

Présentation des activités des groupes spécialisés : bilan et perspectives

La Métrologie et le Traitement du signal dans le 4^{ème} congrès. Et dans l'industrie ?

Gustavo Alcuri,
ALCTRA, Département acoustique,
60, boulevard Henri Barbusse,
93100 MONTREUIL SOUS BOIS,
tél : 01 42 87 04 69,
fax : 01 48 57 44 99

Le 4^{ème} Congrès Français d'Acoustique regroupe les contributions d'un secteur de travail académique qui se caractérise par la multidirectionnalité de ses actions scientifiques et la diversité de ses matérialisations pratiques. Faisant partie d'une nécessaire départementalisation de l'acoustique, la Métrologie - Traitement du Signal a la double vocation de discipline d'intégration et de source de rayonnement large de ses principes et de ses résultats.

Les travaux qui nous ont été soumis pour être présentés à Marseille laissent voir, derrière leur originalité de traitement, des éléments communs qui permettent d'identifier quelques tendances générales. Les contributions en Métrologie et Traitement du signal témoignent d'une intéressante volonté (peut-être une tendance de fond) d'applicabilité directe ou indirecte du travail des chercheurs universitaires. Certes avec une forte présence du domaine ultrasonore, les spécialistes de la Métrologie et du Traitement du signal ont souvent présenté explicitement des formes concrètes d'une recherche fondamentale finalisée. Leurs idées viendront ainsi enrichir les capacités de caractérisation de milieux complexes (structures minces, matériaux poreux...) ou celles du contrôle non destructif, orientations qui regardent très clairement vers l'industrie.

En même temps, ils ont réussi le difficile exercice d'ouvrir les portes de la recherche appliquée tout en préservant la liberté d'esprit et d'action de l'acteur scientifique fondamental, au travers d'approches pointues qui prennent la forme de réseaux de neurones formels, d'analyse et modélisation par ondelettes, de séparation de modes d'onde de surface... A côté de l'imagerie, du traitement de la parole et de l'action sur les conditions d'écoute, il est frappant et encourageant de constater que les disciplines biologiques occupent une place considérable dans le volume des contributions au Congrès. Ici l'idée de finalisation est tellement marquée que pour définir l'aire de plusieurs travaux de qualité, il serait plus juste de parler de directions biomédicales, où des spécialistes de notre secteur ont beaucoup travaillé pour faire avancer la tomographie, le diagnostic évolué et même certains traitements thérapeutiques.

La forme de présentation des contributions, exposé ou poster, a été déterminée ou suggérée selon un seul critère : l'appréciation de la valeur de l'une ou de l'autre forme de contact avec les collègues, en fonction du sujet développé, dans le but de mieux diffuser le contenu des travaux et de faciliter l'établissement de la discussion scientifique, qui sont les objectifs majeurs d'une rencontre de cette nature. L'ampleur et le rayonnement du Congrès français d'acoustique contribuent d'une manière décisive à la diffusion externe du travail des scientifiques. Cette capacité est très importante pour notre aire de travail, car elle permet de diffuser un bon exemple des actions transversales qui sont particulièrement fertiles dans le cadre de l'organisation de moins en moins cloisonnée des projets scientifiques et de recherche et développement.

En effet, sur le terrain de l'acoustique, la Métrologie et le Traitement du signal sont présentés dans toutes les divisions fonctionnelles ou conceptuelles, que pour des raisons de commodité et de bonne compréhension, nous sommes obligés d'établir. Il nous intéresse donc dans une réflexion globale, de reconnaître au delà du travail des chercheurs destiné à faire progresser la spécialité, celui des collègues qui développent des techniques qui seront intégrées à d'autres secteurs de travail. Cette ligne d'actions que nous pouvons résumer comme étant la conception de "boîtes à outils" destinées à renforcer les moyens des spécialistes sectoriels, trouve une place naturelle dans l'approche multidisciplinaire d'Acoustique & Techniques qui est déjà un véhicule reconnu de communication avec le monde de l'industrie.

Mais cet univers industriel est excessivement divers, et, dans les entreprises, la conception de produits ou le contrôle de procédés ont des significations très différentes conformément à la nature des objets ou des services fournis, même si les concepts de recherche et développement, de production et de commercialisation ont des bases communes à tous les secteurs économiques. Si nous regardons le tissu industriel au travers de notre spécialité, réductrice du point de vue de l'acoustique mais élargissante dans le cas où nous considérons les sens étendus du traitement du signal, il est possible de distinguer deux groupes fondamentaux :

- les entreprises qui incorporent dans leur activité le traitement du signal en tant que composant des produits commercialisés et,
- les entreprises potentiellement utilisatrices des techniques "signal" dans l'amélioration des procédés de fabrication ou dans le développement des objets ou des services proposés à leurs clients.

Le premier groupe est formé, entre autres, par les industriels des télécommunications, certains secteurs de la

défense, l'imagerie médicale, l'instrumentation. Par défaut, nous reconnaissons dans le deuxième groupe tous ceux qui produisent les biens d'équipement et de consommation qui constituent notre environnement quotidien et qui font de la Métrologie et du Traitement du Signal comme Monsieur Jourdain faisait de la prose.

Ces entreprises qui forment le gros du bataillon de notre industrie sont globalement assez éloignées des progrès réalisés dans les laboratoires de recherche, sachant que le cas du traitement du signal, ainsi que celui de la métrologie avancée, ne sont malheureusement pas uniques.

Il est vrai que dans les grands groupes, très souvent, le "juste à temps" fait loi même dans le traitement de problèmes techniques et dans ces conditions la digestion en interne de nouveaux principes d'analyse devient incompatible avec la réactivité demandée aux outils de travail et aux responsables de leur mise en place. Pour leur part, dans les PME, ou même dans les secteurs individualisés et autonomes des grandes entreprises, l'investissement en temps d'adaptation des outils avancés est perçu fréquemment comme un luxe qui n'aurait pas de place au sein des impératifs économiques actuels. Bien évidemment, cette situation ne contribue pas à huiler les surfaces de contact recherche/production.

Simplifiant à l'extrême les problèmes d'interface laboratoires/industrie, il est facile d'observer que les industriels attendent des outils "finis" que les hommes de laboratoire ont du mal à concrétiser et que ces derniers espèrent des acteurs économiques une réceptivité conceptuelle, une vision à long terme que les partenaires externes distillent avec parcimonie.

Vu que tout le monde partage l'idée que la recherche d'aujourd'hui est la production de demain, faut-il alors plus de moyens "d'adaptation d'impédance" comme cette revue pour faciliter les échanges? Mais, plus directement, seule l'intensification et la dynamisation d'échanges humains entre chercheurs et industriels conduiront à une compréhension mutuelle des problèmes opérationnels et structurels.

Que le plus intelligent fasse le premier pas! ■

Les recherches en audition

Paul Avan,
Faculté de médecine,
Laboratoire de physique,
28, place Henri Dunant,
BP 38,
63001 CLERMONT-FERRAND,
tél : 04 73 60 80 15, fax :
04 73 26 88 18,
E-mail : Paul.AVAN@u-clermont1.fr

L'Audition est un domaine regroupant l'Acoustique physiologique, qui vise à comprendre les mécanismes cellulaires et neuronaux à l'origine des performances du système auditif, en matière de traitement des signaux acoustiques complexes de l'environnement, et la psychoacoustique qui permet d'évaluer les phénomènes perceptifs qui en

résultent. Se greffent sur ces diverses branches de la discipline plusieurs problématiques étroitement liées à des applications médicales et industrielles :

- comprendre les perturbations apportées au système auditif par des pathologies, et mieux les détecter ;
- prévenir si possible la survenue de pathologies acquises, telles que celles dues à une exposition excessive aux sons intenses (ici encore une détection précoce de déficits débutants est utile) ;
- compenser les handicaps dus à une pathologie auditive ;
- étendre ces connaissances à l'évaluation de la gêne apportée par certains environnements et à la lutte contre les éléments gênants.

Le premier point a bénéficié de nombreuses avancées ces dernières années, et des procédés nouveaux de diagnostic et de dépistage rapide des pathologies auditives ont été développés. Leur diffusion, bien qu'encore assez limitée, devrait s'élargir considérablement car des programmes de dépistage néonatal systématique sont en cours de mise au point.

Les aspects préventifs ont été discutés depuis longtemps et ont fait l'objet de normes législatives visant à limiter les niveaux de bruit tolérés en ce qui concerne l'exposition professionnelle. Cependant, un certain nombre de types de sons, notamment impulsionnels, restent difficiles à limiter. De nombreuses perspectives sont ouvertes dans le domaine de l'évaluation de ces types de sons et de leurs effets, ainsi que dans celui de l'amélioration des protecteurs (notamment actifs). Les interactions entre diverses nuisances (bruit et solvants par exemple) viennent également au premier plan des recherches et des préoccupations, vu leur incidence.

La compensation des handicaps auditifs passe soit (dans l'immense majorité des cas) par un appareillage traditionnel, de type amplificateur, soit (dans des cas bien sélectionnés) par une implantation d'électrodes au niveau de la cochlée, directement sur les neurones auditifs. Les deux catégories d'appareillages ont bénéficié de nouvelles impulsions récentes grâce aux technologies numériques et ce développement n'est qu'à son début. La recherche fondamentale en psychoacoustique est également très importante dans ce contexte, de manière à mieux préciser les troubles auditifs à corriger, et mieux évaluer l'amélioration éventuelle des performances. Il ne faut pas oublier que le nombre d'individus concernés par un éventuel appareillage auditif se chiffre par millions en France, par exemple.

Enfin, les connaissances acquises dans les domaines précédemment mentionnés peuvent très utilement s'appliquer, par extension, au traitement des environnements sonores non lésons, mais seulement gênants, soit pour le confort, soit pour la communication (ce qui indirectement peut conditionner certains aspects liés à la sécurité). Ce type d'approche a déjà montré son intérêt, par exemple dans le domaine de l'industrie automobile.

Les communications présentées au sein du groupe "Audition" de la SFA, à son 4ème congrès, reflètent l'état des recherches dans le cadre des quatre têtes de chapitre citées plus haut. ■

Le Groupe francophone sur la communication parlée : ses centres d'intérêt et ses activités

Frédéric Bimbot,
ENST - Département Signal,
CNRS/URA 820,
46, rue Barrault,
75634 PARIS CEDEX 13,
tél : 00 33 (0) 1 45 81 78 78,
fax : 00 33 (0) 1 45 88 79 35,
E-mail : bimbot@sig.enst.fr
www : http://www-w-laforia.ibp.fr/SFA_GFCP

Le GFCP (Groupe francophone sur la communication parlée) est l'un des groupes spécialisés de la SFA (Société française d'acoustique). Ils'intéresse à une branche bien particulière de l'acoustique : l'étude des sons de la parole, leur production, leur propagation, leur transmission, leur perception, ainsi que l'ensemble des phénomènes linguistiques qui régissent les processus de la communication parlée. Le GFCP est également un groupe spécialisé (Special interest group) de l'ESCA (European speech communication association).

Ce texte présente d'abord quelques applications actuelles des technologies vocales. Puis il identifie les principaux axes de recherches en cours. Enfin, il décrit les activités du GFCP.

Les applications actuelles

Cela fait maintenant plusieurs années que les applications utilisant les technologies vocales se développent progressivement. En codage de parole par exemple, les techniques de compression utilisées dans les téléphones mobiles constituent une concrétisation des recherches en analyse de parole par prédiction linéaire, commencées dans les années 1970. De même, plusieurs sociétés privées (notamment des compagnies d'assurance) sont désormais équipées de serveurs vocaux pour aiguiller par téléphone leurs clients et les aider à se diriger par mots-clés dans le menu des services offerts. Ce sont les recherches menées depuis la fin des années 1980 qui ont permis à de tels services de voir le jour.

Plus récemment, des opérateurs téléphoniques ont commencé à utiliser la vérification du locuteur afin de sécuriser certaines transactions (comme la facturation sur le compte du client des appels passés hors du domicile). Et la synthèse de la parole, dont la qualité a beaucoup progressé ces dernières années, s'intègre progressivement dans de nouvelles applications (notamment au sein des systèmes d'information à distance ou installés sur des véhicules).

Plus généralement, l'accroissement régulier de la densité des composants électroniques et la baisse des prix concomitante facilite l'intégration des technologies vocales dans des applications de plus en plus variées. Cette tendance va certainement continuer dans les prochaines années.

Les recherches en cours

Mais en dépit des progrès de l'électronique des composants, les technologies vocales demeurent inégalement

utilisées car elles manquent de flexibilité. Aussi, les travaux en cours visent-ils à éviter la coûteuse phase d'apprentissage explicite du vocabulaire, tout en conservant aux systèmes de reconnaissance vocale des performances aussi bonnes (ou meilleures) que celles des systèmes vocaux à petit vocabulaire déployés aujourd'hui. De même, la possibilité d'adapter la voix d'un synthétiseur de parole à un type d'utilisation particulier permettra bientôt d'épargner la très fastidieuse étape de constitution du dictionnaire d'unités de synthèse. A terme donc, la disparition des aspects dissuasifs va accroître la diffusion de ces technologies dans le grand public.

Un autre axe directeur des recherches actuelles est celui de la robustesse. C'est en effet une caractéristique majeure des processus de communication parlée. Pourtant, la relative vulnérabilité des applications aux variations de leur contexte d'utilisation met en évidence la faiblesse des modèles utilisés actuellement et leur difficulté à rendre compte à la fois de la variété des situations (et des stratégies) de communication et des invariants qui régissent le code linguistique. Et c'est plus par une meilleure compréhension de ces invariants que par l'inflation de données d'apprentissage que sera facilité le développement d'applications dont les performances seront moins dépendantes du locuteur, du niveau de bruit environnant, de l'importance des distorsions du canal, de l'utilisation d'une syntaxe précise, du respect strict du mode d'emploi du système, etc. Du même coup, l'ergonomie des applications s'en trouvera considérablement améliorée.

Enfin, une troisième préoccupation des recherches actuelles est celle d'une meilleure intégration de la parole avec les autres modalités de communication homme-machine. Il ne fait aucun doute que la parole a un rôle à jouer comme modalité d'interaction entre l'homme et la machine. Néanmoins, de même que la souris n'a pas détrôné l'écran de notre ordinateur, l'adjonction de la parole dans les interfaces homme-machine doit être comprise comme une dimension supplémentaire à intégrer aux interfaces actuelles plutôt que comme une panacée visant à les remplacer. A l'inverse, des travaux récents de synthèse et de reconnaissance de visages parlants viennent confirmer l'intérêt de compléter l'information sonore par des indices visuels, en terme d'efficacité et de confort de la communication.

Ainsi, à côté des recherches plus appliquées visant à intégrer et à adapter à des applications réelles les modèles et les algorithmes conçus ces dernières années dans les laboratoires, il convient également de maintenir une partie des efforts de recherche fondamentale sur la modélisation des processus de la communication parlée, qu'il s'agisse des mécanismes de production, de perception, ou de l'intégration entre les différents niveaux de représentation phonétique, linguistique et cognitive.

Ce sont ces recherches d'aujourd'hui qui permettront le développement des applications de demain, qu'il s'agisse par exemple de systèmes de dialogue évolués, d'outils de navigation sonore, de systèmes individuels d'assistance vocale pour les télécommunications voire d'interprètes automatiques.



Le Groupe francophone sur la communication parlée

La quasi-totalité des laboratoires francophones qui possèdent un savoir-faire dans le domaine de la communication parlée sont affiliés au GFCP et 15 d'entre eux sont représentés au sein du comité. Celui-ci a pour vocation d'animer la communauté scientifique travaillant dans le domaine et d'accroître son rayonnement vers l'extérieur.

Par exemple, le GFCP organise régulièrement des séminaires de formation et d'ouverture sur des sujets de pointe susceptibles de susciter l'intérêt de non-spécialistes, étudiants, universitaires et industriels. Ces séminaires, en général d'une journée, sont l'occasion de faire le point sur un aspect précis du domaine, théorique ou appliqué. Les prochains séminaires prévus porteront sur les implants cochléaires (début décembre 1997) et les modèles acoustiques (courant 1998).

Des journées d'étude sur la parole (JEP) sont organisées tous les 2 ans. Ces conférences couvrent l'essentiel des thèmes relatifs à la communication parlée. Elles regroupent en général plus de 150 participants, issus des milieux universitaires et industriels. Les dernières JEP ont eu lieu à Avignon, l'année dernière. Les prochaines se tiendront à Martigny (Suisse) en juin 1998.

Le GFCP organise également des colloques sur des sujets plus spécifiques. Par exemple, un congrès sur le larynx se tiendra à Marseille du 16 au 18 juin prochains. Le GFCP parraine aussi d'autres manifestations, comme le workshop sur "La reconnaissance du locuteur et ses applications commerciales et criminalistiques (RLA2C)", prévu du 20 au 23 avril 1998 à Avignon et organisé par le GT1 du PRC-CHM.

Parmi les autres activités du GFCP, on peut mentionner l'organisation de Rencontres Jeunes Chercheurs (RJC), permettant aux élèves-chercheurs du domaine de se rencontrer et de se présenter mutuellement leurs sujets de recherche (les prochains RJC sont prévues à l'automne 1997).

Le GFCP projette également l'édition d'une nouvelle version de l'ouvrage "La parole et son traitement automatique" (CALLIOPE), la constitution d'un annuaire des anciens membres du GFCP, et la mise au point d'une structure permettant une meilleure interface entre les laboratoires publics et les industriels affiliés au groupe. Le développement du GFCP passe également par une intensification de ses relations avec l'ESCA. D'autres idées visant à renforcer le rôle du GFCP dans la communauté francophone, européenne et internationale, ainsi que son rayonnement vers l'extérieur sont également à l'étude.

Si vous souhaitez être informé plus en détail des activités du GFCP, consultez sa page Web et/ou contactez Frédéric Bimbot. N'hésitez pas à nous faire connaître vos suggestions sur ce que vous aimeriez nous voir organiser et animer, qu'il s'agisse de thèmes de séminaires, de structures d'échanges scientifiques ou de circulation d'informations. ■

L'Acoustique musicale

Xavier Boutillon,
Université Paris VI,
Laboratoire d'acoustique musicale,
Case 161,
4, place Jussieu,
75252 PARIS CEDEX 5,
tél : 01 44 27 71 49,
fax : 01 44 27 75 29,
E-mail : xb@ccr.jussieu.fr

Etendant le cadre traditionnel de l'étude physique des instruments de musique, l'acoustique musicale porte aujourd'hui sur la perception des sons musicaux, sur les procédés qui permettent de les analyser et de les synthétiser, et touche aux questions de restitution sonore (salles de concert, dispositifs électroacoustiques, codages numériques). Les recherches empruntent donc - et contribuent à - plusieurs disciplines scientifiques : physique, traitement du signal, informatique, sciences cognitives. Les contributions du groupe d'Acoustique musicale au 4^{ème} CFA peuvent se regrouper en quatre rubriques principales, d'importance inégale au plan quantitatif :

- les instruments à cordes ou à percussion,
- les instruments à vent,
- les simulations en vue de la synthèse sonore,
- la perception des sons instrumentaux et la qualification des instruments.

Instruments à cordes ou à percussion

A l'heure actuelle, peu d'études sont menées en France sur les dispositifs à l'origine de la vibration : archet, marteau, cordes... L'effort de recherche porte davantage sur la structure mécanique de ces instruments et ses interactions avec le champ acoustique rayonné. Les principales équipes actives dans ce domaine sont celles de Télécom/Paris, du Laboratoire d'Acoustique Musicale (LAM, Paris), de l'Ircam et dans une moindre mesure, du Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique (LMA, Marseille). L'accroissement considérable des quantités de données que traitent les ordinateurs courants rend maintenant possible l'étude modale fine d'un instrument complet à l'aide de logiciels du commerce. Les résultats obtenus ont permis de résoudre certains problèmes structuraux des instruments. Les procédures d'analyse ou de prédiction modale élaborées dans les laboratoires constituent désormais des outils valables d'aide à la lutherie, au stade du contrôle de fabrication notamment. L'enjeu en est clair au moment où les matériaux composites pénètrent progressivement dans plusieurs secteurs de la lutherie du bois. Les fabrications à base de matériaux traditionnels (bois et métal) pourraient également en tirer bénéfice. Des progrès ont été faits pour corréler les résultats physiques de ces investigations aux propriétés sonores perçues des instruments correspondants. Enfin, plusieurs équipes travaillent sur la prédiction du rayonnement, généralement en couplage avec des outils d'analyse modale.

Un accent particulier est mis depuis peu sur la compréhension et la mesure des mécanismes d'amortissement interne ou externe (rayonnement) dans l'objectif de caractériser les flux d'énergie dans les instruments et de mesurer ou de modéliser les décroissances vibratoires

des instruments à sons non-entretenus (cordes frappées ou pincées et percussions). Des techniques propres d'analyse paramétrique du signal et de simulation numérique dans le domaine temporel ont été développées. Les applications concernent d'une part la synthèse sonore où les amortissements sont encore simulés de manière très empirique, et d'autre part la facture instrumentale où les artisans sont curieux de l'incidence des propriétés d'amortissement des matériaux sur les résultats sonores obtenus. Les études menées ont évidemment une portée plus large en mécanique des vibrations et rayonnement des structures.

La physique des instruments à vent

Aux études sur les deux constituants principaux d'un instrument à vent - anche ou jet d'air, tuyau - s'ajoutent depuis peu des recherches sur les vibrations des parois et leur incidence sur le fonctionnement acoustique interne. Tant en France qu'aux USA, les recherches sur ce dernier sujet en sont encore au stade exploratoire car les effets à analyser sont relativement faibles. Ils peuvent toutefois se situer dans la marge réduite (du point de vue du physicien) qui sépare un bon instrument d'un moins bon et l'intérêt des facteurs pour ces questions est vif et ancien.

La variété et la complexité des résonateurs (profils irréguliers, trous latéraux, cheminées latérales ou axiales, résonateurs très amortis de la cavité buccale) justifient un effort continu de modélisation théorique (analyse modale) et expérimentale ; les visées en sont notamment l'appréciation de la justesse et du spectre émis. Plusieurs réalisations (programme de prédiction de l'impédance à partir du profil géométrique, impédancemètre...) ont mis de nombreux résultats de recherche à portée directe des facteurs d'instruments.

Les progrès les plus spectaculaires, et les communications les plus nombreuses dans les congrès récents, ont trait à l'analyse des phénomènes non-linéaires : aéroacoustique du jet d'air dans les flûtes et les tuyaux d'orgue, propagation dans les cuivres, interaction entre excitateurs et résonateurs. Les apports récents de la mécanique des fluides ont été considérables ; en retour, l'originalité des problèmes posés et des solutions apportées rend possibles certaines applications hors du domaine strict de l'Acoustique musicale : simulation physique de bruit d'origine aérodynamique par exemple. La dynamique des systèmes non-linéaires renouvelle aussi notablement l'approche physique des instruments de musique. Là encore, certains problèmes posés (dynamique des systèmes à retard, commande "humaine" des systèmes et donc relative instabilité des paramètres de contrôle, importance des régimes transitoires) sont à la pointe des connaissances générales du domaine.

Les principales équipes françaises actives sur ces sujets opèrent au Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine (LAUM), au Laboratoire "Ondes et Acoustique" (ESPCI, Paris), au LAM et à l'Ircam. Une collaboration essentielle est entretenue par plusieurs d'entre elles avec le laboratoire de dynamique des gaz de l'Université Technique de Eindhoven.

Analyse et simulation numérique - Synthèse sonore

La simulation numérique des instruments de musique ou des salles de concert, l'analyse du signal en vue de la synthèse sonore des instruments et de la voix constituent l'objectif principal des équipes de l'Ircam, du LMA, de

l'ACROE (Grenoble) et du LIMSI (Orsay). Cependant, presque tous les laboratoires cités précédemment utilisent la simulation numérique comme outil de travail sur les systèmes non-linéaires ou pour l'étude de la perception des sons musicaux (cf. plus loin). Les laboratoires développent aussi eux-mêmes des procédés de synthèse en application de leurs recherches fondamentales.

La synthèse fondée sur la résolution numérique de schémas physiques reste la voie la plus explorée. Elle a l'avantage de faire appel à des paramètres de contrôle intuitifs, proches de la commande ou du réglage réels des instruments. Dans cet esprit, certains commencent à utiliser l'ordinateur pour agir en temps réel sur les vibrations de parties d'instruments de musique.

L'autre voie majeure de recherche consiste à analyser des sons réels et à effectuer une synthèse inverse après avoir modifié les résultats d'analyse. Dans cet esprit, on note une tentative nouvelle qui transpose à la synthèse sonore des algorithmes d'analyse des systèmes dynamiques non-linéaires. Après avoir porté sur des sons plus ou moins isolés, les systèmes se rapprochent du jeu instrumental de notes enchaînées. L'informatique musicale s'unit ainsi de plus en plus aux sciences cognitives pour comprendre les règles de jeu, d'interprétation et élaborer des systèmes de production musicale à partir de la seule partition. ■

L'Acoustique sous-marine

R. Person,
Ifremer,
Centre de Brest,
BP 70,
29280 PLOUZANE,
tél : 02 98 22 40 13,
fax : 02 98 22 45 86,
E-mail : Roland.Person@ifremer.fr

L'Acoustique sous-marine fournit les principaux moyens d'investigation et de surveillance du milieu océanique. Longtemps tirée par les applications militaires, la recherche scientifique dans ce domaine s'intéresse de plus en plus aux problèmes civils tels que : l'étude et la surveillance des zones d'intérêt économique, la météorologie et la climatologie.

Un premier aspect de l'Acoustique sous-marine concerne la propagation et la diffusion des ondes acoustiques dans l'océan. Dans les années 80, les conférenciers présentaient beaucoup de résultats d'expériences sur la propagation des ondes acoustiques dans différentes régions de l'océan dans des conditions très variées. Ces expériences étaient menées pour étudier la structure des interférences des champs acoustiques et leurs caractéristiques énergétiques. De nombreux laboratoires s'impliquaient dans l'étude de la diffusion du son par les interfaces de l'océan et par les inhomogénéités de la masse d'eau et du fond.

En parallèle, la modélisation des champs acoustiques dans l'océan se développait en explorant diverses méthodes permettant de résoudre le problème aux valeurs initiales posé pour l'équation de Helmholtz : approximation géométrique, méthode modale, méthode de l'équation parabolique et méthode des différences finies. Vers la fin

des années 80, les travaux s'orientaient vers la solution des problèmes inverses, les propriétés des champs acoustiques dans l'océan étant mieux comprises. Parmi ces problèmes, il faut noter la tomographie acoustique océanique : le bassin océanique à étudier est couvert par un réseau d'émetteurs-récepteurs acoustiques très basse fréquence (de 70 à 400 Hz). L'analyse des signaux reçus permet de retrouver le champ de température et de courant. Il faut, aussi, signaler la localisation des sources et la reconstitution des propriétés du fond à partir des caractéristiques des champs diffusés.

Aujourd'hui, l'effort porte principalement sur l'amélioration de la résolution et de la précision de ces méthodes.

Un deuxième aspect, riche pour ses retombées instrumentales, concerne la bathymétrie et l'imagerie acoustique. La bathymétrie a été révolutionnée dans les années 70 par l'apparition des sondeurs multifaisceaux. Dans les années 80, l'apparition d'une deuxième génération d'appareils permet d'accroître de façon considérable la couverture obtenue. La possibilité d'obtenir simultanément la bathymétrie et une image acoustique du fond a ouvert, alors, de nouveaux horizons aux géologues.

Aujourd'hui, les travaux portent principalement sur le développement de méthodes permettant, à partir des données recueillies par ces sondeurs, d'identifier et classer automatiquement la nature des fonds marins. De nouvelles méthodes sont proposées pour acquérir ces informations. En particulier, l'utilisation de l'antenne synthétique fait l'objet de nombreux travaux, et des équipements basés sur cette méthode verront certainement le jour dans les prochaines années.

Les sondeurs multifaisceaux ne permettent de décrire que la surface, alors que la connaissance fine des premiers mètres du fond est souvent nécessaire.

L'acoustique non-linéaire y apporte une solution, en permettant de générer des faisceaux étroits à basse fréquence pénétrant dans le sédiment. Le géologue peut ainsi examiner les premières couches sédimentaires et le militaire retrouver des objets enfouis.

Un troisième aspect, se rattachant par certains côtés à la propagation, concerne les transmissions d'informations par le canal acoustique. Les années 80 ont vu apparaître les premiers systèmes opérationnels permettant de transmettre des informations numériques dans l'océan mais, le plus souvent, ces systèmes ne fonctionnent qu'en l'absence de trajets multiples, c'est-à-dire pour les liaisons proches de la verticale. Les travaux en cours abordent différents aspects correspondant à des applications différentes. Ils visent à augmenter de façon importante la fiabilité et le débit des liaisons tant sur le canal vertical que sur le canal horizontal, c'est-à-dire en présence de nombreux trajets multiples.

Par ailleurs, les investigations sur les bruits recueillis sur les antennes restent nombreuses. Elles visent à déterminer l'origine de ces bruits et à proposer des méthodes soit pour les éliminer, soit pour les rendre moins gênants. S'y accrochent les problèmes de compatibilité acoustique des équipements de plus en plus nombreux sur les navires.

Un dernier aspect est celui de la bioacoustique, domaine malheureusement peu étudié en France. Alors que les activités humaines génèrent de plus en plus de bruit basse fréquence, il faut se poser la question de l'impact de ces sons sur l'écosystème marin. D'un autre côté, une meilleure connaissance des sensibilités acoustiques des poissons aurait des retombées sur les techniques de pêche et les méthodes d'évolution des stocks.

Les conférences proposées au quatrième Congrès d'acoustique de Marseille présentent les résultats récemment acquis dans ces différents domaines. ■

L'Acoustique architecturale

Jean Dominique Polack,
Laboratoire d'acoustique musicale,
Université Paris VI,
Case 161,
4, place Jussieu,
75252 PARIS CEDEX 05,
tél : 01 44 27 75 28,
fax : 01 42 27 75 29,
E-mail : polack@ccr.jussieu.fr

L'Acoustique Architecturale se divise traditionnellement en deux domaines :

- l'Acoustique des salles, qui traite de la propagation du son à l'intérieur d'un volume clos et,
 - l'Acoustique du bâtiment, dont le rôle est de limiter les nuisances sonores à l'intérieur d'un local et surtout entre différents locaux ou entre un bâtiment et l'extérieur.
- Récemment, un troisième domaine s'est ajouté aux deux précédents : l'Environnement sonore qui s'intéresse à la qualité acoustique des espaces bâtis et concerne principalement la ville.

L'Acoustique des salles

Considérée par beaucoup comme la partie "noble" de l'Acoustique architecturale, l'Acoustique des salles s'est beaucoup développée en France dans les 15 dernières années, principalement autour de trois centres de recherche : le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), l'Ircam, et le Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Maine (LAUM). De ces trois centres, le CSTB est certainement le plus important, avec une compétence internationalement reconnue dans le domaine de la simulation numérique, y compris la simulation auditive d'un espace virtuel.

Cette compétence s'est traduite par la mise au point du logiciel EPIDAURE qui a été un précurseur, et surtout par la réalisation de l'Opéra Bastille à Paris.

L'Ircam, quant à lui, s'est spécialisé dans la comparaison entre indices objectifs et évaluation subjective de la qualité d'une salle. Mais c'est avec la réalisation du Spatialisateur, un simulateur d'espaces sonores virtuels, que l'Ircam a assuré sa notoriété internationale en Acoustique des salles. Quant au LAUM, dont l'équipe d'Acoustique des salles est maintenant dispersée, il s'était spécialisé dans la simulation acoustique par modèle réduit, le logiciel MIDAS, y compris

la reconstitution auditive, ainsi que dans la description mathématique du champ sonore dans les salles, ce qui lui donnait une place unique dans la communauté internationale.

Autour de ces trois centres gravitent un certain nombre d'entités plus petites, comme l'Ecole d'architecture de Bordeaux, et surtout un petit nombre de consultants qui interviennent dans la construction effective des salles. Malheureusement, ces derniers ne sont pour ainsi dire pas représentés au Congrès Français d'Acoustique, une situation que l'on ne retrouve pas dans les pays qui nous entourent.

A mi-chemin entre l'Acoustique des salles et l'Electroacoustique, la Sonorisation est également faiblement représentée. Ce qui s'explique par le fait que ses développements récents, basés sur le décalage temporel de séries de haut-parleurs, restent encore peu connus et appliqués en France, contrairement au reste de l'Europe.

L'Acoustique du bâtiment

C'est la grande absente du Congrès.

Ceci est une situation anormale comparée à ce qui se fait chez nos voisins européens où beaucoup de bureaux d'étude profitent de leur congrès national d'acoustique pour présenter leurs dernières réalisations.

En France, l'Acoustique du bâtiment se caractérise par une industrie très performante, la compétence internationalement reconnue du CSTB dont l'avance technologique est illustrée par le LABE, nouveau Laboratoire d'acoustique du bâtiment européen de Marne la Vallée, et... l'absence presque totale d'enseignement universitaire. C'est ainsi que, jusqu'à tout récemment, il fallait se tourner vers des ouvrages anglais ou allemands pour trouver un exposé complet des techniques de dimensionnement d'absorbants ou d'isolants acoustiques. Dans ces conditions, il est parfois difficile aux maîtres d'ouvrage de trouver un interlocuteur compétent lors de la réalisation de projets complexes, ce qui les oblige à se tourner vers l'étranger.

L'absence de conférences sur l'Acoustique du bâtiment au 4^{ème} CFA a une autre incidence : on y déplore l'absence des fabricants qui lui préfèrent des manifestations plus petites et mieux ciblées. Ainsi, contrairement à ses homologues étrangers, le Congrès français d'acoustique n'est pas la vitrine des technologies de l'Acoustique...

L'Environnement sonore

A l'approche métrologique exclusivement pratiquée à l'étranger, les spécialistes français apportent des idées originales basées sur la notion de "qualité acoustique". L'influence des pouvoirs publics, grâce en particulier aux appels d'offres du ministère de l'environnement, a joué ici un rôle décisif : il existe aujourd'hui en France une petite communauté de spécialistes passionnés qui cherchent aussi bien à conserver notre patrimoine sonore qu'à créer des environnements sonores "de qualité". Cette dernière approche est très présente dans les écoles d'architecture, surtout à Nantes et à Grenoble. Mais, dans les laboratoires de recherche ou dans l'enseignement, on retrouve encore souvent la psychoacoustique traditionnelle, qui réduit l'homme à un sujet répondant de manière universelle

à un stimulus donné. Aujourd'hui, on attend beaucoup de la rencontre avec la tradition psycholinguistique française pour redonner au sujet son indépendance et sa diversité, et offrir à l'acousticien des techniques d'appréhension de cette diversité, d'autant plus que ce dernier courant est bien représenté au Congrès français d'acoustique.

Applications

Les développements prévisibles de l'Acoustique architecturale tournent principalement autour de la révolution du multimédia et des réalités virtuelles. Les connaissances accumulées en métrologie et simulation des salles trouvent une application immédiate dans la technologie émergente de la stéréo 3/2 qui accompagne la télévision numérique haute définition : trois canaux avant - la stéréo gauche/droite classique complétée par un canal central comme au cinéma - y sont complétés par deux canaux arrière qui diffusent les sons d'ambiance. Et la spatialisation acoustique est une composante indispensable d'un simulateur d'ambiance performant : à court terme, le marché des jeux interactifs stimule les développements, mais des applications socialement plus "utiles" sont envisageables à plus long terme comme la simulation des modifications d'ambiance introduites par un projet immobilier ou la construction d'une autoroute. ■

Acoustique & Techniques organise, en partenariat avec le Salon International du Bourget,
une rencontre intitulée :

“La qualité acoustique des aéronefs”

Ce colloque aura lieu le vendredi 20 Juin 1997 de 9h30 à 15h
dans l'Auditorium du Salon du Bourget.

Pré-programme :

- 9h30/10h00 : Accueil des participants
- 10h00/10h15 : Ouverture de la journée
- 10h15/11h15 : La définition des besoins en matière de réduction du bruit des avions
à la source-Pro prospective
 - Les besoins des compagnies aériennes en matière de réduction
du bruit (Air France)
 - La politique européenne (SNECMA)
- 11h15/12h30 : Les avancées techniques dans le domaine de l'aviation civile
 - Le bruit aérodynamique (Aérospatiale)
 - Le bruit des turboréacteurs (SNECMA)
 - Confort acoustique dans les cabines d'avion (Airbus)
- 12h30/13h15 : Pause
- 13h15/14h30 : Réduire le bruit des autres moyens de transports aériens
 - Hélicoptères et acoustique : 20 ans de progrès (Eurocopter)
 - Le bruit des pâles d'hélicoptères (ONERA)
 - Le bruit des avions de tourisme (SOCATA)
 - Le bruit des lanceurs (STRACO-Interac)
- 14h30/15h : Questions diverses et conclusions.

Frais d'inscription :

950 Francs, comprenant le dossier technique, la pause d'accueil, la collation de midi et l'accès à l'ensemble
du Salon pour la journée.

Renseignements et inscriptions :

Brigitte Quetglas
Acoustique & Techniques
12-14, rue Jules Bourdais
75017 PARIS
FRANCE
Tél. : 00 33 (0)1 47 64 64 61
Fax : 00 33 (0)1 47 64 64 65
E-mail : cidb@micronet.fr