

The aim of this work was to check the effectiveness of a steel bucking-bar with two half-filled mercury pits in reducing the sound pressure level of a riveting gun. For that purpose, a sound pressure level comparison for the two kinds of bucking-bar, standard and with mercury, was realized. The effects of some parameters, like the bucking-bar applied force or the impedance of its support were investigated. The behaviour is similar to that of a band-stop filter.

1. INTRODUCTION

Le rivetage est un procédé fréquemment utilisé dans les industries. Deux ouvriers participent à ce travail. L'un appuie la riveteuse sur le rivet, la plaque et la pièce à riveter, pendant que l'autre, situé derrière la plaque, appuie un béliet contre le rivet pour bien l'écraser. Ce dernier appui étant simulé par le support profilé en U sur la figure 5. Après réflexion sur le béliet, seulement un tiers de l'énergie délivrée par la riveteuse est absorbée par le rivet [2], considérant l'énergie cinétique transmise au béliet comme négligeable, la différence est alors transmise en vibrations dans la structure rivetée. Une telle opération engendre un niveau sonore élevé et de fortes vibrations. Plusieurs études ont été effectuées sur les impacts de ces derniers inconvénients [2] [3]. L'élimination de ces inconvénients est délicate. La solution idéale pour conserver la précision de la tâche consiste à transformer l'appareillage utilisé ou d'amortir la structure périodiquement percutée. Plusieurs méthodes ont été proposées [4] mais aucune ne concernant l'utilisation d'un béliet muni de cavités contenant du mercure. Cet article est le résumé de mesures effectuées avec un tel béliet.

2. ESSAIS EN USINE

L'absorption de vibrations par des liquides immiscibles est actuellement utilisée pour amortir les oscillations de structures [1]. Basée sur ce dernier principe, une solution aux problèmes du rivetage consiste à utiliser un béliet possédant deux cavités à demi-remplies de mercure. Le béliet testé est donc constitué d'une pièce en acier trempé dans laquelle deux cavités cylindriques ont été creusées et à moitié remplies de mercure, puis scellées hermétiquement.

Ce béliet a été testé chez Bombardier-Canadair. Le montage était simplement constitué d'un microphone situé tout près

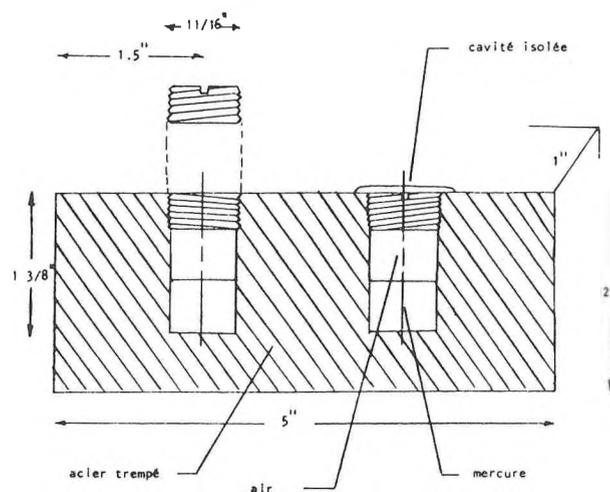


Figure 1. Béliet au mercure

de l'ouvrier tenant le béliet au mercure à l'intérieur d'une carlingue d'avion. Lorsque la riveteuse, maintenue par un autre ouvrier, était actionnée, on enregistrait le signal capté par le microphone à l'aide d'une enregistreuse vidéo Panasonic (modèle AG-2400), par l'intermédiaire d'un convertisseur analogique/numérique Nakamichi (modèle DMP100). La figure 2 représente ce système de mesure. Tout une opération réelle s'étendant sur plus de 30 rivets était ainsi enregistrée. Ce signal était analysé plus tard à l'Ecole Polytechnique de Montréal à l'aide d'un analyseur de signaux bicanal FFT de marque Bruel & Kjaer (type 2032). Les spectres ainsi obtenus pour le béliet standard et pour le béliet au mercure sont superposés dans la figure 3. On remarque une

amélioration de 8.4 dB lors de l'utilisation du béliet au mercure. Notons que le rivetage étant effectué sur une carlingue d'avion dont les modes résonnants étaient

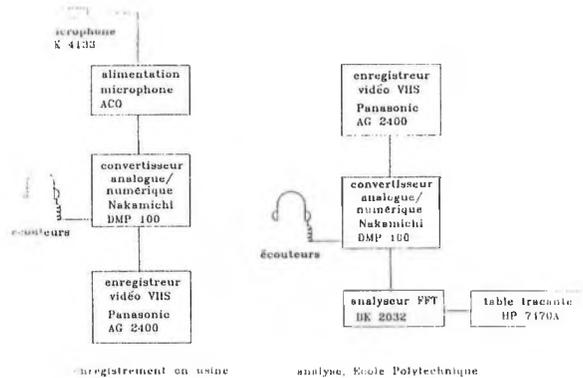


Figure 2. Appareillage utilisé chez Bombardier-Canadair

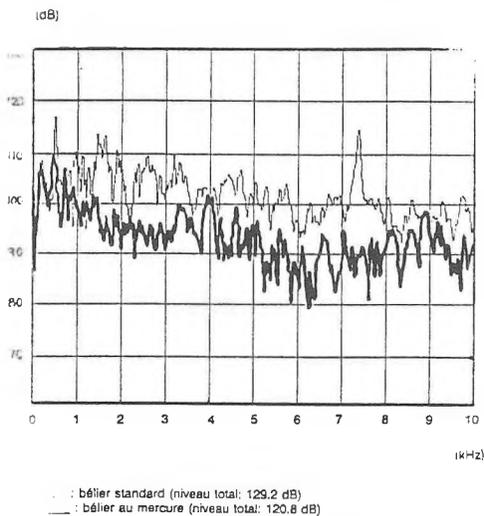


Figure 3. Spectres en bande étroite du niveau sonore moyen obtenu à l'intérieur d'un fuselage de "Challenger" dans les ateliers de Bombardier-Canadair

facilement excités, l'atténuation obtenue à l'aide de ce béliet était d'autant améliorée. Une partie de l'énergie de frappe ne se réfléchit pas sur le béliet amortisseur car les vibrations générées par les chocs y sont partiellement dissipées par des frottements associés à la turbulence. Donc une quantité moindre de l'énergie vibratoire est transmise à la carlingue. Une énergie vibratoire plus faible signifiant des modes excités plus faiblement dans la structure, il était normal de constater une diminution de l'intensité du bruit émis par rayonnement, d'autant plus qu'il y avait présence de résonance de structure amplifiée par la réverbération. L'observation d'un contenant de mercure muni d'une vitre et soumis à de fortes vibrations a permis de constater que le mercure éclatait en milliers de petites gouttelettes. Il s'agit bel et bien d'un effet de turbulence qui doit absorber une partie de l'énergie vibratoire [4]. Une mesure de température d'une bouterolle (pièce de la riveteuse qui percute le rivet) munie d'une cavité complètement remplie de mercure (à l'exception de l'air

résiduel) nous a permis de constater l'augmentation importante de température de celle-ci lors de son utilisation. En effet, toucher la bouterolle à ce moment pouvait causer des brûlures. Il semble donc que la compression adiabatique répétitive de l'air par le mercure entraîne une certaine production de chaleur dans le béliet. Il est aussi probable que le frottement entre le mercure et l'acier du béliet soit aussi en cause dans la dissipation de l'énergie vibratoire du système. Une hypothèse raisonnable consiste aussi à supposer que cette affirmation est vraie, mais à un degré moindre, pour un béliet dont les cavités sont à demi remplies de mercure.

3. ESSAIS EN CHAMBRE ANECHOIQUE

L'étude des niveaux sonores émis par une riveteuse nous impose certaines limites que l'on doit respecter ou tout au moins approcher. L'essentiel du problème consiste alors à obtenir des mesures reproductibles dans les conditions traditionnelles d'utilisation de cet appareil. Cependant, les bruits de fond présents dans une usine rend difficiles les mesures en cet endroit, et avec la tenue manuelle du béliet, il y aurait, d'un essai à l'autre, une variation assez remarquable de la force appliquée sur ces pièces. L'amplitude des phénomènes mis en cause étant fortement dépendante de cette force, les comparaisons entre les deux types de béliet seraient alors entachées d'une certaine erreur. Nous avons donc dû maintenir physiquement en place le béliet et la riveteuse, à l'aide d'un montage qui ne nécessite pas d'intervention humaine lors de la mise en marche. Ce montage était installé en chambre anéchoïque, à l'Ecole Polytechnique de Montréal. Un tel montage permettait alors de maintenir constante la force appliquée sur le béliet et devait donc nous permettre de reproduire, d'une mesure à l'autre, les mêmes conditions. Ce montage ne pouvait malheureusement pas imiter parfaitement l'impédance de la main humaine. Les appuis utilisés sur la riveteuse et le béliet ne pouvaient que s'en approcher. Notons également que l'utilisation d'une petite plaque à riveter limite notre étude aux hautes et moyennes fréquences. La figure suivante représente la structure sur laquelle est fixée la plaque à riveter.

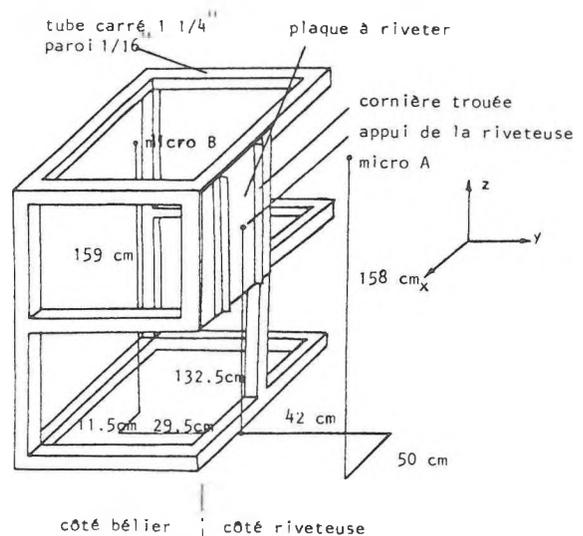


Figure 4. Structure rivetée

Cette plaque est simplement vissée et renforcée par des cornières, deux à l'avant et trois à l'arrière. C'est sur la cornière centrale arrière que repose le béliet. Elle agit aussi comme une des pièces sur laquelle la plaque est rivetée. La structure est maintenue rigidement sur le grillage du plancher de la chambre anéchoïque par plusieurs serres. Les positions des microphones A et B, ainsi que de l'appui de la riveteuse, visibles sur la figure 4, sont telles qu'indiquées ci-dessous: (précision de 1cm)

- micro A : x=50cm, y=42cm, z=158cm;
- micro B : x=-11cm, y=-29cm, z=158cm;
- appui de la riveteuse (bouterolle) : x=0cm, y=0cm, z=132cm;

Les microphones sont maintenus en place par des supports reposant sur du caoutchouc-mousse, afin d'éviter que les vibrations propagées par le plancher leurs soient transmises.

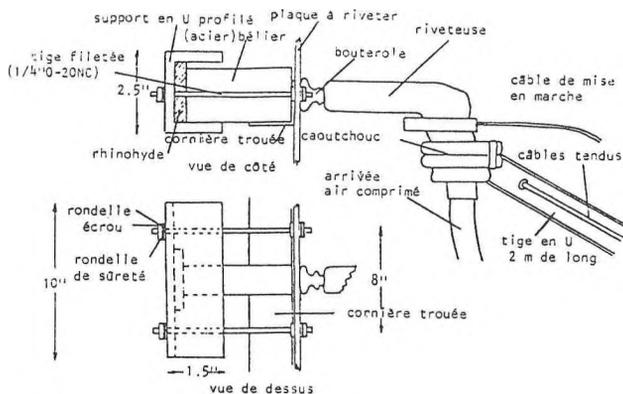


Figure 5. Vue de côté et de dessus du système de rivetage

La figure 5 est une vue sur la partie principale du montage. La plaque et la cornière à riveter sont bien positionnées entre la bouterolle de la riveteuse et le béliet. Le béliet est maintenu sur la plaque par un profilé en U. Le tout est alors serré à l'aide de deux tiges filetées, situées de chaque côté du béliet. Il est à noter la présence de 10mm de rhinohyde ou de thiosulfite dans la pièce en U pour diminuer la rigidité du contact avec le béliet et isoler les deux pièces métalliques l'une de l'autre. Le rhinohyde est un plastique renforcé par une structure métallique pour améliorer sa résistance. Le thiosulfite est un plastique plus souple. Il est aussi possible d'appuyer manuellement sur le béliet, comme en usine, en retirant le profilé en U et les deux tiges filetées.

La riveteuse est pour sa part maintenue par une longue tige en U. Elle est simplement appuyée sur la plaque. Cet appui est constant tout au long des essais. Elle est retenue par un pivot fixé sur une base de bois, sur laquelle sont déposés des poids pour éviter tout déplacement. Du caoutchouc-mousse est situé entre la riveteuse et la tige pour éviter la transmission de vibrations à cette dernière. Les mouvements latéraux de la riveteuse sont restreints par la présence de deux câbles tendus, un de chaque côté, reliés au pivot de la tige.

La mise en marche de la riveteuse s'effectue par la traction d'un câble métallique, relié à la salle adjacente où sont situés les principaux appareils de mesure. Pour la mesure de la pression sonore, deux microphones de diamètre

1/4\"/>

Les mesures de niveaux sonores et de niveaux de vibrations s'effectuent grâce à l'analyseur bicanal (FFT). Cet appareil nous permet d'obtenir le spectre désiré (sonore ou de vibration) après avoir réglé une fenêtre de durée ajustable (TRANSIENT) pour obtenir l'analyse sur une seule impulsion de la riveteuse. Ceci est réalisable grâce à un enregistrement des impacts périodiques de la riveteuse.

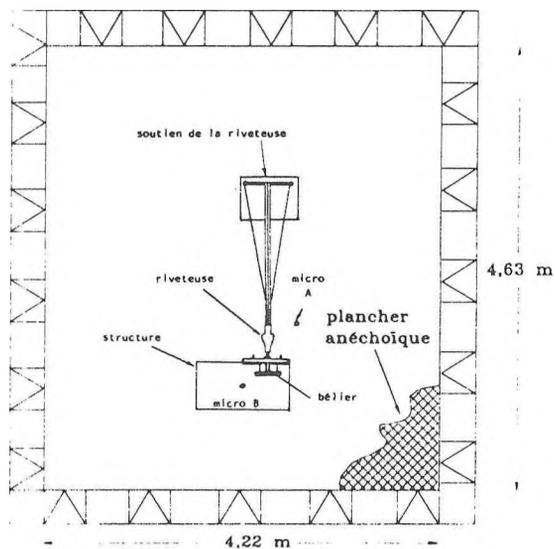


Figure 6. Position du montage en chambre anéchoïque

Nous fixons alors la longueur de la fenêtre choisie. Ici, nous optons pour une fenêtre de longueur 31.234 ms se déclenchant à t=0 ms, tel que montré à la figure 8.

Notons cependant que l'étude réalisée dans la chambre anéchoïque était vraiment l'étude du cas le plus défavorable, et ceci pour deux raisons. D'une part, la structure utilisée n'était pas aussi rigide que celle utilisée chez Bombardier-Canadair, une amélioration avec un tel montage, plus efficace sur les hautes fréquences, était alors plus difficile à obtenir. D'autre part, l'opération se faisait sans rivet, ce qui a pour conséquence de transmettre 100% de l'énergie au système structure-béliet puisqu'aucune partie de l'énergie n'est alors absorbée par la déformation du rivet. Notons aussi qu'une trop grande énergie transmise au béliet peut saturer sa capacité de dissipation, diminuant ainsi son efficacité apparente.

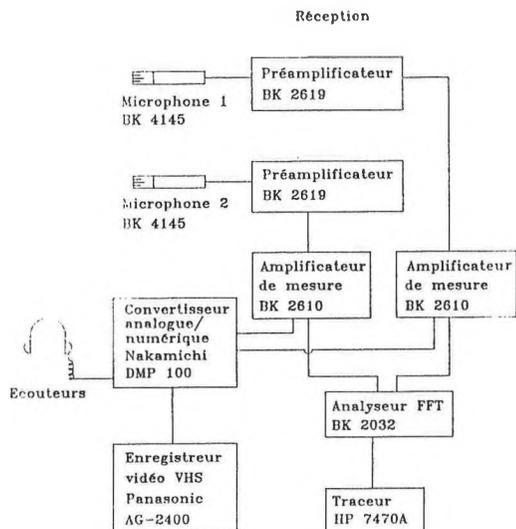


Figure 7. Appareillage de mesure

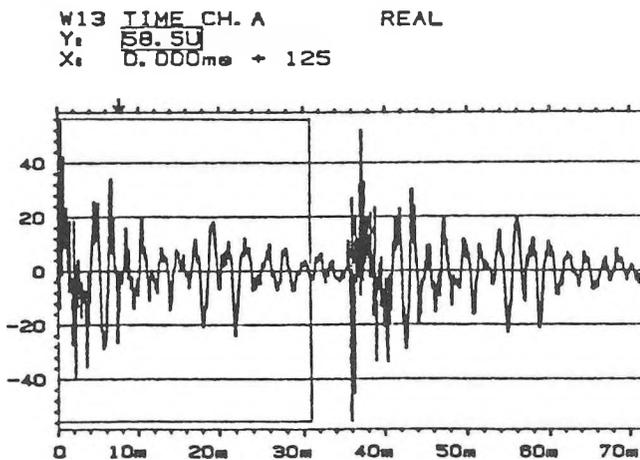


Figure 8. Amplitude des impacts de la riveteuse en fonction du temps

Nous avons étudié l'efficacité du béliet de mercure en fonction de la force d'appui appliquée sur celui-ci. Suite aux résultats de l'étude chez Bombardier-Canadair, on constate que la force d'appui d'un ouvrier semble idéale, ce qui est vérifié dans le présent travail. En fait il s'agissait de faire varier le couple de serrage (moment de force ou torque) appliqué aux boulons serrant la plaque en U par les tiges filetées. Les résultats (moyenne sur quatre mesures) sont présentés sous forme de graphique montrant la variation de la différence entre la pression sonore mesurée lors de l'emploi du béliet standard et celle mesurée lors de l'emploi du béliet au mercure.

Si nous associons ce couple appliqué à la force appliquée par un ouvrier, soit environ 650 Newtons (50% de son poids plus sa force de poussée), par l'équation suivante [4],

$$T = 0.2 \times F \times d$$

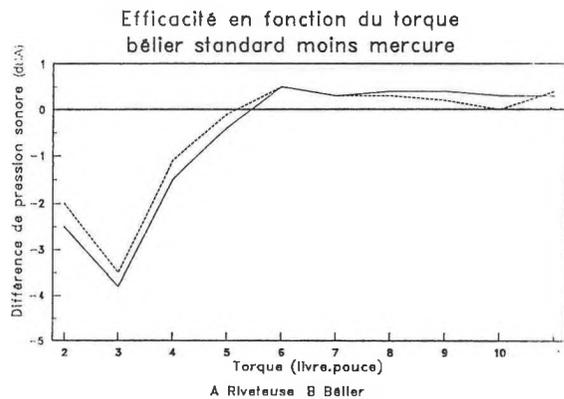


Figure 9. Pression sonore avec béliet standard moins celle obtenue avec le béliet au mercure, côté riveteuse et côté béliet. (écart type moyen de 0.4 dBA)

où F est la force appliquée, d le diamètre de la tige filetée et T le torque correspondant, on constate qu'un ouvrier exerce l'équivalent d'un couple de serrage d'environ 8 livres-pouces. On remarque alors que ce couple est bel et bien situé dans la plage efficace de la figure 9. Noter cependant que cette dernière équation est très approximative puisque l'on associe le système de maintien de la bouterolle à celui d'un boulon et écrou. Ce couple fut toujours utilisé dans la deuxième étape, l'étude aux tiers d'octave de l'effet de l'impédance de l'appui.

Une étude aux tiers d'octave nécessite une reproductibilité raisonnable des résultats. Pour améliorer la précision, nous effectuons un calcul statistique sur quatre mesures (le béliet étant retiré et remplacé de nouveau à chaque mesure), nous donnant une moyenne sur les niveaux sonores en dBA avec un écart type moyen de 0.4 dBA. Les spectres aux tiers d'octave sont calculés à l'aide de l'analyseur bicanal (FFT).

Lors de l'utilisation du rhinohyde, l'atténuation obtenue avec le béliet au mercure est relativement faible. Elle est de l'ordre de 0.5 dBA sur le niveau total du côté de la riveteuse et de 0.3 dBA du côté du béliet. Les figures 10 et 11 nous montrent que les spectres obtenus avec le béliet au mercure sont semblables. Les améliorations enregistrées sont assez aléatoires.

L'atténuation obtenue avec le béliet au mercure est meilleure lors de l'utilisation du thiosulfite. Elle est de l'ordre de 1.2 dBA sur le niveau total du côté de la riveteuse et de 1.0 dBA du côté du béliet. En ce qui concerne l'analyse en tiers d'octave, les améliorations (figures 12 et 13) sont relativement bonnes sur tout le spectre et importantes de 1250 à 2500 Hz du côté de la riveteuse et à 1250 Hz du côté du béliet. Le thiosulfite étant plus souple que le rhinohyde, son impédance se rapproche plus de celle de la main. Cela signifierait que pour obtenir une atténuation optimale avec un montage comme celui-ci, l'impédance du contact entre le profilé en U et le béliet est importante.

Une tenue manuelle du béliet nous permet cependant de constater, comme le démontre le spectre obtenu du côté du béliet (figure 14), que l'utilisation du béliet au mercure déplace l'énergie sonore des hautes fréquences

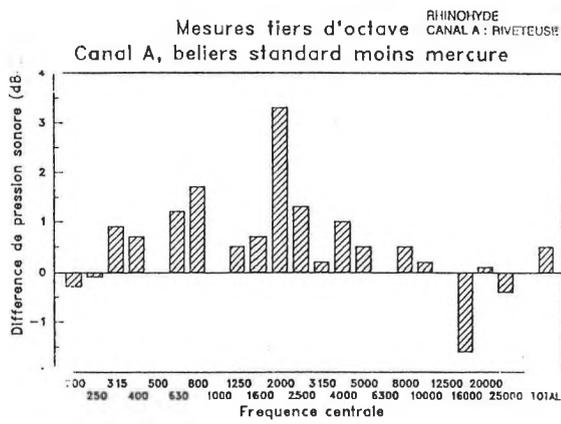


Figure 10. Différence de pression sonore obtenue avec rhinohyde entre l'utilisation du béliet standard et du béliet au mercure, côté riveteuse

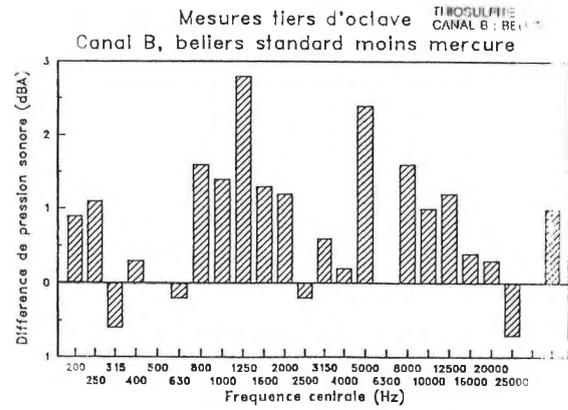


Figure 13. Différence de pression sonore obtenue avec thiosulfite entre l'utilisation du béliet standard et du béliet au mercure, côté béliet

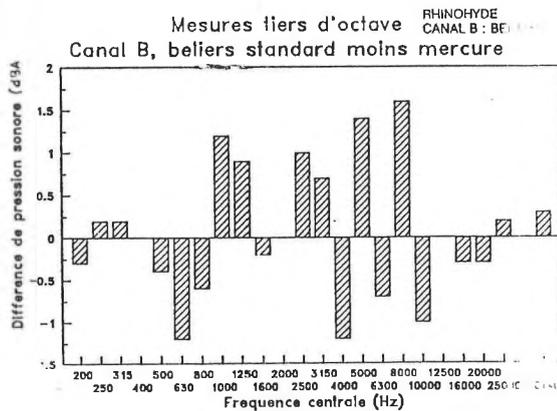


Figure 11. Différence de pression sonore obtenue avec rhinohyde entre l'utilisation du béliet standard et du béliet au mercure, côté béliet

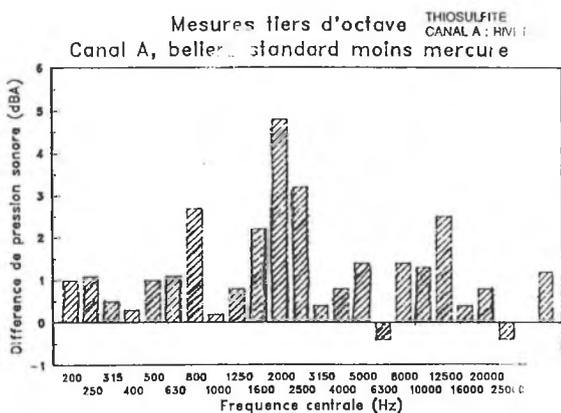


Figure 12. Différence de pression sonore obtenue avec thiosulfite entre l'utilisation du béliet standard et du béliet au mercure, côté riveteuse

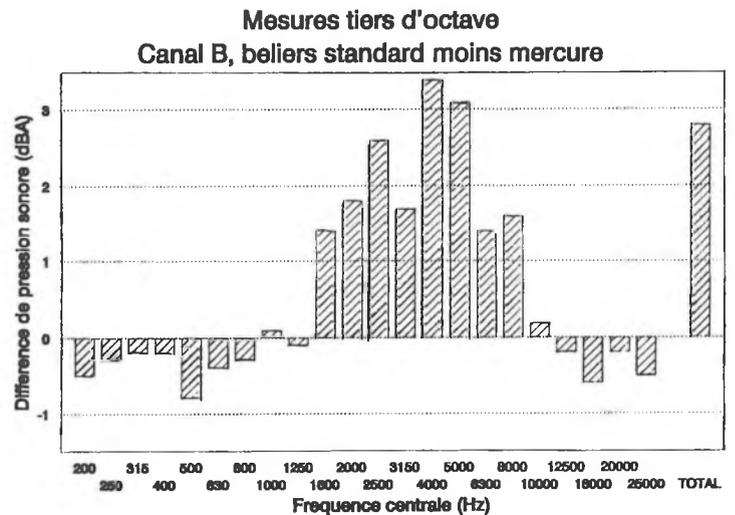


Figure 14. Différence de pression sonore obtenue avec tenue manuelle entre l'utilisation du béliet standard et du béliet au mercure, côté béliet

vers les basses fréquences. Ceci serait dû à un effet inertiel du mercure qui, prologeant le contact béliet-plaque, provoque un déplacement de cette énergie vers les basses fréquences.

On y remarque bien qu'il y a atténuation importante (totale de près de 2.8 dB) surtout présente dans la bande comprise entre 1600 et 8000 Hz. Il semble donc que le béliet au mercure agit comme un filtre à bande d'arrêt. Les hautes fréquences semblent être absorbées par la main tenant le béliet.

4. CONCLUSION

Il semble bien que le bélier de mercure se rapproche d'un filtre réactif par la présence de ses discontinuités provoquant la dispersion des ondes vibratoires. Son comportement résistif est démontré par la dissipation de l'énergie vibratoire par turbulence, par le frottement du mercure contre les parois de chacune des cavités, ou par compression adiabatique répétitive de l'air contenu dans la cavité. Malheureusement, l'énergie de hautes fréquences dissipée par la main semble trop élevée et risque de provoquer des problèmes physiques (mains blanches) à l'ouvrier tenant cet instrument [2], bien que les basses fréquences soient plus dommageables. Il faudra donc utiliser un appui absorbant les vibrations de hautes fréquences, du type thiosulfite, entre la main et le bélier au mercure, protégeant ainsi suffisamment la main de l'ouvrier tout en favorisant l'efficacité du bélier au mercure. L'utilisation d'un autre produit, un liquide ou une poudre, tout aussi dense et efficace que le mercure mais moins toxique serait aussi à souhaiter. Ces deux derniers changements permettraient possiblement la mise au point d'un nouveau système intéressant pour la diminution du bruit de rivetage industriel.

REFERENCES

1. BAUER H.F., **OSCILLATIONS OF IMMISCIBLE LIQUIDS IN A RECTANGULAR CONTAINER : A NEW DAMPER FOR EXCITED STRUCTURE**, Journal of Sound & Vibration, vol. 93, pages 117-133, 1984.
2. Dandenell Rolf, Engström Krister, **VIBRATION MEASUREMENTS AND ANALYSIS OF PERCUSSION TOOLS SUCH AS RIVETING HAMMERS AND BUCKING BARS**, International report of the department of occupational Health and Safety of SAAB-SCANIA, Linköping, Sweden, pages 13-23 1984
3. LINDQUIST B., **ERGONOMIC TOOLS IN OUR TIME**, Atlas Copco publication, Stockholm, 1986, 121 pages.
4. SCANLAN R.H., WARDLAW R.L., **ISOLATION OF MECHANICAL VIBRATION, IMPACT AND NOISE**, J.C. Snowdon & E.E. Ungar, New-York, 1973, 270 pages.
5. VINET Robert, DROUIN, Gilbert et al., **ELEMENTS DE MACHINE**, Ecole Polytechnique de Montréal, 1982, 337p.

INCREDIBLE VERSATILITY

At Only 2.2 lbs.

RION



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
W SCANTEK INC.
Norwegian Electronics • Rion

LES SOURCES DE VARIATION DU SPECTRE A LONG TERME DE PAROLE: REVUE DE LA LITTÉRATURE

Bernard Harmegnies

Département de phonétique et psychoacoustique
Université de Mons-Hainaut,
B-7000 Mons, Belgium.

ABSTRACT

The paper presents a survey of the literature dealing with long term speech spectra. The various contributions are presented and discussed from the viewpoint of the information they give about the sources of variation of long term spectra. Effects of individual characteristics (sex, profession, emotional states, individuality as a whole), of the languages spoken, and of various pathologies are successively taken into account.

SOMMAIRE

L'article présente une revue de la littérature en matière de spectres à long terme de parole. Les diverses contributions sont présentées et discutées du point de vue de l'information qu'elles fournissent à propos des sources de variation des spectres à long terme. Les effets de caractéristiques individuelles (sexe, profession, états émotionnels, individualité comme un tout), des langues parlées et de diverses pathologies sont successivement pris en considération.

1. INTRODUCTION

Nombre d'études ponctuelles ont montré - parfois directement, parfois indirectement - que les Spectres Moyens à Long Terme (SMLT) tirés des signaux de parole subissent les effets de diverses variables. Elles ont, ce faisant, tracé des perspectives d'utilisations pratiques de cet outil dans des secteurs très diversifiés de la recherche appliquée. Les études en la matière s'avèrent cependant très disparates, tant dans leurs buts que dans leurs méthodologies et leurs résultats. Cette situation explique sans doute qu'aucun essai de

synthèse générale n'ait été tenté à ce jour. Un examen approfondi des publications en la matière révèle, comme nous allons le montrer, qu'une grande ignorance mutuelle prévaut parmi les expérimentateurs. C'est précisément cette lacune que nous voudrions contribuer à combler par la présente étude, où nous tenterons d'opérer une large revue des recherches impliquant le spectre moyen à long terme.

Afin de doter d'un caractère raisonné l'examen d'un domaine si multiple, nous centrerons notre analyse sur une interrogation unique. Notre

préoccupation constante sera, d'une part, de rechercher quelles sont les sources qui produisent la variabilité des spectres moyens tirés des signaux de parole et, d'autre part, d'apprécier les contributions relatives de chacune d'entre elles. Cette étude bibliographique s'articulera en trois sections.

Dans la première, nous étudierons les réactions du SMLT à l'action de variables externes aux fonctions langagières. Les données de la littérature en la matière se limitent essentiellement à l'étude des effets de l'identité du locuteur sur le SMLT. Celle-ci sera envisagée d'abord comme une somme d'attributs (sexe, profession, etc.) dont les répercussions peuvent s'étudier isolément. Elle sera ensuite considérée comme un tout indifférencié exerçant, dans sa globalité, des effets d'ensemble.

Dans la seconde section, nous nous centrerons sur les éventuels effets des langues pratiquées par les locuteurs. Nous viserons plus spécifiquement à lever la controverse qui prévaut à l'heure actuelle : certains auteurs affirment en effet que le SMLT est insensible à la langue alors que d'autres prônent l'idée inverse.

Notre troisième section, enfin, envisagera les conséquences de divers phénomènes en rapport direct avec les mécanismes de production de la parole. Nous nous pencherons ainsi sur les répercussions de modifications apportées en plusieurs points de la boucle audio-phonatoire. Nous examinerons successivement les effets sur le SMLT d'altérations (intentionnelles ou non) des systèmes émetteur et récepteur.

2. EFFETS DES CARACTERISTIQUES INDIVIDUELLES

Un individu donné peut être défini par les relations d'appartenance permettant de le ranger dans diverses classes. Celles-ci

prennent alors le statut d'autant d'attributs qui permettent de décrire le sujet. Lorsqu'on cherche à déterminer si un descripteur quelconque constitue un bon marqueur d'individualité, on peut donc commencer par se demander s'il est sensible aux variables permettant de qualifier l'individu. Tel sera l'objet de la première partie de cette section. Nous y envisagerons successivement des variables d'ordre sexuel, psychologique et, enfin, socio-professionnel. Nous nous demanderons dans quelle mesure chacune d'entre elles exerce des effets sur le SMLT.

Au contraire de la démarche précédente, qui consiste à réduire et atomiser, nous adopterons, dans la deuxième partie de cette section, un point de vue de nature holistique. Nous y examinerons en effet une série de recherches destinées à déterminer dans quelle mesure le SMLT révèle l'individualité du locuteur considéré comme un tout indifférencié plutôt que comme la réunion d'un ensemble d'attributs. Les expériences que nous examinerons dans cette partie de notre travail concernent, pour la plupart, la reconnaissance de locuteur. Elles consistent à utiliser le SMLT en tant qu'indicateur acoustique de l'individualité et neutralisent ou ignorent les variables qui concourent à l'établissement de cette dernière.

2.1. Effet de traits individuels isolés

Effets du sexe

La tendance générale la plus nette qui se dégage de la littérature concerne les basses fréquences. La plupart des auteurs s'accordent à y observer des différences entre SMLT masculins et SMLT féminins. Les valeurs fréquentielles annoncées varient certes d'une expérience à l'autre, mais il est clair que les spectres d'hommes présentent une zone de concentration énergétique centrée entre 100 et 140 Hz, alors que dans les spectres de femmes, cette zone apparaît plutôt vers 200 à 250 Hz

(Tarnoczy, 1958; Tarnoczy, 1962, Harris et Waite, 1965; Banuls-Terol, 1971; Lorand et Minier, 1975; Kiukaanniemi et al., 1982; Boullosa et Perez Ruiz, 1984). Dans tous les cas, le phénomène est imputé aux caractéristiques du fondamental, dont la fréquence moyenne et la dispersion varient en fonction du sexe. Plusieurs auteurs font en outre référence à une structure en deux pôles caractérisant les SMLT féminins. Les pics en question apparaissent vers 200 et 500 Hz (Tarnoczy, 1962; Harris et Waite, 1965; Banuls-Terol, 1971) ou 250 et 600 Hz (Boullosa et Perez Ruiz, 1984). Ils sont séparés par un minimum présentant l'aspect d'une vallée plus ou moins profonde. Dans toutes les recherches où apparaît cette structure, les spectres de voix d'hommes sont moins accidentés; ils tendent à présenter un premier maximum de fréquence plus basse, suivi d'une zone de concentration énergétique assez étale s'étendant jusque 700 Hz environ.

En haute fréquence, les différences sexuelles n'apparaissent guère ou s'avèrent, tout au plus, très ténues. Lorsqu'il en est fait mention, les auteurs ne sont d'ailleurs guère unanimes à leur sujet. Certains concluent à la supériorité du niveau du SMLT féminin sur celui du SMLT masculin; ils ne s'accordent cependant pas sur la zone fréquentielle où le phénomène est observable : à partir de 3000 Hz (Fletcher, 1953) ou à partir de 4000 Hz (Banuls-Terol, 1971), voire encore à partir de 8000 Hz (Boullosa et Perez Ruiz, 1984). D'autres suggèrent par contre des relations en sens inverse. Formby et Monsen (1982) notent ainsi que les SMLT féminins tendent à présenter une pente plus importante que les SMLT masculins; Harris et Waite (1965) évoquent, quant à eux, une supériorité du SMLT masculin à partir de 2000 Hz. D'autres, enfin, observent simultanément les deux types de relations. Ainsi, pour Dunn et White (1940), le niveau du SMLT masculin est supérieur à celui du SMLT féminin entre 750 et 4000 Hz et le rapport s'inverse au-delà de 4000 Hz. Kiukaanniemi et

al. (1982) relèvent au contraire une supériorité du SMLT féminin de 600 à 1000 Hz et un rapport inverse au-delà. En outre, les différences observées ne sont en général que peu expliquées. Les seules hypothèses avancées font intervenir la notion de formant (Bordone-Sacerdote et Sacerdote, 1969; Fant, 1973) ou encore une importance prégnante accordée aux sibilantes dans le chef des femmes (Fletcher, 1953).

Effet de l'appartenance à une catégorie socio-professionnelle

Esling semble être le seul auteur qui ait tenté d'étudier, au moyen du SMLT, l'effet de l'appartenance à certaines catégories sociales (Esling, 1986; Esling, 1987). Il étudie les voix de soixante-quatre sujets (32 hommes et 32 femmes) rangés en quatre groupes socio-économiques. Tous sont anglophones et résident à Vancouver. Des analyses descriptives multivariées sont appliquées aux SMLT. Celles-ci révèlent que, dans le groupe féminin, le spectre moyen permet d'opposer la catégorie 1 à la catégorie 2 ("lower working class" et "upper working class") et la catégorie 2 à la catégorie 4 ("upper working class" et "upper middle class"). Cette dernière opposition, au contraire de la première, se retrouve également dans le groupe des hommes. On y observe aussi un contraste entre les classes 3 et 4 ("lower middle class" et "upper middle class"). Aucune autre différence n'est significative. Esling a, par ailleurs, comparé les spectres de ses sujets à des SMLT tirés de ses propres réalisations produites au moyen de 12 "settings" (les configurations articulatoires définies par Laver, 1976) différents. Il découvre que les groupes sociaux 1 et 2 ("lower working class" et "upper working class") peuvent être associés avec les "settings" uvularisés et vélarisés. Le groupe 4 ("upper middle class") présente, quant à lui, des SMLT plus similaires à ceux obtenus avec les "settings" de nasalisation et de vélarisation.

Quelques études laissent par ailleurs à penser que certains professionnels de l'expression orale présentent des caractères vocaux spécifiques, décelables par le SMLT. La plupart de ces recherches concernent les voix de chanteurs.

Janson et ses collaborateurs, à l'occasion d'une recherche générale sur les utilisations du SMLT dans le domaine musical (Janson et Sundberg, 1975; Janson, 1976; Sundberg et Janson, 1976), présentent un SMLT de voix chantée, tiré des productions d'un professionnel. Une zone de concentration énergétique très prononcée y apparaît vers 3000 Hz. Les auteurs attribuent le phénomène au "singing formant" antérieurement décrit par Sundberg (1974). Wedin et al. (1978) ont recouru à dix professionnels pour établir l'efficacité d'une méthode d'entraînement vocal. Aucune différenciation n'est cependant opérée par rapport aux voix de locuteurs ordinaires. Un détail se révèle néanmoins intéressant : c'est dans sa modalité parlée - et non chantée - que la voix des chanteurs paraît subir l'évolution la plus importante. Il semble donc assez net, non seulement qu'un entraînement spécifique peut influencer sur le SMLT, mais encore que l'enseignement d'un comportement vocal déterminé (ici, celle du chant), peut amener à une meilleure stabilité du SMLT. L'effet de l'enseignement semble en outre d'autant plus ample que le mode de production visé (ici, la parole) est peu éduqué au plan de la qualité vocale.

Enfin, à notre connaissance, la seule mention d'une profession autre que celle de chanteur apparaît dans la recherche de Kuwabara et Ohgushi (1984). Ils ont enregistré les voix de cinq sujets ordinaires et de dix présentateurs professionnels. Tous les locuteurs étaient de sexe masculin et les dix spécialistes exerçaient leur profession depuis dix ans au moins. La différence essentielle consiste en l'apparition d'une zone énergétique vers 3-4kHz dans les

SMLT de professionnels, aucune structure de ce type n'étant discernable dans le chef des locuteurs ordinaires. Kuwabara et Ohgushi relient ce phénomène à celui désigné sous le nom de "singing formant", qui apparaît aux mêmes fréquences dans les spectres de voix chantée. Ils estiment que ce pic est en rapport avec la bonne qualité vocale des professionnels et peut-être avec la clarté ("brightness") de leur voix.

Effets de variables psychologiques

Ostwald (1965) a tenté d'objectiver l'effet d'un stress olfactif sur la qualité vocale. Des sujets normaux sont ainsi amenés à s'exprimer avant et après avoir inhalé les vapeurs d'une solution d'ammoniaque concentrée. D'après l'auteur, le stress ainsi occasionné provoque une diminution de l'énergie spectrale dans la bande centrée sur 500 Hz. Ostwald a également étudié l'évolution des voix de divers patients avant et après traitement psychiatrique. Il retient, pour ce faire, trois types d'échantillons vocaux : d'une part, deux extraits d'une conversation avec le patient, l'un présentant un fondamental haut ("high voice"), l'autre un fondamental bas ("low voice"); d'autre part, un extrait tiré d'une lecture du corpus test ("reading voice"). L'auteur fait état de plusieurs cas où les différences entre les SMLT tirés des trois types de voix ont évolué différemment sous l'effet du traitement.

Popov et al. (1971, in Williams et Stevens, 1972) étudient les voix de sujets se trouvant sans conteste dans un état émotionnel de crise: les enregistrements qu'ils étudient sont tirés des conversations de cosmonautes soviétiques aux moments cruciaux d'un vol spatial. Ces auteurs constatent un accroissement du rapport des énergies en faveur des hautes fréquences. Ils remarquent en outre que le centroïde du SMLT s'accroît alors pour atteindre des fréquences comprises entre 300 et 1200 Hz.

Williams et Stevens (1972) emploient, quant à eux, trois acteurs professionnels qu'ils mettent en situation d'exprimer diverses émotions. Parmi de nombreuses analyses, les auteurs présentent trois ensembles de spectres en bandes d'octave (125 - 4000 Hz). Ceux-ci se composent, pour chaque sujet, de SMLT recueillis à partir d'échantillons vocaux produits en situation neutre, de tristesse, de peur ou de crainte. Dans la bande de 125 Hz, les spectres présentent moins d'énergie lorsqu'ils dérivent de productions réalisées en situation de colère ou de crainte que lorsqu'ils proviennent d'une situation neutre. Les auteurs soulignent également qu'en situation de colère, les fréquences supérieures à 1000 Hz présentent des niveaux plus hauts que ceux des basses fréquences. En situation de tristesse, une configuration inverse apparaît.

Hollien et coll., dans plusieurs publications, répliquent une expérience de reconnaissance vocale en mettant leurs locuteurs en état de stress (Hollien et al., 1974; Hollien et Majewski, 1977; Doherty et Hollien, 1978). Pour ce faire, ils envoient aux sujets, durant la séance d'enregistrement, des chocs électriques d'intensité croissante. Les scores d'identification obtenus à partir des SMLT issus des voix des sujets stressés sont inférieurs à ceux provenant des mêmes locuteurs s'exprimant en situation normale. Ils varient en effet de 72 % à 92 %, alors que les scores ordinaires sont en général de l'ordre de 100 %.

2.3. Effets de l'individualité considérée comme un tout

Nombre d'auteurs, sans toujours focaliser particulièrement leur recherche sur l'aptitude du SMLT à différencier les individus, observent une grande variabilité spectrale de sujet à sujet (Rudmose et al., 1948; Benson et Hirsh, 1953; Byrne, 1977, etc.). Ce genre d'observation n'apparaît cependant systématisée que dans les recherches en matière de reconnaissance de locuteurs.

Divers travaux isolés, recourant à des méthodes et des techniques différentes, concluent à la bonne qualité du SMLT, en tant qu'outil de reconnaissance vocale (Pruzansky, 1963; Hargreaves et Starkweather, 1963; Gubrynowicz, 1971; Clarke et Becker, 1969; Bunge; 1977). Les taux de reconnaissance correcte, bien que relativement variables, sont rarement inférieurs à 90 %, et peuvent même atteindre des valeurs très proches de 100 %.

Plusieurs articles ou communications émanent de Furui et ses collaborateurs. Toutes les expériences envisagées recourent au même type de dispositif : les SMLT y sont obtenus par calcul au moyen d'un ordinateur et ensuite transformés en cepstres. En général, dans ces recherches, les comparaisons s'opèrent entre un cepstre test et plusieurs cepstres références. Diverses mesures de dissimilarité sont utilisées; elles dérivent de la distance euclidienne calculée par rapport à la moyenne des cepstres de référence ou sont spécialement étudiées pour prendre en considération la variabilité de ces derniers.

Furui et al. (1972, 1975) ont en particulier étudié l'effet du délai introduit entre la production des corpus test et celle des corpus référence. Ils observent que la variabilité des coefficients correspondant aux basses fréquences est plus importante pour les intervalles plus longs. Cette dernière constatation indique que des changements d'ensemble dans la forme même du SMLT s'opèrent au fil du temps. Furui et al. concluent que le SMLT présente une bonne stabilité intra locuteur pour des périodes allant de quelques jours à trois semaines, mais que, passé ce délai, une variabilité certaine s'installe graduellement. Il apparaît dès lors utile, lorsque l'on désire recourir au SMLT à l'occasion d'une tâche de reconnaissance, de collecter plusieurs références à divers moments éloignés dans le temps. Furui (1978) confirme d'ailleurs l'utilité de cette procédure en faisant état d'une expérience de

vérification de locuteur ayant conduit à un taux de reconnaissance de 95 %, alors que cinq ans s'étaient écoulés entre le recueil de la dernière référence et celui du test. Furui (1986) commente ainsi les variations observées: "la variation du SMLT durant les périodes de moins de trois mois peut être considérée comme une promenade aléatoire multidimensionnelle, dans laquelle la distance à la structure originelle grandit statistiquement comme une fonction de l'intervalle temporel. Cependant, quand la structure [à reconnaître] est échantillonnée par intervalles supérieurs à trois mois, la variation peut être assimilée à une variation aléatoire autour d'une structure connue" (Furui, 1986: 191).

Majewski et Hollien (1975) mènent en parallèle deux expériences identiques sur deux groupes indépendants de 50 sujets de sexe masculin. Dans l'un des groupes, les sujets sont américains et lisent un texte anglais d'environ deux minutes et demie. Dans l'autre groupe, les sujets sont polonais et lisent une traduction polonaise de ce texte. La dissimilarité entre le SMLT test et les SMLT référence est évaluée au moyen de la distance euclidienne. Majewski et Hollien obtiennent des taux d'identification correcte variant de 96 % à 98 % dans le groupe polonais (97.5 % en moyenne) et de 84 à 96 % dans le groupe américain (91 % en moyenne). Les auteurs répliquent la même expérience sur 3 sous-groupes additionnels de 25 sujets américains chacun et 2 sous-groupes de 25 sujets polonais. Dans chacun de ces ensembles, les 3 premiers SMLT sont moyennés et considérés comme référence, alors que le quatrième joue le rôle de test. Des scores d'identification correcte de 100 % sont atteints dans les deux nouveaux groupes polonais, alors que ceux des trois groupes américains sont, respectivement, de 96, 96 et 92 %.

Zalewski, Majewski et Hollien (1975) recourent à un dispositif expérimental très similaire à

celui de l'expérience précédente. La seule différence significative entre les deux expériences tient dans le choix de l'indice de mesure utilisé pour évaluer la ressemblance des spectres. Il s'agit, dans ce cas, du coefficient de corrélation de Bravais-Pearson. De cette manière, les auteurs obtiennent des scores d'identification de 96 % dans le groupe américain et 92 % dans le groupe polonais. Référant aux résultats de Majewski et Hollien (1974), les auteurs constatent que le coefficient de corrélation permet l'obtention de résultats équivalents à ceux provenant de l'utilisation de la distance euclidienne dans le groupe américain, mais pas dans le groupe polonais où le coefficient de corrélation paraît plus discriminant. Les auteurs remarquent, en outre, que les erreurs d'identification constatées ne touchent pas les mêmes sujets, selon que l'on recourt à la corrélation ou à la distance euclidienne. Ils suggèrent ainsi d'envisager une approche permettant de combiner les deux indices.

Doherty (1976) recourt à 50 sujets anglophones de sexe masculin. Il leur applique un dispositif expérimental très proche de ceux utilisés dans les expériences précédentes (même texte, même dispositif d'analyse, 4 SMLT par sujet couvrant chacun 32 s de signal). Grâce à une méthode d'analyse discriminante (non décrite dans l'article), Doherty compare l'efficacité du SMLT à celle d'autres indicateurs acoustiques. Ceux-ci sont dérivés, pour part, de la fréquence fondamentale et, pour part, de la durée d'expression. Il conclut à la supériorité du SMLT sur les autres indicateurs. Les scores de reconnaissance obtenus s'élèvent à 100 % pour le SMLT lorsque tous les canaux d'analyse sont utilisés. Lorsque 11 d'entre eux seulement (315 - 3150 Hz) sont pris en considération, le taux de reconnaissance correcte baisse à 76 %.

2.4. Discussion

A l'occasion de nos investigations relatives à

un éventuel dimorphisme sexuel du SMLT, nous avons constaté, en haute fréquence, d'importantes divergences entre les résultats des différentes études passées en revue. Devant de telles variations, il importe de souligner que les recherches impliquées présentent de grandes différences méthodologiques. Les dispositifs d'analyse, les corpus, les conditions expérimentales y sont très hétérogènes; les langues que parlent les sujets sont multiples; les effectifs des échantillons, en général très réduits, accroissent la probabilité d'émergence de caractéristiques individuelles. On ne peut donc conclure valablement à l'existence ou à la non existence d'effets sexuels dans cette partie du spectre. Les incohérences de la littérature pourraient donc s'expliquer par l'absence totale d'effets, par l'existence d'effets propres aux langues, voire encore par l'existence d'effets généraux ténus et oblitérés par l'hétérogénéité des méthodologies. En outre, les causes de tels effets apparaissent assez obscures et la théorie ne peut donc ici pallier les lacunes de l'expérimentation. Par contre, en basse fréquence, les différences sexuelles - dont l'étiologie est claire - sont suffisamment fortes et générales pour apparaître dans l'ensemble des recherches.

Les quelques recherches relatives aux variables d'ordre psychologique nous ont fait évoluer des états les plus graves de la clinique psychiatrique à des variations très ténues de l'état émotionnel du sujet sain. Dans toutes les études passées en revue, des modifications du SMLT ont été constatées. Il convient cependant de souligner que, dans la plupart des cas, un manque de rigueur méthodologique pourrait avoir biaisé les résultats. D'une part, en effet, plusieurs expérimentations ont été réalisées au moyen d'analyseurs assez frustes. Dans le cas d'Ostwald, les SMLT ont même été construits par un expérimentateur observant visuellement les déviations d'une aiguille sur un cadran pour chaque bande investiguée. D'autre part, les recherches portent en général

sur peu de sujets: quelques cas cliniques (Ostwald, 1965), deux locuteurs (Bordone Sacerdote et Bordone, 1969), ou trois (Williams et Stevens, 1972). Dans certains cas, on peut en outre suspecter que le jeu d'autres variables ait été confondu avec celui des variables proprement psychologiques. Ainsi, dans l'étude d'Ostwald (1965), les enregistrements des malades sont effectués à plusieurs semaines (voire mois) d'intervalles, alors qu'on connaît l'existence d'une variation spontanée du SMLT dans le temps. Les distributions phonémiques des corpus - qui constituent manifestement une source de variation du SMLT - sont en outre parfois variables: dans la recherche d'Ostwald, les SMLT de "low voice" et "high voice", issus de conversations, représentent fort probablement des corpus éminemment différents du texte utilisé en "reading voice". Enfin, il s'avère très malaisé d'apprécier l'ampleur et, partant, le caractère significatif des phénomènes observés, puisqu'ils sont généralement présentés sans aucune référence aux variabilités inter ou intra sujet naturelles.

Les études relatives aux variables d'ordre sociologique ont souligné l'idée que le SMLT pourrait, dans une certaine mesure, s'avérer sensible aux stratifications socio-économiques, voire encore, porter la marque de l'exercice de certaines professions. Sans doute le thème mériterait-il d'être étudié de manière plus approfondie et dans le cadre d'autres groupes linguistiques. Nous retiendrons, faute de plus amples informations, que ces variables méritent en tout cas d'être prises en considération lors de l'élaboration d'un plan expérimental.

Ces recherches corrélant les variations du SMLT à divers traits individuels soulignent certes la sensibilité du SMLT. Leurs résultats restent cependant peu opératoires - voire, dans certains cas, suspects -, faute d'être exprimés en termes quantitatifs. Les recherches en matière de reconnaissance de locuteur paraissent présenter, de ce point de vue, une

A State-of-the-Art Advance from Larson Davis Labs!



The Model 2800 Realtime SLM:

*A Precision Sound Level Meter and a
1/1, 1/3 Octave/FFT Realtime Analyzer*

*with statistical analysis capability and on-board room
acoustics software in a lightweight, notebook-size
package including:*

- Battery Operation
- 256 KB CMOS memory
- External 3 1/2" floppy disk drive,
MS-DOS™ compatible
- RS 232 Interface

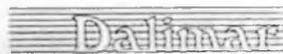


LARSON • DAVIS
LABORATORIES

The Model 2900 Handheld Dual Channel Analyzer:

*All of the features of the Model 2800 plus a tachometer
input and cross-channel measurement capability for:*

- Acoustic Intensity
- Frequency Response
- Coherence
- Impulse Response



Instruments Inc.

89, boul. Don Quichotte - suite #12
11 F. PERRON (QUÉBEC) 17V 6X2

importante supériorité, puisqu'elles ne peuvent se dispenser de l'usage d'outils de quantification. Dans leur ensemble, elles confirment l'idée que le SMLT constitue un excellent indice acoustique d'individualité vocale - à tout le moins dans les conditions des expériences réalisées, à savoir, en laboratoire. Outre que sa qualité a été prouvée à souhait, sa supériorité par rapport à d'autres indicateurs acoustiques a été mise en évidence à plusieurs reprises. Néanmoins, on constate, d'une recherche à l'autre, d'importantes variations des taux de reconnaissance. Celles-ci s'accompagnent, la plupart du temps, de considérables variantes des techniques et procédés mis en oeuvre. On peut naturellement suspecter ces différences méthodologiques d'être à l'origine de la variabilité des taux de reconnaissance. C'est hélas par de nombreuses options que les diverses expérimentations diffèrent les unes des autres. Dans l'impossibilité d'isoler les effets de chacun de ces choix, on ne peut donc évaluer leurs contributions respectives aux variations du pouvoir discriminant du SMLT. Pourtant, toutes les décisions relatives à la mise au point d'un plan expérimental peuvent constituer autant de sources de variations potentielles du SMLT et, plus particulièrement, de son aptitude à discriminer les individus. Ces sources de variation méritent sans aucun doute qu'on les étudie de manière spécifique.

3. EFFETS DE LA LANGUE

Diverses études permettent d'établir des liens, plus ou moins directs, entre la langue parlée par le locuteur et les SMLT dérivant de ses productions. La littérature présente des apports qui, en première analyse, peuvent être regroupés en deux catégories. Dans la première, les auteurs tentent sciemment de décrire un effet de langue spécifique, éventuellement, en comparant deux ou plusieurs langues. La langue y est donc considérée à part entière comme une variable indépendante de l'expérimentation. Dans la

seconde, les auteurs sont, à des titres divers, confrontés à une situation de reconnaissance de locuteur interlangue; ils cherchent donc à adopter une démarche moins descriptive que quantitative, et considèrent l'éventuel effet langue comme le résultat de l'action d'une variable exogène parasitant le processus de reconnaissance. Enfin, d'autres travaux tentent de concilier les deux courants: ils empruntent aux recherches en reconnaissance leur arsenal quantitatif, tout en poursuivant le but unique de statuer sur l'existence et l'ampleur éventuelle des effets induits par la langue.

3.1. La langue en tant que variable indépendante de la recherche

Les recherches concernant la langue anglaise sont nombreuses (Dunn et White, 1940; French et Steinberg, 1947; Rudmose et al., 1948; Benson et Hirsch, 1953; Byrne, 1977; etc.), et on est frappé de constater combien les SMLT qu'elles produisent diffèrent entre eux. En fait, il semble bien difficile de décider si les recherches concernant d'autres langues fournissent des spectres plus différents les uns des autres que ne le sont entre eux les spectres anglais. Une norme, établie par l'ANSI, n'apporte à cet égard que peu de renseignements et le spectre qu'elle présente est si "idéalisé" qu'on aurait peine à ne pas le trouver plus ou moins similaire à n'importe quel SMLT de parole (ANSI, 1969). Il paraît difficile, en tout cas, de voir émerger de ces expériences une structure de SMLT qui serait propre à la langue anglaise. Cette impuissance à mettre au jour des caractéristiques spectrales propres à l'anglais ne doit cependant pas nécessairement conduire à la conclusion que la langue n'influe pas sur le SMLT. La plupart des recherches sur l'anglais utilisent en effet des techniques vieillies, dont on peut douter de la précision. Les options méthodologiques qu'elles mettent en oeuvre sont en outre variables. Souvent, le nombre de sujets est réduit (11, dans le cas de Dunn et White, par exemple, qui sont pourtant si

souvent cités à titre de référence); la composition phonémique des corpus semble incontrôlée dans une large mesure; les durées de production sont variables, et en général plutôt réduites; les facteurs différenciant les types d'analyses acoustiques sont multiples (échelles fréquentielles, bandes passantes, etc.). En outre, la plupart de ces recherches n'ont pas pour objectif primordial de mettre en évidence l'éventuel effet de l'anglais sur le SMLT. Bref, toutes les conditions sont réunies pour que, même si effet de l'anglais il y a, celui-ci soit masqué par d'autres sources de variation. Byrne (1977) semble cependant pouvoir apporter quelque lumière sur ce terrain. Il utilise en effet des moyens modernes et une méthodologie qui semble fiable. Ses conclusions paraissent pourtant aller à l'encontre de l'idée d'un effet de la langue sur le SMLT. Bien qu'il ait constaté quelques discordances entre ses propres SMLT et ceux d'autres recherches relatives à l'anglais, il souligne en effet leur ressemblance avec ceux d'Anianson (1974) provenant du suédois. Des recherches menées sur d'autres langues poussent aussi à conclure à l'absence d'"effet-langue" sur le SMLT. Ni Boullosa et Perez-Ruiz (1983), ni Lorand et al. (1975) ou Lorand et Minier (1975) ne soulignent en effet de différences entre leurs SMLT dérivés, respectivement, de l'espagnol et du français, avec ceux provenant d'autres langues. En outre, si Kiukaanniemi et Mattila (1980) semblent dans un premier temps, mettre en évidence des différences systématiques entre les SMLT finnois et les SMLT anglais, un raffinement de leur méthodologie les conduit, plus tard (Kiukaanniemi et al., 1982) à un échec en la matière.

A côté de ces recherches, d'autres paraissent au contraire plaider en faveur de l'action d'effets langagiers spécifiques sur le SMLT. Ainsi, Tarnoczy (1958, 1962) met en évidence des différences entre les SMLT du hongrois, de l'anglais et de l'allemand. Banuls-Terol (1971) analyse les dissimilarités que présentent ses

propres SMLT de l'espagnol et ceux de Tarnoczy, provenant du hongrois. De plus, sa démarche (qui consiste à prendre en considération un nombre important de SMLT représentant chacun une langue en vue de mettre en évidence le SMLT de la parole humaine) montre bien qu'il croit à un effet de la langue sur le SMLT : dans le cas contraire, il lui eût suffi de multiplier le nombre de SMLT de sujets quelconques auxquels il aurait eu un accès aisé. Les recherches de Halle et al. (1984) ainsi que celles de de Boysson-Bardies et al. (1986) suggèrent, quant à elles, l'existence de processus très profonds à l'oeuvre dans ce cadre, puisqu'elles montrent que dès 10 mois, le SMLT du babil des enfants est déjà influencé par la langue du groupe social auquel ils appartiennent. Enfin, l'expérience d'Esling (1983) présente, elle aussi, des différences très marquées entre les SMLT des langues étudiées.

3.2. La langue considérée comme variable parasite d'une recherche

Tosi (1979) rapporte deux recherches auxquelles il a collaboré (Bordonne et al., 1974; Tosi et al., 1977) et qu'il qualifie d'expériences pilotes. Toutes deux s'adressent à des locuteurs multilingues (14 hommes et 6 femmes) s'exprimant en piémontais, italien et français. Neuf spectres moyens, couvrant chacun une période de 20 secondes, sont calculés pour chaque sujet et diverses techniques de reconnaissance interlangue sont ensuite appliquées. Les résultats obtenus varient de 30 à 5 % de fausses identifications dans un cas (Bordone et al., 1974) et ne présentent aucune erreur d'identification dans l'autre (Tosi et al., 1977). Tosi conclut : "each speaker possesses relative invariance in his/her choral spectrum, irrespective of the text or language spoken" (Tosi, 1979 : 94).

Les recherches de Hollien et coll. citées plus haut produisent, quant à elles, des résultats plaidant en faveur de l'existence d'un effet

différentiel des langues sur le SMLT (Zalewski et al., 1975; Majewski et Hollien, 1974; Hollien et Majewski, 1977). Les auteurs conviennent qu'une sorte de facteur inter langue est à l'oeuvre et qu'il améliore la sensibilité de la procédure dans le cas des locuteurs polonais. Ils concluent que la puissance du SMLT en tant qu'outil d'identification est "at least somewhat language dependent" (p. 979).

Il est intéressant d'opposer les résultats de ces deux ensembles de recherches. En effet, poussant à l'extrême les conclusions de Tosi, on pourrait en venir à penser que les langues n'exercent guère d'effet sur le SMLT, puisqu'on arrive à reconnaître les sujets même lorsqu'ils parlent des langues différentes. Au vu des résultats de Majewski, Hollien et al., on se sent au contraire fondé à conclure à l'existence d'effets de langue systématiques, puisque des scores de reconnaissance fondés sur le SMLT sont régulièrement supérieurs lorsque la langue polonaise est utilisée. Nolan (1983) examine les résultats rapportés par Tosi (1979), Majewski et Hollien (1975) et Hollien et Majewski (1977). Il souligne l'apparente divergence qui s'en dégage, mais remarque que les résultats ne sont pas directement contradictoires. La différence majeure entre les deux séries d'expériences réside dans l'échantillonnage : on a, dans un cas, affaire à des sujets multilingues, et dans l'autre, à deux groupes indépendants de sujets unilingues. Nolan ajoute cependant qu'un conflit indirect oppose les deux séries d'expériences, car "alors que Tosi prédirait probablement que si les 50 sujets de Majewski et Hollien s'avéraient être bilingues et étaient enregistrés en anglais, leur taux d'identification resterait inchangé, Majewski et Hollien s'attendraient à ce que l'utilisation de l'anglais abaisse les scores d'identification" (Nolan, 1983 : 131).

3.3. Une approche mixte

Ainsi qu'on a pu le constater à souhait, l'analyse de la littérature révèle des tendances

opposées qui ne permettent pas de conclure définitivement à l'existence - ou à la non existence - d'effets de langues sur le SMLT. Plusieurs expériences visant à lever ces incertitudes ont été réalisées au Département de Phonétique et Psychoacoustique de l'Université de Mons. Elles ont principalement recouru à des locuteurs bilingues français/néerlandais. Leurs résultats ont établi, d'abord qualitativement (Harmegnies et Landercy, 1985), ensuite, quantitativement (Landercy et Harmegnies, 1986), l'existence de différences - ténues, mais significatives - entre les spectres du français et ceux du néerlandais.

Les corpus produits par les locuteurs dans les deux langues étaient phonétiquement équilibrés, ils présentaient, ipso facto, des compositions différentes. Nous avons dès lors, à la faveur d'une expérience additionnelle (Harmegnies, 1988), tenté de raffiner notre étude en opposant les comparaisons inter langue de l'expérience de 1986 à des comparaisons inter texte. Nous avons constaté que la variabilité imposée par le changement de langue est supérieure à celle induite par des variations de composition phonétique au sein d'une langue donnée (en l'occurrence, le français).

A l'issue de ces trois premières expériences, un faisceau de preuves semblait concourir à accréditer la thèse de l'existence d'effets spectraux spécifiques aux langues. Ces constatations ne suffisaient cependant pas à lever l'apparente contradiction soulignée par Nolan (1983) entre les conclusions de Tosi et coll. et celles d'Hollien et coll.. Nous avons, dès lors, simulé, à la faveur d'une nouvelle expérience (Harmegnies et al., 1987; Harmegnies, 1988), une tâche de reconnaissance de locuteurs se rapprochant des travaux des auteurs en question. Celle-ci a montré que les deux langues à l'étude produisent des taux de reconnaissance différents. Elle a cependant également

confirmé qu'une reconnaissance inter langue est possible.

3.4. Discussion

Les résultats des expériences montoises semblent permettre de concilier les conclusions de Tosi et celles de Hollien. Le SMLT est certes influencé par la langue, mais moins, en moyenne, que par le sujet. Le changement de langue diminue la probabilité de reconnaissance correcte, mais pas au point d'empêcher toute identification.

Jusqu'à présent, nous avons surtout cherché à savoir si la langue influe sur la forme du SMLT. Il apparaît ici intéressant de raisonner aussi en termes de variabilité de cette forme, puisque nos dernières observations nous poussent à conclure que les langues influent aussi sur le rapport des variations intra sujet aux variations inter sujet. La langue conditionnerait donc non seulement la forme du SMLT mais encore la constance de celle-ci.

Notre conclusion est bien sûr essentiellement fondée sur nos travaux relatifs aux deux principales langues nationales de Belgique. L'existence du processus ayant été confirmée, on peut cependant raisonnablement penser qu'il peut être à l'oeuvre dans d'autres langues, à des degrés qui restent à étudier.

D'autre part, on pourrait considérer le recours à des sujets bilingues comme une source potentielle de biais. Il y a de bonnes raisons de penser, en effet, que de tels locuteurs tendent à neutraliser leurs modes d'expression, et, par là même, minimisent les différences entre les deux langues qu'ils parlent. Ce biais éventuel n'oblitére cependant pas nos conclusions : il ne peut en effet qu'avoir amoindri les différences que nous avons observées.

Cette dernière réflexion ne peut donc, a fortiori, que renforcer nos conclusions.

4. EFFETS D'ALTERATIONS EN DIVERS POINTS DU SYSTEME AUDIO-PHONATOIRE

Nous aborderons ici deux ensembles de travaux: d'une part, une série de recherches faisant état d'effets sur le SMLT de diverses pathologies vocales; d'autre part, quelques études relatives à l'effet d'altérations de la fonction auditive. Au sein du premier ensemble de publications, nous serons amenés à distinguer deux courants. Dans le premier, les auteurs tentent d'associer une pathologie, un traitement, un mode de fonctionnement, spécifiques à un aspect du SMLT. Les altérations du système phonatoire sont mises en relation directe avec des modifications du SMLT. Dans le second courant, les auteurs cherchent plutôt à associer l'information véhiculée par le SMLT à des concepts. Ceux-ci consistent en notions et termes habituellement usités pour mener à bien l'examen auditif de la qualité vocale (tels que "voix rauque", "voix soufflée", etc.). La mise en relation du SMLT et du trouble passe donc par l'intermédiaire d'un système de description.

4.1. Effets de pathologies vocales

Fritzell et al. (1974) présentent le cas d'un patient de sexe masculin âgé de 49 ans. Celui-ci est atteint d'une paralysie permanente du nerf récurrent gauche résultant d'une thyroïdectomie. L'atrophie des muscles laryngiens concernés qui en résulte l'empêche de réaliser l'adduction des cordes vocales. Les auteurs ont réalisé un SMLT du sujet produisant un texte de 40 s. Le spectre (défini dans la bande 0 - 2 kHz) présente un maximum dans la zone du fondamental, mais pas dans celle du premier formant. La zone du second formant (vers 1500 Hz) semble cependant légèrement plus énergétique. A la suite de ce premier examen, une injection de .4 ml de Glycerol est pratiquée dans la corde vocale paralysée. Deux injections successives de respectivement .6 ml et .5 ml de Téflon sont

ensuite réalisées. Le but poursuivi est d'accroître le volume de la corde handicapée afin que l'autre puisse s'y accoler et réaliser l'adduction. Les interventions sont suivies d'une rééducation au terme de laquelle la voix du patient semble perceptivement normale. Un deuxième examen acoustique est alors pratiqué. Le SMLT qui en résulte est très différent du premier : le niveau général du spectre a considérablement augmenté, particulièrement dans les zones des premier (+ 20 dB) et second (+ 15 dB) formants. Les auteurs jugent qu'il présente l'apparence d'un spectre de voix normale. L'étude est assortie d'un essai réalisé à partir d'un sujet sain : celui-ci a produit un message à l'aide de sa voix normale, d'une part, et en voix soufflée, d'autre part. Deux SMLT, calculés à partir de chacune de ces productions, présentent un aspect similaire à ceux qui caractérisaient le patient avant et après traitement au Téflon. Les auteurs concluent à la grande utilité du SMLT dans l'établissement de diagnostics précis et le choix de mesures thérapeutiques adaptées.

Froekjaer-Jensen et Prytz (1976) ainsi que Froekjaer-Jensen (1979) s'intéressent également aux paralysies récurrentielles. Ils y distinguent deux groupes potentiels de patients. Dans le premier ensemble, les sujets présentent une hyperfonction phonatoire qui accroît l'importance relative des parties hautes du spectre et diminue la stabilité de la fréquence fondamentale. Dans le second groupe, les patients sont, au contraire, caractérisés par une hypofonction phonatoire: les cordes se ferment mal et le passage de l'air à la glotte est fréquemment source de bruit. La partie haute du spectre est moins énergétique que dans le premier cas. Les auteurs présentent des cas ayant donné lieu à une investigation acoustique. Les SMLT des deux types de patients, observés avant et après thérapie montrent, respectivement, une diminution (groupe 1) ou un accroissement (groupe 2) sensibles de l'énergie au-delà de 1

kHz. Désireux de pouvoir quantifier l'atteinte observable par le biais du SMLT, Froekjaer-Jensen et Prytz définissent un nouveau paramètre, "alpha", qui exprime le rapport de l'intensité au-dessus de 1000 Hz à l'intensité au-dessous de 1000 Hz. Dejonckere et Cuvelier (1983) et Dejonckere (1984) ont affiné la technique de Froekjaer Jensen et Prytz en faisant varier la fréquence de coupure qui caractérisait le rapport alpha. Ils ont appliqué la technique à un groupe de sujets sains et à un groupe de sujets consultant pour raucité. Le nouveau rapport mis au point ("W ratio") s'est avéré présenter un maximum de discriminativité pour une fréquence de coupure de 6 kHz.

Weinberg et al. (1980) se sont intéressés au cas des voix oesophagiennes. Ils montrent que le SMLT oesophagien est en général plus plat que celui de la voix normale et d'un niveau inférieur, surtout de 0 à 3 kHz et de 6 à 9 kHz; les auteurs remarquent, entre 1500 et 3000 Hz, une pente de 10 dB par octave, dans le cas des sujets normaux, et de 3 dB par octave dans le cas des locuteurs oesophagiens. Ces données suggèrent, d'après Weinberg et al., un renforcement du caractère impulsif de la fonction de source. Le premier formant apparaît en outre à des fréquences plus élevées chez les locuteurs oesophagiens (pic du SMLT vers 425-500 Hz) que chez les locuteurs normaux. Cette observation est imputée à la diminution de la taille du tractus vocal causée, chez les locuteurs oesophagiens par la position particulière de la néoglotte. Le déficit énergétique dans la région 6 kHz - 9 kHz est, quant à lui, attribué à la capacité limitée du réservoir d'air oesophagien, qui ne permet pas l'apport nécessaire à la production normale des sons consonantiques (principalement fricatifs, sans doute).

Les travaux d'Izdebski (1980, 1984) constituent une sorte de moyen terme entre les deux courants de recherche que nous distinguons au début de cette section. S'il s'est en effet

W Norsonic
BY NORWEGIAN ELECTRONICS A.S.

Cabin and Pass-by noise: Sound - or unsound?

Norsonic introduces the ideal cost-effective high quality vehicle noise and vibration analyzer for car manufacturers and suppliers of tires and car parts.

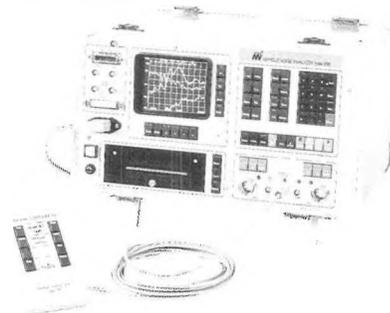
The new Vehicle Noise Analyzer VNA 836 is designed for easy reliable in-car operation by single test drivers. It offers separate registration of pass-by noise from the right and left-hand side of the car, as well as separate registration of all cabin noise.

Norsonic offers a complete solution, with optical rpm pick-up, light barriers, and vehicle position radar.

The entire VNA 836 system is set up in a few minutes, and it can supply all information necessary to satisfy the most demanding engineering staff. Instant calculation and presentation of all relevant data makes the Norsonic Vehicle Noise Analyzer 836 the ideal cost-effective light-weight test tool for the world's automotive industry.

SCANTEK, INC.

916 Gist Avenue
Silver Spring MD 20910
(301) 495-7738
Fax (301) 495-7739



Industriekliniek a.s.

intéressé à un type spécifique de pathologie, cet auteur a cependant cherché à le décrire au moyen des corrélats acoustiques d'observations perceptives. C'est aux dysphonies spastiques que s'intéresse Izdebski. Les résultats qu'il présente concernent vingt-trois patients, huit hommes et quinze femmes. Ceux-ci ont été priés, avant et après intervention chirurgicale de produire un corpus équilibré. Un SMLT a été tiré de chaque production et sa forme globale réduite à un seul nombre par une technique empruntée à Sundberg et Gauffin (1978). Cinq juges entraînés ont en outre opéré une analyse perceptuelle des voix à l'étude quant à leur caractère surpressé (litt.: "overpressure") ou soufflé (litt.: "breathiness"). Les voix atteintes de surpression présentent un SMLT peu pentu et de niveau général élevé. On observe de hauts niveaux entre 0 et 5 kHz, suivi d'une baisse d'énergie dans la bande 5 - 8 kHz. Des tendances inverses se font jour dans le cas des voix soufflées. Le SMLT y présente une pente importante, qui cause une chute de l'énergie dans la bande 2 kHz - 5 kHz. De hauts niveaux, attribués aux turbulences glottales, peuvent apparaître entre 5 et 8 kHz. Une bonne corrélation est observée entre les jugements perceptifs et les indices de forme dérivés des SMLT. L'auteur conclut à l'utilité du SMLT comme outil d'aide au diagnostic.

Hammarberg et al. (1980) cherchent à mettre en relation l'information véhiculée par le SMLT et un large éventail de jugements perceptifs de qualité vocale. Ils recourent, pour ce faire, à 17 sujets (8 hommes et 9 femmes) atteints de diverses pathologies. Chacun est prié de lire une courte histoire, d'une durée approximative de 40 s. Quatorze juges décrivent les qualités vocales des 17 patients enregistrés en utilisant une liste composée des 28 termes suédois les plus fréquemment utilisés dans le cadre de la clinique vocale. Une analyse factorielle est ensuite appliquée aux jugements et 5 axes principaux sont mis en évidence : 1. "unstable versus steady" (instable versus stable); 2.

"breathy versus overtight" (soufflé versus surtendu); 3. "hyperfonctionnal versus hypofonctionnal" (hyper versus hypofonctionnel); 4. "coarse versus light" (rude versus délicat); 5. "head register versus chest register" (registre de tête versus de poitrine). Les échantillons font également l'objet d'analyses acoustiques : chacun fournit un SMLT dont sont uniquement retenues les valeurs maximales, respectivement dans les bandes 0 - 2 kHz, 2 - 5 kHz et 5 - 8 kHz. Le facteur 2 ("breathy-overtight") s'avère corrélé avec le SMLT : dans le cas des voix soufflées ("breathy"), l'énergie spectrale chute rapidement de la bande 0 - 2 kHz à la bande 2 - 5 kHz où elle atteint un niveau à peu près équivalent à celui de la bande 5 - 8 kHz; par contre, dans le cas des voix surtendues ("overtight"), c'est entre la bande 2 - 5 kHz et la bande 5 - 8 kHz que la baisse d'énergie est importante. Le facteur 3 ("hyper-hypofonctionnal") est également corrélé au SMLT : les voix hyperfonctionnelles sont caractérisées par une énergie importante dans les 3 bandes de fréquence, mais surtout de 2 à 5 kHz; les voix hypofonctionnelles présentent les mêmes caractères que les voix soufflées. Le facteur 5 ("chest-head register") est, quant à lui, associé au SMLT dans la mesure où l'affectation de la qualité "registre de poitrine" ("chest") va de pair avec une perte d'énergie dans la bande 5 - 8 kHz. Les autres facteurs ne présentent guère de liaison au SMLT.

Wendler et al. (1980) cherchent eux aussi à mettre en rapport SMLT et qualité vocale perceptuelle de la voix pathologique. Leurs sujets sont 30 adultes (20 hommes et 10 femmes) présentant divers types de pathologies vocales (15 types en tout) et 10 adultes (4 hommes et 6 femmes) normaux. Tous sont germanophones. Leurs voix ont été évaluées par un spécialiste, en fonction de 4 degrés de "hoarseness", 6 degrés de "roughness" et 3 degrés de "breathiness". Une fois la classification établie, les voix des sujets ont

été enregistrées et analysées au moyen d'un banc de filtres de tiers d'octave couvrant la bande de 31.5 Hz à 16 kHz. Une méthode d'analyse discriminante est utilisée pour obtenir des classements a posteriori en fonction des variables perceptuelles ayant servi au classement des voix. Deux sujets sur 40 sont mal reclassés dans les 4 catégories de "hoarseness", un seul sujet est mal reclassé dans les classes de "roughness" et un seul également dans les catégories de "breathiness". Les auteurs ont également tenté de reclasser les SMLT individuels en fonction de 16 classes correspondant aux diverses pathologies en présence. Wendler et al. soulignent que pour six des 16 classes considérées, toutes les observations concernées ont été bien reclassées. Les auteurs considèrent ces résultats comme prometteurs en matière de diagnostic acoustique des pathologies vocales.

4.2. Effets d'altérations de la fonction auditive

Weiss (1985) a étudié les répercussions vocales de diverses actions expérimentales sur l'audition de trois sujets (2 femmes et 1 homme). Le traitement est dérivé de l'entraînement audio-vocal de Tomatis (1960). Les sujets ont été enregistrés avant et après le traitement, lors d'une lecture d'un texte dramatique en français. Des SMLT furent tirés de ces enregistrements, d'une part au moyen de l'analyseur Brüel Kjaer 2033, et d'autre part, au moyen de l'Intégrateur de Densité Spectrale (IDS) de Leipp (1977). Weiss observe, après traitement, une baisse d'énergie dans la zone du fondamental et un gain d'énergie dans la bande de 800 à 1800 Hz. L'auteur souligne que ces modifications sont observables dans tous les SMLT étudiés. Il conclut qu'en tout cas, le SMLT de la voix d'un individu peut être modifié par le biais d'un entraînement audio-vocal.

Sundberg et al. (1987) étudient quant à eux les répercussions vocales d'une rétroaction

auditive altérée. Dix-huit sujets adultes de sexe masculin (neuf chanteurs et neuf non-chanteurs) sont priés de lire un texte avec ou sans casque. Dépourvus de casque, les locuteurs sont enregistrés sous trois conditions différentes de voix parlée (niveau conversationnel normal, niveau d'expression en public, le plus haut niveau possible). Lorsqu'ils portent le casque, ils entendent leur propre voix éventuellement additionnée d'un bruit blanc filtré passe-bas; la fréquence de coupure est fixée à 2.2 kHz et la pente est de 18 dB par octave. La voix peut en outre être modifiée de manière telle que ses composantes supérieures à 2 kHz soient accrues de 15 dB, diminuées de 15 dB, ou encore laissées inchangées. Les SMLT montrent que les deux types de locuteurs élèvent leur niveau sonore lorsqu'ils sont confrontés au bruit. Cet accroissement s'accompagne en général d'une élévation de la fréquence fondamentale de 5 à 7 demi-tons. Cette hausse de la fondamentale est amoindrie par l'amplification des hautes fréquences du retour vocal. Le filtrage des hautes fréquences provoque aussi un accroissement du niveau général du SMLT. Il semble également que les chanteurs tendent à produire des sons de niveau général plus élevé et plus riches en hautes fréquences. Enfin, bien qu'en de nombreux cas, les sujets aient montré divers signes de stress vocal, aucun élément significatif en cette matière n'a pu être détecté dans le SMLT, que Sundberg et al. considèrent en conséquence comme un mauvais indicateur de fatigue vocale. De manière générale, on ne trouve guère, dans cette recherche, de résultats attestant de changements significatifs de la forme du SMLT sous l'action du feed-back altéré.

Plant (1983) se penche sur le cas d'un jeune sujet de 14 ans atteint d'une déficience auditive résultant d'une méningite contractée à l'âge de 11 ans. Diverses mesures acoustiques sont pratiquées sur deux échantillons vocaux produits par le patient : une narration et une lecture du "rainbow

passage". L'auteur calcule, entre autres, un SMLT sur chacune des productions. Il y constate l'émergence d'un pic à 500 Hz, suivi d'une chute rapide de l'énergie vers 1 kHz. La pente du spectre est ensuite plus douce (7 dB par octave) jusque 8 kHz. La seule différence marquée entre les deux SMLT tient dans le renforcement des pics à 500, 1500 et 2500 Hz, dans le cas de la narration. Ce phénomène trahit, pour l'auteur, une tendance marquée du sujet à centrer ses voyelles : l'articulation plus précise que requiert la lecture du "rainbow passage" aurait produit plus de voyelles périphériques et amoindri le phénomène.

Formby et Monsen (1982) étudient les voix de dix adolescents normaux et 20 adolescents atteints de troubles auditifs. Ces derniers se partagent en deux sous-groupes différenciés par leur intelligibilité (bonne ou mauvaise). Les sujets lisent une à une plusieurs phrases de 5 à 6 mots. Leurs productions sont traitées par un analyseur dont les filtres présentent une largeur de bande constante de 60 Hz dans la gamme de 0 à 10 kHz. Les SMLT des adolescents normaux (des deux sexes) présentent des structures régulières de pics correspondant à la fondamentale et à ses harmoniques (environ 250 Hz et ses multiples). Les spectres des malentendants caractérisés par une bonne intelligibilité sont assez semblables en structure à ceux des sujets normaux. Seuls les SMLT de deux sujets ne présentent pas la structure de pics réguliers observée antérieurement. Les pentes moyennes des SMLT de cette catégorie sont légèrement plus importantes que dans le cas des sujets normaux. Dans le groupe de sujets peu intelligibles, par contre, la structure harmonique du SMLT est le plus souvent irrégulière et mal définie. Quelques-uns de ces locuteurs, cependant, produisent des SMLT dont les harmoniques sont plus étroits et mieux définis que ceux des adolescents normaux. La pente du SMLT des malentendants peu intelligibles est en outre plus importante que celle du SMLT des sujets normaux. Les

différences de pentes relevées pourraient, d'après les auteurs, être imputées en première analyse, à des différences de forme de l'onde de source: celle-ci produirait des SMLT d'autant plus pentus qu'elle serait symétrique. Les spectres de sujets sourds présentant une structure harmonique très détaillée sont, quant à eux, imputés à un manque de variation du pitch; les SMLT dont les harmoniques sont mal définis peuvent au contraire provenir de voix présentant une importante labilité du pitch.

Harmegnies (1985) relate une expérience visant à étudier les variations de qualité vocale entraînée, chez des sourds, par la suppression de l'appareillage prothétique. Des SMLT furent calculés à partir des productions de chaque locuteur, tantôt pourvu, tantôt dépourvu de ses prothèses. Deux types de comparaisons furent effectuées: des comparaisons intra locuteur inter condition de production, d'une part, et, d'autre part, des comparaisons entre les SMLT recueillis et ceux provenant de locuteurs ne présentant pas de déficience auditive. Chaque confrontation de deux spectres donna lieu au calcul d'un coefficient de corrélation interspectrale. Les valeurs d'indices ainsi recueillies furent comparées à des distributions de référence préétablies. Ce travail a permis d'identifier les locuteurs sensibles à la privation de prothèse et aussi d'attribuer une "valence" aux modifications de la qualité vocale. Il a ainsi été montré que la privation auditive agit de manière très hétérogène sur les voix des malentendants. Pour certains en effet, elle semble n'exercer aucune action; d'autres y semblent au contraire très sensibles; d'autres encore présentent une réaction mitigée. En outre, lorsque la voix du malentendant est modifiée sous l'effet de l'appareillage prothétique, elle l'est dans le sens d'un rapprochement en direction des voix normales. On a aussi pu constater que les sujets dont la voix est fortement modifiée par l'appareillage sont considérés comme des locuteurs peu intelligibles par leur entourage éducatif. Par

contre, les sujets ne présentant pas de différence vocale inter condition sont considérés comme moyens ou bons locuteurs. Une hypothèse de type fonctionnel a été avancée pour rendre compte des phénomènes observés. Nous la résumerons brièvement ici. Certains sujets auraient déjà atteint un stade d'équilibre fonctionnel de la phonation, d'autres pas. Les premiers présentent une bonne intelligibilité, leur voix n'est pas très éloignée d'une voix normale et, finalement, une privation momentanée de leur prothèse auditive ne modifie guère la qualité de leur émission vocale : les comportements phonatoires, étant bien installés, ne nécessitent que peu de contrôle auditif. Sans doute les informations de nature proprioceptive jouent-elles un rôle important pour ces individus. Chez les seconds, les comportements phonatoires sont mal stabilisés, ils nécessitent beaucoup de régulation et toutes les sources de contrôle sont, par conséquent, importantes : la privation de la prothèse constitue donc un handicap qui détériore les performances vocales; ces sujets sont ceux qui présentent en général une mauvaise intelligibilité et des caractéristiques acoustiques vocales éloignées de celles des sujets ordinaires.

4.3. Discussion

Ainsi que le montrent la grande majorité des recherches envisagées ici, le SMLT s'avère très sensible aux pathologies de la production vocale. De plus, ses variations ont pu être corrélées aux catégories de divers modèles descriptifs de la qualité vocale. Au contraire de ceux-ci, basés la plupart sur des assises perceptives, le SMLT présente cependant l'avantage de constituer un instrument d'observation objectif. Il apparaît clairement qu'en cette matière, si l'objectivation des phénomènes ne pose plus guère de problèmes majeurs, un effort significatif reste à entreprendre dans le domaine de la mesure au

sens propre. Trop souvent, en effet, les comparaisons restent essentiellement perceptuelles, même si, la plupart du temps, l'observation est rationalisée par une analyse plus ou moins détaillée de certains aspects quantitatifs des spectres. Par ailleurs, lorsque la comparaison est entièrement mathématisée (rapports alpha et W, technique de Sundberg et Gauffin), c'est au prix d'une réduction drastique de l'information contenue dans le spectre, ce dernier pouvant, par exemple, être réduit à un seul nombre .

Dans le cas des expériences relatives aux altérations des fonctions auditives, les effets sont manifestement plus ténus, voire douteux, dans certains cas. Ainsi que l'a montré notre expérience (Harmegnies, 1985), l'usage des techniques importées de la reconnaissance automatique du locuteur peut ici être d'un grand secours. Bien que n'opérant aucune réduction de l'information contenue dans les spectres, ces techniques permettent cependant de concentrer en un seul nombre le résultat de la comparaison de deux spectres. L'un des avantages de la traduction en nombres est bien entendu la possibilité d'appliquer à ces derniers des raisonnements mathématiques; en particulier, ici de comparer les nombres entre eux. Néanmoins, la notion même de comparaison postule l'existence d'un référentiel de base, permettant de statuer sur la "normalité" des différences observées.

5. CONCLUSIONS

Au terme de cette synthèse, on ne peut qu'être frappé par la grande sensibilité du SMLT, non seulement à l'individualité du locuteur, mais encore à tous les attributs qui concourent à déterminer cette dernière. On conçoit aisément, dès lors, que l'utilisation du SMLT ait, très tôt, été envisagée dans le cadre de diverses recherches appliquées. Des perspectives prometteuses semblent d'ailleurs se dessiner, en particulier dans les domaines psychologique, phoniatrique et logopédique.

Nous avons néanmoins, au cours de notre revue de la littérature, regretté à plusieurs reprises que des variations observées sous l'effet de diverses variables (état psychologique, appartenance sociale, pathologies diverses, etc.) n'étaient pas comparées aux variations naturelles du SMLT. Cette carence a été imputée au fait que les auteurs concernés, d'une part, ne possédaient pas les outils de mesure nécessaires et, d'autre part, ne disposaient pas des valeurs de référence permettant d'établir une sémiologie des indices de (dis)similarité concernés.

Notre étude de la littérature en matière de reconnaissance de locuteur a, certes, montré quelles mesures peuvent être utilisées pour juger de la (dis)similarité entre les SMLT. Nous devons cependant constater que les auteurs utilisant ces techniques se bornent à fournir des scores de reconnaissance et omettent de présenter les valeurs d'indices obtenues lors de leurs comparaisons.

En outre, dans la plupart de ces recherches, on n'accorde curieusement qu'une attention très réduite à la variabilité intra sujet. Ainsi, dans certaines recherches de Hollien et coll., par exemple, chaque sujet est caractérisé par une seule comparaison intra sujet. Il apparaît donc clairement qu'en l'absence d'informations précises sur les distributions des valeurs d'indices de (dis)similarité inter et intra sujet, il s'avère impossible d'échapper aux écueils que nous avons soulignés. Avant que d'entreprendre de nouvelles recherches sur l'effet de diverses variables sur le SMLT, avant que de tenter d'utiliser le spectre moyen à des fins diagnostiques ou pronostiques, il nous semble dès lors primordial d'établir les caractéristiques des distributions de valeurs d'indices obtenues lors de comparaisons ne faisant intervenir que la variabilité naturelle du SMLT.

Par ailleurs, peu de langues -excepté l'anglais- ont fait l'objet d'études intensives en la

matière. L'arabe et le chinois apparaissent dans deux recherches, l'espagnol fait l'objet de trois publications. Le français, qui apparaît en second rang d'importance après l'anglais, est abordé dans une dizaine de travaux. Dans cet ensemble, on trouve cependant plusieurs redondances. En outre, les SMLT provenant de la langue française ne sont pas toujours la préoccupation majeure des auteurs de ces publications. Souvent, le français y apparaît parmi d'autres langues (Bordone et al., 1974; Tosi et al., 1977; Halle et al., 1984; de Boysson-Bardies et al., 1986; Esling, 1983). Enfin, le nombre total de locuteurs étudiés dans le cadre de ces expériences est de l'ordre d'une centaine, tout au plus. Le nombre de SMLT établis, quant à lui, n'atteint pas trois cents. En conséquence, il nous paraît urgent que de nouvelles recherches relatives au SMLT soient entreprises dans un cadre linguistique diversifié.

Il nous semble important, d'autre part, que toute recherche à venir implique des sujets des deux sexes. Ainsi que l'a montré notre revue de la littérature, il semble bien que le sexe influe sur les caractéristiques du SMLT. Nous avons cependant souligné que les modalités de cette influence ne font pas l'unanimité des auteurs. D'autre part, nous avons noté que les différences sexuelles sont, la plupart du temps, exprimées en termes de tendances centrales. L'hypothèse de Kiukaanniemi et al. (1982), qui suggèrent que la variabilité du SMLT dépend du sexe, mériterait sans aucun doute d'être testée systématiquement. Mis à part la recherche de ces auteurs, on ne dispose en effet d'aucune donnée en la matière. Quoi qu'il en soit, dès l'instant où l'existence d'un dimorphisme sexuel du SMLT apparaît patente, on voit mal comment des expériences futures pourraient sciemment ignorer l'une des deux moitiés du genre humain.

Enfin, au plan technique, il nous semble capital que soient menées des expérimentations concernant les effets, sur le SMLT, du contenu

et de la durée du corpus. Une attention toute particulière devrait également être réservée à l'étude des pouvoirs discriminants respectifs des indices de (dis)similarité, et plus généralement à celle de l'ensemble des sources de variabilité que constituent les choix technologiques et méthodologiques opérés au départ de toute expérimentation.

6. BIBLIOGRAPHIE

ANIANSOON, G., Speech discrimination predicted from tone audiometry and articulation index, Act Otolaryng., S 320, 36-43, 1974.

ANSI, American national standard methods for the calculation of the articulation index, S.3.5, 1969.

BANULS-TEROL, V., "Weighted average spectrum of human speech : an approach", Proc. of the 7th Int. Congr. on Acoustics, 253-256, 1971.

BENSON, R., HIRSH, I., "Some variables in audio spectrometry", J. Acoust. Soc. Amer., 25, 499-505, 1953.

BORDONE, C., DUBES, R., PISANI, R., SACERDOTE, G., TOSI, O., Invariances of talkers' choral spectra, communication au 87th meeting of the Acoustical Society of America, New York, 1974.

BORDONE-SACERDOTE, C., SACERDOTE, G., "Some spectral properties of individual voices", Acustica, 21, 199-210, 1969.

BOULLOSA, R.R., PEREZ RUIZ, S.J., "Long-term average spectrum of Spanish", Appl. Acoust., 17, 3, 1984.

BOYSSON-BARDIES, B. de, SAGART, L., HALLE, P., DURAND, D., "Acoustic investigations of cross-linguistic variability in Babbling", in Lindblom B., Zetterström R., (Ed.),

Precursors of early speech, Southampton, Stokton, 113-126, 1986.

BUNGE, E., "Herkenning van sprekers door een computer", Philips Technical Review, 37, 179-192, 1977, b.

BYRNE, D., "The speech spectrum - some aspects of its significance for hearing aid selection and evaluation", Br. J. Audiol., 11, 40-46, 1977.

CLARKE, F.R., BECKER, R.W., "Comparison of techniques for discriminating among talkers", J. Speech Hear. Res., 12, 747-761, 1969.

DEJONCKERE, P.H., "Comparison between long-time-average-spectra of the voice and the sonographic degree of hoarseness according to Yanagihara's classification", International Journal of Rehabilitation Research, 7(1), 73-74, 1984.

DEJONCKERE, P.H., CUVELIER, F., "Spectrographie moyenne de longue durée de la parole: Discrimination entre la voix normale et la voix pathologique", Acta Oto-Rhino-Laryngologica Belgica, 37, 5, 784-795, 1983.

DOHERTY, E.T., "An evaluation of selected acoustic parameters for use in speaker identification", Journal of Phonetics, 4, 321-326, 1976.

DOHERTY, E.T., HOLLIEN, H., "Multiple-factor speaker identification of normal and distorted speech", Journal of Phonetics, 6, 1-8, 1978.

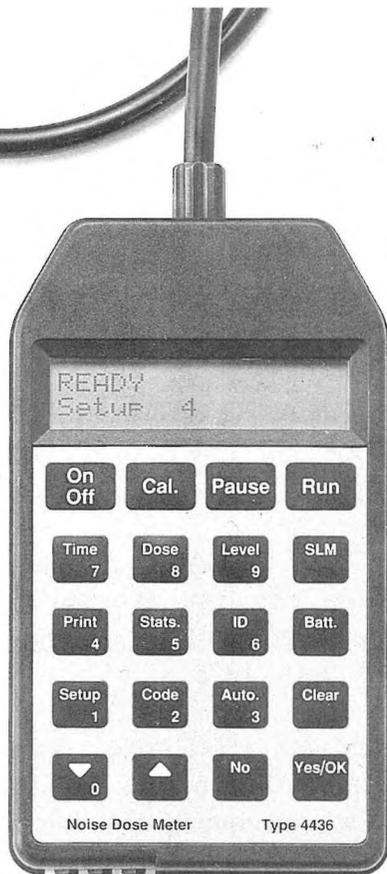
DUNN, H., WHITE, S., "Statistical measurement on conversation speech". J. Acoust. Soc. Amer., 11, 278-288, 1940.

ENDRESS, W., BAMBACH, W., FLÖSSER, G., "Voice spectrograms as a function of age,

- voice disguise, and voice imitation", J. Acoust. Soc. Amer., 49, 6, 1842-1848, 1970.
- ESLING, J.H., Quantitative analysis of acoustic correlates of supralaryngeal voice quality features in the long time spectrum, Project Report, University of Victoria, 1983.
- ESLING, J., The Setting Component of accent in Vancouver, Social Sciences and humanities research council of Canada, Research grant, 410-85-0481, Final Report, 1986.
- ESLING, J., "Vowel shift and long term average spectra in the Survey of Vancouver English", Proceedings of the 11th International Congress of the Phonetic Sciences, 4, 243-246, 1987.
- FANT, G., Acoustic theory of speech production, The Hague, Mouton, 1959.
- FLETCHER, H., Speech and hearing in Communication, Princeton, Van-Rein, 1953.
- FORMBY, C., MONSEN, R.B., "Long-term speech spectra for normal and hearing-impaired adolescents", J. Acoust. Soc. Am., 71, 196-202, 1982.
- FRENCH, N., STEINBERG, J., "Factors governing the intelligibility of speech sounds", J. Acoust. Soc. Amer., 19, 90-119, 1947.
- FRITZELL, B., HALLEN, O., SUNDBERG, J., "Evaluation of teflon injection procedures for paralytic dysphonia", Folia Phoni., 26, 414-421, 1974.
- FROEKJAER - JENSEN, B., "Acoustic-statistical analysis of voice quality", Annual Report of the Institute of Phonetics, University of Copenhagen, 13, 189-200, 1979.
- FROEKJAER-JENSEN, B., PRYTZ, S., "Registration of voice quality", Bruël & Kjaer Technical Review, 3, 3-17, 1976.
- FURUI, S., "Effects of long-term spectral variability on speaker recognition", J. Acoust. Soc. Amer., 64, suppl 1., paper NN28, 183, 1978.
- FURUI, S., "Research on individuality features in speech waves and automatic speaker recognition techniques", Speech Communication, 5, 183-197, 1986.
- FURUI, S., ITAKURA, F., SAITO, S., "Talker Recognition by the long time Averaged Speech Spectrum", Trans. IECE, 55-A, 10, 550, 1972.
- FURUI, S., ITAKURA, F., SAITO, S., "Personal information in the long time average speech spectrum", The electrical communication Laboratories, 23, 9-10, 1975.
- GUBRYNOWICZ, R., "Méthode d'analyse statistique du spectre de la parole: Application à la reconnaissance automatique du locuteur", Proc. 7th Int. Congress. Acoust., 3, 25-28, 1971.
- HALLE, P., de BOISSON BARDIES, B., SAGARD, L., "Utilisation des spectres à long terme pour dégager des propriétés acoustiques des langues : étude comparative et développementale", Actes des 13èmes journées d'études sur la parole, GALF, Bruxelles, 147-148, 1984.
- HAMMARBERG, B., FRITZELL, B., GAUFFIN, J., SUNDBERG, J., WEDIN, L., "Perceptual and acoustic correlates of abnormal voice qualities", Acta Otolaryng., Stockholm, 90, 441, 1980.
- HARGREAVES, W.W., STARKWEATHER, J.A., "Recognition of speaker identity", Language and Speech, 6, 63-67, 1963.
- HARMEGNIES, B., "Contribution à la caractérisation de pathologies audio-phonatoires par le spectre vocal moyen", Actes des 14èmes Journées d'Etude de la Parole, Paris, GALF, 51-54, 1985.

A SOUND DECISION!

This dose meter withstands the rigors of the modern industrial environment, yet provides accurate and dependable readings.

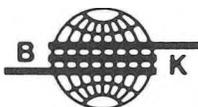


The Type 4436 dose meter can be used as a Type 2 integrating sound level meter.

Put the latest sound technology in your pocket and protect your employees from damaging noise exposure with a dose meter. The Type 4436 incorporates the latest technology and yet is rugged enough to withstand the most hostile industrial environments.

Bruel & Kjaers's Type 4436 microphone is protected inside the instrument casing where the hazards of the workplace cannot reach it. A strong, flexible rubber tube attached to the instrument, guides sounds to the microphone.

Specially-created software, known as the BZ 7028, allows information to be downloaded into a PC for analysis or data logging.



BRUEL & KJAER CANADA LTD.

90 Leacock Road, Pointe Claire, Quebec H9R 1H1

Tel.: (514) 695-8225

Fax: (514) 695-4808

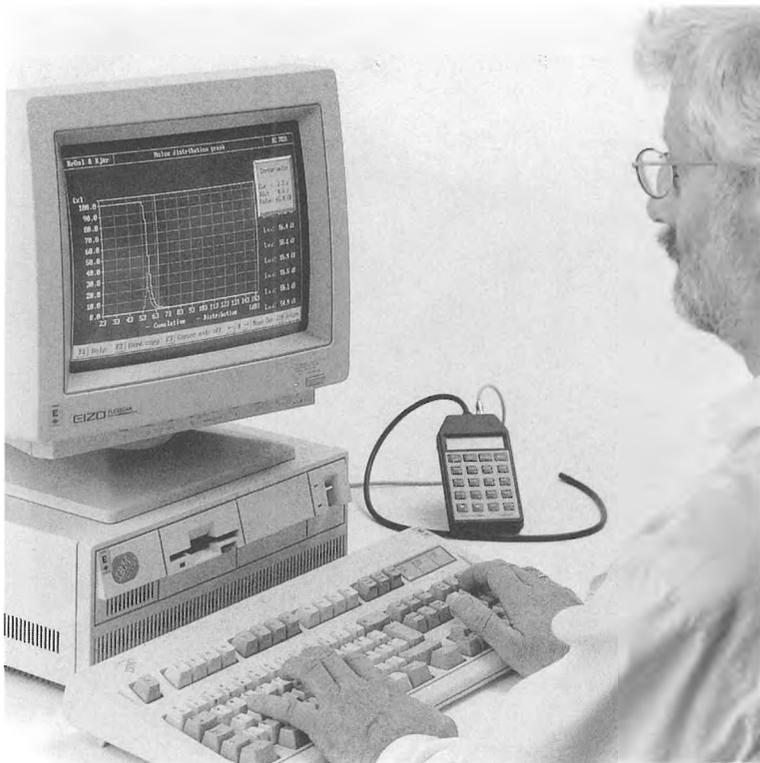
Telex: 05-821691 b k pcir

THE BEST SOFTWARE FOR THE BEST DOSE METER.

Permanent records in two minutes.

Application software BZ 7028 supporting the

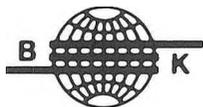
Type 4436
Noise Dose Meter
makes for an unbeatable
combination.



This dynamic new product provides:

- permanent records in two minutes or less.
- color graphs and tables
- time history
- statistical analysis
- cumulative distribution
- level distribution

In short, these are the tools with which you can quickly pinpoint problem noise exposures and provide full documentation.



BRUEL & KJAER CANADA LTD.

90 Leacock Road, Pointe Claire, Quebec H9R 1H1

Tel.: (514) 695-8225

Fax: (514) 695-4808

Telex: 05-821691 b k pcir

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
- 1/4, 1/2 and 1 Inch Models

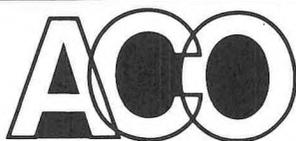
4000 SERIES PREAMPLIFIERS

- 2Hz to 200kHz \pm 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
(1/2 or 1 inch microphones)



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

© 1984

ACOUSTICS BEGINS WITH ACO

- HARMEGNIES, B., Contribution à la caractérisation de la qualité vocale; analyses plurielles de spectres moyens à long terme de parole., Dissertation doctorale, Université de Mons, 1988.
- HARMEGNIES, B., LANDERCY, A., "Language features in the long-term average spectrum", Revue de Phonétique Appliquée, 73-5, 69-80, 1985.
- HARMEGNIES B., LANDERCY, A., BRUYNINCKX, M., "An experiment in inter-languages speaker recognition using the SDDD index", Proceedings of the 11th International Congress of the Phonetic Sciences, Tallinn, 241-244, 1987.
- HARRIS, C. , WAITE, W., "Measurement of speech spectra recorded with a close-talking microphone", J. Acoust. Soc. Amer., 97, 926-927, 1965.
- HOLLIEN, H., MAJEWSKI, M., "Speaker identification by long-term spectra under normal and distorted speech conditions", J. Acoust. Soc. Amer., 62, 975-80, 1977.
- HOLLIEN, H., MAJEWSKI, W., HOLLIEN, P.A., "Perceptual identification of voices under normal stress and disguise speaking conditions", J. Acoust. Soc. Amer., 56, 553-556, 1974
- IZDEBSKI, K., "Long-Time-Average-Spectra (LTAS) applied to analysis of spastic dysphonia", in LAWRENCE, V., (Ed.) Transcripts of the 9th symposium care of the professional voice, New York, the voice foundation, 89-94, 1980.
- IZDEBSKI, K., "Overpressure and breathiness in spastic dysphonia : an acoustic (LTAS) and perceptual study", Acta oto-laryngologica, 97 (3-4), 373-378, 1984.
- JANSSON, E.V., "Long-time average spectra applied to analysis of music III, A simple method for surveyable analysis of complex sound sources by means of a reverberation chamber", Acustica, 34, 5, 275-280, 1976.
- JANSSON, E.V., SUNDBERG, J., "Long time average spectra applied to analysis of music I, Method and general applications", Acustica, 34, 1, 15-19, 1975.
- KIUKAANIEMI, H.J., MATTILA, P., "Long term speech spectra : a computerized method of measurement and a comparative study of finnish and english data", Scandinavian Audiology, 9 (2), 67-72, 1980.
- KIUKAANNIEMI, H., SIPONEN, P., MATTILA, P., "Individual differences in the long-term speech spectrum", Folia Phoniatica, 34, 21-28, 1982.
- KUWABARA, H., OHGUSHI, K., "Acoustic characteristics of professional male announcers speech sounds", Acustica, 55, 4, 233, 240, 1984.
- LANDERCY, A., HARMEGNIES, B., "Quantification interlocuteur de la variabilité spectrale interlangue", Proceedings of the 12th International Congress on Acoustics, Toronto, 1986.
- LAVIER, J., The phonetic description of voice quality, Cambridge, Cambridge University Press, 1980.
- LEIPP, E., "L'intégrateur de densité spectrale IDS et ses applications", Université de Paris VI, Bulletin du groupe d'acoustique musicale, 94, 1977.
- LORAND, P., MINIER, G., SALIOU, A., "Détermination du spectre à long terme de la parole (langue française)", Recherches en Acoustique, II, CNET, 15-25, 1975.
- MAJEWSKI, W., HOLLIEN, H., "Speaker identification by means of long-term speech

spectra", 8th Int. Congress on Acoustics, London, 274, 1974.

MAJEWSKI W., HOLLIEN H., "Euclidean distances between long term speech spectra as a criterion for speaker identification", In : FANT, G., (ed.), Speech Communication, 3, Stockholm, Almqvist and Wiksell, 303-310, 1975.

NOLAN, F., The Phonetic bases of speaker recognition, Cambridge, Cambridge University Press, 1983.

OSTWALD, P.F., Acoustic methods in psychiatry, Scientific american, 212, 82-91, 1965.

PLANT, G., "The effects of an acquired profound hearing loss on speech production", British Journal of Audiology, 18, 1, 39-48, 1983.

POPOV, V.A., SIMONOV, P.V., FROLOV, H.V., KHACHATUR'YANTS, L.S., "Frequency spectrum of speech as an indicator of the degree and nature of emotional stress", ZH. Vysshey Nervnoy Deyatel'nosti, 1, 104-109, 1971.

PRUZANSKY, S., "Pattern-matching procedure for automatic talker recognition", J. Acoust. Soc. Amer., 35, 354-358, 1963.

PTACEK, P.H., SANDER, E.K., "Age recognition from voice", J. Speech and Hear. Res., 9, 273-277, 1966.

RAMIG, L.A., RINGEL, R.L., "Effects of physiological aging on selected acoustic characteristics of voice", J. Speech Hearing Res., 26 (1), 22-30, 1983.

RUDMOSE, W., CLARK, K., CARLSON, F., EISENBERG, N.J., WALKER, R., "Voice measurements with and audiospectrometer", J. Acoust. Soc. Amer., 20, 503-512, 1948.

SUNDBERG, J., "Articulatory interpretation of the "singing formant", J. Acoust. Soc. Amer., 55, 838-844, 1974.

SUNDBERG, J., GAUFFIN, J., "Waveforms and spectrum of the glottal voice source", Quarterly Progress and Status Report Speech Transmission Laboratory, 2-3, 35-50, 1978.

SUNDBERG, J., TERNSTROM, S., PERKINS, W.H., GRAMMING, P., "Long-term Average Spectrum analysis of phonatory effects of noise and filtered auditory feedback", Quarterly Progress and Status Report Speech Transmission Laboratory, 1, 57-80, 1987.

SUNDBERG, J., JANSSON, E.V., "Long-time average spectra applied to analysis of Music II, An analysis of organ stops", Acustica, 34, 5, 269-274, 1976.

TARNOCZY, T., "Determination du spectre de la parole avec une méthode nouvelle", Acustica, 8, 392-395, 1958.

TARNOCZY, T., "Sprachliche verschieden erhalten durch sprech- hormethode", 4th Int. Congr. on Acoustics, Copenhage, G27, 1-4, 1962.

TOMATIS, L.A., "Conditionnement audio-vocal", Bulletin de l'Académie de médecine, 144, 11-12, 197-200, 1960.

TOSI, O.I., Voice identification : Theory and Legal Applications, Baltimore, University Park Press, 1979.

TOSI, O., PISANI, R., DUBES, R., JAIM, A., "An objective method of voice identification", Communication à l'International Phonetic Sciences Congress, Miami, 1977.

WEDIN, S., LEANDERSON, R., WEDIN, L., "Evaluation of voice training spectral analysis compared with listeners judgements", Folia Phoniatica, 30, 103-112, 1978.

WEINBERG, B., HORII, Y., SMITH, B., "Long-time spectral and intensity characteristics of oesophageal speech", J. Acoust. Soc. Am., 67, 1781-1784, 1980.

WEISS, W., "Long term average spectra of continuous speech before and after Tomatis audio-vocal training", Revue de Phonétique Appliquée, 507-523, 1985.

WENDLER, J., DOHERTY E.T., HOLLIEN, H., "Voice classification by means of Long-Term Speech Spectra", Folia Phoniatic., 32, 51-60, 1980.

WILLIAMS, C.E., STEVENS, K.N., "Emotions and speech, some acoustical correlates", J. Acoust. Soc. Amer., 52, 1238-1250, 1972.

ZALEWSKI, J., MAJEWSKI, W., HOLLIEN, H., "Cross-correlation of long-term speech spectra as a speaker identification technique", Acustica, 34, 20-4, 1975.

7. REMERCIEMENTS

Cette analyse de la littérature a beaucoup bénéficié de la complicité intellectuelle qui me lie au Prof. Albert Landercy. Puisse t'il en trouver ici un témoignage d'amicale reconnaissance.

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 $\frac{1}{4}$ X 4 $\frac{3}{8}$ X 1 $\frac{1}{2}$ 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.**
Norwegian Electronics • Rion

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

AN INVITATION TO PARTICIPATE

inter·noise

92

THE 1992 INTERNATIONAL
CONGRESS ON NOISE
CONTROL ENGINEERING

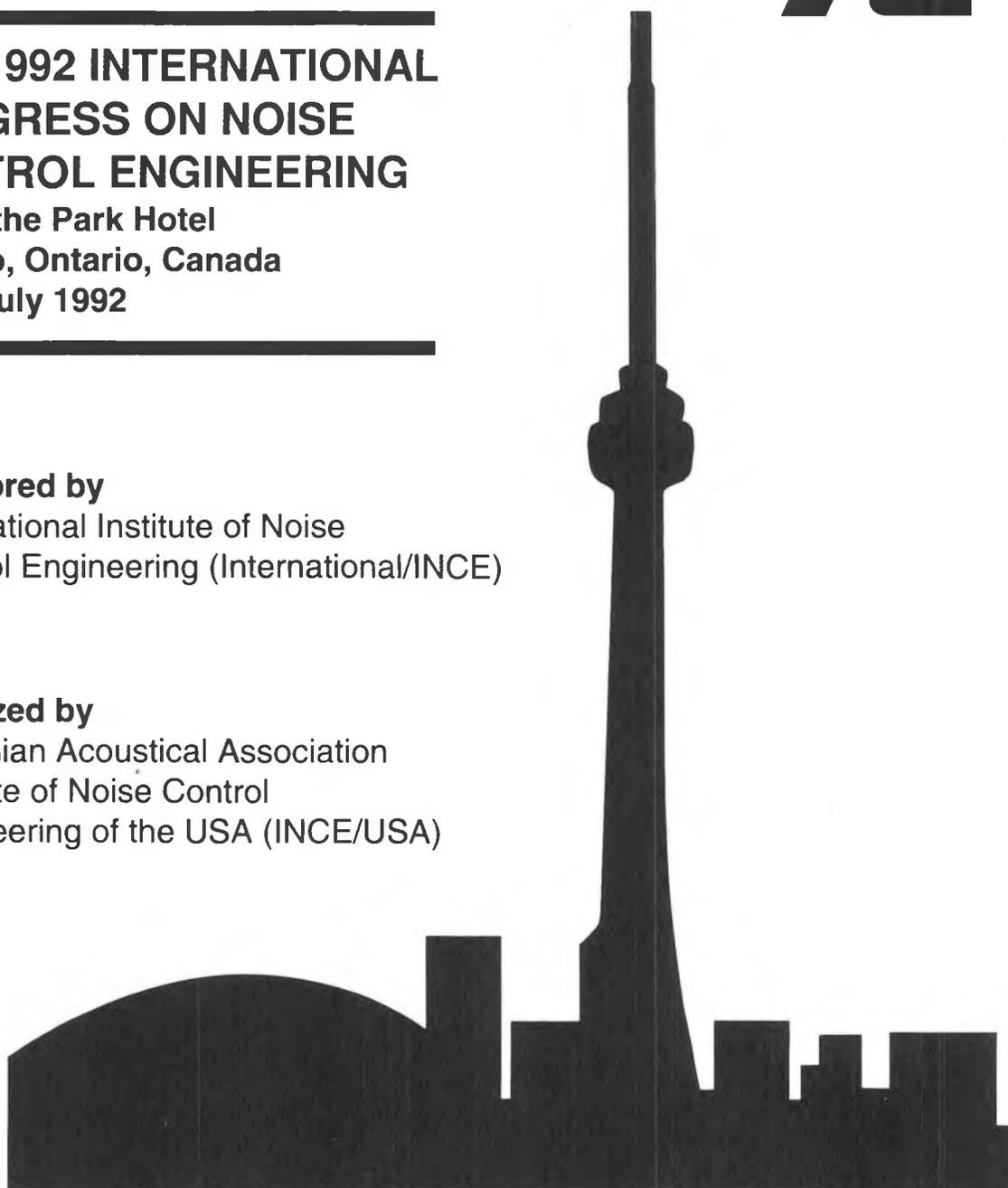
Inn on the Park Hotel
Toronto, Ontario, Canada
20-22 July 1992

Sponsored by

International Institute of Noise
Control Engineering (International/INCE)

Organized by

Canadian Acoustical Association
Institute of Noise Control
Engineering of the USA (INCE/USA)



SHALLOW WATER ACOUSTICS: A REVIEW OF DREA RESEARCH

David M.F. Chapman, Steven J. Hughes, and Philip R. Staal
 Defence Research Establishment Atlantic
 P.O. Box 1012, Dartmouth, Nova Scotia, Canada, B2Y 3Z7

ABSTRACT

From 1949 to 1989, DREA conducted research in shallow water environmental acoustics in support of passive sonar applications in submarine detection. The emphasis was on collecting ambient noise and transmission loss data in a variety of geographical areas of interest with different seabed types in all seasons of the year. Significant progress was made in understanding the physical mechanisms governing the acoustic environment, especially the role of the seabed. Our modelling capability improved substantially, drawing on computer codes developed in-house and elsewhere. An important lesson learned was that passive detection is governed by the sum of transmission loss and ambient noise level, which varies from site to site much less than each component considered separately. Despite the progress made, much remains to be done, particularly with regard to the performance of hydrophone arrays in shallow water environments. The way ahead should include: experimental studies of array performance; environmental acoustics measurements relevant to active sonar in shallow water; bottom-mounted sensors (including geophones); and integration of oceanographic and geophysical databases with sonar models in three-dimensional environments.

SOMMAIRE

De 1949 à 1989, le CRDA a effectué des recherches en acoustique du milieu en eau peu profonde en vue de l'utilisation de sonars passifs pour la détection sous-marine. Ces recherches portaient surtout sur la cueillette de données sur les bruits ambiants et les pertes de transmission dans diverses zones d'intérêt géographique à fonds océanique différents en toutes saisons. Des progrès importants ont été faits sur la compréhension des mécanismes physiques qui régissent le milieu acoustique et plus particulièrement sur le rôle que joue le fond océanique. Nos capacités de modélisation se sont beaucoup améliorées grâce à l'utilisation de codes machine mis au point au Centre et ailleurs. Un point important qui a été relevé est que la détection passif est régie par la somme des pertes de transmission et des niveaux de bruit ambiant, qui varie beaucoup moins d'un lieu à un autre que chaque facteur pris séparément. Malgré les progrès qui ont été fait, il y a beaucoup à faire et plus particulièrement en ce qui a trait au rendement des réseaux d'hydrophones en eau peu profonde. Les travaux à venir devraient comprendre la mise en oeuvre d'études expérimentales sur le rendement les réseaux, la prise de mesures en acoustique du milieu en rapport avec les sonars actifs en eau peu profonde, la mise en place de capteurs au fond de la mer (y compris des géophones) et l'intégration de données océanographiques et géophysiques aux modèles de sonars dans des cadres tridimensionnels.

1. INTRODUCTION

For acousticians to predict how well their systems will work in practice, the acoustic properties of the medium—in this case the ocean—must be measured. An important type of measurement is transmission loss: how much is the sound pressure level reduced in propagating from the source to the receiver? Another is ambient noise level: what is the spectral density of the naturally-occurring noise in the ocean that provides a background against which the desired signal must be discriminated? (In this paper, we will be presenting

results applicable to passive sonars, which listen for the characteristic sounds radiated by a submarine. We will not discuss the operation of active sonars, which transmit pulses of sound and then listen for echoes from the submarine.) The measurement, interpretation, and modelling of transmission loss and ambient noise are a major part of what is called *environmental acoustics* by the sonar community. Regardless of the application, the study of environmental acoustics in the ocean presents the research scientist with many challenging puzzles in a difficult setting. The ocean is a far cry from the laboratory bench!

The purpose of this paper is to provide an overview of DREA research in shallow water environmental acoustics from 1949 until 1989, spanning an interval of 40 years, but concentrating on the last decade or so. In addition, we will present what we view to be the way ahead for follow-on research. First we describe the geographical areas where much of our work has been done. Then we briefly review the key DREA publications on shallow water acoustics. We summarize the principal lessons learned in areas of transmission loss measurements, transmission loss modelling, and ambient noise. We show the importance of not viewing transmission loss and ambient noise separately, but in combination, in the form of Detection Level. Following these, we present a list of deficiencies and suggest topics that need to be studied in the near future.

Although we present actual measurements at two different sites of interest, their precise location is not important. Rather, we emphasize the relation between the measured acoustical conditions and the surrounding oceanographic and geological environment.

The shallow water areas on the east coast of Canada are shown in Figure 1. Although the breadth of the eastern Canadian continental shelf is only a few hundred miles, it is quite long: about one-quarter of the distance along the great circle route From Halifax to the UK is over the Canadian continental shelf. We also regard Canadian Arctic waters to

be "shallow", but the unique acoustic environment presented by the Arctic warrants special attention, and this is one area of responsibility of the Defence Research Establishment Pacific, DREA's counterpart on the west coast.

2. BRIEF REVIEW OF KEY DREA PUBLICATIONS

It is difficult to comprehensively review 40 years of research in a brief article, but it is possible to highlight a few milestones of the work that are available in standard sources.

Early work at the Naval Research Establishment—as DREA was known then—concentrated on acoustic propagation [Sandoz 1949, Longard 1952, MacPherson and Fothergill 1962] and noise [Piggott 1964] applied to the sonars and sonobuoys of the time, which generally operated above 100 Hz. This early work recognized the importance of bottom loss and the role of the sound speed profile in directing energy towards or away from lossy boundaries.

A programme of propagation loss and ambient noise measurements was conducted throughout the 70's in areas of interest to Canada, using improved hydrophone arrays [Ross and Adlington 1976, Ross 1978]. Serious modelling of experimental transmission loss data commenced in 1978 with an international experiment on the Scotian Shelf [Ellis

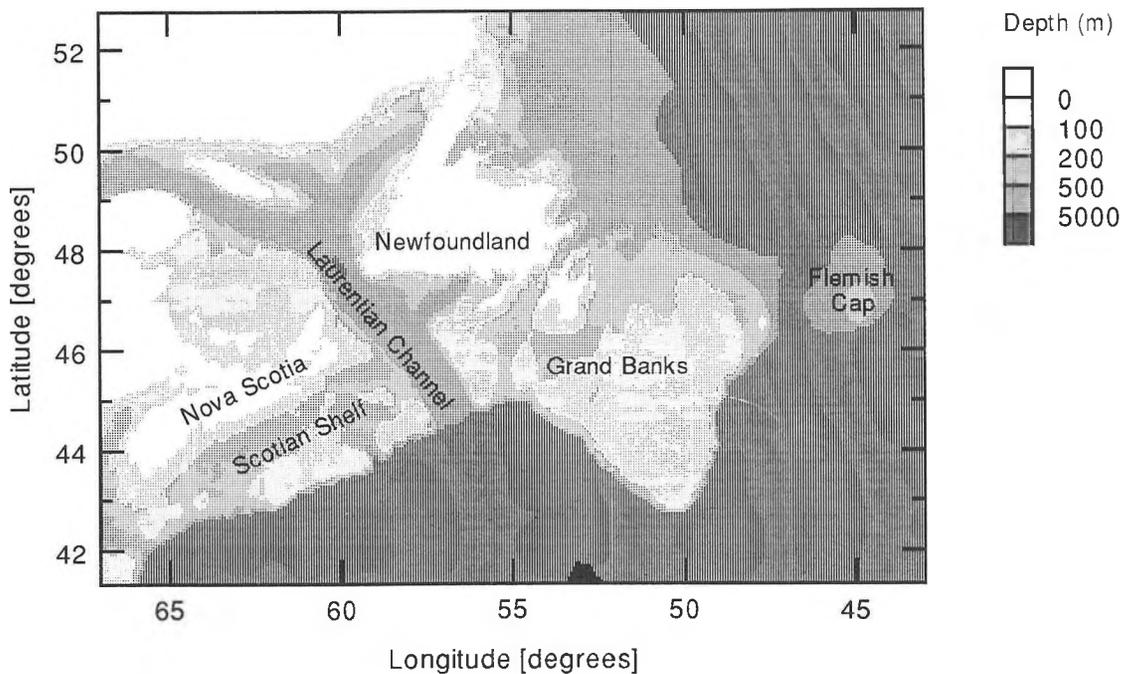


Figure 1. Shallow-water areas on the east coast of Canada.

and Chapman 1980, Chapman and Ellis 1983]; we found that adiabatic normal mode computer codes based on detailed geo-physical models of the seabed adequately explained observations, except perhaps in the frequency range 25–100 Hz.

Another international experiment conducted in 1981 on the UK Continental Shelf drew our attention to what seemed to be unusually large transmission losses below 300 Hz in an area of thinly-sedimented bedrock. The experimental data at this site did not submit to our normal-mode modelling attempts [Chapman and Ellis 1983]. Motivated by suggestions of other workers regarding the role of shear waves in the seabed, a simple model incorporating shear wave effects was developed [Ellis and Chapman 1985] to explain the phenomenon.

This investigation of shear wave effects at very low frequencies was advanced significantly by the development of improved technology to monitor propagation down to 2 Hz [Staal 1987].

New areas were found in ice-free arctic waters and rocky coastal areas that exhibited similar high transmission loss at very low frequencies, and an explanation was found in terms of the physical mechanisms taking place within a thin low-shear-speed sediment layer over a hard bedrock substrate [Hughes *et al.* 1990].

While we were concentrating our research on the physical mechanisms governing propagation, we also gathered and analyzed ambient noise data at several sites [Zakarauskas *et al.* 1990].

3. CURRENT KNOWLEDGE

3.1. Transmission Loss Measurements

In shallow water, transmission loss is highly variable with respect to location, primarily due to variation in seabed type. In a typical propagation scenario, the acoustic energy reflects from the seabed so frequently that even a small change in bottom loss from site to site can lead to large differences in transmission loss at long range.

The variability of propagation is illustrated well in Figure 2, which shows transmission loss from sources at 60 m depth to receivers on the seabed 30 km away, at two different shallow water sites: Site 1 and Site 2. The seabed at Site 1 is composed of thick (10–20 m) smooth sand layers; in contrast, the seabed at Site 2 is composed of rough granite overlain by a few metres of silt. These two sites represent extreme environments: Site 1 has a low-loss seabed and

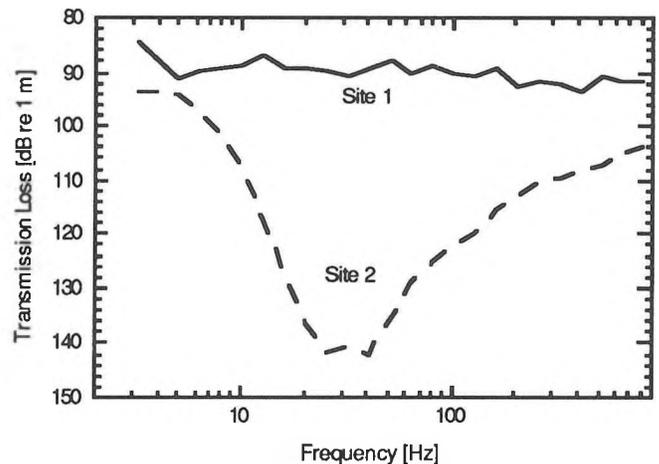


Fig. 2 Transmission loss at two shallow water sites.

exhibits good propagation at all frequencies shown; Site 2 (analyzed in detail by Hughes *et al.* 1990) has a high-loss seabed, especially in the 10–100 Hz band, and shows correspondingly poor propagation in that band. Note that the difference in transmission loss between these two sites is 50 dB at 30 Hz!

Figure 2 represents only a very small fraction of the transmission loss data that we have collected. Reviewing all the experiments, and considering what we know of the geophysical and oceanographic environments, our principal conclusions regarding transmission loss measurements are:

- Acoustic propagation in shallow water is highly variable in time and in location.
- The geophysical composition of the seabed is perhaps the most important factor governing shallow water acoustic propagation.
- The sound speed profile (upward-refracting, downward-refracting, etc.) plays a large role in influencing to what extent the acoustic field interacts with the seabed.
- The speed of shear waves in the seabed and the thickness of the sediment layer are key geo-acoustic parameters.
- Quiet, low-noise sensors are essential. (This may require deployment on the seabed.)

3.2. Transmission Loss Modelling

We use models in two ways: (1) to interpret measured data, investigating various physical mechanisms that govern acoustic propagation and their relative importance; and (2) to predict acoustic propagation in areas and in seasons for which we have no measured data. No one model seems to provide all that we would like in an ideal model. Our general conclusions regarding acoustic modelling in shallow water are:

- Ray-based models have limited use in shallow water environments.
- Normal-mode models (such as SNAP, KRAKEN, PROLOS, described by Etter 1991) have proven to be a useful representation of the acoustic field and have the potential for modelling range-dependent environments to some extent.
- For many seabed environments, one needs knowledge of the speeds and attenuations of the shear wave in addition to those of the compressional wave; the layering of the seabed is often important.
- Fast-field models (such as SAFARI) easily handle multi-layer seabeds with shear, but typically are restricted to range-independent environments.
- Not surprisingly, the agreement between model results and experimental measurements depends largely upon the accuracy of the input geo-acoustic parameters.

3.3. Ambient Noise

Ambient noise is the acoustic field that is generated by propagation from diverse (and often unknown) sources spread over a wide area. Accordingly, one should expect that ambient noise levels are highly correlated with transmission loss, and they are. If the propagation conditions at all the sources are the same as those at the receiver, areas exhibiting high transmission loss have low ambient noise levels, and vice versa.

To illustrate this point, Figure 3 shows average ambient noise spectrum levels from the same sites as Figure 2. The low-loss seabed of Site 1 leads to high noise levels in a broad band centred on 60 Hz; the source of this noise is usually attributed to ships. The high-loss seabed of the Site 2—and to some degree the lower shipping density—results in a very quiet environment. The average wind speed at Site 1 was 15 knots while the data were collected; at Site 2 it

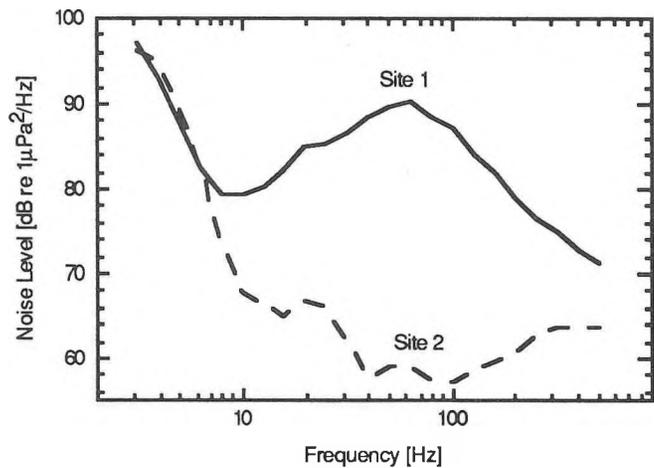


Fig. 3. Ambient noise spectrum levels at the seabed.

was only 9 knots. However, correlation analysis showed that the levels at Site 1 were uncorrelated with wind speed above 20 Hz, whereas the Site 2 levels were highly correlated with wind speed. Below 7 Hz, the noise levels are nearly identical, and may be generated by seismic activity or ocean wave phenomena. Note that the maximum difference in the ambient noise levels at these two sites is about 35 dB, near 50 Hz.

Our ambient noise measurements have led us to the following conclusions:

- Like transmission loss, ambient noise in shallow water is highly variable and dependent upon seabed type.
- A perpetual component of ambient noise is wind- and wave-related. Depending upon the propagation conditions, ship noise can add to this component to various degrees.
- DREA emphasis has been on measuring noise levels and statistics, rather than developing and using models.
- Simple models have shown that both the level and the vertical directionality of ambient noise are influenced by the reflection coefficient at the seabed.

3.4. Detection Level

If one is attempting to detect a submarine with passive acoustics, it is neither transmission loss alone nor ambient noise alone that governs the performance of the sonar, but a combination of the two. Mathematically speaking, if the

submarine has a narrow-band source level SL and if the environment introduces the transmission loss TL and presents a background noise level N, then the signal-to-noise level at a single omni-directional sensor is

$$\text{SNR} = \text{SL} - (\text{TL} + \text{N}). \quad [1]$$

From this expression, clearly what is important in passive detection is the *sum* of transmission loss and noise level.

The characteristics of the sonar processor are summarized by its Detection Threshold (DT), which is the signal-to-noise ratio required at the input of the processor to achieve the desired detection performance (usually 50% probability of detection at a fixed false-alarm rate). The precise value of DT depends upon the statistics of the noise and the signal and generally is frequency-dependent. If we *assume* a DT value, then we can turn Eq.[1] around and ask "What source level is required for detection in a given environment at a specified range?" The Detection Level is defined to be that value of SL that equates SNR to DT, that is

$$\text{DL} = \text{DT} + (\text{TL} + \text{N}). \quad [2]$$

In other words, if the Source Level exceeds DL in a given scenario, there is a better than 50% chance of detecting the submarine. Again, notice that the sum TL+N appears in Eq.[2]. Using measured values of TL and N and an assumed value for DT, one can calculate DL values and compare them with the frequencies and levels of narrowband lines expected from various submarines.

Using the environmental data from the two sites shown in Figures 2 and 3, we present in Figure 4 values of Detection Level at a source-receiver range of 30 km, assuming a hypothetical Detection Threshold of 0 dB. In plain language, the hypothetical sonar signal processor is capable of detecting the signal 50% of the time if the signal power and noise power in a 1-Hz band are equal. (This value does not represent any particular detection scenario, but is used simply as an example.) Although there are significant differences in computed Detection Level between the two sites, the differences are not as large as one might expect from looking at transmission loss and ambient noise separately. Whereas the maximum difference in transmission loss is 50 dB and the maximum difference in noise level is 35 dB, the maximum difference in detection level is only 30 dB. Also, there are significant frequency spans in which the difference in detection level is less than 10 dB or even less than 5 dB.

The frequency of minimum Detection Level does not always coincide with the frequency of minimum Noise Level or the frequency of minimum Transmission Loss. That is, the

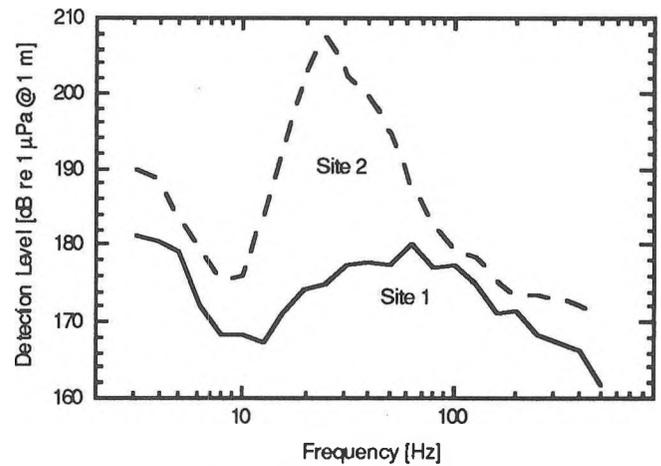


Fig. 4. Hypothetical Detection Level.

concept of "optimum frequency of propagation" has limited use in a passive detection scenario, unless the noise spectrum is flat.

4. THE WAY AHEAD

Although DREA has learned much about the shallow water acoustic environment in the course of our research, we have studied several topics insufficiently. The following list presents recommendations for future work.

- Most of our work has concentrated on single sensors at different depths; we need to more thoroughly investigate the performance of arrays of sensors whose signals are combined coherently.
- As there is renewed interest in active sonars of all types, we must do more work on surface and bottom reverberation in shallow water.
- We know little about the noise field and propagation conditions observed by geophone sensors—as distinct from hydrophones. We are moving into frequency ranges normally inhabited by seismologists and geophysicists, so it is natural for us to try their tools.
- Acoustic modelling capability must be advanced to admit 3-dimensional environments; most of the current range-dependent models still assume cylindrical symmetry about the source or receiver. Increasing complexity of models demands integration of models with both oceanographic and geophysical databases.

- We know little about modelling noise fields in shallow water. In the light of the discussion in the last section, perhaps what we really need is a capability to model Detection Level.
- As ever, our increasing requirement to interpret data and to predict sonar conditions generates a tremendous appetite for detailed environmental data, not only oceanographic, but geophysical. However, if we are not to expire under a mountain of information, we need to determine which are the *essential* parameters that govern the acoustic conditions *that matter*.

Our progress to date has benefited from close cooperation between experimental and theoretical efforts. Often the experimentalist will challenge the modeller with an apparently unexplainable data set that leads to the development of new modelling techniques. By the same token, the theoretician may discover some logical consequence of a model or theory that requires validation—or disproof—by a carefully designed experiment. This should not need to be stated in a scientific journal, but in the modern way of managing and budgeting our research it can often be forgotten.

5. CONCLUSIONS

DREA has made significant progress in understanding the physical mechanisms governing the acoustic environment, especially the role of the seabed. An important lesson learned was that passive detection is governed by the sum of transmission loss and ambient noise level, which varies from site to site much less than each component considered separately. The way ahead should include: experimental studies of array performance; environmental acoustic measurements relevant to active sonar; bottom-mounted sensors (including geophones); and integration of oceanographic and geophysical databases with sonar models in three-dimensional environments.

ACKNOWLEDGEMENTS

Some of the data presented in this paper were analyzed and reported initially by Pierre Zakarauskas, now at Defence Research Establishment Pacific. We thank Ian Fraser of DREA for tolerating our frequent interruptions of his work to ask for help on ours.

REFERENCES

- Chapman, D.M.F., and Dale D. Ellis, 1983, Geo-acoustic models for propagation modelling in shallow water, *Canadian Acoustics* 11, 9-24.
- Ellis, D.D., and D.M.F. Chapman, 1980, Propagation loss modelling on the Scotian Shelf: Comparison of model predictions with experiment, in: *Bottom-interacting Ocean Acoustics*, pp. 525-539, W. A. Kuperman and F. B. Jensen, eds. (Plenum Press, New York).
- Ellis, D.D., and D.M.F. Chapman, 1985, A simple shallow water propagation model including shear wave effects, *J. Acoust. Soc. Am.* 78, 2087-2095.
- Etter, Paul C., 1991, *Underwater Acoustic Modeling, Principles, Techniques and Applications* (Elsevier Applied Science, London).
- Hughes, S.J., D.D. Ellis, D.M.F. Chapman, and P.R. Staal, 1990, Low-frequency acoustic propagation loss in shallow water over hard-rock seabeds covered by a thin layer of elastic-solid sediment, *J. Acoust. Soc. Am.* 88, 283-297.
- Longard, J., 1952, Trials of a deep hydrophone sonobuoy in a sound channel, NRE/TM/52/3, January 1952.
- Macpherson, J.D., and N.O. Fothergill, 1962, Study of low frequency sound propagation in the Hartlen Point region of the Scotian Shelf, *J. Acoust. Soc. Am.* 34, 967-971.
- Piggott, C.L., 1964, Ambient sea noise at low frequencies in shallow water of the Scotian Shelf, *J. Acoust. Soc. Am.* 36, 2152-2163.
- Ross, J.R., 1978, Continental shelf acoustic propagation losses. Proc. Ann. Meeting C.A.A., Halifax, N.S., 2-3 November 1978.
- Ross, J.R. and R.H. Adlington, 1976, Acoustic propagation loss and noise measurements on the Canadian eastern continental shelf, DREA/RN/SA/76/9, December, 1976.
- Sandoz, O.A., 1949, Equipment and techniques for investigating sonar transmissions at sea, NRE/PHX-67, October, 1949.
- Staal, P.R., 1987, Use and evolution of a modular digital hydrophone array, *Proc. IEEE Oceans '87*, 161-166.
- Zakarauskas, P., David M.F. Chapman, and Philip R. Staal, 1990, Underwater acoustic ambient noise levels on the eastern Canadian continental shelf, *J. Acoust. Soc. Am.* 87 2064-2071.

National Building Code Part 9, Section 9.11, Sound Control

The following communications, submitted by James Feilders of Jade Acoustics, are published for information:

Head, Codes Section
Institute for Research in Construction
National Research Council Canada
Ottawa, Ontario K1A 0R6

RE: NBC Part 9, Section 9.11 Sound Control

We are requesting an explanation of the above section of the National Building Code.

Subsection 9.11.1.1 states that sound transmission can be determined using ASTM E413/E90 or ASTM E336. The former is a lab test while the latter is a field test. The appendix states that it is preferable to select lab related assemblies that are better than called for in subsections 9.11.1.1(1) and (2) and states that field tests can be done early in the construction project to ensure the minimum STC ratings are met in the field. All the above implies that the field rating is preferred and that the code is one of performance. However, the section also states that a lab rating is acceptable including those assemblies given in Table A-9.10.3.1. This approach is more of a prescriptive nature. Please clarify the minimum requirement expected of a builder. Also, provide answers to the following:

- a) If an occupant complains of noise, can a builder simply state he used an assembly of proper rating from Table A-9.10.3.1?
- b) If the assembly has not been lab tested, can he prepare a sample of the assembly used and have it lab tested and if found to be STC 55 or better (depending on the location defined in the code) have no further obligation?

James L. Feilders, P.Eng., JADE ACOUSTICS INC.

Mr. James L. Feilders
JADE ACOUSTICS INC.
Suite 203 - 545 North Rivermede Road
Concord, Ontario L4K 4H1

You have identified an area in the Code where an approach somewhat different than normal has been taken. Normally, when the Code specifies a performance target, it is intended to apply to the as-built, in-place assembly. However, in the case of sound separations, the Standing Committee on Housing and Small Buildings felt that this approach was not practical since it would lead to frequent resort to expensive and difficult on-site testing of sound separations. The Committee therefore decided to allow the use of laboratory-rated assemblies. The answers to your questions that result from this approach are as follows:

The builder is expected to use assemblies with STC ratings that at least satisfy the required minima, as determined either by testing or by reference to the tables in the Appendix, and to install such assemblies in accordance with good building practice. Good practice, in this case, would mean paying attention to openings and flanking paths. What a builder has to do to satisfy an occupant complaining of excessive sound transmission depends on the contractual arrangement between the builder and the occupant. However, if it came to the builder having to prove in a court of law that he had complied with the National Building code, he would have to satisfy the court that he had used an assembly that satisfied the preceding paragraph. If he had used an un-rated assembly but could show, by laboratory testing of a representative sample, that the assembly would provide the required STC rating, then he would have demonstrated compliance with the Code. However, this does not necessarily mean that the builder has satisfied his obligation to the occupants. As indicated above, there may be some additional obligation arising from the contractual arrangements between the occupants and the builder (rental agreement, condominium sale papers, etc.). He might also be subject to some implicit obligation of a vendor of a product to supply a product that functions in a manner that a reasonable purchaser could reasonably expect. If you are acting on behalf of an occupant or a builder, you might want to get a legal opinion on this. I hope that the above information will be helpful. The views expressed in this letter are those of the Canadian Codes Centre of the Institute for Research in Construction who assist the Committees which are responsible for the preparation of the National Building Code. These views should not be considered as official interpretations of legislated requirements based on the National Building Code because the final responsibility for an official interpretation rests with the authority having jurisdiction.

John C. Hayson, P.Eng., Unit Head, Buildings and Services, Canadian Codes Centre



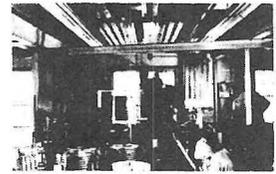
Noise Control Products & Systems

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

engineered to meet the requirements of Government regulations

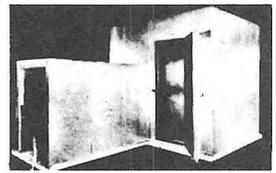
Eckoustic® Functional Panels

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.

TRAITEMENTS DES SIGNAUX POUR LES SYSTEMES SONAR

Michel Bouvet

A une époque où les sous-marins se font de plus en plus silencieux, les sciences et technologies du sonar sont en constante progression. Les senseurs sonar évoluent, et le traitement des signaux devient complexe et élaboré. L'ouvrage de M. Michel Bouvet se veut un résumé des théories de base du traitement de signal spécifique à la conception d'un système sonar, de même qu'une aide à la conception de récepteurs.

L'ouvrage est divisé en trois parties. La première partie traite brièvement de la théorie du signal. L'analyse spectrale est couverte, pour les signaux continus et discrets. Un chapitre très complet couvre la théorie statistique de la décision appliquée à la détection de sous-marin (Probabilité de détection/fausse alarme, courbes COR ou de caractéristiques opérationnelles de réception, etc.) et la théorie de l'estimation, avec applications à des problèmes spécifiques (sonar passif et actif). Le dernier chapitre de cette partie termine avec une discussion sur des algorithmes de traitement du signal, telles les opérations matricielles, et structures "sur le silicium", et l'évolution des circuits imprimés.

La deuxième partie couvre le traitement des signaux appliqué à l'acoustique sous-marine, et plus spécifiquement à la conception de récepteurs sonar. On y retrouve un chapitre très descriptif sur les bruits observés en milieu sous-marin. Ils sont décrits de façon statistique: stationnarité, cohérence, etc., et l'auteur s'attarde sur les bruits rayonnés par différents composants de bâtiments navals, et les bruits de réverbération. Côté récepteur, l'auteur explique le traitement d'antenne, et les méthodes à haute résolution. La description est rapide, mais une liste complète de références peut aider le lecteur en difficulté. La deuxième partie se termine par deux chapitres sur les sonars actif et passif respectivement, du point de vue du traitement des données particulier à chacun de ces systèmes, et des techniques particulières utilisées pour augmenter les chances de localisation.

La troisième et dernière partie combine les thèmes précédents pour une analyse globale de système sonar à l'aide de plusieurs exemples concrets. Premièrement, les équations du sonar sont amenées terme par terme, pour le cas passif et actif. Chaque terme est très bien décrit, exemples à l'appui. Les équations finales sont aussi renforcées de plusieurs exemples, du téléphone sous-marin, au sonar actif de veille. Un chapitre synthèse suit, où les systèmes sonar biologiques sont utilisés pour un exemple complet du problème. Le dernier chapitre est dédié aux applications hautes fréquences, avec pour exemple le détecteur de mines sous-marines.

L'ouvrage entier est très descriptif. Il est basé sur des cours de l'École Nationale supérieure des Techniques Avancées (ENSTA), de l'École Nationale Supérieure d'Ingénieurs des Études et Techniques d'Armement (ENSIETA) et de stages de formation continue de la Société des Amis de l'ENSTA (SAE). Le livre est rempli d'exemples concrets qui seront très utiles à ceux qui débutent dans le milieu des sonars sous-marins. Certains passages sont peut-être un peu brefs considérant l'importance de l'information, ou du contenu scientifique plus élevé, mais les listes de références données (pour textes en français et en anglais) sont très complètes, et aideront le lecteur.

De par son style descriptif, l'ouvrage contient plusieurs passages qui plairont au lecteur amateur comme au lecteur plus avisé. Ainsi les sections sur le bruit ambiant ou sur l'équation du sonar, qui sont fournies d'exemples concrets. L'auteur fait aussi plusieurs comparaisons entre le sonar et le radar, entre l'acoustique sous-marine et aérienne. Aussi, l'ouvrage contient plusieurs exemples qui sortent de l'environnement militaire tactique, tels les sonars biologiques ou les sonars de pêche. Les démonstrations mathématiques sont réduites en nombre certaines produites en annexe), se qui garde le texte concis, et le style aisé.

Le manuel de M. Michel Bouvet est un excellent ouvrage de synthèse en français. Ce dernier fait pourra peut-être créer une ou deux difficultés pour le lecteur habitué à la terminologie et aux acronymes anglais. Une liste de notations se trouve à la fin de l'ouvrage pour pallier à ce problème. La description des unités par contre est un peu brève pour le lecteur nord-américain, qui est certain de rencontrer plusieurs ouvrages avec des unités autres que les unités métriques. Une table de conversion aurait été utile. Par contre, le plaisir de lire cet ouvrage en français pardonne ces inconvénients.

Cet ouvrage servira de référence à tous ceux qui auront à utiliser un système sonar, et à ceux qui feront partie d'une équipe de conception, que ce soit au niveau de la conception des récepteurs, du traitement du signal, ou de l'élaboration complète du système. Il servira aussi d'introduction aux techniques plus récentes, tel le traitement de signal implanté sur le silicium. La philosophie pédagogique adoptée tout au long de l'ouvrage en fera aussi un excellent outil de formation.

[Ce livre (ISBN 2-225-82615-3 est disponible de Masson S.A., 120 Bd. Saint-Germain, 75280 Paris Cedex 06, France aux prix de 230 FF.]

Évalué par Francine Desharnais, DREA.

The Canadian Acoustical Association
l'Association Canadienne d'Acoustique

CAA Board of Directors Meeting

Date: Sunday 19 July, 1992
Time: 10:00 a.m.
Place: Inn on the Park Hotel, Toronto

AGENDA

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. President's Report (Chapman) 2. Executive Secretary's Report (Sydenborgh) 3. Treasurer's Report (Bolstad) 4. Editor's Report - Canadian Acoustics (Hodgson) 5. Membership/Recruitment Report (Bradley) 6. Awards Committee Report (Dunn) <ul style="list-style-type: none"> Directors' Awards (Laroche) Postdoctoral Prize (Abel) Bell Speech Prize (Brewster) Fessenden Prize (Chapman) | <ol style="list-style-type: none"> 7. Eckel Award (Hodgson) ACW Student Presentations (Behar) <ul style="list-style-type: none"> Science Fair (Cohen) Postdoctoral Prize (Abel) Acoustics Week in Canada Reports <ul style="list-style-type: none"> 1992 Vancouver Meeting (Whicker via Hodgson) 1993 Toronto Meeting (Abel) 1994 ??????? Meeting (?) 8. Other business: Certificate of Past Service to CAA 9. Discussion: The Future of the CAA |
|---|--|

MICROPHONES FROM LARSON-DAVIS LABORATORIES



- Preamplifiers
- Power Supplies
- Calibrators

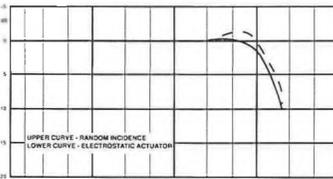
PRECISE, RUGGED, AND AFFORDABLE

Individualized Calibration Charts

MICROPHONE CALIBRATION CHART

MODEL NO. _____
SERIAL NO. _____
SENSITIVITY @ 1013 mbar & 250 Hz
dB re 1V/Pascal
mV/Pascal
 k_c (dB re 50 mV/Pascal)

CAPACITANCE @ 250 Hz
TEST CONDITIONS:
Polarization Voltage _____ V
Ambient Pressure _____ mbar
Temperature _____ °C
Relative Humidity _____ %
Date _____ Operator _____



Dalimar
Instruments Inc.

89, boul. Don Quichotte
Suite No. 7
Ile Perrot, Qc
J7V 6X2
Tel.: (514) 453-0033
Fax: (514) 453-0554

**Canadian Acoustical Association
Acoustics Week in Canada 1992**

Sheraton Plaza 500, Vancouver, B.C.



SEMINARS



ARCHITECTURAL ACOUSTICS (October 7)

This one day seminar is aimed towards architects, engineers and project planners interested in incorporating noise control into buildings. Topics covered include airborne, structure-borne, mechanical services and site noise control. Discussions will also encompass the subjects of architectural acoustics and acoustical problems. This seminar is sponsored by Western Noise Control Ltd. and will be presented by **Mr. Mike Noble**, a senior consultant specializing in industrial, architectural, environmental and marine acoustics with Barron Kennedy Lyzun & Associates Ltd., and **Mr. Ken Barron**, P.Eng., president of Barron Kennedy Lyzun & Associates Ltd. Course fee is \$150.00 Canadian. There is a discount for early registration.

UNDERWATER ACOUSTICS (October 6 - 7)

This two day seminar is directed towards those in need of a basic understanding of the principles of underwater sound and will be of interest to engineers and scientists entering the field and will serve as a concise review for those already carrying out research. It will be also useful for students in related fields such as oceanography and geophysics and those who make use of underwater sound in their research. Topics to be discussed include: description of the ocean as an acoustic medium, sources of sound, transducers and arrays, the sonar equation, propagation of sound in the deep ocean, geoacoustics, propagation of sound in shallow water, matched field processing in ocean acoustics, sea surface scattering, ambient noise in the ocean and arctic acoustics. Discussions will include examples from current research in ocean acoustics. The lecturer for this seminar will be **Dr. Ross Chapman**, who is a research scientist in ocean acoustics at Defence Research Establishment Pacific. He is also an adjunct professor in Physics at the University of Victoria and a Fellow of the Acoustical Society of America. Course fee is \$345.00 Canadian. There is a discount for early registration.

OCCUPATIONAL NOISE AND VIBRATION (October 6 - 7)

This two day seminar is designed to meet the needs of engineers and hygienists wishing to increase their comprehension of occupational noise and vibration problems and their understanding of how to solve them. Topics to be discussed include: acoustics and vibrations concepts and variables, characteristics of sound waves, effects of noise on health, effects of occupational hearing loss, occupational hearing loss risk appraisal and prevention, effects of noise on safety and comfort, human response to vibration, vibration damage-risk criteria, standards, control of hand/arm vibration, measurement instrumentation and techniques, design and efficiency of noise control measures, noise prediction methods and vibration control. The lecturers for this seminar will be **Dr. Murray Hodgson** of the University of British Columbia, **Dr. Raymond Héту** of the University of Montreal and **Dr. Tony Brammer** of the National Research Council Canada. Course fee is \$450.00 Canadian. There is a discount for early registration.

DEADLINE FOR REGISTRATION IS SEPTEMBER 10, 1992

SYMPOSIUM (October 8 - 9)

The program for the 1992 Symposium commences with special plenary sessions on each of the two days. Each plenary session will be followed by several parallel sessions of technical papers on all aspects of acoustics. Included in the parallel sessions will be theme sessions on underwater acoustics and on occupational noise control. As well, manufacturer's of noise control products, testing instrumentation, and related equipment will be exhibiting these items throughout the symposium. A Thursday evening banquet for the participants and their guests will be the highlight of the week's formal events and will include presentation of CAA awards. The sessions contemplated to date include:

- Underwater Acoustics
- Occupational Noise and Vibration
- Acoustic Sources
- Performance Acoustics
- Electroacoustics
- Speech, Hearing and Communications
- Architectural Acoustics
- Acoustic Measurements

CAA ANNUAL GENERAL MEETING

The meeting will be held on Thursday, October 8, 1992 at the hotel. All CAA members are urged to attend.

HOTEL INFORMATION

All meeting activities are to be held in the Sheraton Plaza 500 Hotel, 500 West 12th Avenue, Vancouver, B.C., Canada, V5Z 1M2 (Phone (604) 873-1811, Fax (604) 873-5103). A block of rooms has been reserved at a reduced room rate of \$86.00 for single/double occupancy (GST and PST extra). The reduced rate release date is September 6, 1992. Late reservation will be made on a space available basis.

All reservations are to be made directly with the hotel. To reserve a room, complete and mail or fax the registration card contained in the information package which you will receive on submission of your completed CAA registration form, or call the hotel directly and identify yourself as attending the CAA 1992 Symposium.

Ground transportation from the Vancouver International Airport to the Sheraton Plaza 500 Hotel will cost approximately \$20.00 by taxi.

For a complete information package on the entire Acoustics Week in Canada program, write, phone, or fax to:

**Canadian Acoustical Association
1992 Symposium Committee
c/o Barron Kennedy Lyzun & Associates Ltd.
Suite 250, 145 West 17th Street
North Vancouver, B.C. V7M 3G4
Phone: (604) 988-2508; Fax: (604) 988-7457**

L'Association Canadienne d'Acoustique

Semaine de l'Acoustique Canadienne 1992

Sheraton Plaza 500, Vancouver, C.-B.

COURS (6 - 7 octobre)

Trois cours sont offerts en anglais. On vous prie de voir le côté anglais pour les descriptions et de vous inscrire avant le 10 septembre 1992.

SYMPOSIUM (8 - 9 octobre)

Le programme pour le symposium de 1992 commence avec une plénière chaque jour. Ces sessions seront suivies de sessions parallèles de communications couvrant tous les aspects de l'acoustique. Les sessions parallèles inclueront des sessions spéciales sur l'acoustique sous-marine et le contrôle du bruit et des vibrations en milieu de travail. De plus, il y aura une exposition de manufacturiers de produits de contrôle du bruit, d'instrumentation et d'autre équipement ayant rapport à l'acoustique, qui durera tout le long du symposium. Le banquet jeudi soir pour les participants et leurs invités couronnera le congrès avec la remise de prix. A date, voici les sessions prévues:

- L'acoustique sous-marine
- Bruit et vibrations en milieu de travail
- Sources acoustiques
- L'acoustique de spectacles
- L'électro-acoustique
- La parole, l'ouïe et la communication
- L'acoustique architecturale
- Le mesurage acoustique

L'ASSEMBLÉE ANNUELLE DE L'ACA

L'assemblée annuelle aura lieu le jeudi, 8 octobre 1992 à l'hotel. Tous les membres de l'ACA sont priés de s'y rendre.

INFORMATION SUR L'HOTEL

Toutes les activités de la semaine se dérouleront à l'hotel Sheraton Plaza 500, 500 12ième Avenue ouest, Vancouver, B.C., Canada, V5Z 1M2 (Tél (604) 873-1811, Télécopieur (604) 873-5103). Un bloc de chambres a été réservé à des taux préférentiels de \$86.00 pour occupation simple or double (TPS et taxe provinciale en sus). Ces taux réduits sont valables jusqu'au 6 septembre 1992. Après cette date les réservations seront faites si l'espace le permet. Toutes les réservations doivent être faites directement avec l'hotel. Afin de réserver une chambre, remplissez et retournez par la poste ou par télécopieur la carte d'enregistrement incluse dans le paquet d'information, ou appelez l'hotel directement en vous identifiant comme un participant au symposium de 1992 de l'ACA.

Les coûts de taxi de l'aéroport international de Vancouver à l'hotel Sheraton Plaza 500 sont environs \$20.00.

Pour de plus amples renseignements et le paquet d'information complète de la Semaine de l'Acoustique Canadienne 1992 écrivez, appelez ou contactez par télécopieur:

L'Association Canadienne d'Acoustique
COMITÉ DE LA CONVENTION DE 1992
a/s Barron Kennedy Lyzun & Associates Ltd.
250, 145 17th Street West
North Vancouver, C.-B. V7M 3G4
Tel. (604) 988-2508; Télécopieur. (604) 988-7457

1992 ACOUSTICS WEEK IN CANADA

SEMAINE DE L'ACOUSTIQUE CANADIENNE 1992

Following is a listing of the abstracts of papers received to date for presentation at the 1992 convention:

HEARING

Evaluation of Long-Term Effects of Early Auditory Deprivation: An Animal Model of Otitis Media - *Trudy J. Adam and R.C. Tees*

A Computational Model of Sound Source Separation - *Guy J. Brown and Martin Cooke*

Discrimination of Frequency Transitions Among Young and Elderly Adults as a Function of Spectral and Temporal Psychoacoustic Cues - *J.F. MacNeil and E.B. Slawinski*

Application of Finite Infinite Response (FIR) Digital Filters to Model Human Auditory Perception of Low-Frequency Spectral Change - *Brenda I.L. Orser*

Digital Generation of High Quality Audio Signals with the Next Computer - *Marek and Danuta Roland-Miewzkowski*

An Auditory Aftereffect for Moving Spectral Patterns - *Z. Shu, N.V. Swindale, C.A. Laszlo and M.S. Cynader*

MEASUREMENT

Research Study in Non-Linear Acoustics due to Electrical Discharges - *Vick J. Chovjka*

A Study of the Parameters Affecting the Accuracy of Sound Power Determination Using Sound Intensity Scanning Technique - *G. Krishnapa and V.J. Chiu*

A Proposed Alternative to the STC Rating System for Sound Transmission Loss Measurements and Specifications - *Tom Paige*

Precautions and Procedures for Precision Phase Match of Microphones - *George S.K. Wong*

NOISE AND VIBRATION CONTROL

I.D. Fan Discharge Duct Vibration - *B. Alavi and G.L. Gould*

A New Vacuum-Activated Damping Device to Reduce the Noise and the Vibrations in Riveting Process - *M. Amram, P. Masson, G. Brooks and P.E. Boileau*

Hand-Arm Vibration Association with the Use of Riveting Hammers in the Aerospace Industry and Efficiency of "Antivibration" Devices - *P.E. Boileau, H. Scory, G. Brooks and M. Amram*

Optimal Use of Polymetric Materials in Vibrating Beam Systems with the Consideration of Temperature and Frequency Effects - *Li Cheng, Guy Plantier and Marc Richard*

Engineered Noise Control at Ontario Hydro: A Systematic Approach for the 90s - *Gary L. Gould*

Preliminary Simplified Model for Predicting Sound Propagation Curves in Factories - *Murray Hodgson*

Measurement of the Performance of Suspended Baffle Arrays in Non-Diffuse Sound Fields - *Murray Hodgson, Mazen Victor Eldada and Louis-Philippe Simard*

Maximum Duct Velocity Guidelines for Air-Handling Systems Serving Sound-Sensitive Spaces - *Tom Paige*

Vibration and Sound Radiation of a Circular Cylindrical Shell under Circumferentially Moving Loads - *Raymond Panneton, Alain Berry and Frederic Laville*

Insertion Loss of Multi-chamber Mufflers - *R. Ramakrishnan and A. Misra*

Finite Element Modelling of Machinery Vibration Isolation Systems - *David C. Stredulinsky*

Performance of Combustor with Acoustic Augmentation of Primary Zone Air-Jet Mixing - *P.J. Vermuelen, J. Odgers and V. Ramesh*

OCCUPATIONAL NOISE AND VIBRATION

Noise Exposure Surveys - 10 Years of Experience - *Alberto Behar*

Distortion Product Otoacoustic Emissions (DPOAE), Frequency Selectivity (FS) and Temporary Threshold Shift (TTS) as Measures of Auditory Fatigue Among Normal Listeners - *M. Billette, R. Hetu and T. Leroux*

High Frequency Audiometry: Technical Considerations and Clinical Applications - *Steven D. Clements and Marek Roland-Miewzkowski*

Can a Hearing Aid That is Turned Off Act as a Hearing Protector? - *R. Hetu, H. Tran Quoc and Y. Tougas*

"DETECTSOUND" and "dBOHS" A Software Package for the Analysis of Health and Safety in Noisy Workplaces - *C. Laroche, R. Hetu, H. Tran Quoc and J.M. Rouffet*

Qualitative and Quantitative Ways to Illustrate Hearing Loss - *Marek Roland-Miewzkowski, Steven Clements, Wayne Young and Ken Williams*

Transient Analysis of Otoacoustic Emissions: Diagnostic Value and Technical Feasibility - *Wayne Young and Marek Roland-Miewzkowski*

SPEECH

Continued Development of an IMELDA Based Voice Recognition System for Persons with Severe Disabilities - *Gary E. Birch, Dariusz A. Zwierzynski, Claude Lefebvre and David Starks*

Robust Pitch Detection for Normal and Pathologic Voice - *B. Boyanov, G. Chollet, S. Hauth and G. Beaudoin*

On Neutral-Tone Syllable in Mandarin Chinese - *Cao Jianfen*

Quatre Visages de la Voix - *Daniel Leduc*

Hard-Wiring and the Perception of Speech - *S.J. Mashari and M.J. Pont*

Acoustic Measurements of Vocalic Nasality in Mandarin Chinese - *Bernard L. Rochet and Yanmei Fei*

Pitch Perception and Range of Fundamental Frequency of Speaking Voice in Cantonese, British and Nova Scotian Subjects - *Ken A. Williams, Marek Roland-Miewzkowski and Annabel Cohen*

Studies for Chinese Continuous Speech Recognition with Large Vocabulary - *Lin Zhiwei and Yanmei Huang Taiyi*

UNDERWATER ACOUSTICS

Effect of Noise Field and Array Configuration on Matched-Field Processing in Underwater Acoustics - *Peter Brouwer and John M. Ozard*

Trains, Planes, and Fishing Boats: A Geophone Sensor for Underwater Acoustics - *David M.F. Chapman*

On the Acoustical Intensity of Breaking Waves - *Li Ding and David Farmer*

It's a Small World: Underwater Sound Transmission from the Southern Indian Ocean to the Western North Atlantic - *Ian A. Fraser and Peter D. Morash*

A Two-Component Arctic Ambient Noise Model - *Michael V. Greening and Pierre Zakarauskas*

Source Level Measurements from Depth-Scaled Spectra of 0.82 kg SUS Charges - *D.E. Hannay*

Reciprocal Travel Time Scintillation Analysis - *Dimitris Menemenlis and David Farmer*

Sensitivity of Bottom Backscattering to Sediment Volume Properties: Modeling and Model/Data Comparison for 100 - 5,000 Hz - *Pierre Mourad and Darrel R. Jackson*

Holographic Wavefront Reconstruction of Acoustic Waves in a Variable Ocean - *Pierre D. Mourad, Robert P. Porter, Dan Rouseff and Azmi Al-Kurd*

Acoustic Thermometry of Ocean Climate - The Heard Island Follow-On - *Robert C. Spindel*

Statistical Properties of Low Frequency Ambient Noise - *M.J. Wilmut, M.L. Timmermans and N.R. Chapman*

Stationary Approximations in Matched-Field Processing for a Moving Underwater Acoustic Source - *Cedric A. Zala and John M. Ozard*

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 de deux pages 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 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 two pages 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:

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.

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.

Acoustics Week in Canada 1992
Sheraton Plaza 500, Vancouver, B.C.
October 6-9, 1992

Travel Subsidy for Students

The Canadian Acoustical Association (CAA) annually hosts a four-to-five day conference, dealing with a wide variety of topics related to acoustics. This year the week will begin with the following seminars held concurrently:

ARCHITECTURAL ACOUSTICS (October 7 - 1 day)
UNDERWATER ACOUSTICS (October 6 - 2 days)
OCCUPATIONAL NOISE AND VIBRATION (October 6 - 2 days)

The seminars will be followed by a symposium on October 8-9, where technical papers are presented. Some of the structured session include:

- Underwater Acoustics
- Electroacoustics
- Occupational Noise and Vibration
- Speech, Hearing and Communications
- Acoustic Sources
- Architectural Acoustics
- Performance Acoustics
- Acoustic Measurements

If you are a student involved in acoustical study or research, we invite you to attend this year's conference in Vancouver, British Columbia. Students that present a technical paper are eligible to receive an award for their contribution.

To encourage student participation, a travel fund has been established to partially defray transportation and housing expenses. The amount granted to each student will depend on the number of requests received. To apply for a travel subsidy, students should submit, to be received by July 31, 1992, a brief informal written proposal to:

Canadian Acoustical Association
1992 Symposium Committee
c/o Barron Kennedy Lyzun & Associates Ltd.
Suite 250, 145 West 17th Street
North Vancouver, B.C. V7M 3G4
Phone: (604) 988-2508; Fax: (604) 988-7457

The proposal should indicate your status as a student, whether or not you have submitted an abstract to present a paper at the conference, whether you are a member of the CAA, your travel plans (i.e., whether you will be travelling alone or with other students), and any other information which you consider relevant. Preference will be given to full-time students at a University or post-secondary institution using the most economical mode of transportation.

Semaine de l'Acoustique au Canada 1992
Sheraton Plaza 500, Vancouver, C.-B.
6 au 9 octobre 1992

Subside de Voyage pour Etudiants

Le congrès annuel de l'Association Canadienne d'Acoustique (ACA) couvre une variété de sujets qui se rattachent à l'acoustique. Cette année, la semaine débuttera avec trois cours présentés simultanément (en anglais):

ARCHITECTURAL ACOUSTICS (7 octobre - 1 jour)
UNDERWATER ACOUSTICS (6 octobre - 2 jours)
OCCUPATIONAL NOISE AND VIBRATION (6 octobre - 2 jours)

Les deux derniers jours du congrès seront consacrés à un symposium de communications techniques. Parmi les sessions structurées, l'on propose les thèmes suivants:

- L'acoustique sous-marine
- L'électro-acoustique
- Le bruit et les vibrations de travail
- La parole, l'audition et la communication
- Les sources acoustiques
- L'acoustique architecturale
- L'acoustique de grandes salles
- Les mesures acoustiques

Si vous êtes étudiant(e) en acoustique nous vous invitons à participer à notre congrès à Vancouver, Colombie Britannique. Il y a des prix pour les meilleures présentations étudiantes.

Afin d'encourager la participation étudiante, un fonds a été établi pour aider à défrayer les coûts de transport et de logement. Le montant octroyé à chaque étudiant(e) dépend du nombre de demandes reçues. Une soumission écrite doit être reçue par le comité organisateur avant le 15 juillet, à l'adresse suivante:

Association Canadienne d'Acoustique
Comité de la Convention 1992
a/s Barron Kennedy Lyzun & Associates Ltd.
Bureau 250, 145 - 17th Street West
North Vancouver, C.-B. V7M 3G4
Téléphone: (604) 988-2508; FAX: (604) 988-7457

Votre soumission doit indiquer votre situation en tant qu'étudiant(e), si vous avez soumis un résumé afin de présenter une communication, si vous êtes membre de l'ACA, vos plans de voyage (i.e. si vous voyagez seul(e) ou avec d'autres participants) et toute autre information que vous jugez utile. La préférence sera donnée aux étudiant(e)s qui fréquentent une université ou autre institution post-secondaire à plein temps et à ceux qui choisiront le moyen de transport le plus économique.

**REGISTRATION FORM
(FORMULAIRE D'INSCRIPTION)**

**1992 Acoustics Week in Canada
Sheraton Plaza 500 Hotel, Vancouver, B.C.**



Surname(Nom): _____ First Name(Prénom): _____

Representing (représentant): _____

Address (adresse): _____

Postal Code (Code Postal): _____ Telephone: (_____) _____

Companion Name (Nom de Personnes qui accompagnent) _____

SEMINARS (SÉMINAIRES en anglais)

October 6-7 (Octobre) 1992

	Registration Received: (Inscription reçu)	before (avant) Sept.10	after (après) Sept.10	Amount (Montant)
Architectural Acoustics (Oct. 7 - 1 day)		\$125.00	(\$150.00)	\$ _____
Underwater Acoustics (Oct. 6-7 - 2 days)		\$295.00	(\$345.00)	\$ _____
Occupational Noise and Vibration (Oct. 6-7 - 2 days)		\$395.00	(\$450.00)	\$ _____

SYMPOSIUM

October 8-9, 1992

	Registration received: (Inscription reçu)	before (avant) Sept.10	after (après) Sept.10	
Registration (Inscription) (Includes 1 banquet ticket; inclut un billet de banquet)		\$125.00	(\$150.00)	\$ _____
Student registration (Inscription d'étudiant)		\$25.00	(\$35.00)	\$ _____
Additional Banquet Tickets (Billets)_____		\$40.00ea	(\$40.00ea)	\$ _____
	TOTAL			\$ _____

PLEASE make cheques payable in Canadian funds to CAA 1992 Symposium and mail to
S.V.P. Faites vos chèques à l'ordre de CAA 1992 Symposium en fonds Canadiens et postes à

Canadian Acoustical Association
c/o Barron Kennedy Lyzun & Associates Ltd.
Suite 250, 145 West 17th Street
North Vancouver, B.C. V7M 3G4

NEWS/INFORMATIONS

CONFERENCES

14th International Congress on Acoustics: Beijing, China, September 3 - 10, 1992. contact: ICA Secretariat, Institute of Acoustics, P.O. Box 2712, Beijing 100080, China or FAX at 256-1457.

1992 International Congress on Noise Control Engineering: Toronto, Ontario, July 20 - 22, 1992. A four-page Announcement and Call for Papers for INTERNATIONAL NOISE 92 is now available from the Congress Secretariat. Contact: Congress Secretariat, P.O. Box 2469 Arlington Branch, Poughkeepsie, NY 12603, USA. Tel: (914) 462-4006, FAX: (914) 473-9325.

6th International FASE - CONGRESS 1992: Zürich, Switzerland, July 29 - 31, 1992. Contact: FASE Congress 1992, Swiss Acoustical Society, P.O. Box 251, 8600 Dübendorf, Switzerland. Tel: 0041-1-954 06 05 (Mrs. E. Rathe) FAX: 0041-1-954 33 48.

Acoustical Society of America: Memphis, Tennessee, October 19 - 23, 1992. Contact: Acoustical Society of America, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797. Tel: (516) 349-7800 ext. 481.

IEEE Ultrasonics Symposium: Tucson, Arizona, USA, October 1992. Contact: Motorola Government Electronics Group, Attn: F.S. Hickernell, 8201 E. McDowell Rd., Scottsdale, AZ 85252.

VDE - Kongress '92: Köln, FGR, November 18 - 21, 1992. Contact: VDE-Zentralstelle, Tagungen und Seminare, Stresemannallee 15, D-6000 Frankfurt, 70, FGR.

Tonmeistertagung 1992: Bergheim, FGR, November 18 - 21, 1992. Contact: Bildungswerk des Verbandes Deutscher Tonmeister, Honniggasse 16, D-5010 Bergheim 12, FGR.

XIIIth World Congress on Occupational Safety and Health: New Delhi, India, April 4 - 8, 1993. Contact: National Safety Council, P.O. Box 26754, Sion, Bombay 400 022, India. Tel: 407-3285; 407-3694; 409-1285, FAX: +91-22-525-657, Telex: 011-74577 CLI-IN, Cable: NASACIL.

International Noise and Vibration Control Conference: St. Petersburg, Russia, May 31 - June 3, 1993. Contact: Noise Control Association Leningrad Mechanics Institute, Professor Nickolai Igorevich Ivanov, St. Petersburg, Russia.

6th International Congress on Noise as a Public Health Problem: Nice, France, July 6 - 9, 1993. Contact: Noise and Man '93, Inrets-Len, P.O. Box 24, 69675 Bron Cedex, France.

COURSES

Program in Acoustics and Signal Processing: State College, PA, June, 1992. A unique four-week program, comprised of ten accredited graduate level courses in acoustics and signal processing, will be offered in June, 1992 by Penn State's Graduate Program in Acoustics in cooperation with the University's Applied Research Laboratory (ARL). Contact: Dr. Alan D. Stuart, Summer Program Coordinator, the Penn State Graduate Program in Acoustics, P.O. Box 30, State College, PA, 16804. Telephone (814) 863-4128 or FAX (814) 865-3119.

Modal Analysis: San Diego, California, USA, June 9 - 11, 1992. Contact: Scientific-Atlanta, Spectral Dynamics Products, 13112, Evening Creek Drive South, San Diego, CA 92128, USA. For further information or to register, Telephone Bob Keifer at (619) 679-6351.

CONFÉRENCES

14e Congrès international sur l'acoustique: Beijing, Chine, du 3 au 10 septembre 1992. Contacter: ICA Secretariat, Institute of Acoustics, P.O. Box 2712, Beijing 100080, Chine. Télécopieur 256-1457.

Conférence Inter-Noise 92: Toronto, Canada, du 20 au 22 juillet 1992. L'annonce de la conférence et l'appel aux auteurs sont maintenant disponibles auprès du secrétariat de la conférence. Contacter: Congress Secretariat, P.O. Box 2469, Arlington Branch, Poughkeepsie, NY 12603, USA. Téléphone (914) 462-4006, télécopieur (914) 473-9325.

Congrès 1992 de la fédération européenne des sociétés d'acoustique (FASE): Zürich, Suisse, du 29 au 31 juillet 1992. Contacter: FASE Congress 1992, Swiss Acoustical Society, P.O. Box 251, 8600 Dübendorf, Suisse. Téléphone 0041-1-954 06 05 (Mme E. Rathe), télécopieur 0041-1-954 33 48.

Acoustical Society of America: Memphis, Tennessee, du 19 au 23 octobre 1992. Contacter: Acoustical Society of America, 500 Sunnyside Blvd., Woodbury, NY 11797. Téléphone (516) 349-7800, poste 481.

Symposium de l'IEEE sur les ultrasons: Tucson, Arizona, octobre 1992. Contacter: Motorola Government Electronics Group, attention F.S. Hickernell, 8201 E. McDowell Rd., Scottsdale, AZ 85252, USA.

VDE - Kongress '92: Köln, Allemagne, du 12 au 14 octobre 1992. Contacter: VDE-Zentralstelle, Tagungen und Seminare, Stresemannallee 15, D-6000 Frankfurt, 70, Allemagne.

Tonmeistertagung 1992: Bergheim, Allemagne, du 18 au 21 novembre 1992. Contacter: Bildungswerk des Verbandes Deutscher Tonmeister, Honniggasse 16, D-5010 Bergheim 12, Allemagne.

XIIIe congrès mondial sur la santé et la sécurité du travail: New Delhi, Inde, du 4 au 8 avril 1993. Contacter: National Safety Council, P.O. Box 26754, Sion, Bombay 400 022, Inde. Téléphone 407-3285; 407-3694; 409-1285, télécopieur +91-22-525-657, télex 011-74577 CLI-IN, câble NASACIL.

Conférence internationale sur la réduction du bruit et des vibrations: St-Petersbourg, Russie, du 31 mai au 3 juin 1993. Contacter: Noise Control Association, Leningrad Mechanics Institute, Professeur Nickolai Igorevich Ivanov, St-Petersbourg, Russie.

6e Congrès international sur le bruit comme problème de santé publique: Nice, France, du 6 au 9 juillet 1993. Contacter: Noise and Man '93, Inrets-Len, Boîte postale 24, 69675 Bron Cedex, France

COURS

Program in Acoustics and Signal Processing: State College, Pennsylvanie, juin 1992. Programme d'une durée de quatre semaines comprenant dix cours de 2^e cycle en acoustique et en traitement des signaux, offert par le programme de 2^e cycle en acoustique du Penn State College en collaboration avec le laboratoire de recherche appliquée (ARL). contacter: - Dr. Alan D. Stuart, Summer Program coordinator, the Penn State Graduate Program in Acoustics, P.O. Box 30, State College, PA 16804, USA. Téléphone (814) 863-4128, Télécopieur (814) 865-3119.

Modal Analysis: San Diego, Californie, du 9 au 11 juin 1992. Contacter: Scientific-Atlanta, Spectral Dynamics Products, 13112, Evening Creek Drive South, San Diego, CA 92128, USA. Téléphone (619) 679-6351 (Bob Keifer).

Sound Intensity: Cheswick, Pennsylvania, June 22 - 26, 1992. AVNC, Continuing Education Division, 250 Shagbark Drive, R.D. #1, Cheswick, PA 16094.

ISVR - Short Courses 1992: The University, Southampton, UK.
Technical Audiology Sept. 7 - 11
21st Advanced Course in Noise & Vibration Sept. 14 - 18
11th Annual Engine Noise & Vibration Control Course September

Further information regarding the above courses may be obtained from: ISVR Conference Secretary, Institute of Sound and Vibration Research, The University, SOUTHAMPTON, SO9 5NH, UK/ Tel: 0703 0592310; FAX: 0703 593033.

Certificate in Competence in Work Place Noise Assessment: London. UK. October 12 - 15, 1992. Contact: Centre for Continuing Professional Education, Room n201, IoEE, South Bank Polytechnic, Borough Road, London SE1 0AA, UK.

NEW PRODUCTS

The American Institute of Ultrasound in Medicine's (AIUM) Placement Referral Service efficiently and effectively disseminates career opportunity information and brings together suitable employers and employees.

For more information on AIUM's Placement Referral Service simply call, Phone: (301) 881-2486, FAX (301) 881-7303, or write to:

AIUM,
Marketing Department,
11200 Rockville Pike,
Suite 205,
Rockville MD 200852-3139

Three Sound Intensity Congress Proceedings are Available

In 1981, a seminal Congress on Acoustic Intensity was held at the Centre Technique des Industries Mécaniques (CETIM) in Senlis, France.

The second CETIM conference, entitled The 2nd International Congress on Acoustic Intensity, was held in Senlis on 1985 September 23 - 26. The Congress Proceedings contains 570 pages and 78 technical papers, 58 in English and 20 in French.

The Third International Congress on Intensity Techniques, held at CETIM on 1990 August 27 - 29, was devoted to this topic, and the Proceedings contain 472 pages and 59 technical papers.

All three of these volumes are now available in limited quantities from Noise Control Foundation. Individuals who wish to have copies of all three volumes, may order the set of three volumes at the special price of \$150 (USD 150). The books will be shipped postpaid except that orders overseas which are shipped by air require additional airmail postage. The additional required postage for handling and shipping by air mail is \$58 (USD 58) for all three volumes, and \$23 (USD 23) for the proceedings of the third Congress. Overseas orders must be paid in United States Funds through a U.S. bank or through a bank that has a correspondent relationship in the United States. Orders for these volumes should be placed with Noise Control Foundation, P.O. Box 2469 Arlington Branch, Poughkeepsie, NY 12603, USA.

Sound Intensity: Cheswick, Pennsylvanie, du 22 au 26 juin 1992. Contacter: AVNC, Continuing Education Division, 250 Shagbark Drive, R.D. #1, Cheswick, PA 16094.

ISVR - Short Courses 1992: The University, Southampton, Grande-Bretagne. Technical Audiology, du 7 au 11 septembre; 21st Advanced Course in Noise & Vibration, du 14 au 18 septembre; 11th Annual Engine Noise & Vibration Control Course, septembre. Contacter: ISVR Conference Secretary, Institute of Sound and Vibration Research, The University, Southampton, SO9 5NH, Grande-Bretagne. Téléphone 0703 592310, Télécopieur 0703 593033.

Certificate in Competence in Work Place Noise Assessment: Londres, Grande-Bretagne, du 12 au 16 octobre 1992. Contacter: Centre for Continuing Professional Education, Room n2102, IoEE, South Bank Polytechnic, Borough Road, Londres SE1 0AA, Grande-Bretagne.

NOUVEAUX PRODUITS

L'American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) offre un service de placement avec renseignements sur les possibilités d'emploi et contacts entre employeurs et employés potentiels.

On peut joindre le service de placement de l'AIUM par téléphone au (301) 881-2486 ou par télécopieur au (301) 881-7303, ou en écrivant à l'adresse suivante:

AIUM,
Marketing Department,
11200 Rockville Pike,
Suite 205,
Rockville MD 200852-3139

Actes de trois conférences sur l'intensité acoustique

Les actes des trois dernières conférences organisées par le Centre technique des industries mécaniques (CETIM) sont maintenant disponibles, en quantités limitées, auprès de la Noise Control Foundation.

Ces trois conférences ont eu lieu à Senlis, France. La première, en 1981; la deuxième, du 23 au 16 septembre 1985; et la troisième, du 27 au 29 août 1990. Les actes de la deuxième conférence, regroupés en 570 pages, contiennent 78 communications techniques sur l'intensité acoustique, dont 58 en anglais et 20 en français.

Ceux de la conférence de 1990 regroupent 59 communications en un volume de 472 pages.

La série des trois volumes est disponible aux prix spécial de 150 \$ (US). Les commandes seront envoyées port-payé. Pour les envois outremer, un montant de 58 \$ (US) pour la série, ou de 23 \$ (US) pour le troisième volume seulement, doit être ajouté pour les frais d'expédition par avion. Toutes les commandes outremer doivent être payées en argent américain par l'entremise d'une banque américaine ou d'une banque étrangère reliée à une banque américaine. Les commandes doivent être adressées à la Noise Control Foundation, C.P. 2469 Arlington Branch, Poughkeepsie, NY 12603, USA.

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 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 year. For some awards 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 of the prizes and their eligibility conditions, as well as application forms and procedures from: The Secretary, Canadian Acoustical Association, P.O. Box 1351, Station F, Toronto, Ontario M4Y 2V9.

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. Past recipients are:

1990 Dr. Li Cheng, Université de Sherbrooke

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: Lynne Brewster. Past recipients are:

*1990 Bradley Frankland, Dalhousie University
1991 Steven Donald Turnbull, University of New Brunswick
Fangxin Chen, University of Alberta
Leonard E. Cornelisse, 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 an approximately \$400 cash prize to be awarded every two years. The prize was inaugurated in 1991. Coordinator: David Chapman.

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.

DIRECTORS' AWARDS

Three awards are made annually to the authors of the best papers published in *Canadian Acoustics*. The first author must study or work in Canada. 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: Chantal Laroche.

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.

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. Quant aux quatre premiers prix, les candidats doivent soumettre un formulaire de demande ainsi que la documentation associée 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. Pour certains des prix, 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 de: Le Secrétaire, Association Canadienne d'Acoustique, C.P. 1351, Station F, Toronto, Ontario M4Y 2V9.

PRIX POST-DOCTORAL EDGAR ET MILUCENT 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. Les récipiendaires antérieur(e)s sont:

1990 Dr. Li Cheng, Université de Sherbrooke

PRIX ETUDIANT 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. Coordonnatrice: Lynne Brewster. Les récipiendaires antérieur(e)s sont:

*1990 Bradley Frankland, Dalhousie University
1991 Steven Donald Turnbull, University of New Brunswick
Fangxin Chen, University of Alberta
Leonard E. Cornelisse, University of Western Ontario*

PRIX ETUDIANT 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 d'environ \$400 qui sera décerné tous les deux ans. Ce prix a été inauguré en 1991. Coordonnateur: David Chapman.

PRIX ETUDIANT 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.

PRIX DES DIRECTEURS

Trois prix sont décernés, à tous les ans, aux auteurs des trois meilleurs articles publiés dans l'*Acoustique Canadienne*. Le premier auteur doit étudier ou travailler au Canada. 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. Coordonnatrice: Chantal Laroche.

PRIX DE PRESENTATION ETUDIANT

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.

INSTRUCTIONS TO AUTHORS PREPARATION OF MANUSCRIPT

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; aux côtés, 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 minimizer. 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 paper 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.

WHAT ' S NEW ??

Moves	Retirements
Deaths	Degrees awarded
New jobs	Distinctions
Promotions	Other news

Do you have any news that you would like to share with *Canadian Acoustics* readers? If so, fill in and send this form to:

Jim Desormeaux, Ontario Hydro, 757 McKay Road, Pickering, Ontario L1W 3C8

QUOI DE NEUF ??

Déménagements	Retraites
Décès	Obtention de diplômes
Offre d'emploi	Distinctions
Promotions	Autres nouvelles

Avez-vous des nouvelles que vous aimeriez partager avec les lecteurs de *l'Acoustique Canadienne*? Si oui, écrivez-les et envoyer le formulaire à:



SUBSCRIPTION INVOICE

Subscription for the current calendar year is due January 31. 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
Corporate Subscription	\$35
Sustaining Subscription	\$150

Total Remitted \$ _____

**INFORMATION FOR MEMBERSHIP
DIRECTORY**

Check areas of interest (max 3):

- | | |
|-------------------------------------|-------|
| 1. Architectural Acoustics | _____ |
| 2. Electroacoustics | _____ |
| 3. Ultrasonics & Physical Acoustics | _____ |
| 4. Musical Acoustics | _____ |
| 5. Noise | _____ |
| 6. Psycho/Physiological Acoustics | _____ |
| 7. Shock & Vibration | _____ |
| 8. Speech Communication | _____ |
| 9. Underwater Communication | _____ |
| 10. Other | _____ |

Telephone number (____) _____	Numéro de téléphone
Facsimile number (____) _____	Numéro de télécopieur
E-Mail number _____	Numéro de courrier électronique

PLEASE TYPE NAME AND ADDRESS BELOW:

VEUILLEZ ECRIRE VOTRE NOM ET VOTRE
ADRESSE CI-DESSOUS:

FACTURE D'ABONNEMENT

L'abonnement pour la présente année est dû le 31 janvier. Les 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 à partir du 1 juillet s'appliquent à l'année suivante.

Cocher la case appropriée :

Membre individuel	<input type="checkbox"/>
Membre étudiant(e)	<input type="checkbox"/>
Membre de société	<input type="checkbox"/>
Abonnement de soutien	<input type="checkbox"/>

Versement total

**RENSEIGNEMENT POUR L'ANNUAIRE DES
MEMBRES**

Cocher vos champs d'intérêt (max. 3):

- | | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Acoustique architecturale | <input type="checkbox"/> |
| Electroacoustique | <input type="checkbox"/> |
| Ultrasons, acoustique physique | <input type="checkbox"/> |
| Acoustique musicale | <input type="checkbox"/> |
| Bruit | <input type="checkbox"/> |
| Physio/psychoacoustique | <input type="checkbox"/> |
| Chocs et vibrations | <input type="checkbox"/> |
| Communication parlée | <input type="checkbox"/> |
| Acoustique sous-marine | <input type="checkbox"/> |
| Autre | <input type="checkbox"/> |

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:

W.V. Sydenborgh
H.L. Blachford Ltd.
2323 Royal Windsor Drive
Mississauga, Ontario L5J 1K5

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



PRESIDENT PRÉSIDENT	David M.F. Chapman Defence Research Establishment Atlantic P.O. Box 1012 Dartmouth, Nova Scotia B2Y 3Z7	(902) 426-3100
PAST PRESIDENT ANCIEN PRÉSIDENT	Bruce F. Dunn Dept. of Psychology University of Calgary 2920, 24 Avenue N.W. Calgary, Alberta T2N 1N4	(403) 220-5561
SECRETARY SECRÉTAIRE	Winston V. Sydenborgh H.L. Blachford Ltd. 2323 Royal Windsor Dr. Mississauga, Ontario L5J 1K5	(416) 823-3200
TREASURER TRÉSORIER	Eugene Bolstad 5903 - 109B Avenue Edmonton, Alberta T6A 1S7	(403) 468-1872
MEMBERSHIP RECRUTEMENT	John S. Bradley Institute for Research in Construction National Research Council Ottawa, Ontario K1A 0R6	(613) 993-9747
EDITOR-IN-CHIEF RÉDACTEUR EN CHEF	Murray Hodgson Department of Mechanical Engineering University of British Columbia 2324 Main Mall Vancouver, British Columbia V6T 1Z4	(604) 822-3073
DIRECTORS DIRECTEURS	Alberto Behar Lynne Brewster Tony Embleton Stan Forshaw	John Hemingway Chantai Laroche Frederic Laville Merek Roland-Mieszkowski

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 Associate Editor (Advertising).

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 ou nom de l'Association Canadienne d'Acoustique) au rédacteur associé (publicité).

Acoustec Inc

935 rue Newton, suite 103
Québec, Québec G1P 4M2
Tél: (418) 877-6351

Barman Swallow Associates

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

Barron Kennedy Lyzun & Assoc.

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

Bilsom International Ltd.

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

H.L. Blachford Ltd.

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

Bolstad Engineering Associates

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

Bruel & Kjaer Canada Limited

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

BVA Systems Ltd.

2215 Midland Avenue
Scarborough, Ontario M1P 3E7
Tel: (416) 291-7371

J.E. Coulter Associates Engineering

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

Dalimar Instruments Inc.

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

Eckel Industries of Canada Ltd.

Noise Control Products, Audiometric
Rooms - Anechoic Chambers
P.O. Box 776
Morrisburg, Ontario K0C 1X0
Tel:(613) 543-2967

Electro-Medical Instrument Ltd.

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

Environmental Acoustics Inc.

Unit 22, 5359 Timberlea Blvd.
Mississauga, Ontario L4W 4N5
Tel: (416) 238-1077

Fabra-Wall

Box 5117, Station E
Edmonton, Alberta T5P 4C5
Tel: (403) 987-4444

Hatch Associates Ltd.

Attn.: Tim Kelsall
2800 Speakman Drive
Mississauga, Ontario L5K 2R7
Tel: (416) 855-7600

Hugh W. Jones Ltd.

374 Viewmount Drive
Allen Heights
Tantallon, Nova Scotia B0J 3J0
Tel: (902) 826-7922

Industrial Metal Fabricators Ltd.

Environmental Noise Control
288 Inshes Avenue
Chatham, Ontario N7M 5L1
Tel: (519) 354-4270

Larson Davis Laboratories

1681 West 820 North
Provo, Utah, USA 84601
Tel: (801) 375-0177

Mechanical Engineering Acoustics and Noise Unit

Dept. of Mechanical Engineering
6720 30th St.
Edmonton, Alberta T6P 1J3
Tel: (403) 466-6465

MJM Conseillers en Acoustique Inc.

M.J.M. Acoustical Consultants Inc.
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.

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

Scantek Inc.

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

Spaarg Engineering Limited

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

Tacet Engineering Limited

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

Triad Acoustics

Box 23006
Milton, Ontario L9T 5B4
Tel: (800) 265-2005

Valcoustics Canada Ltd.

30 Wertheim Court, Unit 25
Richmond Hill, Ontario L4B 1B9
Tel: (416) 764-5223

Vibron Limited

1720 Meyerside Drive
Mississauga, Ontario L5T 1A3
Tel:(416) 670-4922

Wilrep Ltd.

1515 Matheson Blvd. E.
Mississauga, Ontario L4W 2P5
Tel: (416) 625-8944