



## Post-doctorat : Détection de la dysgraphie chez les enfants (H/F) Temps plein Réf : ECRITURE Post-Doc 2021

### 1 Descriptif de l'entreprise

Floralis, filiale de l'Université Grenoble Alpes (100 p. > 10 M€CA) travaille au développement et au transfert de nouvelles technologies issues de laboratoires de recherche, au management des relations industrielles des laboratoires de recherche et en particulier assure la mission d'opérateur de l'institut Carnot Logiciels et Systèmes Intelligents (iC LSI).

Dans le cadre du projet appelé "Ecriture" porté par l'institut Carnot Logiciels et Systèmes Intelligents, nous recrutons un ou une Post-Doctorant(e) en statistiques ou traitement du signal.

### 2 Introduction et contexte

L'écriture est une activité complexe indispensable à la réussite scolaire des enfants, dont la maîtrise nécessite plusieurs années d'apprentissage, et qui conditionne donc le développement et la bonne intégration dans la société jusqu'à l'âge adulte. Certains enfants présentent des troubles d'acquisition de l'écriture, appelés "dysgraphies", qui peuvent avoir de graves conséquences sur la scolarité et la qualité de vie de l'enfant s'ils ne sont pas diagnostiqués et pris en charge précocement. Actuellement, la détection d'enfants dysgraphiques se fait à l'aide d'un test appelé BHK (*Brave Handwriting Kinder*; voir par exemple Hamstra-Bletz et al., 1987; Charles et al., 2004) qui consiste en la copie manuscrite d'un texte pendant 5 minutes. Les tests sont alors évalués par des professionnels qui donnent une note indiquant si l'enfant est dysgraphique ou non. Le problème de ce diagnostic est qu'il est à la fois long et subjectif.

Afin de comprendre les mécanismes impliqués dans cette activité, une collaboration est née entre le Laboratoire Jean Kuntzmann (LJK), le Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition (LPNC) et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) de Grenoble afin de recueillir et d'étudier les données de plus de 300 enfants de 4 à 11 ans non diagnostiqués et une quarantaine d'enfants dysgraphiques (la base continue de grossir). Ces enfants ont passé le test du BHK sur tablette numérique, ce qui permet de recueillir pour chaque tracé les positions  $x(t)$  et  $y(t)$  avec une fréquence de 200 Hz, et de calculer un certain nombre de paramètres cinématiques propres à l'écriture (longueur, vitesse, inclinaison du stylo...); ces tests ont ensuite été annotés par des spécialistes en psychométrie.

### 3 Modèle de André et al. (2014)

Pour étudier ces traces, un stage a déjà été proposé en 2018 afin d'utiliser le modèle d'André et al. (2014) qui repose sur l'hypothèse que les positions  $(x(t), y(t))$  de l'écriture chez l'enfant à chaque instant  $t$  se modélisent par les équations suivantes :

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = a_x(t) \sin(\omega_x(t) \times t + \phi_x(t)) \\ \dot{y}(t) = a_y(t) \sin(\omega_y(t) \times t + \phi_y(t)) \end{cases}$$

où  $a_x$ ,  $\omega_x$ ,  $\phi_x$ ,  $a_y$ ,  $\omega_y$  et  $\phi_y$  sont des fonctions constantes par morceaux qui reflètent la dynamique et le couplage des oscillateurs contrôlant les mouvements de la main (voir par exemple Hollerbach, 1981).

Une procédure d'estimation est proposée dans l'article. Le modèle étant déterministe, une extension sera possible en ajoutant des effets aléatoires.

Le stagiaire avait montré empiriquement que le modèle estime bien les traces des enfants dont l'écriture est fluide mais avait des problèmes avec les enfants dysgraphiques, ce qui semblait permettre de différencier si un enfant était dysgraphique ou non. Ceci avait été fait sur un jeu de données antérieur.

Le but de ce post-doc est de reprendre l'étude sur les nouvelles traces et de proposer une procédure pour classifier les enfants suivant les risques qu'ils soient dysgraphiques ou non. Pour ce faire, elle ou il sera amené.e à utiliser des procédures classiques de classification supervisée (forêts aléatoires par exemple ; voir Ho (1995)) sur les paramètres à estimer du modèle.

## 4 Difficultés

La principale difficulté de ce post-doc est la très grande taille de la base de données (des centaines d'enfants ayant écrit pendant plusieurs minutes) ce qui impose un codage précis et optimisé.

Pour ce faire, la ou le post-doctorant.e devra donc avoir des compétences solides en programmation (R, Python ou Julia avec potentiellement une inclusion de C++). Pour l'aider, il sera possible de faire des formations et de collaborer avec l'équipe Scalde (Service CALcul scientifique et DEveloppement<sup>1</sup>) ; également hébergée au LJK.

## 5 Profil visé

Le profil visé est celui d'un docteur en statistique ou en traitement du signal avec un bon niveau en programmation. En particulier, les compétences suivantes sont attendues :

**Requis** : Statistique, algorithmique avancée, bonnes connaissances en R ou Python.

**Souhaitables** : C/C++, optimisation numérique, connaissance des méthodes classiques de classification supervisée (par exemple forêts aléatoires, SVM...).

**Appréciées** : Un minimum de compétences en équations différentielles et systèmes dynamiques (selon l'avancée du travail afin d'étudier les couplage des paramètres).

Un minimum de compétences en équations différentielles et systèmes dynamiques (selon à quel point ça avance bien pendant le postdoctorat sur le couplage des paramètres) sera apprécié.

## 6 Environnement de travail

Le post-doctorat se déroulera essentiellement au sein du laboratoire Jean Kuntzmann sous la direction principale de Vincent Brault et la co-direction de Jean-Charles Quinton. En plus du suivi régulier, des réunions (tous les un ou deux mois) auront lieu avec les autres membres du projet (principalement Caroline Jolly du LPNC et Etienne Labyt du CEA).

Le LJK se situe dans le bâtiment IMAG de l'université Grenoble Alpes construit en 2016 au centre du campus (tram B et C). Il est conçu pour faciliter les interactions au sein du LJK mais aussi avec les autres laboratoires hébergés : Laboratoire d'Informatique de Grenoble (*LIG*), VERIMAG... En particulier, le bâtiment est accessible aux personnes à mobilité réduite (toutefois, certaines toilettes ne sont pas totalement adaptées à tous les handicaps).

## 7 Perspectives

Suivant l'avancée de la ou du post-doctorant.e, il sera possible d'étudier plusieurs pistes suivant les envies de la ou du recruté.e :

---

1. Site internet : <https://scalde.gricad-pages.univ-grenoble-alpes.fr/web/>

- Inclure ces modèles dans le cadre de modèle de mélanges pour faire une classification non supervisée des enfants. Ceci nécessitera l'utilisation de l'algorithme *Expectation Maximisation* (voir Dempster et al., 1977) et le développement théorique de critère de sélection de modèles (par exemple, le *Bayesian Information Criterion* de Schwarz et al., 1978).
- Développer une application permettant de faire des tests de détection (dans le cadre de la collaboration avec le CEA).
- Un doctorant du CEA, membre du projet, travaille également sur d'autres critères. Une mise en commun des résultats sera possible pour la rédaction d'un article plus complet.
- Proposer et étudier une modélisation avec des effets mixtes (voir par exemple McLean et al., 1991).

## 8 Détails techniques

**Salaire :** Selon expérience \_ à négocier

**Période :** CDD de 12 mois, à temps plein. Le poste est à pourvoir rapidement.

**Gestion des ressources humaines :** la gestion des ressources humaines est faite par Floralis, Filiale de valorisation de l'Université Grenoble Alpes, mandatée par l'institut Carnot LSI qui donne le financement.

**Matériels :** le ou la post-doctorant.e aura un bureau partagé (généralement de 3 à 7 personnes) au sein du bâtiment IMAG, un prêt d'un ordinateur fixe et/ou d'un ordinateur portable suivant ses besoins. Il est également prévu un budget pour lui permettre de partir à une ou deux conférences pour présenter ses résultats de post-doctorat.

## 9 Contact et processus de recrutement

Merci d'envoyer votre CV, lettre de motivation, diplôme(s) et/ou relevé de notes d'études à l'adresse : [recrutement@floralis.fr](mailto:recrutement@floralis.fr) en précisant la référence de l'annonce.

Pour les informations techniques, vous pouvez contacter Vincent Brault : [vincent.brault@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:vincent.brault@univ-grenoble-alpes.fr)

## Références

- G. André, V. Kostrubiec, J.-C. Buisson, J.-M. Albaret, et P.-G. Zanone. A parsimonious oscillatory model of handwriting. *Biological cybernetics*, 108(3) :321–336, 2014.
- M. Charles, R. Soppelsa, et J.-M. Albaret. Bkh : échelle d'évaluation rapide de l'écriture chez l'enfant. Ecpa, 2004.
- A. P. Dempster, N. M. Laird, et D. B. Rubin. Maximum likelihood from incomplete data via the em algorithm. *Journal of the Royal Statistical Society : Series B (Methodological)*, 39(1) :1–22, 1977.
- L. Hamstra-Bletz, J. DeBie, B. Den Brinker, et al. Concise evaluation scale for children's handwriting. *Lisse : Swets*, 1, 1987.
- T. K. Ho. Random decision forests. Dans *Proceedings of 3rd international conference on document analysis and recognition*, volume 1, pages 278–282. IEEE, 1995.
- J. M. Hollerbach. An oscillation theory of handwriting. *Biological cybernetics*, 39(2) :139–156, 1981.
- R. A. McLean, W. L. Sanders, et W. W. Stroup. A unified approach to mixed linear models. *The American Statistician*, 45(1) :54–64, 1991.
- G. Schwarz et al. Estimating the dimension of a model. *Annals of statistics*, 6(2) :461–464, 1978.