



UNIL | Université de Lausanne

Faculté de biologie  
et de médecine

## Soutenance de thèse

**Cristina Sainz Martinez**

Master of Science ETH in Biomedical Engineering  
ETHZ, Zürich

Soutiendra en vue de l'obtention du grade de  
**Doctorat ès sciences de la vie (PhD)**  
de l'Université de Lausanne

sa thèse intitulée :

**Novel approaches for human brain  
monitoring with electroencephalography  
and magnetic resonance imaging at 7 Tesla**

**Directeur·trice de thèse**

Dre Meritxell Bach Cuadra

**Codirecteur·trice de thèse**

Dr João Jorge

Cette soutenance aura lieu

**Mercredi 18 décembre 2024  
à 17h30**

Auditoire Alexandre Yersin, CHUV (BH08), rue du Bugnon 46, 1011 Lausanne

L'entrée est publique

Prof. Niko GELDNER  
Directeur de l'École Doctorale

04.12.24

Thèse de doctorat des sciences de la vie (PhD) présentée par **Cristina Sainz Martinez**  
Département de Radiologie Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV)

## **Nouvelles Approches pour la Surveillance du Cerveau Humain avec l'Électroencéphalographie et l'Imagerie par Résonance Magnétique à 7 Tesla**

Le cerveau est un organe extrêmement complexe qui comporte multiples niveaux de fonction. À l'échelle la plus petite, les neurones et leurs connexions gèrent le transfert d'informations de base. Plus haut, les circuits neuronaux gèrent des fonctions spécifiques et des régions cérébrales plus vastes contrôlent des tâches complexes telles que la réflexion et la prise de décision. Le thalamus, situé au centre du cerveau, est une structure cérébrale cruciale. Il sert de relais aux informations sensorielles telles que la vue, le son et le toucher, et il contribue également à réguler le sommeil et l'éveil, entre autres fonctions. L'étude détaillée de la structure et de l'activité du cerveau est difficile. Les techniques axées sur les détails les plus fins risquent de négliger de changements globaux dans l'activité cérébrale et sont généralement invasives, ce qui pose un problème pour les applications humaines, tandis que les méthodes d'étude de l'activité à grande échelle risquent de négliger les interactions subtiles. La recherche sur le cerveau est extrêmement précieuse, parce qu'elle améliore notre connaissance de la cognition humaine et des troubles mentaux, et contribue à des domaines tels que l'intelligence artificielle. Dans ce contexte, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et l'électroencéphalographie (EEG) sont des outils clés et non invasifs pour la recherche sur le cerveau. L'IRM fournit des images détaillées des structures cérébrales, tandis que l'IRM fonctionnelle (IRMf) suit l'activité cérébrale en observant les variations du flux sanguin. L'EEG mesure l'activité électrique du cerveau à l'aide de capteurs situés sur le cuir chevelu, avec une synchronisation précise. La combinaison de l'EEG et de l'IRMf offre une vue complète de l'activité cérébrale, en fusionnant des informations spatiales et temporelles détaillées.

Au cours de mon doctorat, nous nous sommes concentrés sur l'amélioration des techniques d'imagerie cérébrale en utilisant l'IRM à ultra-haut champ, qui offre plus de détails et de contraste pour le cerveau humain en utilisant des champs magnétiques plus puissants que l'IRM conventionnelle. Mes recherches se sont concentrées sur le thalamus et sur l'intégration de l'EEG et de l'IRMf à champ ultra-élevé. Le thalamus est divisé en petites parties spécialisées, qui sont difficiles à imager avec l'IRM conventionnelle en raison des limitations de résolution et de contraste. Nous avons étudié comment les techniques avancées d'IRM à champ ultra-élevé peuvent mieux capturer le thalamus. De nombreuses études se sont concentrées sur des contrastes IRM spécifiques ou sur des parties du thalamus, ce qui rend les comparaisons entre études difficiles en raison des différences individuelles. Nous avons mis au point une analyse complète intégrant diverses études structurelles sur les mêmes cerveaux. En outre, nous avons relevé les défis techniques liés à la combinaison de l'EEG et de l'IRMf à très haut champ, une tâche complexe en raison des interférences potentielles entre les deux techniques. Notre travail comprenait la première évaluation approfondie de la sécurité et de la qualité dans ce contexte. Ces avancées améliorent considérablement les techniques d'imagerie cérébrale, offrant de nouveaux moyens de surveiller la structure et le fonctionnement du cerveau. Elles permettent notamment d'identifier de manière non invasive les noyaux thalamiques et d'étudier leur interaction dans le cerveau.