

BIOACOUSTIQUE

La bioacoustique est une branche de la science apparentée à d'autres disciplines scientifiques qui étudie la production et la réception des signaux acoustiques chez les animaux. À ce titre elle s'intéresse aux organes acoustiques et aux appareils de production et de réception des sons, aussi bien qu'aux processus physiologiques et neurophysiologiques par lesquels ceux-ci sont produits, reçus et traités. La bioacoustique tente de comprendre le lien entre les caractéristiques des sons produits par un animal et le type d'environnement dans lequel il les utilise, ainsi que les fonctions pour lesquels ils sont conçus. Enfin, la bioacoustique inclut des techniques associées par exemple au sonar instrumental, et son utilisation pour certaines espèces telles que des oiseaux, des chauves souris, et des cétacés odontocètes. Elle comprend également l'identification et l'étude de comportement d'individus et de populations animales. D'autre part elle s'intéresse et concerne les effets sur les animaux des nuisances sonores produites par l'homme. Mais cette discipline intègre également les récents développements biomédicaux qui permettent l'exploration des réponses électrophysiologiques face à des stimuli acoustiques (potentiels évoqués auditifs par exemple), et pour détecter, entre autres, les lésions du système auditif dérivées de l'exposition à des sources sonores anthropogéniques.

La bioacoustique est apparue aux Etats-Unis pendant la guerre 1939-1945, comme un nouveau domaine de recherches de la biologie nécessitant le recours à des techniques et des appareillages du domaine de l'acoustique qui étaient apparus pour d'autres raisons, tels que des enregistreurs, des haut-parleurs, des systèmes analytiques dont certains touchaient le domaine ultrasonore. Les travaux remarquables qui ont été effectués pendant cette période de guerre n'atteindront l'Europe qu'à partir de 1946, avec l'arrivée des journaux scientifiques qui les ont relatés. Les publications américaines de cette époque ont porté à la connaissance des biologistes des résultats très spectaculaires, brillants même, et entièrement nouveaux, illustrés par les travaux de Marie-Poland Fish sur les bruits sous-marins de poissons dont l'intensité était telle que les mines explosaient dès leur pose pendant la nuit. Puis la découverte par Don Griffin des systèmes sonar des chauves souris, suivi de ceux de Winthrop Kellogg sur le système sonar des dauphins et autres cétacés. Enfin ceux de R. Galambos, B.E. Ginsburg et H. Frings, sur l'épilepsie acoustique de la souris et d'autres rongeurs. Et ce n'est qu'à partir de 1948-1950, qu'en France, en Allemagne, en Angleterre et en Russie, sont apparus les résultats des travaux de quelques chercheurs qui se sont intéressés à ces techniques, qui nécessitaient l'utilisation d'appareillages nouveaux et coûteux, et devaient être appuyés par des mesures physiques très inhabituelles à cette époque dans le domaine de la biologie générale.

Les dernières décennies ont vu un essor considérable de la recherche en bioacoustique, en particulier en ce qui concerne les systèmes sonar biologiques et la communication animale. L'augmentation de la publication d'articles scientifiques, tant sur les aspects empiriques que théoriques du signal acoustique animal a logiquement suivi cet élan et s'est vu reflétée par la création d'un journal (*Bioacoustics: The International Journal of Animal Sound and its Recording*) entièrement dédié aux résultats de cette recherche et que publie *The International Bioacoustics Council, IBAC* (www.ibac.info).

Dérivés de cette multiplication de travaux scientifiques, ces résultats sont d'autant plus complets qu'ils sont obtenus grâce à une véritable approche interdisciplinaire qui demande la contribution

technique et théorique de nombreuses disciplines qui jusqu'alors étaient traditionnellement séparées.

Une partie importante de l'évolution de la recherche en bioacoustique peut être attribuée au développement et à l'accessibilité de logiciels et de matériel d'enregistrement qui permettent l'application d'algorithmes sophistiqués pour le traitement numérique du signal (Digital Signal Processing, DSP) appliqué à des données dérivées du son. Une véritable révolution technologique a donc permis de nouvelles approches, de nouvelles façons d'envisager les problèmes et une plus grande capacité à traiter l'information. La mesure dans laquelle ces nouveaux développements ont été transférés au travers des disciplines a en partie déterminé les avances dans un domaine particulier. Pour ce qui concerne la recherche en acoustique, ces avances concernent le développement de matériel de traitement du signal, la découverte de méthodes efficaces pour la représentation graphique et l'analyse des signaux, et la mise en place d'applications capables de surpasser les barrières entre disciplines et espèces. La plupart de ces techniques ont été largement utilisées dans les domaines de l'ingénieur mais ce n'est que récemment qu'elles sont désormais employées de façon routinière par les bioacousticiens.

Cependant, parce que les développements théoriques concernant le traitement numérique des données ont pris traditionnellement place au sein de forums ou au cœur de publications réservées aux sciences de l'ingénieur, ces avances ont été pendant longtemps inaccessibles aux autres disciplines, en particulier à la biologie appliquée à la bioacoustique.

De plus, et de par la grande diversité de formations scientifiques que l'on trouve parmi ses chercheurs (biologie, mathématique, physique, psychologie, linguistique, informatique, sciences de l'ingénieur, etc.) ainsi que par les variations significatives de la nature des signaux acoustiques d'intérêt, des circonstances et de l'environnement dans lequel telle ou telle espèce animale les a produits, des barrières naturelles se sont érigées devant la bioacoustique sous forme de divergence arbitraire et babélienne (pour reprendre un mot du professeur René-Guy Busnel dans sa préface de *Animal Sonar Systems*, Jouy-en-Josas, 1966) de terminologies et de méthodes qui ont souvent empêché de partager efficacement les connaissances ou les développements acquis.

Aujourd'hui, grand nombre de ces barrières sont tombées: l'approche et l'utilisation de principes physiques par l'ingénieur, et la vocation d'observateur du biologiste enrichissent de fait la convergence, autrefois difficilement envisageable, de deux concepts fondateurs, celui de la totalité organique que l'ingénieur intègre dans un ordre lointain pour en dégager des structures hiérarchiques et celui d'associations élémentaires dans lesquelles le biologiste approfondit pour se rapprocher de ses microstructures infinies.

Est venu s'ajouter récemment à cette diversité fructueuse de regards scientifiques un paramètre prépondérant qui apporte une dimension nouvelle à la bioacoustique dans l'environnement terrestre ou marin où se produisent, se propagent et s'analysent les sons biologiques: la présence grandissante et envahissante de bruit d'origine anthropogénique qui oblige non seulement à élaborer et assimiler de nouveaux degrés de compréhension mais aussi à développer des outils technologiques qui permettent de relever le défi de la cohabitation annoncée entre les intérêts associés aux activités humaines et la conservation des écosystèmes et des espèces.

Bien que le phénomène de masquage acoustique soit sans doute familier à beaucoup d'espèces animales qui doivent être capables

d'en tolérer une augmentation relative face aux niveaux naturels, les limites de cette tolérance ne sont pas encore connues.

Dans ce sens, la bioacoustique est donc vouée à assumer un rôle fédérateur de disciplines scientifiques pour approfondir notre connaissance fondamentale des processus d'échange acoustique animal et l'intégrer dans le développement durable. Et cette nécessaire synergie doit obligatoirement passer par l'établissement de prédictions robustes, sous forme de modélisation de la propagation de sons biologiques dans un milieu particulier (niveaux reçus vs. distance) ; par la détermination des sensibilités auditives des espèces concernées ; par l'étude des seuils de tolérance

auditive de ces espèces face à une pollution sonore ; et par la prévision et prévention des effets à long terme d'une exposition prolongée à des sources sonores artificielles.

Tout cela sans oublier, même si il est bien sûr difficile d'anticiper les avancées technologiques futures et leurs conséquences sur l'approche des problèmes à traiter ou des découvertes à réaliser, que le fil conducteur de la bioacoustique, à l'origine essentiellement biologique et aujourd'hui profondément multidisciplinaire, représente d'ores et déjà une remarquable anthologie de l'évolution d'une pensée scientifique.

Les laboratoires où se mènent des recherches en bioacoustique sont les suivants

- Laboratoire du centre d'études biologiques de Chizé (CEBC) - CNRS (UPR 1934) - Directeur : Vincent Bretagnolle
Contact : Christophe Guinet - www.cebc.cnrs.fr
- Muséum national d'histoire naturelle - Département systématique et évolution (UMR 5202 CNRS)
Directeur : Louis Deharveng - Contact : Jérôme Sueur - www.mnhn.fr/mnhn/oseb/
- Laboratoire d'éthologie et de cognition comparées, LECC, Université Paris X (EA 3456)
Directeur : Gérard Leboucher - http://www.u-paris10.fr/1133/0/fiche_annuaireksup/
- Laboratoire de neurobiologie de l'apprentissage, de la mémoire et de la communication (NAMC), Unité mixte CNRS Université de Paris Sud (UMR 8620) - Directeur : Serge Laroche - Contact : Thierry Aubin - www.namc.u-psud.fr/
- EthoS - Éthologie animale et humaine, UMR 6552 - CNRS - Université de Rennes
Directeur : Martine Hausberger - <http://www.ethos.univ-rennes1.fr/>
- DTN/ SOHO (Systèmes d'Observations Hydrographiques et Océanographiques), EA 3876, ENSIETA
Directeur : Philippe Dhaussy - Contact : Cédric Gervaise - www.ensieta.fr/dtn/
- Laboratoire de primatologie et biologie évolutive, UMR 6552 - CNRS « Éthologie, évolution, écologie ». Directeur : Jean-Pierre Gautier
- Physiologie de la reproduction et des comportements, PRC, UMR 6073 INRA/CNRS/Université de Tours
Directeur : Benoît Malpoux - Contact : Pascal Poindron
- Laboratoire d'applications bioacoustiques, LAB, Université Polytechnique de Catalogne, UPC
Directeur : Michel André - www.lab.upc.es