



Contrat post-doctoral sur la

Simulation jointe de la qualité des eaux et du débit des cours d'eau intermittents sous changement climatique

Durée : 18 mois

Lieu : Avignon, France (INRAE - BioSP)

Thématiques : Machine learning, statistiques spatio-temporelles, hydro-météorologie

Contact : edith.gabriel@inrae.fr et lionel.benoit@inrae.fr

Objectifs du post-doc

L'objectif méthodologique de ce post-doc est de développer une nouvelle méthode de modélisation spatio-temporelle et multivariée des débits et de la qualité des eaux des cours d'eau intermittents en hybridant des approches de statistiques spatio-temporelles et de machine learning.

Le modèle développé sera ensuite exploité pour étudier l'impact de différents scénarii de changement climatique et/ou anthropique sur la dynamique des cours d'eau intermittents, et pour émuler les paramètres hydro-météorologiques nécessaires au bon fonctionnement des modèles d'impact (hydrogéologie, écologie des cours d'eau, etc.).

Les développements réalisés s'appuieront sur le grand jeu de données hydro-météorologiques collecté par l'Observatoire Pérenne de l'Environnement (OPE, <https://ope.andra.fr>).

Environnement de travail

Ce post-doc est financé pour 18 mois par la chaire GeoLearning (<https://chaire-geolearning.org/>), et sera encadré par Edith Gabriel et Lionel Benoit (INRAE-BioSP) avec un suivi de Sylvain Gignoux, Timothée Robineau et Maxime Savatier (ANDRA-OPE). La personne retenue rejoindra l'unité BioSP à Avignon (<https://biosp.mathnum.inrae.fr/>) pour conduire ses travaux de recherche. Le salaire brut mensuel sera compris entre 2640 et 3340 euros.

Compétences recherchées et candidature

Cette offre s'adresse aux titulaires d'un doctorat en statistique, en apprentissage automatique, en science des données, ou dans un domaine connexe. Un fort intérêt pour les applications hydro-climatiques et les problématiques liées aux ressources en eau est attendu. Les candidat(e)s doivent également avoir de solides compétences analytiques, ainsi que de bonnes compétences en programmation scientifique (de préférence en R ou Python) et en traitement de données. De bonnes compétences interpersonnelles, la volonté d'interagir avec d'autres chercheurs et étudiants et la capacité de présenter les résultats de ses travaux lors de conférences internationales sont attendues. La maîtrise de l'anglais et de solides compétences en communication orale et écrite sont nécessaires.

Nous souhaiterions offrir aux candidat(e)s la possibilité d'adapter le sujet de ce post-doc à leur intérêt scientifique et à leur projet de carrière. Nous invitons donc les personnes intéressées à joindre à leur dossier de candidature un projet de recherche (1 à 3 pages) répondant aux objectifs spécifiés ci-dessus et précisant quelles questions de recherche elles souhaiteraient mettre en avant

et quelles méthodologies elles pensent mobiliser pour y répondre. Pour cela elles pourront s'appuyer sur les éléments de contexte détaillés ci-dessous.

Les dossiers de candidature sont à envoyer par mail à edith.gabriel@inrae.fr et lionel.benoit@inrae.fr, et doivent contenir : une lettre de motivation, un projet de recherche, un CV, les informations de contact de trois références, et la version électronique d'une publication (de préférence un article dans une revue, à défaut lien vers le manuscrit de thèse).

L'appel à candidature est ouvert jusqu'à ce que le poste soit pourvu.

Contexte

Contexte institutionnel

L'Observatoire Pérenne de l'Environnement est un dispositif mis en place il y a une dizaine d'années par l'Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (ANDRA) pour établir un suivi à long terme de l'environnement autour du Centre industriel de stockage géologique (Cigéo) consacré au stockage profond de déchets radioactifs. L'ANDRA souhaite désormais tirer profit de la grande quantité de données collectées par l'OPE pour construire une prospective sur l'état des cours d'eau autour du Cigéo sous l'influence jointe du changement climatique et de la mise en exploitation du site. Pour réaliser cette étude, l'ANDRA s'associe à la chaire GeoLearning (2022-2027, INRAE - Mines Paris) qui développe des travaux de recherche en Géostatistique, événements extrêmes et Machine Learning pour la transition climatique.

Données et zone d'étude

L'OPE est situé autour du village de Bure à la frontière de la Meuse et de la Haute-Marne dans une zone à faible densité de population. Les paysages sont caractérisés par une alternance de forêts, de grandes cultures et de prairies.

D'un point de vue hydrologique la zone comprend trois bassins versants drainés par des cours d'eau intermittents et interconnectés par un épikarst. Ces bassins versants sont suivis en une quinzaine de sites dans le cadre de l'OPE. Le but de cet observatoire est d'évaluer la qualité des eaux (de surfaces et souterraines) à l'aide de prélèvements ponctuels réguliers renseignant un grand nombre de paramètres (environ 300) qui caractérisent en particulier le débit, et les teneurs de l'eau en matières organique et minérales ainsi qu'en micro- et macro-polluants. Six stations automatiques complètent ce dispositif en mesurant en temps continu un nombre réduit de paramètres (conductivité, température, oxygène dissous, HAP, pH, carbone organique dissous, nitrates et hauteur d'eau) afin de mieux appréhender la variabilité temporelle de la qualité des eaux superficielles. Enfin, des échantillonneurs intégratifs permettent d'estimer la concentration à long terme de certains polluants, et d'évaluer leur impact sur les organismes sensibles (p. ex. batraciens).

Pour cette étude, nous pensons nous concentrer sur un sous-ensemble des paramètres mesurés par l'OPE pour caractériser la qualité de l'eau. Nous retiendrons par exemple les paramètres physico-chimiques généraux de caractérisation de l'état des cours d'eau définis dans la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), à savoir le bilan de l'oxygène (oxygène dissous et carbone organique dissous), la température de l'eau, la concentration en nutriments (phosphore, nitrates, ammonium), pH, et conductivité.

Pour compléter ces mesures effectuées sur les cours d'eau, un réseau de forages instrumentés dispersés dans le paysage comprenant actuellement une cinquantaine d'ouvrages (capteurs de niveau, plus dans certains cas de conductivité et température) fournit des informations sur l'état des nappes phréatiques connectées aux cours d'eau d'intérêt. De plus, de nombreuses données environnementales auxiliaires sont disponibles pour décrire l'environnement de surface (p. ex. occupation du sol, parcellaires et pratiques agricoles) et atmosphérique (p. ex. météorologie, qualité de l'air) afin de contextualiser le suivi de la qualité de l'eau et les interactions nappes-rivières.

Exemple de questions de recherche qui pourraient être abordées dans le cadre de ce projet

- Identifier les proxys environnementaux (et/ou créer des indicateurs composites) permettant de prédire l'évolution de la qualité de l'eau et des débits.
- Développer un modèle liant les proxys environnementaux aux variables hydrologiques cibles.
- Développer une méthode de simulation permettant de simuler (de préférence conjointement) les variables hydrologiques cibles conditionnellement aux proxys environnementaux.
- Développer une méthode d'interpolation des variables hydrologiques cibles en temps continu et sur l'ensemble du réseau des cours d'eau.
- Réaliser une étude de l'impact des changements climatique et anthropique sur les débits des cours d'eau de la zone OPE et la qualité de leurs eaux.

Cadre méthodologique

Pour répondre à ces questions, les approches hybridant statistiques spatio-temporelles, machine learning et IA générative sont particulièrement attendues.



GEOLEARNING
CHAIRE /// Data Science for the Environment