



Institut d'acoustique  
Graduate School  
Le Mans Université



université  
angers



Proposition de sujet de thèse

Contrat doctoral co-financé par Le Mans Université / Université d'Angers à partir d'Octobre 2024 suite à l'Appel A Projet 2024

## **Evaluation par un système de captation des interactions sociales et activité physique des personnes atteintes de surdité**

**Encadrement** : Stéphane Durand (dir), Laurent Laccourreye (co-dir), Sophie Boucher (encadrante)

### **Unités de recherche impliquées :**

- Mitolab, Institut Mitovasc, UMR Inserm 1083 | UMR CNRS 6015, Université d'Angers
- LAUM UMR CNRS 6613, Laboratoire d'Acoustique de l'Université du Mans

### **Contexte**

La baisse d'acuité auditive engendre progressivement chez les personnes concernées des difficultés de communication, telles qu'une mauvaise compréhension, des réponses « à côté », ou de la fatigue liée à la concentration nécessaire. Ces difficultés sont majorées dans le bruit. Elles induisent progressivement un isolement voire une dépression, que l'on attribuerait à une modification des interactions sociales du fait de la déficience auditive. L'appareillage auditif est la solution proposée pour compenser la perte auditive et améliorer la compréhension des malentendants dans le silence, mais aussi dans le bruit. Néanmoins, les effets sur la communication et l'activité physique ne sont que déclaratifs, et aucune étude n'a montré l'apport des appareils auditifs dans ce domaine.

L'objectif de la thèse est de développer un prototype de captation sonore et d'activité physique avec une méthode d'analyse des données validées qui permette d'étudier et d'évaluer les communications sociales et l'activité physique d'une personne équipée d'un appareil auditif dans la vie de tous les jours.

### **Etat de l'art**

Hormis les études récentes des effets de l'appareillage auditif chez la personne âgée presbycusique (perte auditive liée à l'âge) qui portent sur l'amélioration de la qualité de vie : diminution des troubles cognitifs, du risque de démence, de dépression et de chutes [1,2], l'impact direct et indirect de l'appareillage auditif sur les comportements sociaux et les déplacements n'ont pas été, à notre connaissance, directement abordés dans leur ensemble et de façon simultanée dans une étude dédiée. Certaines études pointent néanmoins la difficulté de communication [3] et le besoin des personnes malentendantes de garder des interactions sociales [4]. L'interaction entre le vieillissement, la perte auditive et le maintien de la posture, d'autant plus en situation de multi-tâches, dans la vie courante, a d'ailleurs suscité le projet collaboratif SAAMPres (interactions Sociales et Activités physiques en lien

avec l'Appareillage auditif et la Modification de la qualité de vie du Patient Presbyacousique) qui sera l'aboutissement de ce projet de thèse.

## **Méthodologie**

L'évaluation des communications sociales nécessite

- l'utilisation d'un système embarqué de captation des informations liées au porteur (mouvements céphaliques, parole) et à son environnement (bruit, parole des interlocuteurs), dans initialement des conditions de laboratoire, puis de vie courante,
- le traitement de ces informations pour extraire des indicateurs à même de caractériser les stratégies de communications et interactions sociales (fréquence et durée des échanges, efficacité à localiser l'interlocuteur,...) ainsi que la posture (détection éventuelle de chute, de mouvements pour s'adapter à la situation de communication),
- l'analyse des indicateurs obtenus de façon à conduire à un outil validé permettant d'évaluer les stratégies de communications et interactions sociales d'une personne malentendante avec ou sans appareil auditif.

Aujourd'hui, suite aux travaux du laboratoire LAUM depuis 1 an et demi, dans le cadre d'une collaboration au sein du réseau SAM, un prototype de monture de lunettes, muni de sept microphones MEMS, d'un accéléromètre-gyromètre trois axes et d'une carte d'acquisition de données est disponible. Des premières études pour extraire des informations pertinentes pour qualifier les interactions sociales ont été initiées au cours de deux projets « étudiants » de six mois de l'Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs du Mans.

La personne recrutée pour la thèse proposera des protocoles de tests pour mettre au point et valider les traitements permettant d'informer sur les stratégies de communications et interactions sociales. En collaboration avec d'autres laboratoires cités ci-après, elle intégrera des réflexions concernant les méthodes actuelles d'évaluation des interactions sociales et de la qualité de vie (LPPL), la mesure et la validation du prototype pour évaluer l'activité physique (MIP) et la validation en living lab (CERAL). La majeure partie des expérimentations sera menée à Angers après validation des procédures par l'association SURDI 49, en tant que référents des besoins et de l'acceptabilité du dispositif développé pour des personnes presbyacousiques. Une première phase de validation sera réalisée sur volontaires, puis une deuxième, après validation éthique et accord sur des patients pris en charge, en gériatrie, en living lab Allegro. Ceci permettra d'affiner le prototype et le design de l'étude SAAMPres qui sera déposé au Comité de Protection des Personnes.

## **Résultats et valorisation attendus**

- l'obtention d'indicateurs validés pour rendre compte de l'état des interactions sociales et de l'activité du porteur des lunettes instrumentées,
- la mise en place d'algorithmes efficaces d'analyse des données fournies par le système embarqué, pour la localisation de l'interlocuteur dans la vie courante avec présence de bruit,
- le développement de programmes permettant de fournir les informations souhaitées sans stocker les signaux audio, sauvegardant ainsi la vie privée des utilisateurs, et dans le respect de la RGPD,

- la réalisation d'un nouveau système de mesure autonome, portable, miniaturisé, capable d'être adapté sur n'importe quelle paire de lunettes de vue pour garantir son acceptabilité et possédant les capteurs (microphones et accéléromètre) du prototype disponible,
- l'analyse des données récoltées lors de l'utilisation du système de captation par les patients.

L'objectif majeur du projet consiste à faciliter l'acceptabilité du dispositif par les patients afin de recueillir les données permettant une évaluation fine de leurs interactions sociales de manière à pouvoir juger de l'amélioration apportée par l'appareillage.

Les résultats des travaux de thèse seront valorisés par des articles de journaux internationaux et par des conférences qui mettront en lumière le caractère pluridisciplinaire de la thèse. Les articles seront tous déposés sur HAL. La personne recrutée en thèse s'attachera également à proposer une démonstration du système de captation lors de la Fête de la Science et de portes ouvertes aux Universités d'Angers et du Mans. Elle sera aussi sollicitée pour une éventuelle participation à Ma thèse en 180s.

### **Planning prévisionnel de la thèse**

La thèse sera organisée autour des tâches suivantes :

- (1) réalisation d'un nouveau système adaptable sur paire de lunettes (LAUM),
- (2) recherche d'indicateurs pour caractériser les interactions sociales (LAUM/MITOLAB et collaboration LPPL),
- (3) Séances de mesures et validation, avec le système de captation (MITOLAB),
- (4) Analyse des données à disposition (LAUM/MITOLAB),
- (5) Développement du protocole nécessaire à l'étude SAAMPres (MITOLAB).

La personne recrutée pour la thèse partagera son temps entre Le Mans et Angers en fonction des tâches. Des réunions de planification et d'avancement auront lieu tous les 15 jours avec tous les acteurs du projet. En plus des encadrants de la thèse, des spécialistes en ORL et en acoustique seront également impliqués pour développer les analyses de traitement du signal, de la localisation des sources et de l'électronique embarquée. <sup>i</sup>

### **Références**

---

[1] Dawes P et al. Hearing loss and cognition: the role of hearing AIDS, social isolation and depression. PLoS ONE. 2015;10(3).

[2] Livingston G, et al. Dementia prevention, intervention, and care: 2020 report of the Lancet Commission. Lancet. 2020;396(10248):413–46.

[3] Hughes S, et al. Social Connectedness and Perceived Listening Effort in Adult Cochlear Implant Users: A Grounded Theory to Establish Content Validity for a New Patient-Reported Outcome Measure – Ear Hear. 2018;39(5):922-934.

[4] Smith S, et al. Age-related hearing loss and provider-patient communication across primary and secondary care settings: a cross-sectional study. Age Ageing. 2020;49(5):873–7.