

Sujet de thèse (2022-2015) relié au projet CNRS interdisciplinaire MITI **InteracSon**

Étude aéroacoustique et phonétique des interactions des sources de son en parole

Contexte et état de l'art

La production de la parole repose sur le système respiratoire (anatomie, physiologie) qui permet qu'un écoulement d'air (principes physiques, labo LEGI) provenant des poumons soit guidé dans les voies respiratoires supérieures, au travers du larynx suivi du conduit vocal. Cet écoulement peut ainsi interagir avec lui-même ainsi qu'avec les tissus -- dynamiques ou statiques -- du larynx (en particulier les cordes vocales) et le conduit vocal (contenant des différents articulateurs comme la langue, les incisives, les lèvres etc.). Les différents sons de la parole (phonétique, Labo LPP) sont générés lorsque ce flux d'air provenant des poumons traverse les voies aériennes supérieures. La **dynamique et l'interaction des sources sonores voisées et/ou non-voisées** considérées dépendent de la dynamique du flux d'air respiratoire ainsi que de la dynamique du conduit vocal, principalement déterminées par leur géométrie et les propriétés des tissus. Ces caractéristiques physiques sont, à leur tour, déterminées par le contexte phonétique ainsi que par *the phonetic embodiment*. *The embodiment* est liée à la biologie (morphologie, âge) ainsi qu'à la posture, au mouvement, etc. qui peuvent être influencées par des pathologies telles que la maladie de Parkinson, connue pour perturber la production de la parole.

L'état de l'art des études phonétiques et physiques existantes montre que la caractérisation, la modélisation et donc la compréhension de la dynamique et de l'interaction des sources sonores est un sujet de recherche ouvert. En effet, en ce qui concerne les études sur la production de la parole, la plupart des efforts de recherche se concentrent sur les voyelles soutenues (source de voisement) ou les fricatives non-voisées soutenues (source aéro-acoustique), **négligeant les fricatives voisées, les plosives ainsi que la dynamique des différentes sources** déterminant leur génération, leur maintenance, leur cessation et leur coexistence. Une meilleure compréhension dans des conditions normales est d'un intérêt fondamental. Dans des conditions pathologiques, reliés aux *différents stades de la maladie de Parkinson*, une meilleure compréhension pourrait, à terme, contribuer à des applications liées au diagnostic, à l'évaluation ou à la gestion de ces troubles.

Objectifs

La thèse se concentre sur la *dynamique et l'interaction entre les sources sonores* (de natures différentes) à l'origine de la production des sons de la parole. En tant que tel, la thèse proposée vise à contribuer à *la caractérisation, à la modélisation et à la validation des mécanismes aérodynamiques* associés à la génération, au maintien, à l'arrêt et à l'interaction des sources sonores sous-jacentes aux phonèmes vocaux, aux fricatives (voisés et non-voisé) et aux plosives (consonnes occlusives) ainsi qu'à leurs transitions. L'originalité concerne donc la dynamique des sources et de leur interaction qui inclue notamment les plosives et fricatives voisées.

Un premier objectif est de se concentrer sur *la dynamique des phonèmes individuels* (dynamique des différentes sources sonores individuelles). Ensuite, le deuxième objectif est de se concentrer sur *la dynamique des phonèmes concaténés* (dynamique des interactions entre différentes sources sonores).

Méthodologie

Afin de décrire la dynamique de la source sonore, le flux d'air variable dans le temps et l'interaction avec les parois des voies aériennes supérieures variables dans le temps sont **modélisés** (LEGI) pour des conditions physiques (flux d'air, géométrie, propriétés des parois) pertinentes à celles rencontrées lors de la parole humaine normale et dans le cas de locuteurs affectés par la maladie de Parkinson. Si cette approche, que nous proposons d'appeler **phoné-physique**, est importante pour l'étude de la production de la parole normale, elle est cruciale pour celle de la parole pathologique. La génération, le maintien, la cessation et l'interaction des différentes sources sonores sont **quantifiés** et la modélisation acoustique est évaluée. Les conditions typiques pertinentes pour les énoncés de phonèmes multiples pour les locuteurs normaux et pathologiques sont identifiées et caractérisées sur des locuteurs humains (LPP). Ensuite, afin d'étudier ces conditions de manière contrôlée et répétable, les conditions typiques sont reproduites à l'aide de **répliques mécaniques** (LEGI) afin que la modélisation puisse être validée quantitativement et que ses avantages et ses limitations puissent être identifiées, d'abord pour les conditions normales et ensuite pour les conditions pathologiques. Enfin, la modélisation développée est appliquée aux données obtenues à partir de locuteurs humains afin de comparer quantitativement les données modélisées et mesurées.

Les résultats attendus

Les résultats attendus sont multiples et reliés aux objectifs fondamentaux concernant la caractérisation et la modélisation de la dynamique et de l'interaction des sources sonores intervenant dans la production de la parole humaine normale (incluant des plosives et fricatives voisées) ainsi que pathologique (Parkinson, première étude sur maquette). Les résultats seront publiés dans les journaux pertinents, présentés lors des conférences et développés dans le manuscrit de thèse. Il est important de souligner que l'impact des résultats bénéficiera de l'approche phoné-physique proposé en termes de généralité (pertinence et validation). Ainsi, à la suite de cette étude, les résultats en termes de modélisation et caractérisation automatique peuvent contribuer à des applications (diagnostic, suivi, stratégie de réhabilitation ou de compensation, traitement, technologie de réhabilitation, etc.) reliées aux troubles de la parole comme la maladie Parkinson.

Co-encadrement, lieu et contact

- Didier Demolin (Prof), Laboratoire de Phonétique et Phonologie (LPP), Paris.
- Annemie Van Hirtum (DR CNRS), Laboratoire des Écoulements Géophysique et Industriels (LEGI), Grenoble. Contact email: annemie.vanhirtum@univ-grenoble-alpes.fr

La thèse sera effectuée au LEGI (Grenoble Campus) avec des visites régulières au LPP (Paris).

Application

Les étudiants très motivés, titulaires d'un diplôme (master ou diplôme d'ingénieur de 5 ans prévue dans l'année académique 2021-2022) en mécanique des fluides, en (aéro-)acoustique, en physique ou en mathématiques appliquées, peuvent poser leur candidature en envoyant un CV, les résultats scolaires (niveau master) et une lettre de motivation par email (voir contact).

Websites

<https://lpp.in2p3.fr/didier-demolin/>

<http://www.legi.grenoble-inp.fr/people/annemie.van-hirtum/>