

**Proposition de thèse en Traitement du signal et des images et intelligence  
artificielle**

***Estimation multimodale du Rythme Cardiaque Foetal***

**Laboratoires/équipes d'accueil :**

Laboratoire GIPSA, Grenoble  
Laboratoire TIMC, Grenoble

**Contacts :**

Bertrand Rivet (GIPSA-Lab) : [Bertrand.Rivet@gipsa-lab.grenoble-inp.fr](mailto:Bertrand.Rivet@gipsa-lab.grenoble-inp.fr)  
Julie Fontecave-Jallon (TIMC-IMAG) : [Julie.Fontecave@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:Julie.Fontecave@univ-grenoble-alpes.fr)

**Compétences attendues :**

Le/la candidate recherché(e) sera issu(e) d'une formation en traitement du signal, mathématiques appliquées ou apprentissage automatique. Il/elle devra être intéressé(e) par les aspects théoriques et expérimentaux liés à l'application visée.

**Sujet de thèse :** Dans le contexte du monitoring foetal, le cardiocotogramme (CTG), basé sur une mesure Doppler, est aujourd'hui la technique de surveillance du rythme cardiaque foetal (RCF) pendant l'accouchement. En pratique clinique, la CTG présente cependant des inconvénients majeurs. Les avancées du projet ANR SurFAO ont permis d'extraire le RCF à partir d'un unique signal ECG de surface (électrodes sur l'abdomen de la mère) et/ou d'un seul signal phonocardiographique (PCG) (cardio-microphone sur l'abdomen maternel). L'objectif maintenant est de combiner les informations issues de 3 technologies (images ultrasons de la CTG, signaux ECG et PCG).

La thèse proposée s'inscrit au cœur des développements méthodologiques de ce projet qui visent à améliorer l'estimation du rythme cardiaque foetal et à la rendre plus fiable pendant la grossesse et l'accouchement, en tirant parti de l'accès simultané à plusieurs modalités (ECG, PCG et CTG), en alliant traitement des signaux et des images et intelligence artificielle pour fusionner ces données multimodales.

Le travail précis de la doctorante ou du doctorant sera défini en accord avec la candidate ou le candidat et les encadrants parmi deux pistes principales envisagées :

- (1) fusion précoce des modalités par le développement d'une estimation multimodale unique du RCF dans laquelle tous les signaux jouent un rôle symétrique ;
- (2) extraction éclairée du RCF par l'analyse d'un signal à l'aide des informations provenant des autres.

Pour y parvenir, les solutions d'IA seront associées à des méthodes plus conventionnelles de traitement du signal et des images. Des modèles d'IA tels que les LSTM ou les transformers pourraient notamment améliorer les performances d'estimation du RCF en capturant les dépendances temporelles du RCF.

**Références bibliographiques**

- [1] N. Dia 2019 Suivi non-invasif du rythme cardiaque foetal *Université Grenoble Alpes* [These](#)  
[2] N. Dia et al 2019 Heart Rate Estimation from Phonocardiogram Signals Using Non-negative Matrix Factorization *ICASSP* [DOI](#)

- [3] N. Dia et al 2022 FHR estimation by non-invasive single abdominal ECG in real clinical conditions *Biomed Signal Process Control* [DOI](#)
- [4] M. Reséndiz Rojas et al 2022 HMM in NMF for FHR estimation using physiological priors *Physiol Meas* [DOI](#)
- [5] M. Reséndiz Rojas 2024 Estimation multimodale du Rythme Cardiaque Foetal *Université Grenoble Alpes* [These](#)
- [6] M. Reséndiz Rojas et al 2025 PCG for robust FHR estimation in real clinical conditions *Biomed Signal Process Control* [DOI](#)
- [7] R. Souriau et al 2021 Fusion of estimations from two modalities using the Viterbi's algorithm *ESANN* [DOI](#)
- [8] R. Souriau et al 2023 Fetal heart rate monitoring by fusion of estimations from two modalities *Biomed Signal Process Control* [DOI](#)