

<b>Direction</b>	I&P – Ingénierie et Projets
<b>Département</b>	Département des télécommunications
<b>Division</b>	Innovation Développement Méthodes
<b>Intitulé du stage</b>	<b>Augmentation de données de vibration issues d'un capteur DAS (Φ-OTDR) pour la détection et le suivi de trains</b> Stage Ingénieur / Master M2

<b>Responsable de stage</b>	Gabriel PAPAIZ GARBINI – Tarik HAMMI – Imen BENAMARA
<b>Période</b>	6 mois
<b>Localisation</b>	SNCF – Site Aequo – La Plaine Saint Denis
<b>Description du stage</b>	<p>Les propriétés physiques d'une fibre optique sont modifiées en fonction de certaines contraintes externes, comme une vibration mécanique ou une variation de température. Ces contraintes produisent une modification des propriétés de la lumière rétrodiffusée (variation d'amplitude, de phase, de fréquence, etc.) en fonction du phénomène physique à l'origine de cette rétrodiffusion : effets Rayleigh, Raman ou Brillouin. L'exploitation de ces phénomènes permet l'utilisation de la fibre optique comme capteur distribué car des modifications de l'environnement local peuvent être détectées à partir de l'étude des variations des caractéristiques physiques de la lumière rétrodiffusée. Ainsi, l'effet Rayleigh est particulièrement sensible aux ondes acoustiques et permet donc de détecter des vibrations autour de la fibre. L'appareil de mesure appelé DAS (Distributed Acoustic Sensing), permettant de détecter ce signal rétrodiffusé, est constitué de systèmes optoélectroniques conçus de manière à assurer l'acquisition efficace du signal rétrodiffusé et le contrôle de nombreux paramètres de précision. Le traitement électrique/numérique des données acquises permet alors d'extraire l'amplitude et la phase de ce signal. L'information d'amplitude permet de localiser, le long de la fibre, la source de vibration tandis que le traitement de la phase permet de remonter au signal vibratoire originel et d'obtenir des informations sur la nature du phénomène physique qui l'a produit.</p> <p>La SNCF souhaite développer dans son réseau l'utilisation d'un système de surveillance par la fibre optique basé sur le DAS (le capteur Φ-OTDR). Le prototype actuel de détection de vibrations par la fibre optique utilise des algorithmes d'apprentissage automatique et profond. Ce prototype a pour objectif d'identifier certains événements d'intérêt comme la chute d'un rocher sur la voie, un défaut présent sur le rail, le passage des trains, etc. Cependant, l'acquisition des données pour certains cas d'usage peut s'avérer très difficile, voire impossible.</p> <p>Pour faire face à cette pénurie de données, une augmentation des données est nécessaire afin d'améliorer la précision du modèle d'apprentissage. C'est dans ce contexte que s'inscrit le sujet de stage.</p> <p>La première partie du stage sera consacrée à l'étude bibliographique des techniques existantes ou nouvelles d'augmentation de données sur des signaux similaires aux signaux DAS. La deuxième partie se basera sur les choix issus de la recherche bibliographique, elle consistera à analyser les empreintes optiques des événements vibratoires et par la suite à implémenter une/des méthode(s) retenue(s) de l'état de l'art pour générer des données synthétiques. La dernière partie du stage consistera à lancer l'apprentissage sur l'ensemble des données synthétiques et de comparer les performances du modèle sur ce nouveau jeu de données avec les résultats obtenus par ce même modèle entraîné sur des données issues du terrain.</p>

**Mots clés**

- Traitement du signal
- Data augmentation
- Fibre optique, OTDR (Optical Time-Domain Reflectometry)
- Deep learning
- Signal acoustique
- Analyse des signaux

**Compétences**

- En cours de formation Bac+5 de type ingénieur /Master en Informatique parcours mathématiques appliqués, deep learning, vision par ordinateur, modélisation et simulation.
- Très bonnes connaissances du domaine du traitement de signal
- Bonne maîtrise du langage python ou/et matlab
- Expériences dans l'utilisation des frameworks Tensorflow et Keras
- Très bonne connaissance de l'anglais technique
- Bonnes capacités rédactionnelles, de communication, de travail en équipe autonomie.

**Appréciées :**

- Avoir des connaissances en fusion des données, vision par ordinateur et traitement de signaux acoustiques
- POO (Programmation orientée objet)
- Git

**Références**

- [1] :H. Wu, B. Zhou, K. Zhu, C. Shang, H. Tam, and C. Lu, "Pattern recognition in distributed fiber-optic acoustic sensor using an intensity and phase stacked convolutional neural network with data augmentation," Opt. Express 29, 3269-3283 (2021).
- [2] :Zhang X, Liu Z, Jiang J, Liu K, Fan X, Yang B, Peng M, Chen G, Liu T. Data augmentation of optical time series signals for small samples. Appl Opt. 2020 Oct 1;59(28):8848-8855. doi: 10.1364/AO.404799. PMID: 33104570.
- [3] :Lihi Shiloh, Ariel Lellouch, Raja Giryes, and Avishay Eyal, "Fiber-optic distributed seismic sensing data generator and its application for training classification nets," Opt. Lett. 45, 1834-1837 (2020)
- [4] :Fei Jiang, Zhenhai Zhang, Zixiao Lu, Honglang Li, Yahui Tian, Yixin Zhang, and Xuping Zhang, "High-fidelity acoustic signal enhancement for phase-OTDR using supervised learning," Opt. Express 29, 33467-33480 (2021)
- [5] :Fabio Coppini, Yiye Jiang, Sonia Tabti. Predictive models on 1D signals in a small-data environment.[Research Report] IMB - Institut de Mathématiques de Bordeaux. 2021

**Contacts**

Gabriel PAPAIZ GARBINI : [gabriel.papaiz@reseau.sncf.fr](mailto:gabriel.papaiz@reseau.sncf.fr) ; tel : 01 85 58 12 57  
 Tarik HAMMI [ext.nmj-services.tarik.hammi@reseau.sncf.fr](mailto:ext.nmj-services.tarik.hammi@reseau.sncf.fr)  
 Imen BEN AMARA [ext.imen.benamara@reseau.sncf.fr](mailto:ext.imen.benamara@reseau.sncf.fr)