

Hassan Fawaz — Curriculum Vitae

Saint-Cloud, Île-de-France, France – 92210

☎ +33 07 71 24 96 31

✉ hassan1fawaz@gmail.com — hassan.fawaz@telecom-sudparis.eu

Orcid ID: 0000-0002-0149-7878

Ingénieur de recherche à Télécom SudParis - Institut Mines-Télécom depuis le 15/10/2020

Éducation

Diplômes universitaires et les travaux de recherche.....

- **Université libanaise** **Beyrouth**
Diplôme d'ingénieur en électricité et télécommunication, avec mention 2015
- **Université St Joseph** **Beyrouth**
M2: télécommunications, réseaux et sécurité, avec haute distinction 2016
- **Université St Joseph** **Beirut**
Doctorat, Ordonnancement et allocation de puissance dans les réseaux duplex intégral 2019
- **Université Paris-Saclay, UVSQ** **Versailles**
Post-Doc chez Li-Parad, LoRa, LoRaWAN, facteur d'étalement, affectation des canaux 2019-2020
- **Télécom SudParis - IMT** **Palaiseau**
Ingénieur de recherche, Apprentissage par renforcement profond, gestion des files d'attente 2020 ~

Projets notables.....

- **Projet de fin d'études:** *'Estimation de la direction d'arrivée pour les antennes intelligentes dans un environnement à trajets multiples'*
Il s'agissait du projet de fin d'études pour mon diplôme en génie électrique et des communications. La tâche était d'étudier et de simuler différentes propositions pour l'estimation de la direction d'arrivée dans les antennes intelligentes.
- **Mémoire de master:** *'Ordonnancement dans les réseaux sans fil en duplex intégral'*
Rendues possibles par le développement des techniques d'annulation de l'auto-interférence après 2010, les communications sans fil en duplex intégral ont gagné beaucoup de terrain ces dernières années. Dans mon mémoire de master, j'ai étudié différentes propositions d'implémentations de réseaux full-duplex et proposé plusieurs algorithmes d'ordonnancement dans les réseaux sans fil FD-OFDMA.

Mon mémoire de master a été supervisé par Samer Lahoud, professeur associé à Dalhousie University, Halifax, Canada (précédemment à l'Université de Rennes 1.)
- **Thèse de doctorat:** *'Ordonnancement et allocation de puissance dans les réseaux sans fil en duplex intégral'*
En approfondissant les détails des réseaux sans fil en duplex intégral, ma thèse a abordé plusieurs questions importantes telles que l'équité envers les utilisateurs, le contrôle de la puissance, l'efficacité spectrale, la disponibilité des informations sur l'état du canal, les scénarios multi-cellules, et bien d'autres. Tout au long de mon travail de thèse, nous avons utilisé de nombreux outils de recherche tels que l'apprentissage automatique, la théorie des jeux et l'optimisation. Les articles publiés liés à mon travail de thèse sont listés ci-dessous. J'ai soutenu ma thèse avec succès le 13 novembre 2019.

J'ai fait ma thèse au Centre d'Informatique, de Modélisation et de Technologies de l'Information (CIMTI), un centre de recherche de la faculté d'ingénierie ESIB de l'Université Saint Joseph de Beyrouth. Mon doctorat a été supervisé par Samer Lahoud, professeur associé à l'Université Saint Joseph de Beyrouth (précédemment à l'Université de Rennes 1), et co-supervisé par Melhem El Helou (MCF à l'Université Saint Joseph) et Marc Ibrahim (Professeur à l'Université Saint Joseph). Le jury était composé des membres suivants :

- Président : Professeur Joumana Farah, Université Libanaise, Beyrouth
- Rapporteur : Professeur Xavier Lagrange, IMT Atlantique, Rennes
- Rapporteur : Professeur Zaher Dawy, Université américaine de Beyrouth (AUB), Beyrouth
- Membre : Professeur Sanna Sharafeddine, Université libanaise américaine (LAU), Beyrouth
- Membre : Jad Nasreddine, Professeur associé à l'Université Rafik Hariri, Liban

○ **PostDoc: 'Améliorer la fiabilité et la scalabilité des réseaux LoRaWANs'**

Le travail de mon post-doc tournait autour de LoRa et LoRaWANs. Nous avons commencé par proposer des algorithmes d'affectation de facteurs d'étalement pour LoRaWAN dans un environnement multi-opérateurs. Nous avons utilisé des réseaux neuronaux récurrents, plus précisément des LSTM, pour modéliser le taux de livraison des paquets sous forme de série chronologique. Cela a permis de réduire le degré de coopération nécessaire entre les différents opérateurs de réseau. Nous avons utilisé la théorie des jeux, et les équilibres de Nash et corrélés, pour allouer les canaux disponibles dans un LoRaWAN entre les opérateurs rivaux.

J'ai fait mon postdoc au Laboratoire d'informatique Parallélisme Réseaux Algorithmes Distribués (LI-PaRAD) de l'Université de Versailles. Il était supervisé par Kinda Khawam, enseignante-chercheuse à l'UVSQ - Paris Saclay.

○ **Projet 1 à TSP: 'Apprentissage par renforcement profond pour l'équilibrage intelligent des charges et la gestion des files d'attente'**

Depuis octobre 2020, je travaille au sein d'une petite équipe à Télécom SudParis - Institut Mines-Télécom sur un projet collaboratif qui se concentre sur le développement de solutions d'apprentissage par renforcement profond pour les problèmes de réseau. Le projet s'attaque à deux tâches principales : l'équilibrage des charges et la gestion des files d'attente. Mon travail se concentre sur cette dernière. Nous avons utilisé des réseaux Q profonds et des approches de coopération multi-agents, comme l'apprentissage par renforcement convolutionnel de graphes, pour déterminer la meilleure façon de mettre les paquets en file d'attente de manière à maintenir les accords de niveau de service (SLA en anglais) pour un ensemble de flux réseau classifiés.

Aux côtés de Télécom SudParis - Institut Polytechnique de Paris, mes travaux actuels sont supervisés par le Professeur Djamel Zeghlache, chef du département "Réseaux et Services Multimédia Mobiles". Ce travail est également réalisé en collaboration avec le centre de recherche de Huawei Technologies - Paris, avec Jérémie Leguay qui dirige l'équipe de leur côté. Ce projet s'est achevé en 2022.

○ **Projet 2 à TSP: 'Emulation de Réseaux autonomes 5G'**

Depuis 2023, je travaille sur la simulation des réseaux 5G. Plus précisément, mon projet actuel vise à ajouter plus de fonctionnalités au simulateur ns3-NR non stand-alone (SA) actuel en le connectant à une implémentation du core 5G comme open5gs. L'objectif est de pouvoir émuler un réseau 5G autonome (SA). Ce projet est le fruit d'une collaboration avec Nokia bell labs

Compétences techniques et informations générales

- **Langages de programmation** : Maîtrise de : Matlab, Python, C, C++. Familiarisé avec : Java, SQL.
- **Certificats CISCO** : CISCO CCNA 1 V4.1, Fondamentaux du réseau, CISCO CCNA 2 V5.0 routage et commutation, CISCO CCNA 3 V5.0 routage et commutation.
- **Programme de bourses de recherche doctorale 2016** : A obtenu une bourse de recherche du Conseil

National Libanais pour la Recherche Scientifique (CNRS-L).

- **Langues** : Parfaite maîtrise de l'arabe et de l'anglais, B2 en français.

Axes et outils de recherche

Mes travaux de recherche peuvent être classés en trois catégories générales : Les réseaux sans fil en duplex intégral, les réseaux LoRaWAN IoT et la gestion intelligente des files d'attente dans les réseaux. Je discuterai de ces axes et détaillerai certains des outils que j'ai acquis au cours de mon travail de recherche.

Réseaux sans fil en duplex intégral.....

Principalement le travail de ma thèse de master et de mon doctorat, ce travail tournait autour du problème classique de l'ordonnancement, avec la tâche d'allouer la puissance aux équipements des utilisateurs dans un réseau cellulaire. Tout au long de mon travail, j'ai utilisé plusieurs outils traditionnels et de pointe pour aider à résoudre le problème :

- **Optimisation** : Nous avons largement utilisé la théorie de l'optimisation dans ma thèse pour proposer des algorithmes d'ordonnancement et d'allocation de puissance. Nous avons proposé des algorithmes d'ordonnancement gourmands et équitables en utilisant la programmation linéaire en nombres entiers (ILP), plus précisément la programmation linéaire binaire. Chaque variable indique quelle paire d'utilisateurs en liaison montante et descendante obtient un certain bloc de ressources. Nous avons également utilisé des formes d'optimisation plus complexes telles que la programmation non linéaire en nombres entiers mixtes (MINLP) pour proposer des algorithmes d'ordonnancement et d'allocation de puissance conjoints dans les réseaux sans fil en duplex intégral. Nous avons implémenté la majorité de nos problèmes d'optimisation dans Matlab en utilisant des logiciels comme CVX et des solveurs comme MOSEK.
- **La théorie des jeux** : Nous avons utilisé la théorie des jeux pour proposer des algorithmes d'allocation de puissance pour les réseaux sans fil en duplex intégral. Nous avons utilisé des jeux non coopératifs où l'équipement utilisateur et la station de base sont les joueurs du jeu. Dans la théorie des jeux, nous recherchons une solution connue sous le nom d'équilibre de Nash. Lorsqu'un équilibre de Nash est atteint, aucun joueur ne peut réaliser des gains en changeant sa stratégie unilatéralement.
- **Apprentissage par renforcement** : Un problème dans les réseaux sans fil en duplex intégral est le manque d'informations complètes sur l'état du canal. Afin de contourner le besoin de telles informations, nous proposons un algorithme d'apprentissage par renforcement capable d'apprendre comment allouer au mieux les blocs de ressources de manière à augmenter le débit du réseau.

Attribution des facteurs d'étalement et des canaux dans les réseaux LoRaWAN.....

Pendant mon postdoc à l'UVSQ, j'ai travaillé à proposer des algorithmes pour l'attribution de facteurs d'étalement et de canaux dans les réseaux LoRaWAN. En plus des méthodes d'optimisation, nous avons implémenté quelques outils supplémentaires :

- **Dans le domaine de la théorie des jeux**, j'ai travaillé sur un nouvel ensemble de jeux, dont les jeux potentiels. J'ai travaillé davantage sur l'aspect théorique des jeux, notamment en prouvant l'existence d'un équilibre de Nash et en proposant différents algorithmes pour atteindre cet équilibre. Nous avons également proposé des méthodes permettant de trouver un autre type d'équilibre pour les jeux, appelé équilibre corrélé. Il s'agit d'une approche plus générale que l'équilibre de Nash et fournit une approche intéressante pour résoudre les jeux.
- **Réseau de neurones récurrent à longue mémoire à court terme (LSTM)**: Les LSTM sont une forme de réseaux d'apprentissage profond. Nous les avons utilisés pour leur capacité à prédire les séries temporelles. Nous avons modélisé le taux de délivrance des paquets dans LoRaWAN sous la forme d'une série chronologique, puis nous avons utilisé les LSTM pour aider à le prédire sur une période donnée. Cela nous a permis de réduire le degré de coopération nécessaire entre les différents opérateurs LoRaWAN, rendant nos propositions plus faciles à mettre en œuvre dans des scénarios réels.

Apprentissage par renforcement profond pour la gestion des files d'attente.....

Mon travail actuel consiste à proposer des algorithmes d'apprentissage par renforcement profond pour la gestion intelligente des files d'attente dans les réseaux. J'ai principalement utilisé les bibliothèques TensorFlow

en Python pour proposer des approches selon les concepts suivants :

- Réseaux d'apprentissage Q profond (DQN) : Nous avons utilisé les DQN pour aider un algorithme de mise en file d'attente équitable pondérée (WFQ) à mettre les paquets hors file. L'algorithme choisissait les paquets parmi trois classes de flux : or, argent et bronze. Nous avons également mis en œuvre notre proposition dans un cadre multi-agents, en étudiant l'importance de la coopération entre les agents.
- Apprentissage par renforcement convolutif graphique : Ce nouveau type d'apprentissage utilise les communications attentionnelles pour apprendre quand il est préférable de communiquer entre les différents agents d'apprentissage. Nous avons utilisé cette approche pour résoudre le même problème que précédemment : comment mettre hors de file les paquets des différentes classes de flux.

Références

- **Kinda Khawam** : Superviseuse du post-doc, Enseignante-chercheuse à UVSQ, Versailles, kinda.khawam@uvsq.fr
- **Samer Lahoud** : Directeur de thèse, Professeur associé à Dalhousie University at sml@dal.ca
- **Steven Martin** : Collaborateur, Professeur des universités, Université Paris-Saclay, steven.martin@lri.fr

Emploi précédent

- **Université Saint-Joseph** **Beyrouth**
Assistant de laboratoire C++ *Septembre - Décembre 2016 à 2019*
J'étais chargé de préparer et de présider des sessions de TP C++ pour les étudiants en ingénierie.
- **Université Saint-Joseph** **Beyrouth**
Electronics Lab Assistant *Avril - Mai 2017,2018*
J'ai supervisé et aidé les étudiants pendant leurs travaux de laboratoire, et leurs préparations, pour des mini-projets en électronique analogique.
- **Université Saint-Joseph** **Beyrouth**
Routage et commutation TP/TD *Mars - Juin 2019*
Aidé et dirigé les sessions de TP et TD pour le cours routage et commutation dans les réseaux.
- **Université Saint-Joseph** **Beyrouth**
Assistant de laboratoire *Mars - Décembre 2019*
Aide aux sessions de laboratoire relatives à différents cours, notamment le système d'exploitation linux, les exercices en langage de modélisation unifié (UML) et les laboratoires d'administration des affaires (Microsoft Biztalk).
- **UVSQ - Paris Saclay** **Versailles**
Chercheur post-doc *Décembre 2019 - Octobre 2020*
J'ai travaillé sur la proposition d'approches basées sur la théorie des jeux et l'apprentissage automatique pour l'attribution du facteur d'étalement et des canaux dans les réseaux LoRaWAN IoT.

Publications

1. Khawam, K., Martin, S., Lahoud, S., Taleb, H., Fawaz, H., & Qadri, D. (2024). Non-Cooperative Edge Server Selection Game for Federated Learning in IoT. IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium (NOMS) 2024.
2. Fawaz, H., Lesca, J., Quang, P. T. A., Leguay, J., Zeglache, D., & Medagliani, P. (2023). Graph Convolutional Reinforcement Learning for Collaborative Queuing Agents. IEEE Transactions on Network and Service Management (IEEE TNSM), 20(2), 1363–1377.
3. Fawaz, H., Houidi, O., Zeglache, D., Lesca, J., Quang, P. T. A., Leguay, J., & Medagliani, P. (2023). Graph Convolutional Reinforcement Learning for Load Balancing and Smart Queuing. 2023 IFIP Networking Conference, IFIP Networking 2023.

4. Fawaz, H., Lahoud, S., El Helou, M., & Khawam, K. (2023). Queue-Aware Resource Allocation in Full-Duplex Multi-Cellular Wireless Networks. *IEEE Journal on Selected Areas in Communications (JSAC)*, 41(9), 2852–2863.
5. Khawam, K., Fawaz, H., Lahoud, S., Maillard, O.-A., & Martin, S. (2022). A channel selection game for multi-operator LoRaWAN deployments. *Computer Networks*, 216, 109185.
6. Fawaz, H., El Helou, M., Lahoud, S., & Khawam, K. (2021). A reinforcement learning approach to queue-aware scheduling in full-duplex wireless networks. *Computer Networks*, 189, 107893.
7. Fawaz, H., Zeghlache, D., Quang, P. T. A., Leguay, J., & Medagliani, P. (2021). Deep Reinforcement Learning for Smart Queue Management. *NetSys 2021, MaLeNe Workshop*.
8. Fawaz, H., Khawam, K., Lahoud, S., Martin, S., & El Helou, M. (2020). Cooperation for Spreading Factor Assignment in a Multi-Operator LoRaWAN Deployment. *IEEE Internet of Things Journal*, 1-1.
9. Fawaz, H., Lahoud, S., & El Helou, M. (2020). Queue-aware scheduling in full-duplex wireless networks. *Wireless Networks*, 26(6), 3967-3983.
10. Fawaz, H., Khawam, K., Lahoud, S., & El Helou, M. (2019). A Game Theoretic Approach for Power Allocation in Full Duplex Wireless Networks. *IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC*.
11. Fawaz, H., Khawam, K., Lahoud, S., & El Helou, M. (2019). A Game Theoretic Framework for Power Allocation in Full-Duplex Wireless Networks. *IEEE Access*, 7, 174013-174027.
12. Fawaz, H., Lahoud, S., & Helou, M. E. (2018). A Queue-Aware Discrete Scheduling Simulator for Full-Duplex OFDMA Wireless Networks. *2018 International Conference on Computer and Applications, ICCA 2018*, 60-65.
13. Fawaz, H., Lahoud, S., Helou, M. E., & Ibrahim, M. (2018). Optimal Max-SINR scheduling in full-duplex OFDMA cellular networks with dynamic arrivals. *IFIP Wireless Days*, 196-201.
14. Fawaz, H., Lahoud, S., Helou, M. E., & Saad, J. (2018). Queue-Aware Priority Based Scheduling and Power Allocation in Full-Duplex OFDMA Cellular Networks. *2018 25th International Conference on Telecommunications, ICT 2018*, 15-20.
15. Fawaz, H., Lahoud, S., El Helou, M., & Ibrahim, M. (2018). Queue-aware scheduling in full duplex OFDMA wireless networks with imperfect channel state information. *24th European Wireless 2018 "Wireless Futures in the Era of Network Programmability"*, EW 2018, 13-19.
16. Fawaz, H., Lahoud, S., El Helou, M., & Ibrahim, M. (2017). Max-SINR scheduling in Full-Duplex OFDMA cellular networks with dynamic arrivals. *Proceedings - IEEE Symposium on Computers and Communications*, 493-498.

Thèse de doctorat.....

Fawaz H. Scheduling and Power Allocation in Full-Duplex Wireless Networks. PhD Thesis. 2019 Nov 13. Available online: <https://hal-usj.archives-ouvertes.fr/tel-03133975v1>