

## Sujet de thèse :

### Titre

Prédiction d'un accouchement prématuré par l'analyse des Hypergraphes et classification avec des réseaux de neurones convolutionnels sur le signal EHG

### Description

L'accouchement prématuré, défini comme l'accouchement avant la fin de la 37<sup>e</sup> semaine de gestation, est toujours la complication obstétricale la plus fréquente pendant la grossesse, avec 20% de toutes les femmes enceintes à haut risque d'accouchement prématuré. L'électrohystérogaphie (EHG) est la mesure non invasive de l'activité électrique sous-jacente de l'utérus. Les études ont montré que le signal EHG peut non seulement remplacer les méthodes invasives ou inexactes qui sont actuellement employées pour la surveillance des contractions pendant la grossesse ou le travail, mais pourrait également fournir un outil pour prédire l'accouchement (Devedeux, Marque et al. 1993, Tylcz et al. 2020).

En addition, de nombreuses études ont démontré que l'analyse de la propagation de l'activité électrique utérine est un outil très puissant pour discriminer entre les contractions enregistrées durant la grossesse et celles enregistrés durant l'accouchement (Hassan TBME 2013). Cette propagation a été indiqué par le calcul de la corrélation entre les signaux EHG enregistrés simultanément à partir d'un système multivoie (une matrice d'électrodes 4\*4) mis sur l'abdomen de la femme enceinte.

Les recherches ont aussi démontré qu'en utilisant des caractéristiques extraites des signaux EHG pre-traités pour éliminer les bruits, il est possible en utilisant une classification classique prédire un accouchement 1-2 semaines après la mesure (Galassi et al., 2019).

L'application biomédicale des approches basées sur la théorie des graphes dans la caractérisation des matrices de corrélation (connectivité) a été considérablement augmentée notamment sur les signaux électroencéphalogrammes (EEG). Ces outils ont permis de caractériser les matrices de corrélation et quantifier les « graphes de connectivités » associés. un graphe peut être définir par un ensemble des nœuds connectés par des arrêtes. En considérant chaque électrode dans notre matrice comme un nœud et les valeurs de la corrélation représenteraient les arrêtes, nous obtenons un graph de connectivité qui pourra être exploité par les paramètres basé sur la théorie de graphs et ensuite hypergraphes.

Les hypergraphes (Un hypergraphe est un couple  $(V,E)$ ) généralisent la notion de graphe non orienté dans le sens où les arêtes ne relient plus un ou deux sommets,

mais un nombre quelconque de sommets (compris entre un et le nombre de sommets de l'hypergraphe).

L'objectif global donc de cette thèse est d'étudier le phénomène de la propagation de l'activité électrique utérine par une approche basée sur la théorie de graphe et le généraliser en des hypergraphes puis appliquer une classification par un réseau de neurone convolutionnel. Les nœuds contiennent des attributs qui représentent les caractéristiques des signaux et les connexions représentent les corrélations importantes entre les signaux (seuil). Les nœuds représentent  $V$  et les edges  $E$  seront estimés par clustering (ensemble des nœuds proches).

L'approche par hypergraphes pourrait être combinée avec l'approche classique d'extraction de caractéristiques pour obtenir un système plus fiable. Les méthodes seront évaluées sur 2 bases de données existantes dans le laboratoire BMBI.

Les résultats attendus seront utilisés à la fois à enrichir les connaissances scientifiques dans ce domaine et d'essayer d'améliorer les performances de prédiction d'un accouchement prématuré.

Devedeux, D., C. Marque, S. Mansour, G. Germain and J. Duchene (1993). "Uterine electromyography: a critical review." *Am J Obstet Gynecol* **169**(6): 1636-1653.

Hassan M., Terrien J., Muszynski C., Alexandersson A., Marque C. and Karlsson B., "Better pregnancy monitoring using nonlinear propagation analysis of external uterine electromyography", IEEE Transactions on Biomedical Engineering, Vol. 60, NO. 4, April 2013.

El Dine, K. B., Nader, N., Khalil, M., & Marque, C. (2021). Uterine Synchronization Analysis During Pregnancy and Labor Using Graph Theory, Classification Based on Neural Network and Deep Learning. IRBM.

S Al-Omar, A Diab, N Nader, M Khalil, B Karlsson, C Marque, Detecting labor using graph theory on connectivity matrices of uterine EMG, 37th Annual international conference on Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2195-2198, 2015.

N Nader, M Hassan, W Falou, A Diab, S Al-Omar, M Khalil, C Marque, Classification of pregnancy and labor contractions using a graph theory based analysis, 37th Annual international conference on Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2876-2879, 2015.

J. -B. Tylcz, C. Muszynski, J. Dauchet, D. Istrate and C. Marque, An Automatic Method for the Segmentation and Classification of Imminent Labor Contraction From Electrohysterograms, in IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 67, no. 4, pp. 1133-1141, April 2020, doi: 10.1109/TBME.2019.2930618.

Galassi A., Muszynski C., Zalc V., Istrate D., Marque C. (2020) Pre-term Birth Prediction at Home: Signal Filtering Influence on the Good Prediction Rate. In: Filipovic N. (eds) Computational Bioengineering and Bioinformatics. ICCB 2019. Learning and Analytics in Intelligent Systems, vol 11. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-43658-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-43658-2_7)

## Encadrement

France :

Pr. Dan Istrate (Université de technologie de Compiègne – UTC-BMBI CNRS UMR 7338)

[dan.istrate@utc.fr](mailto:dan.istrate@utc.fr)

Pr. Mohamad Khalil (Université Libanaise, Tripoli- Liban)

[mohamad.khalil@ul.edu.lb](mailto:mohamad.khalil@ul.edu.lb)

Dr. Ahmad Diab(Université Libanaise, Tripoli- Liban)

[ahmad.diab@ul.edu.lb](mailto:ahmad.diab@ul.edu.lb)