

ED SMAER

Sujet de thèses 2013

Laboratoire : *Institut Jean Le Rond d'Alembert, Equipe Lutherie Acoustique Musique, UMR 7190*

Etablissement de rattachement : *UPMC, CNRS*

Directeur de thèse et section CNU ou CNRS : *Benoît FABRE (Pr 60)*

Codirection et section CNU et CNRS :

Titre de la thèse :

Comportement instationnaire dans les instruments de musique à embouchure de flûte

Collaborations dans le cadre de la thèse : *Pierre-Yves LAGREE (DR, sect.10) Institut Jean Le Rond d'Alembert, Equipe Fluides Complexes et Instabilités Hydrodynamiques, UMR 7190*

Rattachement à un programme :

Le sujet peut être publié sur le site web de l'ED SMAER : OUI ~~NON~~ rayer la mention inutile.

Résumé du sujet :

Le fonctionnement des instruments de musique à vent met en jeu des mécanismes fluides complexes. Dans les flûtes par exemple, l'instrumentiste crée en soufflant un jet dont l'instabilité entretient une onde acoustique dans le tube, ce jet est donc à l'origine du son de l'instrument.

Empiriquement, les facteurs d'instrument et les instrumentistes ont développé des géométries d'instrument et des techniques de jeu qui permettent de contrôler au mieux le son produit. Parmi les critères déterminants, le comportement instationnaire de l'oscillation est de toute première importance, que ce soit en terme des transitoires d'attaque ou en terme de réponse dynamique plus générale.

Les connaissances actuelles permettent de comprendre le comportement stationnaire, qui a fait l'objet de la majorité des études. A l'opposé, la difficulté est telle que les comportements instationnaires n'ont fait l'objet que de très peu d'études.

Le but de ce travail est de mieux comprendre les phénomènes en jeu, les rôles des éléments géométriques mais aussi de la dynamique du contrôle dans le fonctionnement instationnaire des instruments à vent. Pour cela, le travail de thèse développera à la fois des *études expérimentales* des *simulations numériques* et des *modèles simplifiés* résumant la compréhension des phénomènes utiles pour les applications visées. Le travail proposé a pour point de départ les instruments à embouchure de flûte sur lesquels l'équipe encadrante possède une expertise reconnue et pourra s'élargir à d'autres instruments à vent.

Des applications peuvent être envisagées aux systèmes industriels présentant des oscillations générées par le couplage écoulement / onde acoustique, ou de type valve, notamment dans l'industrie des transports.

Sujet développé (à présenter en 2 ou 3 pages maximum,
en précisant notamment le contexte, les objectifs, les résultats attendus)

Contexte

Le projet s'intègre dans une dynamique de recherche, suivie depuis plusieurs années, portant sur le fonctionnement des instruments de musique. Pour des instruments de la famille des flûtes, le fonctionnement est analysé en termes du couplage entre mode d'instabilité hydrodynamique du jet d'air et mode de résonance acoustique. Cette approche a permis de développer une bonne compréhension du comportement stationnaire (ou quasi-stationnaire) de l'oscillation. Les modèles développés se montrent cependant déficients pour rendre compte du comportement instationnaire, que ce soit lors des transitoires d'attaques, ou autres changements de régime.

Ce projet fait appel à des compétences en acoustique, en aéroacoustique, en mécanique des fluides instationnaire, mais aussi en dynamique des systèmes non-linéaires. Un ancrage, tel celui de l'équipe d'accueil, dans les milieux de la musique (facture instrumentale, instrumentistes) constitue un atout important car l'observation des stratégies développées en facture instrumentale mais aussi par les instrumentistes constitue un guide précieux pour orienter l'étude vers les phénomènes prépondérants qui contrôlent le comportement instationnaire des instruments de la famille des flûtes.

Par ailleurs, le projet s'insère dans le cadre d'échanges avec les facteurs d'instruments de musique, notamment via l'Institut Technologique Européen des Métiers de la Musique (ITEMM), au Mans. Cette structure compte en effet parmi ses missions l'articulation des travaux entre la communauté des chercheurs en acoustique musicale et la communauté des facteurs d'instruments.

Objectifs

Les objectifs sont de développer la connaissance que nous avons des comportements instationnaires (comment qualifier et analyser le comportement instationnaire ?) et de leur contrôle (en quoi la géométrie du système, les instabilités intrinsèques liées par exemple à la turbulence, ainsi que la dynamique des paramètres de contrôle influent-ils ?). Il s'agit donc bien de faire ressortir les phénomènes dominants qui contrôlent le comportement instationnaire, notamment en s'inspirant des connaissances empiriques des facteurs d'instruments de musique (géométrie) et des instrumentistes (contrôle).

Résultats attendus

Les résultats doivent enrichir la modélisation des comportements instationnaires des systèmes couplés acoustique / hydrodynamique, avec des applications musicales (facture instrumentale, pédagogie, synthèse sonore) ainsi que dans d'autres domaines.

Un tel projet doit aussi permettre de développer, au-delà des collaborations déjà en cours, les contacts avec les facteurs d'instruments de la famille des bois et les facteurs d'orgue.