

Offre de thèse

Intégration et découplage multimodal pour le guitariste électrique

Contexte administratif :

Yncréa Hauts-de-France, issu de la réunion d'HEI, ISA et ISEN (plus de 400 salariés et 4000 étudiants), est un leader de la formation d'ingénieurs en Europe avec plus de 300 partenariats avec des universités à l'international et plus de 2500 partenariats avec des entreprises.

Accréditée par la CTI et organisation à but non lucratif, l'ISEN Lille (Institut Supérieur de l'Électronique et du Numérique) est une école d'ingénieurs dans les domaines des technologies numériques au sens large avec une grande expertise en informatique, micro- et nanotechnologies, acoustique, électronique et robotique.

L'équipe d'accueil est le département SAMBA (Smart Acoustics Microsystems Bio-engineering and Applications), affilié à l'IEMN (Institut d'Électronique, de Microélectronique et de Nanotechnologies), CNRS UMR 8520, dont l'ISEN est l'une des tutelles.

Contexte de la thèse :

La perception multimodale est classiquement étudiée de manière analytique en isolant chaque modalité sensorielle au moyen de stimuli monomodaux. Les réponses supposées « multimodales » en sont déduites *a posteriori*. Le risque d'une telle procédure est d'ignorer l'interaction et l'intégration entre les modalités sensorielles et de placer les participants dans des situations non naturelles.

La perception d'un instrument de musique par son instrumentiste, trop souvent réduite à une perception exclusivement auditive, est typiquement une expérience multisensorielle [Paté 2015] où audition, vision et toucher se mêlent, se complètent voire entrent en conflit, lors d'une situation de perception en action. En ceci une telle situation est pertinente pour étudier la perception multimodale dans une situation naturelle (pratique musicale ordinaire), dans laquelle les participants possèdent une expertise particulière [Dubois 2019].

Un travail de thèse récent a proposé de découpler modalités auditive et vibrotactile tout en tentant de conserver une situation « naturelle » du point de vue du participant expert violoniste. Les violons y étaient évalués par les violonistes en comparant a) jeu ordinaire, jeu avec audition masquée, jeu avec retour vibratoire masqué [Wollman 2014a], et b) jeu ordinaire, écoute active (écoute d'un autre violoniste en reproduisant les doigtés sur un manche isolé), écoute active avec retour vibratoire (idem avec vibrations du manche du violon joué transmises dans le manche isolé) [Wollman 2014b]. Malgré son apport remarquable, ce travail a dû, pour découpler les modalités, créer des situations expérimentales inhabituelles pour les participants (jeu avec bagues vibratoires ou casque antibruit, avec manche isolé du reste de l'instrument) ce qui peut soulever des questions quant à la pertinence de leur jugement.

Objectifs de la thèse :

Le découplage des modalités peut se faire plus naturellement dans le cas de la guitare électrique *solid body*, qui offre par conséquent un cadre prometteur pour l'extension de cette démarche. En effet, même si les caractéristiques vibratoires de l'instrument à corps plein sont trop inefficaces pour rayonner directement des ondes acoustiques « utiles » pour le musicien et l'auditeur, elles demeurent assez marquées pour être ressenties par le toucher. Dans ce cas, rayonnement acoustique (via l'amplificateur) et retour vibratoire (via l'instrument) sont structurellement et naturellement découplés. Par exemple, l'utilisation de techniques de *re-amping* permettrait de créer de manière reproductible les conditions d'une situation d'écoute active en faisant jouer le participant sur une guitare non branchée alors que l'amplificateur rediffuse le même extrait musical pré-enregistré. Cela se rapprocherait d'une situation naturelle de jeu où le retour vibratoire provient d'une guitare alors que le retour auditif provient d'une autre source. Si la manipulation du retour auditif paraît directe (modification du son diffusé par l'amplificateur), la manipulation indépendante du retour vibratoire semble conceptuellement assez directe elle aussi (moyennant la conception d'un dispositif technologique adapté, une des tâches principales de la thèse) : des vibreurs seraient insérés dans l'instrument afin de reproduire le comportement vibratoire, mesuré au préalable ou en direct sur une autre guitare.

La possibilité de faire varier de manière indépendante les retours auditif et vibratoire serait inédite et permettrait d'étudier tout l'éventail des situations expérimentales entre la situation d'écoute passive, la situation d'écoute active et la situation de jeu libre. Cette variété de conditions expérimentales ainsi que les méthodes de questionnement du sujet choisies (collecte et analyse de verbalisations libres, entretiens d'explicitation, entretiens semi-dirigés, mais également aspects plus quantitatifs comme la mesure de seuils ou les tâches de discrimination) permettront d'identifier la contribution relative de chaque modalité sensorielle dans l'élaboration du jugement global d'un objet complexe dans une situation d'interaction complexe [Dubois 2009].

Outre les apports évidents en acoustique musicale, ce travail apportera une contribution empirique importante en psychologie cognitive, croisant les champs disciplinaires de la cognition située et de l'intégration multimodale dans des conditions expérimentales non pas liées à des tâches abstraites en laboratoire mais à des tâches habituelles en situation naturelle. Au-delà de l'apport au savoir académique dans les disciplines sus-citées, des applications industrielles sont envisageables à court ou moyen terme dans le secteur des instruments de musique « traditionnels », des instruments à modélisation ou à contrôle actif, ou de nouvelles interfaces pour l'expression artistique pour lesquelles la recherche de retour vibratoire pertinent est encore largement d'actualité [Cance 2017].

Références :

- [Cance 2017] C. Cance, *From musical instruments as ontological entities to instrumental quality : A linguistic exploration of musical instrumentality in the digital era*, in *Musical Instruments in the 21st Century* (ouvrage collectif), Springer (2017)
- [Dubois 2009] D. Dubois, *Le Sentir et le Dire : méthodes en linguistique et psychologie cognitives*, L'Harmattan (2009)
- [Dubois 2019] D. Dubois, C. Cance, M. Coler, A. Paté, *Exploring Sensory Experiences : Meaning and the senses*, ouvrage collectif en révision, Benjamins Publishing.
- [Navarret 2013] B. Navarret, *Caractériser la guitare électrique : définitions, organologie et analyse de données verbales*, thèse de doctorat, Université Paris 8 (2013)
- [Paté 2014] A. Paté, *Lutherie de la guitare électrique solid body : aspects mécaniques et perceptifs*, thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie (2014)
- [Paté 2015] A. Paté, J.-L. Le Carrou, B. Navarret, D. Dubois, B. Fabre, *Influence of the electric guitar's fingerboard wood on guitarists' perception*, *Acta Acustica united with Acustica* 101 (2015)
- [Wollman 2014a] I. Wollman, C. Fritz, J. Poitevineau, S. McAdams, *Investigating the role of auditory and tactile modalities in violin quality evaluation* *Plos One*, 9(12) (2014)
- [Wollman 2014b] I. Wollman, C. Fritz, J. Poitevineau, *Influence of vibrotactile feedback on some perceptual features of violins*, *Journal of the Acoustical Society of America* 136(2) (2014)

> Localisation : Le-la doctorant-e travaillera dans les locaux de l'ISEN Lille (41, boulevard Vauban – 59046 Lille), école du groupe Yncréa Hauts-de-France. Le laboratoire d'accueil est l'IEMN, UMR 8520 CNRS.

> Profil recherché : titulaire d'un M2 recherche ou d'un diplôme d'ingénieur (acoustique et vibrations, traitement du signal, ou domaine connexe), justifiant d'une réelle volonté de travailler à la frontière avec les sciences humaines et d'un intérêt pour la musique.

> Rémunération et conditions : bourse Yncréa Hauts-de-France de 1 920 € brut/mois. Le-la candidat-e sera encouragé-e à réaliser un service d'enseignement (limite de 64 heures annuelles) au sein des parcours d'Yncréa.

> Encadrement :

• Arthur Paté (encadrant principal), Enseignant-chercheur ISEN/Yncréa, IEMN UMR 8520 CNRS
arthur.pate@yncrea.fr – 03 59 57 44 26

• Jérôme Vasseur (directeur HdR), Professeur d'Université, École Supérieure du Professorat et de l'Éducation Lille Nord de France, IEMN UMR 8520 CNRS
jerome.vasseur@univ-lille.fr

> Partenariats envisagés : Caroline Cance (MCF en linguistique à l'Université d'Orléans / LLL, UMR 7270 CNRS), Claudia Fritz (CR CNRS, LAM/d'Alembert UMR 7190 CNRS), Benoît Navarret (MCF en musicologie à Sorbonne Université / IReMus, UMR 8223 CNRS).

> Date de démarrage souhaitée : Octobre 2019

Renseignements et candidatures (CV et lettre de motivation) à adresser à arthur.pate@yncrea.fr

PhD Thesis offer

Multimodal integration and uncoupling for the electric guitar player

Work environment:

Yncréa Hauts-de-France groups together three engineering schools in Lille: HEI, ISA, and ISEN. It has become a European leader for the training of engineers, with more than 400 staff members, 4,000 students, 300 academic partners abroad, and more than 2,500 industrial partners.

ISEN Lille (Institut Supérieur de l'Électronique et du Numérique – Higher Institute for Electronics and Digital sciences) is a non-profit, accredited engineering school in digital sciences in the broader sense, with a strong expertise in computer sciences, micro- and nanotechnology, acoustics, electronics and robotics.

Home laboratory is the SAMBA department (Smart Acoustics Microsystems Bio-engineering and Applications), part of IEMN (Institute for Electronics, Microelectronics and Nanotechnologies), CNRS UMR 8520, of which ISEN is an administrative supervisor.

Context of the PhD:

A classical approach to multimodal perception is to isolate each sensory modality by producing monomodal stimuli (analytical approach). Subjects' monomodal reactions are then combined in order to reconstruct a response that is assumed to be “multimodal”. The risk of such an approach is to discard interaction and integration between sensory modalities, and to expose the subjects to non-natural situations.

The perception of a musical instrument by the player is often reduced to an auditory-only perception. This experience is however typically multimodal [Paté 2015]: auditory, visual, and tactile perceptions are combined, complement each other, mix up, merge, conflict with each other... in a situation of “perception in action”. Considering this, the situation of a musician perceiving her/his instrument is relevant for studying the mechanisms of multimodal perception within a natural situation (usual music performance/practice), where participants have demonstrated a thorough expertise [Dubois 2019].

A recent PhD work proposed to uncouple the auditory and vibrotactile modalities while attempting to preserve a “natural” situation for the participants (experienced violin players in that case). Violins were evaluated by violin players in different situations: a) ordinary playing, playing with masked auditory feedback, playing with masked vibrotactile feedback [Wollman 2014a], and b) ordinary playing, active listening (listening to another violin player while fingering on an isolated neck), active listening with vibrotactile feedback (same as previous case, with additional vibrotactile feedback in the isolated neck, corresponding to live vibration sensing in the neck of the violin being played) [Wollman 2014b]. Despite the outstanding contribution of this work, there were some limitations that we will try to overcome. The experimental situations were quite unusual for the participants, e.g. bringing them to play with vibrating rings on the fingers, with hearing protections, or to play on a neck that is isolated from the rest of the instrument... so that extending the conclusions to “natural” playing situations is not straightforward.

Objectives of the PhD:

The possibility of uncoupling modalities seems more natural in the case of the solid body electric guitar. Therefore this instrument sets a promising framework for extending the aforementioned method. The vibrations of this instrument do not directly participate in the “useful” acoustic radiation (the sound we want to hear), yet they can be perceived by the player. As a matter of fact, auditory (the sound is radiated by the amplifier) and vibrotactile (through the fingers and body touching the instrument) stimulations are already partially uncoupled in this case! Using e.g. “re-amping” techniques would allow us to create reproducible active listening situations where the player plays on an unplugged guitar while an amplifier plays back the same, pre-recorded excerpt. This would come closer to a natural playing situation where the vibrotactile feedback comes from a guitar and the auditory feedback comes from another source. If it is straightforward to alter the auditory feedback (modify the sound supplied to the amplifier), independently alter the vibrotactile feedback also seems quite direct. An experimental setup will be designed by the candidate, where for example vibrators can be attached to/inserted in the instrument in order to

reproduce the vibrotactile features of another instrument (pre-recorded, or recorded in real-time).

The novel possibility of controlling auditory and vibratory feedbacks independently opens the door to the study of a wide range of experimental situations, from passive listening to active listening through free playing. This variety of situations as well as the diverse investigation methods that will be implemented (free verbalizations, semi-directed interviews, but also threshold measurements, discrimination tests, etc.) will allow us to identify the relative contribution of each sensory modality in the construction of the global evaluation of a complex object within a situation of complex interaction [Dubois 2009].

Beyond obvious contributions to the field of musical acoustics, this PhD work will bring unprecedented empirical contributions to the field of cognitive psychology, situated cognition, and multimodal integration. New data will be produced from experimental situations where the participant doesn't perform abstract tasks within a laboratory context, but rather usual tasks in a natural context.

Beyond the contribution to academic knowledge in the aforementioned areas, the methods and results that will be developed by the candidate can be applied in the short or medium term to the musical industry: traditional musical instruments, modeling instruments, augmented instruments (e.g. with active control), or even new musical interfaces (nowadays still mostly in the form of digital controllers) that are still in need of convincing vibrotactile feedback [Cance 2017].

References:

- [Cance 2017] C. Cance, *From musical instruments as ontological entities to instrumental quality: A linguistic exploration of musical instrumentality in the digital era*, in *Musical Instruments in the 21st Century* (collective book), Springer (2017)
- [Dubois 2009] D. Dubois, *Le Sentir et le Dire : méthodes en linguistique et psychologie cognitives*, L'Harmattan (2009)
- [Dubois 2019] D. Dubois, C. Cance, M. Coler, A. Paté, *Exploring Sensory Experiences: Meaning and the senses*, book in rev., Benjamins Publishing.
- [Paté 2014] A. Paté, *Lutherie de la guitare électrique solid body : aspects mécaniques et perceptifs*, PhD thesis, Université Pierre et Marie Curie (2014)
- [Paté 2015] A. Paté, J.-L. Le Carrou, B. Navarret, D. Dubois, B. Fabre, *Influence of the electric guitar's fingerboard wood on guitarists' perception*, Acta Acustica united with Acustica 101 (2015)
- [Navarret 2013] B. Navarret, *Caractériser la guitare électrique : définitions, organologie et analyse de données verbales*, PhD thesis, Université Paris 8 (2013)
- [Wollman 2014a] I. Wollman, C. Fritz, J. Poitevineau, S. McAdams, *Investigating the role of auditory and tactile modalities in violin quality evaluation* Plos One, 9(12) (2014)
- [Wollman 2014b] I. Wollman, C. Fritz, J. Poitevineau, *Influence of vibrotactile feedback on some perceptual features of violins*, Journal of the Acoustical Society of America 136(2) (2014)

> Location: The candidate will work at ISEN Lille (41, boulevard Vauban – 59046 Lille, France), part of Yncréa Hauts-de-France. Home laboratory is IEMN, UMR 8520 CNRS.

> Profile of the candidate: Master's degree (or local equivalent) in acoustics and vibrations, signal processing or similar topic, with a will to work at the frontier between human sciences and engineering sciences, and with a special interest in music.

> Wage and conditions: PhD grant from Yncréa Hauts-de-France is 1,920 € gross per month. The candidate will be encouraged to take on teaching duties (no more than 64 hours a year).

> Supervision:

- Arthur Paté (main advisor), Lecturer at ISEN/Yncréa, IEMN UMR 8520 CNRS
arthur.pate@yncrea.fr – +33 3 59 57 44 26

- Jérôme Vasseur (habilitated supervisor), Professor, École Supérieure du Professorat et de l'Éducation Lille Nord de France, IEMN UMR 8520 CNRS
jerome.vasseur@univ-lille.fr

> Possible partners: Caroline Cance (Lecturer in linguistics at Université d'Orléans / LLL, UMR 7270 CNRS), Claudia Fritz (CNRS Researcher, LAM/d'Alembert UMR 7190 CNRS), Benoît Navarret (Lecturer in musicology at Sorbonne Université / IReMus, UMR 8223 CNRS).

> Target start date: Octobre 2019

Inquiries and application (CV and cover letter) to be sent to arthur.pate@yncrea.fr