

Proposition de sujet de stage M2

Méthodes d'apprentissage automatique pour la prédiction de pertes par transmission d'ondes infrasonores : mise en œuvre et évaluation.

Contexte : Le CEA DAM exploite en routine les données du SSI (Système de Surveillance International) mis en place dans le cadre de la vérification du TICE (Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires). Pour répondre à sa mission de surveillance, des méthodes de détection et de simulation de la propagation sont développées afin de localiser et caractériser les sources d'infrason. La simulation des capacités de détection du réseau infrason du TICE nécessite d'intégrer des modèles réalistes d'atmosphère dont la variabilité à différentes échelles spatiales et temporelles impacte fortement la propagation des ondes. Les premières estimations des performances du réseau infrason reposent sur des modèles climatologiques de vents dans la stratosphère ainsi que des lois empiriques d'atténuation déduites des mesures des essais nucléaires. Les récentes avancées dans les méthodes de simulation permettent de mieux intégrer les effets de la source et de l'atmosphère sur la propagation. La poursuite de ces études est un enjeu majeur pour évaluer plus précisément les seuils de détection, quantifier leurs variations spatiales et temporelles, et affiner les interprétations des signaux détectés.

Objectifs : Le coût de calcul inhérent aux outils de simulation de la propagation, tels que les codes d'équation parabolique, empêche l'exploration d'un large espace de paramètres (variations des modèles de vent, représentation de leur variabilité à petite échelle, fréquence et emplacement de la source) pour la prédiction des pertes par transmission (TLs), rendant inapplicable ces techniques pour des applications en temps (quasi)-réel. Par conséquent, plusieurs études s'appuient sur des modélisations heuristiques de l'atténuation des ondes basées qui négligent les variations verticales complexes des profils atmosphériques en fonction de la distance. Ces approches introduisent cependant des incertitudes significatives dans la prédiction des TLs. Les techniques d'apprentissage par des réseaux de neurones convolutifs de type CNN (convolutional neural networks), entraînées sur un large ensemble de champs d'ondes simulés dans des situations atmosphériques réalistes, montrent des performances prometteuses pour prédire les amplitudes des ondes jusqu'à des distances de 1000 km d'une source. L'objectif de ce stage est de poursuivre ce travail initié dans le cadre d'une collaboration avec NORSAR (Norwegian Seismic Array, <https://www.norsar.no/>), en poursuivant l'évaluation des méthodes CNN entraînées sur bases de modèles atmosphériques de différentes résolutions et en comparant les prédictions à l'état de l'art des simulations.

Compétences requises : Intérêt pour la géophysique, modélisation, méthodes statistiques, l'analyse et traitement des données. Aptitude à travailler en équipe. Niveau d'anglais (lu/écrit) correct souhaité. Expérience requise en programmation (Python, Matlab...).

Mots-clefs : propagation, acoustique, méthodes statistiques, réseau de neurones, traitement du signal.

Poursuite en thèse : non

Lieu de travail : CEA/DAM/DIF, F-91297 Arpajon. Prévoir un délai de 1 mois pour les procédures d'habilitation du CEA.

Contact : alexis.le-pichon@cea.fr

Références :

Quentin, B. et al. (2022), Predicting infrasound transmission loss using deep learning, <https://www.essoar.org/doi/10.1002/essoar.10509609.1>.