

# Comparaison de matrices de similarité pour l'étude de la marche



## Contacts :

- Laurent Oudre <[laurent.oudre@univ-paris13.fr](mailto:laurent.oudre@univ-paris13.fr)>
- Nicolas Vayatis <[nicolas.vayatis@cmla.ens-cachan.fr](mailto:nicolas.vayatis@cmla.ens-cachan.fr)>

## Mots clés :

étude de la marche, méthodes à noyaux, distances matricielles, transport optimal, traitement du signal

## Contexte et retombées du stage :

Ce projet s'inscrit dans le contexte de la collaboration entre le laboratoire de mathématiques appliquées CMLA (ENS Paris Saclay, CNRS) et le laboratoire de neurosciences COGNAC G (Université Paris Descartes, CNRS, SSA) constituée de médecins, d'ingénieurs et de mathématiciens et visant l'étude du comportement humain et animal grâce à la constitution et l'analyse de bases de données. Concrètement, il s'agit de mettre au point des outils et des algorithmes innovants permettant au médecin d'acquérir des données grâce à des capteurs légers, de stocker ces données sur des bases de données sécurisées, d'analyser ces données et de fournir une analyse statistique pour l'aide au diagnostic, la comparaison et le suivi des patients.

Ce projet réunit donc des aspects mathématiques (apprentissage statistique, classification, reconnaissance de formes), mais aussi de traitement du signal statistique (débruitage, segmentation, extraction de features) ou d'informatique (création de packages et de codes sources réutilisables).

Les enjeux sociétaux et médicaux sont considérables et offrent de nombreuses opportunités à l'étudiant qui choisira ce projet dans le champ de l'interface des sciences de l'ingénieur, de l'informatique, des nouvelles technologies et de la médecine,... En cas de succès, le protocole pourra faire l'objet non seulement de publications scientifiques mais également d'un projet de valorisation.

## Environnement :

Le stagiaire aura la chance d'être pleinement intégré dans une équipe interdisciplinaire réunissant neurologues cliniciens, neurophysiologistes, ergonomes, modélisateurs statisticiens et informaticiens. Le stage s'effectuera sur deux sites (Ecole Normale Supérieure Paris Saclay, CMLA et Université Paris Descartes, COGNAC G, Paris).

## Compétences demandées:

- Connaissances en apprentissage et en traitement statistique du signal
- Maîtrise de la programmation en Python et/ou Matlab

- Goût pour l'interaction pluridisciplinaire (médecine, mathématiques, etc...)
- Intérêt pour les sciences expérimentales

### Descriptif du sujet de stage :

La marche humaine est un phénomène complexe mais également structuré. Chez le sujet sain, elle est caractérisée par une certaine régularité et symétrie. Le laboratoire a développé depuis plusieurs années une visualisation appelée locogramme, qui représente un exercice de marche sous la forme d'une matrice de similarité comparant les pas deux à deux. Cet outil est actuellement utilisé par des cliniciens pour la comparaison interindividuelle et le suivi longitudinal.

Le but du stage est d'étudier des approches d'apprentissage notamment à base de noyaux pour la comparaison de telles matrices de similarité afin de fournir des outils quantifiés permettant de définir une « distance » entre ces locogrammes.

L'objectif de ce stage est le suivant :

- Etudier les méthodes de comparaison de matrices de similarité, notamment basées sur les noyaux et les distances de transport
- Proposer une notion de distance entre de telles matrices et étudier son application sur les matrices de locogramme

L'un des livrables du stage pourra consister en un article de recherche, rédigé en collaboration avec les membres de l'équipe.

- (1) L. Oudre, R. Barrois-Müller, T. Moreau, C. Truong, A. Vienne-Jumeau, D. Ricard, N. Vayatis, P.-P. Vidal. Template-Based Step Detection with Inertial Measurement Units. *Sensors*, 18(11):4033, 2018
- (2) R. Barrois-Müller, L. Oudre, D. Ricard, and P.-P. Vidal. Logiciel locogramme: Outil pour analyser les exercices de marche. Demande de brevet FR1770031 déposée le 10 janvier 2017, extension PCT/EP2018/050450 déposée le 9 janvier 2018., 2017.
- (3) Peyré, G., Cuturi, M., & Solomon, J. (2016, June). Gromov-Wasserstein averaging of kernel and distance matrices. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 2664-2672).