

Développement d'un réseau de neurones permettant la caractérisation acoustique du transport sédimentaire

Au sein du Centre de Recherche et d'Enseignement de Géosciences de l'Environnement (CEREGE), nous proposons à un étudiant, lors de son stage de fin d'études de Master ou d'ingénieur, **de développer un réseau de neurones permettant de caractériser le flux sédimentaire (masse par unité de temps) transporté dans un cours d'eau à partir de la pression acoustique générée par ce dernier et mesurée par des hydrophones.**

Le CEREGE est une Unité Mixte de Recherche (UMR 34) dont les tutelles sont l'Université Aix-Marseille (AMU), le CNRS (UMR 7330), l'IRD (UMR 161), le Collège de France et l'INRA (UMR 1410). Ses locaux sont situés sur la technopôle de l'environnement Arbois-Méditerranée, située sur le petit Plateau de l'Arbois (Aix-en-Provence, Les Milles). Le CEREGE développe des recherches dans les disciplines des sciences de la Terre et de l'environnement. Ces recherches concernent la paléoclimatologie et la paléocéanographie, la géodynamique et les fluides associés, la dynamique des sols, l'eau et les déchets, la morphogénèse et les risques naturels, la planétologie et la géophysique de surface, l'évolution des sols tropicaux, et les ressources en eau en zone méditerranéenne.

Contexte

L'estimation du débit de mise en mouvement des particules ainsi que du flux sédimentaire par fractions granulométriques (taille) transportées dans les cours d'eau sont des enjeux cruciaux pour leur gestion, que ce soit pour des études scientifiques, des projets de restauration, de prévention des crues, ou des travaux opérationnels. Devant le manque de méthode efficace, la communauté scientifique et opérationnelle s'intéresse aux approches par mesures indirectes, ici par acoustiques passive, qui consiste à mesurer le son produit par le déplacement des sédiments dans une rivière en y immergeant des hydrophones afin d'en évaluer les caractéristiques.

Matériel, méthodes et objectifs.

Ce stage de recherche, **s'inscrivant dans la reconnaissance sonore**, a pour objectif d'évaluer la pertinence de la réponse des réseaux de neurones pour identifier les caractéristiques des sédiments à l'origine de la pression acoustique du flux sédimentaire mesurer dans les rivières (problème inverse). En effet, on peut raisonnablement penser que les mesures de pressions acoustiques présentent des invariants structuraux, déterminés par les caractéristiques des sédiments déplacés, qu'un réseau de neurones sera « reconnaître ».

Le candidat développera, à l'aide des framework Tensorflow et keras, différents modèles de réseaux de neurones : types (CNN, RNN,...), dimensions (largeur, profondeur), configurations (totalement ou localement connectés). Le développement des modèles et notamment leurs apprentissages seront réalisés sur le serveur de développement du CEREGE. Les modèles les plus efficaces seront ensuite déployés sous la forme de notebook sur le serveur jupyter du CEREGE(JupyterHub) permettant ainsi une mise à disposition « userfriendly » aux chercheurs. Le candidat pourra au préalable s'entraîner sur des applications plus classiques telles que la reconnaissance d'image.

L'apprentissage du réseau de neurones sera réalisé grâce à une base de données acoustiques qui à été construite dans la cuve en eau au laboratoire expérimental du CEREGE. Chaque sample acoustique a été référencé très précisément par les caractéristiques telles que la masse, le nombre et la granulométrie des sédiments constituant l'amas déplacé. Cependant ces mesures réalisées en laboratoire pourraient s'avérer trop limitées pour décrire toute la variabilité acoustique du transport sédimentaire. On propose alors d'intégrer des données acoustiques plus « réalistes » mesurées dans les canaux sédimentaires d'INRAE, UR Riverly et de St Anthony Falls Laboratory, University of Minnesota, Etats Unis, mais dont le référencement est plus grossier (quantitatif, intégration dans le temps) . Enfin on pourra utiliser une base de données acoustiques de terrain, acquises dans diverses conditions hydrologiques qui à nécessité 25 campagnes de mesures ponctuelles. Cette base associe les mesures d'acoustiques passives et les prélèvements physiques du charriage. On pourra alors évaluer dans quelle mesure le réseau de neurones proposé est efficace et ainsi l'ajuster en conséquence. On étudiera aussi la possibilité d'utiliser « l'apprentissage par transfert ou par renforcement » ou d'augmenter la base d'apprentissage par des simulations numériques avec le logiciel en open source salomé-meca.

Compétences

- Deep learning, réseau de neurones,
- python, Jupyter, Linux
- TensorFlow, keras

Attendus

- Développement et déploiement d'un réseau de neurones sous Jupyter permettant la caractérisation acoustique du transport sédimentaire.
- Rédaction et soumission d'un article dans une revue scientifique.

Encadrants : Ghislain Gassier: Ingénieur de Recherche en modélisation

Période possible de stage: février-juillet, **Durée du stage :** 6 mois

Envoyez une lettre de motivation et un CV à gassier@cerege.fr