



## **Application de l'intelligence artificielle pour la gestion des pannes dans les réseaux de transport optiques**

Thèse en partenariat avec Orange Labs à l'intersection des réseaux de transport optique et du machine learning.

Au sein de la Division Orange Innovation dont l'ambition est de porter plus loin l'innovation d'Orange et de renforcer son leadership technologique, vous rejoindrez le département « Architecture and programmable Optical Transmission » (AOT) qui porte des activités de support pays d'anticipation et de recherche dans les domaines de la transmission optique et de l'automatisation des réseaux. Vous serez rattaché à l'équipe SOAN en charge d'activités de Recherche et d'Anticipation sur les systèmes de transmission WDM et sur les réseaux de transport optique agiles et programmables. L'équipe, d'une vingtaine de personnes, dispose de plateformes expérimentales de transmission optique et des outils de test et de simulations permettant de recréer les conditions de propagation des signaux optiques dans la fibre et d'évaluer les performances de nos réseaux. L'exploitation des données remontées des réseaux optiques afin d'améliorer les performances et la résilience du réseau contre les pannes est parmi les nouveaux axes étudiés au sein de l'équipe.

Votre rôle est d'effectuer un travail de thèse sur : «L'application de l'intelligence artificielle pour la gestion des pannes dans les réseaux de transport optiques».

L'augmentation de la capacité de calcul et l'énorme quantité de données disponibles ont considérablement accéléré l'utilisation de l'intelligence artificielle (IA), qui a transformé une gamme de disciplines et d'industries ces dernières années. Dans ce contexte, les systèmes de communication optique devraient bénéficier de la puissance de l'IA pour trouver des solutions à des problèmes complexes de manière novatrice. Par conséquent, l'utilisation de cette technique peut faire émerger une nouvelle génération de systèmes photoniques intelligents capables d'améliorer les performances réseaux [1], d'assurer la fiabilité des réseaux et améliorer la gestion des défaillances [2].

La gestion des pannes est une fonctionnalité essentielle du gestionnaire du réseau (NMS-Network Management System) pour éviter une dégradation de la qualité du signal ou même une interruption de service. On distingue deux grandes familles de solutions de gestion des pannes.

La première famille vise à permettre un diagnostic réactif. Dès qu'une panne survient dans le réseau, l'opérateur doit identifier et localiser au plus vite sa cause primaire appelée également « cause racine » pour permettre les interventions nécessaires et ainsi réduire l'impact de cette panne sur les services déployés. Les solutions existantes de gestion automatisée des défaillances reposent sur des règles statiques et souvent simples, qui ne conviennent pas aux réseaux optiques modernes, caractérisés par une dynamique élevée et une grande quantité de paramètres de gestion. L'objectif de cette première partie de la thèse est donc d'exploiter les données extraites par le NMS liées à la topologie, les performances et les alarmes par des algorithmes à base d'IA pour effectuer un diagnostic rapide du réseau et localiser la panne. Dans un premier temps les techniques de classification seront utilisées pour créer des ensembles homogènes ou clusters contenant les alarmes corrélées (liées à la même source de défaillance). Dans un deuxième temps, des algorithmes à base d'apprentissage automatique seront développés pour localiser la cause racine de la panne afin de fournir une information précise et détaillée aux opérationnels. Les données proviennent d'un banc expérimental et le thésard sera amené à participer à définir les scénarios pour les générer.



Si la première famille de solutions consiste à détecter des pannes soudaines nécessitant une intervention rapide (e.g. coupure de la fibre), la deuxième famille cherche à prévoir l'occurrence des pannes qui se produisent suite à une dégradation progressive dans le temps (e.g. vieillissement d'un module). Cette approche préventive consiste à détecter les comportements anormaux en surveillant des métriques de performances comme le taux d'erreur binaire. A travers l'analyse des changements physiques que les pannes provoquent, l'IA peut apprendre le comportement du système optique et détecte les pannes potentielles afin de permettre au NMS de planifier des procédures de re-routage et ré-optimisation des services susceptibles d'être affectés. L'objectif de cette deuxième partie de la thèse est d'identifier dans un premier temps les métriques à prendre en compte pour prévoir la défaillance d'un équipement. Dans un deuxième temps, le thésard sera amené à définir des modèles à base d'IA pour prévoir les pannes et à participer à des expérimentations pour extraire des données nécessaires à ses tests.

### **Mots clés**

Systèmes photoniques intelligents, qualité du signal, détection de pannes, diagnostic réactif, détection préventive, machine learning, apprentissage supervisé et non supervisé.

### **Le plus de l'offre**

Au sein du département « Architecture and programmable Optical Transmission » (AOT), nous étudions dans le cadre du projet AION (Artificial Intelligence for Optical Networks), le potentiel de l'utilisation de l'intelligence artificielle pour améliorer les fonctions du réseau de transport optique et notamment la gestion des pannes et des anomalies. Dans ce contexte, nous menons des tests avec plusieurs filiales d'Orange dans le but de simplifier leurs opérations de maintenance préventive et curative. Afin d'entraîner nos algorithmes, nous utilisons des données de simulation mais aussi issues de données réelles collectées dans le réseau. Vous aurez l'opportunité de travailler au sein d'une équipe dynamique composée d'experts en réseaux optiques et en IA. Des publications scientifiques et des échanges avec des opérationnels d'Orange et des experts internationaux sont prévus pendant la thèse.

### **Profil**

Vous êtes diplômé d'une formation bac + 5 à l'université ou en école d'ingénieur, avec une spécialité en informatique et/ou réseaux de télécommunication :

- Vous avez une bonne connaissance en IA et machine learning
- Vous utilisez des plateformes open source de machine learning comme Tensorflow et Pytorch
- Vous avez le goût du développement logiciel en python (Jupyter), Pandas, scikit-learn, ...
- Vous vous intéressez au réseau de Télécom et la communication optique
- Vous avez l'esprit d'analyse et de synthèse
- Vous êtes curieux et vous faites preuve d'autonomie et d'initiative
- Vous avez la capacité à solliciter les acteurs et à présenter vos résultats.

### **Procédure de candidature**

Pour plus de renseignement, consulter : <https://orange.jobs/jobs/offer.do?joid=101884&lang=FR>

### **Références**

- [1] Ayassi, R., et al., "An overview on machine learning-based solutions to improve lightpath QoT estimation". In 22nd International Conference on Transparent Optical Networks (ICTON) IEEE, 2020.
- [2] Musumeci, F., et al, "A tutorial on machine learning for failure management in optical networks," Journal of Lightwave Technology, vol. 37, no. 16, pp. 4125–4139, 2019.