

Sujet de thèse : Identification et quantification de poissons en environnement naturel à partir de vidéos d'images acoustiques

Contacts :

Etienne Decencière <etienne.decenciere@minesparis.psl.eu>

Beatriz Marcotegui <beatriz.marcotegui@minesparis.psl.eu>

Eric De Oliveira <eric.de-oliveira@edf.fr>

Contexte

Selon un rapport [worldFishMig20] publié en 2020 par plusieurs ONG de protection de la biodiversité – l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) et le WWF, notamment –, les populations de poissons migrateurs ont chuté de 76% entre 1970 et 2016 à l'échelle de la planète et de 93% en Europe. D'après l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) [gouv17], 27% des espèces d'eau douce sont menacées d'extinction au niveau mondial et, en France, seuls 43% des cours d'eau sont en bon état écologique.

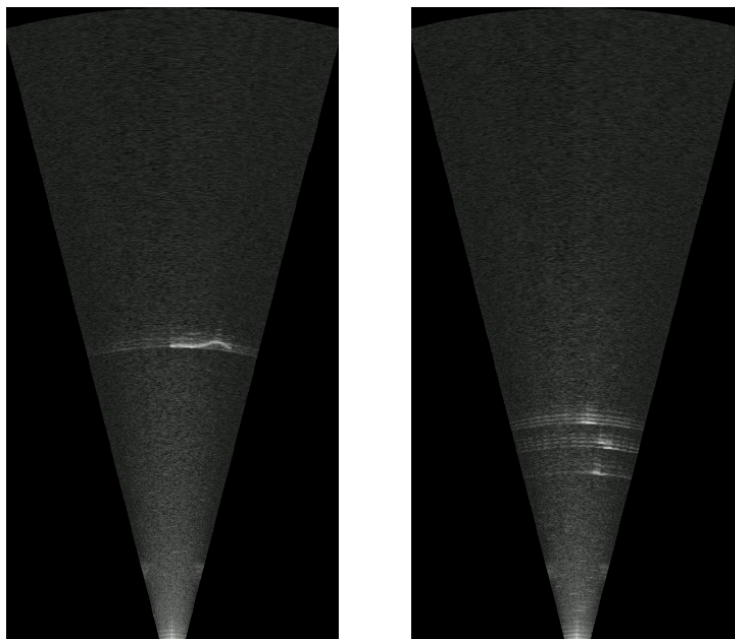
La présence d'obstacles tels que des seuils ou des barrages provoque la fragmentation des cours d'eau, empêchant les poissons d'accéder à leurs zones de reproduction ou d'alimentation. Cet impact est particulièrement significatif pour l'anguille et le saumon, pour lesquels la multiplication des obstacles constitue un facteur aggravant. En effet, ces barrières provoquent des retards migratoires, des pertes cumulatives à chaque barrage, des risques de blessures lors du passage et une vulnérabilité accrue face aux prédateurs.

EDF s'est investi dans des initiatives de restauration des rivières pour renforcer la santé des écosystèmes. Parmi ces actions figurent la gestion des sédiments autour des barrages afin de préserver les lits des rivières, qui sont essentiels à la reproduction, ainsi que la restauration des habitats situés en aval. Malgré ces initiatives, EDF continue à faire face à des défis pour assurer le rétablissement complet de la migration des poissons à travers les rivières fragmentées. L'équilibre entre la production d'énergie renouvelable et la préservation de la biodiversité reste un effort permanent, nécessitant une innovation continue dans les technologies permettant de quantifier la migration des poissons ainsi que la gestion des écosystèmes. Dans le cadre de sa stratégie CAP 2030, EDF s'engage à développer ces solutions, à améliorer les systèmes de surveillance et à réduire davantage l'empreinte écologique de ses projets hydroélectriques afin de préserver les écosystèmes aquatiques. Par exemple, deux usines hydroélectriques (Dordogne et Garonne) d'EDF réalisent des arrêts nocturnes de turbinage pendant les pics de migrations des anguilles argentées. La

prévision de la dynamique de migration des anguilles vers la mer est donc primordiale pour anticiper et optimiser les arrêts de turbinage. Aujourd'hui, des modèles statistiques de prévision des pics de migration existent mais nécessitent des données pour les rendre plus performants. Cet exemple montre la nécessité d'acquérir des données sur la dynamique de migration et sur le comportement des poissons migrateurs pour les protéger et permettre une production hydroélectrique plus responsable.

Thèse

L'objectif de cette thèse est de développer des outils automatiques d'analyse de vidéos d'images acoustiques permettant un meilleur suivi des populations de poissons migrateurs [Li21], [Staines22], [Quinio23]. Cela permettra de mieux préserver les écosystèmes aquatiques tout en limitant les pertes de production électrique.



Exemples d'images acoustiques à traiter

Les différentes étapes de la thèse seront les suivantes :

- Constituer une base de données à partir des annotations haut niveau disponibles;
- Mettre au point des méthodes faiblement supervisées pour segmenter et classifier les différentes espèces de poissons présentes dans les vidéos;
- Améliorer les performances de classification, tenant compte des spécificités du système d'acquisition utilisé, la caméra acoustique [Martignac15] ;
- Prendre en compte la dimension temporelle dans la classification [Rahmon21] ;
- Prendre en compte les conditions hydrauliques dans le traitement des images : direction de nage par rapport à la direction du fluide, vitesse du fluide, vitesse de nage du poisson;

- Tenir compte du déséquilibre des classes pour améliorer les performances sur les espèces les plus rares;
- Optimiser les étapes de traitement pour se rapprocher du temps réel.

Compétences requises

Le·a candidat·e retenu·e doit avoir une solide formation en mathématiques, une expérience avec des outils d'apprentissage tels que Tensorflow, Jax et/ou PyTorch, et une motivation pour la recherche en mathématiques et en analyse d'images.

Contact et supervision

Le Centre de Morphologie Mathématique (CMM) fait partie de Mines Paris - Université PSL, et est situé à Fontainebleau (40 minutes de train depuis Paris Gare de Lyon), près du château et de la forêt. EDF (LNHE) est impliqué dans l'encadrement d'un point de vue applicatif. Le candidat partagera son temps entre le CMM et EDF et aura la possibilité de faire du télétravail. Les candidatures (CV, lettres de recommandation, relevé de notes et courte lettre de motivation) doivent être envoyées à l'équipe qui encadrera la thèse : Etienne Decencière (etienne.decenciere@minesparis.psl.eu), Beatriz Marcotegui (beatriz.marcotegui@minesparis.psl.eu) et Eric d'Oliveira (Eric.De-Oliveira@edf.fr).

Références

[worldFishMig20] https://www.worldfishmigrationfoundation.com/wp-content/uploads/2020/07/LPI_report_2020.pdf

[gouv17] <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/cours-deau-continuite-ecologique-biodiversite-migrateurs-amphihalins>

[Li21] Li, D., Miao, Z., Peng, F., Wang, L., Hao, Y., Wang, Z., ... & Zheng, Y. (2021). Automatic counting methods in aquaculture: A review. *Journal of the World Aquaculture Society*, 52(2), 269-283.

[Martignac15] Martignac, F., Daroux, A., Bagliniere, J. L., Ombredane, D., & Guillard, J. (2015). The use of acoustic cameras in shallow waters: new hydroacoustic tools for monitoring migratory fish population. A review of DIDSON technology. *Fish and fisheries*, 16(3), 486-510.

[Quinio23] Le Quinio, A., De Oliveira, E., Girard, A., Guillard, J., Roussel, J. M., Zaoui, F., & Martignac, F. (2023). Automatic detection, identification and counting of anguilliform fish using in situ acoustic camera data: Development of a cross-camera morphological analysis approach. *PloS one*, 18(2)

[Rahmon21] G. Rahmon, F. Bunyak, G. Seetharaman and K. Palaniappan, "Motion U-Net: Multi-cue Encoder-Decoder Network for Motion Segmentation," *2020 25th International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, Milan, Italy, 2021, pp. 8125-8132, doi: 10.1109/ICPR48806.2021.9413211.

[Staines22] Staines, G. J., Mueller, R. P., Seitz, A. C., Evans, M. D., O'Byrne, P. W., & Wosnik, M. (2022). Capabilities of an acoustic camera to inform fish collision risk with current energy converter turbines. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(4), 483