



# DOCTORIALES AI@IMT

29 juin 2022

15<sup>e</sup> Plate-Forme Intelligence Artificielle  
du 27 juin au 1<sup>er</sup> juillet 2022 à Saint-Étienne

<http://pfia2022.pfia.fr/>



**10h30 - 10h50: Introduction Thématique Phare Data IA / Prog. Doctoral IA@IMT. Stéphane Lecoeuche (IMT Nord Europe)**

**10h50 - 11h10: Joel Mba Kouhoue (IMT Nord Europe)** Modélisation et intégration des données multi-vues : détection de données aberrantes et extraction de règles

- **Contact** : joel.mba-kouhoue@imt-nord-europe.fr
- **Encadrants** : Arnaud Doniec, Jerry Lonlac, Stéphane Lecoeuche (IMT Nord Europe), Alexis Lesage (Intent).
- **Partenaires et/ou cofinanceurs** : AI@IMT, Entreprise Intent.
- **Résumé** : Cette thèse se déroule en partenariat entre l'IMT Nord Europe et la société Intent qui développe une plateforme d'échange de données entre les principaux acteurs du secteur immobilier. De ce fait, la plateforme collecte et centralise toutes les données de leur écosystème et facilite la gestion des services apportés aux occupants, aux exploitants et aux gestionnaires. La plupart du temps, ces différents acteurs partagent des visions voire des informations différentes du bâtiment. Ainsi, Intent est confronté à la mise en place de moteurs d'appariement. Cette tâche est actuellement réalisée grâce à une expertise humaine. L'objectif de cette thèse est de contribuer au développement de nouveaux outils de fouille de données capables de composer avec plusieurs vues, tout en assurant de la fiabilité des données et des appariements d'information. Plusieurs expérimentations sont actuellement en cours les problématiques d'alignement des codes de prestations. Un code de prestation c'est une donnée alpha- numérique ou textuelle caractérisant un type de prestation à réaliser par un presta- taire de maintenance. Chaque prestataire de service de la plateforme Intent dispose d'un ensemble de codes de prestations, encore appelée Bande de codes, qui représente l'ensemble des services offerts par ce dernier. L'objectif de l'appariement des codes de prestations est d'établir les correspondances entre les codes de prestations clients et codes de prestations prestataires. A partir des techniques de fouille de motifs séquentiels, graduels et de représentation sémantique des connaissances, nous envisageons mettre en place une base de connaissance sur les codes de prestations des différents fournisseurs de services afin de faciliter le processus d'appariement des codes de prestations. A travers quelques expériences menés sur le périmètre d'un client et son prestataire ascensoriste, les premiers résultats obtenus nous ont permis de déduire des règles d'associations pertinentes. De manière incrémentale, nous envisageons généraliser et valider les règles apprises dans le contexte d'autres clients et prestataires ascensoristes d'une part, et d'autre part procéder de fa- con similaire sur les autres métiers (chauffagistes, multiservices, . . . etc). Etudier également l'apport de la fouille des données de consommations énergétiques qui peuvent également être traitées comme des données séquentielles (au moyen de la représentation symbolique des séries temporelles numériques).

**11h10 - 11h35 : Clément Bout (IMT Nord Europe)** Étude des approches semi-supervisées pour des systèmes adaptatifs : application à l'habitat intelligent et à son adaptation au comportement.

- **Contact** : [clement.bout@imt-nord-europe.fr](mailto:clement.bout@imt-nord-europe.fr)
- **Encadrants** : Abir Béatrice Karami Lozenguez, Université Catholique de Lille, FGES. Anthony Fleury, IMT Nord Europe.
- **Partenaires et/ou cofinanceurs** : AI@IMT, Univ Catho Lille, IMT Nord Europe.
- **Résumé** : Les travaux de cette thèse ont pour but de mieux interpréter les données d'un habitat intelligent en considérant que celui-ci peut comporter plusieurs occupants à un moment donné. Nous considérons des habitats avec un ensemble de capteurs répartis dans toutes les pièces et pour lesquels nous avons des informations sur le type de capteur (et donc le type de données générées). Au cours des deux premières années de thèse, le travail a porté, une fois l'état de l'art et la prise en main du sujet passée, tout d'abord sur la mise en place d'une méthodologie pour représenter l'habitat considéré de manière simple et efficace. À partir des positions des murs, des ouvertures et des capteurs (position et type), ainsi que des entrées/sorties de l'habitat, nous pouvons en déduire de manière automatique la proximité des capteurs et la possibilité que ceux-ci soient activables ensemble à un moment donné. La seconde étape a ensuite été de remettre en forme les données de l'habitat pour qu'elles soient continues. En effet, les capteurs de présence portent mal leur nom et détectent des mouvements.

Lorsqu'une personne reste immobile devant le capteur, son état repasse à 0. Il faut alors rendre « continue » l'information pour avoir l'activation de la présence de son début à sa fin. Une fois cette étape effectuée, la dernière étape, sur laquelle le travail porte en ce moment, est de modifier/améliorer et utiliser des algorithmes de suivi de cibles multiples pour maintenir une distribution de probabilités sur des hypothèses d'appartenance d'un événement capteur (personne ou groupe). Ainsi, les processus à gérer sont la continuation de l'existence d'un groupe, l'apparition d'un groupe (naissance) à proximité des points d'intérêt (groupe existant ou entrée) et la disparition d'un groupe (fusion ou sortie). Ceci se fait avec des Poisson Multi-Bernoulli Mixtures filters. L'évaluation de la performance de ces algorithmes est en cours (en commençant par le cas simple d'une personne puis l'ajout de personnes). Les données utilisées font partie de la base CASAS (Washington State University) qui comporte différentes implémentations d'appartements et des données avec un seul habitant ou plusieurs habitants faisant des activités indexées à un puis à plusieurs.

Bout, C., Karami, A. B., & Fleury, A. (2021, July). L'habitat intelligent et sa capacité à s'adapter : vers une approche centrée multi-résidents. In Rencontres des Jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle (RJCIA'21) Plate-Forme Intelligence Artificielle (PFIA'21).

**11h35 - 11h55 : Kortisa Griselda (IMT Business School)** Valuing data in the emergence of data exchange markets.

- **Contact** : [griselda.korsita@imt-bs.eu](mailto:griselda.korsita@imt-bs.eu)
- **Encadrants** : Marie Carpenter, Charlotte Krychowski (Institut Mines-Telecom Business School), Véronique Blum (Université de Grenoble).
- **Partenaires et/ou cofinanceurs** : AI@IMT, Entreprise DAWEX.
- **Résumé** : The increase in the volume of data has led to the emergence of data markets. According to OECD (2019), an increased data sharing would significantly positively impact the economy. However due to its specific characteristics, valuing data is difficult and this affects the data sharing market which is expected to play a crucial role in data economy but is seldom commercially viable (Abbas, 2021).  
Through a thesis structured in three articles, I will attempt to gain a fine-grained understanding of the factors affecting the valorisation of data. The first article will focus on comparing three data marketplaces. The objective is to understand what factors (exchanged data characteristics; characteristics of data providers and data buyers; platform characteristics) affect the market dynamics of these three marketplaces. The second article, through a regression analysis, will determine which variables have an impact on the probability of a dataset to be transacted, and on the average time between the date of publication of a dataset on the catalogue and the date of the transaction. Lastly, the third article will perform a network analysis of transactions, with a view to describing the links between data providers and data buyers, both from a static and from a dynamic perspective.

**11h55 - 12h15 : Zaier Mayssa (IMT Nord Europe)** Agentification sensible au contexte, des comportements piétons à partir de méthodes « deep » novatrices appliquées à des données vidéo et 3D.

- **Contact** : [mayssa.zaier@imt-nord-europe.fr](mailto:mayssa.zaier@imt-nord-europe.fr)
- **Titre de la thèse** :
- **Encadrants** : Hassen DRIRA et Jacques BOONAERT, IMT Nord Europe.
- **Partenaires et/ou cofinanceurs** : AI@IMT, Région Hauts-de-France.
- **Résumé** : Dans cette thèse, nous proposons de réaliser une « agentification » sensible au contexte, des comportements piétons, en nous appuyant sur des données essentiellement vidéo et 3D notamment sur des « zones de conflit » à savoir des zones de partage des voies de circulation entre les piétons et les autres usagers (passages protégés, par exemple). Une des difficultés majeures consiste à intégrer d'une manière générique l'effet des éléments de contexte (signalisation, trajectoire des autres usagers, durée d'attente sur un passage, etc.), à partir des seules données d'apprentissage et sans recours à des connaissances expertes, ce qui constitue une première originalité. La seconde tient dans les méthodes utilisées issues de l'apprentissage profond.

**14h45 - 15h05: Khalid El Houssni (IMT Atlantique)** Etude des interactions entre systèmes d'intelligence artificielle en cybersécurité par la théorie des jeux.

- **Contact** : Khalil.elhoussni@imt-atlantique.fr
- **Encadrants** : Yann Busnel, Patrick Maillé (IMT Atlantique) et Stéphane Paquelet (IRT b<>com).
- **Partenaires et co-financeurs** : AI@IMT, IRT b<>com.
- **Résumé** : Mon projet de thèse porte sur l'application de l'apprentissage automatique et la théorie des jeux pour la cybersécurité. La théorie des jeux permet une modélisation mathématique des interactions entre les agents d'un système numérique soumis à de potentielles attaques cyber et également d'effectuer des prédictions des issues possibles de ces interactions grâce à des notions mathématiques comme l'équilibre de Nash ou l'optimum de Pareto. L'application de l'apprentissage automatique vise à utiliser les données historiques pour estimer des modèles comportementaux et proposer des prédictions, classifications ou identification des motifs d'attaque. Après les grandes avancées dans l'intelligence artificielle et la conception de nouvelles méthodes d'apprentissage automatique comme les réseaux de neurones, leur utilisation est généralisée dans plusieurs cadres d'applications comme la détection des spams ou l'analyse des fichiers malveillants ou encore la détection d'intrusion dans un réseau. Par exemple dans la détection de spam, l'apprentissage automatique conflictuel permet l'analyse des e-mails et retrouver ceux qui représentent des risques de spam en tenant compte du fait que l'attaquant modifie les e-mails de spam pour les faire apparaître comme légitime.

Beaucoup de problématiques en cybersécurité sont en réalité des problèmes de prise de décision dans un environnement multi-agent parfois complexe et incertain. La théorie des jeux propose un cadre mathématique efficace pour la résolution de telles problématiques. Pendant ce début de thèse, je me suis intéressé aux attaques DDOS (Déni de Service Distribué) et les différentes applications de la théorie des jeux pour concevoir des stratégies de défense vis-à-vis de ce type d'attaque. La plupart des articles sur ce sujet optent pour une modélisation avec un jeu statique dans lequel l'attaquant choisit le nombre de nœuds contrôlés et le débit de transmission pour causer une consommation anormalement élevée de la bande passante du réseau et donc un déni de service pour les débits légitimes alors que le défenseur joue sur la configuration du pare-feu.

Comme premier cas concret d'usage, j'ai exploré l'attaque Global Iceberg, un type d'attaque DDOS difficile à détecter localement et qui nécessite l'intervention d'un coordinateur agrégeant les informations locales. En travaillant sur un article de mon encadrant Yann concernant le G.I, on a proposé quelques idées pour optimiser la configuration proposée à l'aide de la théorie des jeux. Les auteurs ont utilisé des mémoires tampon de taille paramétrable afin de minimiser le coût de communication. D'après les résultats expérimentaux, l'utilisation de cette technique diminue bien le coût de communication entre nœuds et coordinateur mais augmente le temps de détection des G.I. Là encore, on peut envisager une modélisation par un jeu à somme nulle afin de trouver la taille optimale des tampons avec une fonction d'utilité pondérée entre coût de communication et temps de détection mais la difficulté dans ce cas réside dans l'explicitation de ces deux composantes.

**15h05 - 15h25: Antoine Rebstock (IMT Atlantique)** Extraction de scénarios probables par corrélation d'alertes,

- **Contact** : antoine.rebstock@imt-atlantique.fr
- **Encadrants** : Yann Busnel, Romaric Ludinard (IMT Atlantique) et Stéphane Paquelet (IRT b<>com).
- **Partenaires et co-financeurs** : AI@IMT, IRT b<>com.
- **Résumé** : My work is part of the research field of multi-step attack detection. Multi-step attacks are attacks that are broken down into several steps, called the kill chain: initial compromise, establish foothold, escalate privileges, internal reconnaissance, move laterally, maintain presence, complete mission. In essence, they are difficult to detect. Indeed, it is necessary to establish links between the actions that make it up. Moreover, some of these actions are considered benign, even legitimate, and are therefore not detected by the mechanisms provided for this purpose (Intrusion Detection Systems). These attacks can also be based on unknown vulnerabilities (0-days), present on the victim's information system. Another factor that complicates their detection is that they can be

orchestrated over long periods of time: several months can separate the steps that compose it. To detect multi-step attacks, several families of detection methods are cited in the literature, each with its advantages and disadvantages. However, there is no consensus in the community. This is mainly due to the trade-off between detection accuracy, detection of unknown attacks and prediction of the next steps of the attack. The transposition of an existing model from the medical domain intended for the detection and prediction of unknown side effects to the domain of multi-step attack detection seems to be an interesting approach. This model is based on the interactions between different drug proteins to determine if they are the cause of side effects. In the area of multi-step attack detection, the events alone would probably not allow us to simply determine that it is a multi-step attack. One reason for this is that there is a partial set of events identified by anomaly detection systems. My thesis work is therefore oriented towards enriching this model in order to adapt it to the field of multi-step attack detection, for example coupled with other detection and correlation mechanisms.

**Mots-clés :** Multi-step attacks, APT, detection, alerts, correlation

**15h25 - 15h45 : Alexandre Hache (IMT Atlantique)** Commande robuste de systèmes non-linéaires basée sur un modèle LPV hybride physique-neuronal.

- **Contact :** [alexandre.hache@imt-atlantique.fr](mailto:alexandre.hache@imt-atlantique.fr)
- **Encadrants :** Philippe Chevrel, Mohamed Yagoubi, Maxime Thieffry, IMT Atlantique.
- **Résumé :** Les réseaux de neurones artificiels sont des outils puissants pour la conception de modèles basés sur des données. L'idée de la thèse est de tirer partie de la puissance des modèles neuronaux et des algorithmes d'apprentissage afin d'établir des modèles pour l'identification de systèmes non-linéaires régis par des équations différentielles. L'identification de modèles d'état par réseaux de neurones a déjà été largement explorée :  $x \dot{=} f(x, u)$  où  $f$  peut-être représentée par un réseau de neurones. Cependant peu nombreux sont ceux réellement adaptés à la commande de systèmes non-linéaires. De plus, il est intéressant d'utiliser des connaissances a priori liées à la physique et de les intégrer à l'apprentissage. Les systèmes physiques à identifier étant régis par des équations différentielles il est notamment pertinent de procéder à l'apprentissage du champ de vecteur (continu). Une stratégie de commande non-linéaire largement étudiée dans la littérature est celle de la linéarisation par bouclage. Cette technique de commande, permet pour une certaine classe de systèmes, de trouver une loi de commande :

$$u = \alpha(x) + \beta(x)v \text{ et un changement de variables } z = \Phi(x)$$

tel que le nouveau système soit équivalent à un système linéaire de la forme :  $z \dot{=} Az + Bv$

Cette procédure de commande est avantageuse car elle linéarise le système, en revanche ses conditions d'utilisation sont parfois restrictives et nécessite une connaissance du système identifié. L'objectif étant de relaxer ses conditions en identifiant un modèle linéarisable directement en intégrant la synthèse de la loi de commande linéarisante dans la structure du réseau de neurones.

**Mots-clés :** neural ordinary equations, feedback linearization, neural networks

**15h45 - 16h10 : Jovial Cheukam Ngouonou, IMT Atlantique, Université Laval** Apprentissage de cartes d'invariants dans le cadre d'objets combinatoires.

- **Contact :** [jovial.cheukam-ngouonou@imt-atlantique.fr](mailto:jovial.cheukam-ngouonou@imt-atlantique.fr)
- **Encadrants :** Nicolas Beldiceanu, IMT Atlantique, LS2N (TASC), Claude-Guy Quimper, Université Laval, Québec, Rémi Douence, LS2N, Inria (Gallinette).
- **Résumé :** Pour automatiser la découverte de conjectures sur les objets combinatoires, nous introduisons le concept de carte de bornes précises sur les caractéristiques des objets combinatoires, qui fournit un ensemble de bornes précises interdépendantes pour ces objets combinatoires. Nous décrivons ensuite un Bound Seeker, un système basé sur la programmation par contraintes, qui acquiert de manière compositionnelle ces cartes de conjectures. Le système a été testé pour rechercher des conjectures sur des bornes des caractéristiques de

graphes orientés : il construit 16 cartes contenant 431 conjectures sur des bornes inférieures et supérieures précises impliquant huit caractéristiques de graphes orientés.

## 16:15—16:45 PAUSE

### 16h45-17h05: Zakaria Jarraya (IMT Atlantique) Deep Geodesic Learning for SpatioTemporal Modeling

- **Contact** : [zakaria.jarraya@imt-atlantique.fr](mailto:zakaria.jarraya@imt-atlantique.fr)
- **Encadrants** : Lucas Drumetz, François Rousseau (IMT Atlantique / LATIM), Douraied Ben Salem ( CHU Brest/ LATIM).
- **Partenaires** : AI@IMT, Philips.
- **Résumé** : Malgré le succès fulgurant de l'apprentissage profond dans des tâches complexes (voitures autonomes, reconnaissance de formes...) il présente toujours des phénomènes étonnants ( stabilité par rapport à la perturbation de l'entrée, stabilité par rapport à la taille des données, ...). la nécessité de résoudre ces problèmes devient urgente si nous envisageons d'utiliser l'apprentissage profond dans des domaines sensibles et critiques où une fausse décision peut avoir des conséquences désastreuses.  
Des travaux montrent que les réseaux de neurones ne sont pas stables i.e une petite perturbation de l'entrée imperceptible à l'œil nu conduit à une fausse prédiction.

Depuis la découverte de ce phénomène, plusieurs méthodes ont été proposées pour le corriger. Certains travaux ont envisagé la théorie des systèmes dynamiques pour concevoir des architectures avec des garanties de stabilité (Parseval network, ODE, TISODE, SODEF, SONET...). Ces structures pourraient être entraînées naturellement ou avec un entraînement adverse et parviennent à montrer une bien meilleure robustesse que les réseaux traditionnels. Cependant, pour garantir la stabilité, ils ne considèrent qu'une classe restrictive de tous les systèmes dynamiques stables possibles, cela peut trop restreindre le pouvoir prédictif du modèle et aboutir à un réseau qui est certes stable mais qui n'a pas de bonnes capacités de classification. De plus, ces modèles ne spécifient pas le nombre d'équilibres qu'elles ont, ce qui peut conduire à ce que différentes classes se retrouvent regroupées ensemble.

Notre travail s'inscrit dans la lignée des travaux précédemment cités. toutefois, le nôtre est plus général car nous construisons notre système dynamique stable sans lui imposer de forme particulière. Cela rend notre modèle plus expressif et permet d'obtenir de meilleures performances de classification.17h05-17h25: Applications de l'apprentissage profond pour l'analyse de la respiration pour l'aide au diagnostic.

### 17h05-17h25: Moummad Ilyass (IMT Atlantique) Applications de l'apprentissage profond pour l'analyse de la respiration pour l'aide au diagnostic.

- **Contact** : [ilyass.moummad@imt-atlantique.fr](mailto:ilyass.moummad@imt-atlantique.fr)
- **Encadrants** : Michel Jézéquel, Nicolas Farrugia, IMT Atlantique, Département MEE, Brest ; Olivier Menut, encadrant, OSO-AI, Brest.
- **Partenaires et/ou cofinanceurs** : AI@IMT, OSO-AI.
- **Résumé** : L'objectif de cette thèse est l'aide au diagnostic de pathologies respiratoires à partir d'enregistrements acoustiques. Nous nous intéressons à des mesures provenant d'un centre de sommeil par le biais d'une collaboration avec l'entreprise OSO-AI. Les enregistrements consistent en une nuit entière de sommeil, à la suite de laquelle différents types d'apnées sont annotés, pour un total de 146 patients. Nos premières expériences se basent sur l'approche de détection d'apnée sur des segments de quelques dizaines de secondes. Nous utilisons le transfert d'apprentissage à partir d'un réseau profond entraîné sur le jeu de données "Audioset", comportant notamment des annotations de respiration. Nous effectuons la validation du modèle en testant sur une trentaine de patients non vus pendant la phase d'entraînement. Nous avons mis en évidence des gains importants obtenus par le transfert d'apprentissage, en termes de temps d'entraînement et d'aire sous la courbe ROC. Une

investigation plus approfondie a montré que les performances sur les sujets de tests sont très variables, notamment à cause de la variabilité du nombre d'événements d'apnée. L'écoute des enregistrements a permis de confirmer cette variabilité, les moments précis d'annotations étant assez relatifs, car provenant d'une décision médicale à partir de vidéo et de mesures physiologiques simultanées. Nous avons pu lutter contre ce problème en sélectionnant aléatoirement des parties différentes des segments à chaque itération de l'apprentissage, incluant les périodes pré et post apnées. Enfin, nous présentons des approches de prétraitement des vecteurs de caractéristiques issus du transfert d'apprentissage, permettant de mieux tenir compte de la spécificité des sujets. Nous envisageons par la suite d'approfondir l'augmentation de données, en considérant une combinaison d'apprentissage contrastif (auto-supervisé) et supervisé afin d'apprendre des caractéristiques robustes à l'imprécision et la rareté des annotations.

**17h25-18h15 : Discussion, échanges, organisation du programme doctoral.**

## Autres doctorants du programme AI@IMT, indisponibles pour le séminaire

**Arnaud ALLEMANG—TRIVALLE, (IMT Atlantique)** Automated Assessment and Intervention Models for Maximizing Situation Awareness

- **Contact** : [arnaud.allemang-trivalle@imt-atlantique.fr](mailto:arnaud.allemang-trivalle@imt-atlantique.fr)
- **Encadrants** : Prof. Caroline CAO (IMT Atlantique, Lab-STICC, UMR 6285), Dr. Katherine KUCHENBECKER (Haptic Intelligence Department, Max Planck Institute for Intelligent Systems), Dr. Mathieu CHOLLET (School of Computing Science, University of Glasgow, Scotland).
- **Partenaires et/ou cofinanceurs** : Max Planck Institute & Chaire innovation « Bloc OPérateur Augmenté » (BOPA).
- **Résumé** : L'objectif du projet de thèse est d'étudier la conscience de la situation (Situation Awareness — SA), la charge mentale ainsi que le stress au bloc opératoire afin de produire un modèle permettant de les analyser en temps réel. Un tel modèle permettrait de prévenir les accidents ou les situations à risque en proposant des interventions aidant à augmenter la SA, réduire le stress et la charge mentale. Finalement l'objectif est d'étudier tous les acteurs pour évaluer la SA de l'équipe, et non pas seulement de chaque individu.  
Le projet se concentre sur la chirurgie assistée par robot. Une collaboration avec la Chaire BOPA a permis d'étendre le projet à la chirurgie ouverte, et précisément la transplantation hépatique. C'est une opération qui présente un nombre de challenges élevés (opération longue, non planifiée, dangereuse, etc.), mais surtout au vu de sa complexité et des enjeux qui lui sont liés, elle est assez stressante et exigeante pour les équipes médicales.

J'ai pu observer le déroulement de différentes opérations chirurgicales afin de me familiariser avec ce milieu. J'ai également commencé à étudier en détail le stress, la charge mentale et la SA afin d'identifier les techniques qui ont déjà été employées au bloc opératoire. À partir des limites des méthodes précédemment utilisées, j'ai commencé à concevoir les études que je mènerai dans le but d'obtenir les données physiologiques, audiovisuelles et subjectives nécessaires aux modèles que je souhaite construire. L'identification des capteurs qui vont être utilisés pour la première étude a été finalisée, mais il reste encore à en commander et à finaliser la plateforme de collecte des données en temps réel.

Les méthodes et technologies étudiées ont vocation à être employées dans d'autres contextes, tels que dans les chaînes d'assemblages industriels complexes. Il est possible qu'à la fin de la thèse le modèle soit testé en milieu industriel, grâce à une collaboration avec Airbus CRT qui a déjà été établie.

**Yassine El OUAHIDI, IMT Atlantique, Lab-STICC, UMR CNRS 6285,** Few Shot Learning for BCI systems.

- **Contact** : [yassine.el-ouahidi@imt-atlantique.fr](mailto:yassine.el-ouahidi@imt-atlantique.fr)
- **Encadrants** : Giulia Lioi, Bastien Padeloup, Nicolas Farrugia, Vincent Gripon, IMT Atlantique, Lab-STICC, UMR CNRS 6285.
- **Partenaires et/ou cofinanceurs** : AI@IMT, ARED (Région Bretagne) (50%).
- **Résumé** : Les systèmes de Brain Computer Interface (BCI) consistent en un nombre réduit de capteurs faiblement invasifs (type EEG), visant à extraire l'intention de l'utilisateur, pour la transformer en une action adéquate. L'impact des systèmes BCI est toutefois limité par leur faible utilisabilité, dû à l'incapacité des algorithmes classiques à extraire de façon robuste des informations pertinentes de ces signaux.

Les performances exceptionnelles des réseaux de neurones dans diverses tâches complexes offrent une piste très prometteuse pour la recherche en BCI. Toutefois, ces performances viennent en partie de la capacité de ces outils à exploiter de larges banques de données. En pratique, on calibre généralement les systèmes BCI avec un faible nombre d'actions. Ce faible nombre de données annotées disponibles semble donc incompatible avec les prérequis des réseaux de neurones, et

pourrait expliquer pourquoi ces approches, appliquées aux données cérébrales, n'ont pas un succès comparable à d'autres domaines.

La faible disponibilité des données d'entraînement n'est pas spécifique aux systèmes BCI et le domaine du few-shot learning a émergé pour pallier cette limitation. C'est en vision que le plus grand nombre de contributions s'attaquant au problème du few-shot ont été récemment publiées. Il n'est pas encore clair, lesquelles de ces techniques se prêtent le mieux à des données issues de la neuroimagerie. Il est donc primordial de trouver la meilleure façon d'exploiter la structure particulière de ces données.

Le premier objectif de la thèse sera d'étudier les différentes approches pour le few-shot learning, et leur applicabilité aux systèmes BCI. Pour cela, on se basera sur des bases de données existantes, ainsi que sur des architectures à état de l'art pour leurs tâches respectives. Le deuxième objectif est l'étude de la possibilité d'injecter des connaissances supplémentaires sur les données traitées, ce qui pourrait contribuer au few-shot learning de manière plus générale.

**Publication :**

Pruning Graph Convolutional Networks to select meaningful graph frequencies for fMRI decoding - Eusipco 2022, (<https://arxiv.org/abs/2203.04455>), Yassine El Ouahidi, Hugo Tessier, Giulia Lioi, Nicolas Farrugia, Bastien Passet, Vincent Gripon