

Equipe «Acoustique»

L'objectif de nos travaux est de comprendre et de modéliser les phénomènes acoustiques et aéroacoustiques intervenant au niveau des voies aériennes supérieures. Ces études concernent bien évidemment la production de la parole a mis aussi l'étude et l'analyse clinique des apnées obstructives du sommeil.

L'approche adoptée repose sur une approche *physique* des phénomènes et peut être schématiquement décrite de la manière suivante.

Observation et analyse du vivant

Il s'agit là d'un étape extrêmement importante car les observations in-vivo permettent de justifier *a priori* de certaines hypothèses des modèles théoriques. D'autre part, la mesure sur les locuteurs constitue la référence à laquelle doivent être confrontés les résultats des simulations. Les différents bancs expérimentaux sont présentés sur des fiches spécifiques dans ce rapport. En particulier, l'ICP s'est doté récemment du système EVA qui permet de réaliser des mesures aérodynamiques consistantes avec une précision remarquable (Hautefeuille, 2003). Les observations ou mesures plus invasives sont effectuées en collaboration avec le milieu médical (collaborations notamment avec les CHU de Grenoble et de Toulouse).

Modélisation théorique

Compte tenu de la complexité des phénomènes étudiés, une solution analytique des équations du mouvement du fluide au travers des voies aériennes est en général impossible. La première étape de nos travaux concerne donc la formulation d'hypothèses simplificatrices. Celle-ci peut être rationalisée par une analyse dimensionnelle des équations du mouvement, appuyée par les observations ou les mesures réalisées in-vivo. Dans le cadre d'une collaboration avec le Laboratoire d'Aéroacoustique de l'Université d'Eindhoven (financement du Ministère des Affaires Etrangère "van Gogh", du CNRS/NWO et de la région Rhône-Alpes "Eurodoc") nous cherchons donc à développer et à valider une description théorique des phénomènes visqueux et instationnaires basée en particulier sur l'utilisation du formalisme de couches limite. Ce type de formalisme semblant montrer ses limites dans le cas d'écoulement fortement instationnaires (typiquement pour les plosives), ou lorsqu'il y a permanence de la turbulence dans l'écoulement. D'autres formulations et résolutions sont en cours de développement en collaboration en particulier avec le Laboratoire de Modélisation en Mécanique (P.Y. Lagrée).

Validation expérimentale

Même si elles sont d'une grande utilité pour le développement de modèles théoriques ainsi qu'une référence pour la simulation, les mesures in-vivo ne se prêtent pas à la validation des modèles théoriques eux-mêmes. Ceci s'explique tout d'abord en termes de reproductibilité : parce que la variabilité des observations sur un même individu est considérable (et dépasse parfois la variabilité moyenne observée entre deux individus). D'autre part, il est impossible de contrôler et de mesurer quantitativement *in-vivo* tous les paramètres (biomécaniques, aérodynamiques, acoustiques ...) mis en œuvre lors de la production de parole. Une part importante de nos travaux concerne donc la conception et l'utilisation d'un banc de mesure aérodynamique du conduit vocal. Le choix adopté depuis 1994 est celui de l'étude sur maquette du conduit vocal (à l'échelle 3:1). La mesure de l'écoulement d'air s'effectue au moyen d'anémomètres à film chaud ou de capteurs dynamiques de pression distribués de long de la maquette. Bien entendu, la grande difficulté de l'étude sur maquette est d'arriver à concilier une nécessaire simplicité (liée en particulier aux contraintes mécaniques, de contrôle ou d'usinage) avec sa capacité à se conformer aux phénomènes étudiés (le "réalisme" de la maquette). A titre d'illustration, différentes maquettes des cordes vocales sont présentées chronologiquement sur la figure 1. D'autres exemples sont illustrés sur la fiche « Modèles 'in-vitro' des voies aériennes ».