

Modélisation de la ressource naturelle à l'échelle européenne sur la base d'une régionalisation du modèle MORDOR TS

Informations :

Etablissement : EDF R&D - Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement

Ecole Doctorale : Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement (ED 398)

Directeur de recherche : Vasken Andreassian (INRAE / HYCAR)

Encadrement et équipe d'accueil : EDF R&D - LNHE - Chatou (78)

Financement : ANRT CIFRE & EDF R&D

Début de thèse envisagé : 1 octobre 2024

Mots clés

Ressource en eau, modélisation hydrologique conceptuelle et spatialisée, hydrosystèmes anthropisés, hydrologie, nivologie, glaciologie, géologie, changement climatique

Profil et compétences recherchées

La candidate ou le candidat devra disposer de solides bases en hydrologie quantitative (une expérience en zone de montagne serait un plus) et en modélisation ainsi qu'une aisance en développement numérique et informatique. Il aura la capacité de gérer de gros volumes de données, et de valoriser les systèmes d'information géographique. Une bonne maîtrise de l'anglais est indispensable ainsi que des capacités rédactionnelles.

La candidate ou le candidat devra pouvoir montrer un bon niveau d'autonomie, d'esprit de synthèse, de dynamisme et de rigueur. Elle ou il aura aussi à assurer un partage scientifique et la mobilisation des expertises présentes à EDF ou à INRAE et qui ont intérêt aux résultats de ce travail de thèse.

Documents à fournir : lettre de motivation, CV, notes des deux dernières années, mémoire de fin d'étude. Lettres et contacts de référents bienvenus.

Résumé du projet de thèse

Le projet de thèse s'attachera à produire une **régionalisation des paramètres d'une modélisation conceptuelle et spatialisée MORDOR à l'échelle de l'Europe**. Une telle modélisation doit permettre d'accéder à la caractérisation de la ressource naturelle sur le passé de 1950 à aujourd'hui. Elle permettra aussi de projeter son **devenir jusque la fin du siècle**.

Le travail se confrontera à deux questions scientifiques principales :

- Face à des observations de débit partiellement sous l'influence de l'homme, quelle sélection faire ou quelle part de l'information retenir pour guider le calage d'une modélisation de la ressource naturelle ?
- Quelles autres observations (que les débits) considérer, et quelle stratégie pour construire une régionalisation de la modélisation robuste de la ressource naturelle à l'échelle de l'Europe ?

Le travail sera conduit en interaction avec les différentes expertises présentes à EDF ou à INRAE.

Contexte

La ressource en eau est essentielle à la production d'électricité en étant à la fois un « carburant » pour la production hydro-électrique et une source froide pour les moyens de production thermiques. Le devenir de cette ressource en eau d'ici la fin du siècle est donc une information capitale que ce soit dans le cadre de la trajectoire bas carbone poursuivie par l'Europe ou dans la formation des prix sur le marché de l'électricité. Une prospective sur cette ressource en eau est donc un préambule à toutes les réflexions sur l'évolution/l'adaptation des moyens de production d'électricité.

La modélisation de la ressource en eau naturelle est un sujet cœur des activités de modélisation hydrologique pour lesquelles différentes approches sont mises en œuvre. Parmi celles-ci, la modélisation hydrologique conceptuelle a montré sa capacité à être performante pour représenter le lien entre forçage météorologique et ressource en eau lorsque l'on disposait d'une observation de débit. En contexte non jaugé, différentes stratégies (Rouhier L., 2018, De Lavenne A., 2013, Viennot P., 2004) ont été proposées pour paramétrer ces modèles hydrologiques conceptuels. Ces approches valorisent en premier lieu la dimension géographique (découpage de l'espace en sous bassins, prise en considération de la proximité, et de l'emboîtement des sous bassins versants). Ces approches proposent aussi de valoriser les caractéristiques physiques des bassins (altitude, géologie, pédologie, couverture des sols, ...) et essaient quand cela est possible de faire le lien avec les paramètres conceptuels du modèle.

Ces approches ont dans la plupart des cas pu être conduite en profitant d'observations de débit soit naturelles soit ayant fait l'objet d'un désinfluencement des influences anthropiques (stockage/déstockage, consommation d'eau des usages). A l'échelle d'un territoire comme l'Europe, ce travail s'avère vite fastidieux et difficile car on ne peut garantir l'accès aux données nécessaires en un temps raisonnable et il s'agit donc de définir une stratégie de régionalisation qui puisse s'appuyer sur des données de débit partiellement influencées et complétées par d'autres proxy pouvant compléter la connaissance des éléments du bilan hydrologique (exemple : présence absence de neige au sol vu par les observations satellitaires).

Ce travail de thèse se propose donc de définir une stratégie de régionalisation des paramètres d'une modélisation hydrologique spatialisée (MORDOR TS) en s'appuyant sur les approches évoquées ci-dessus qui valorisent les caractéristiques physiographiques de bassins versants mais aussi en essayant d'accroître les sources de données temporelles possibles autres que le débit. La connaissance des forçages météorologiques sur la période historique sera prise sur la base de données de la ré-analyse ERA 5 (discrétisation ~30km) ou ERA 5 – land (discrétisation de 9km). Les observations des glaciers, de l'étendue du couvert neigeux, de l'humidité des sols, les productions hydroélectriques européennes, sont autant de données qui pourraient permettre le bon conditionnement des paramètres de la modélisation hydrologique.

Le travail de modélisation sera mis en perspective d'autres modélisations déjà existantes à l'échelle de l'Europe comme les exemples suivant : e-Hype (SMHI), Pcr-Globwb (UTRECHT), Vic-Wur (Wageningen University), Lisflood (JRC).

Enfin, le travail proposera à partir de cette modélisation hydrologique européenne, une évaluation du devenir de la ressource en eau sur ce territoire jusque la fin du siècle. En fonction de l'avancée des travaux des numériciens du climat, la projection de la ressource en eau jusqu'à la fin du siècle pourrait être faite à partir des résultats des expériences CMIP6 ou CMIP6-Cordex. Une correction des biais sera faite en amont par la méthode CDFt (Michelangeli P.A., 2009).

Références

De Lavenne A., Modélisation hydrologique à base géomorphologique de bassins versants non jaugés par régionalisation et transposition d'hydrogramme. 2013 (thèse)

Rouhier L., Régionalisation d'une modèle hydrologique distribué pour la modélisation de bassins non jaugés. Application aux vallées de la Loire et de la Durance. 2018 (thèse)

Viennot P., Ledoux E. (2004). Modélisation du fonctionnement hydrogéologique du bassin de la Seine – Calage du comportement des nappes internes du bassin de la Seine – prévision des étiages, Ecole des mines de Paris, Centre d'Informatique Géologique, rapport LHM/RD/04/30, 92p

Michelangeli P.A., Varc M., Loukos H., Probabilistic downscaling approaches : applications to wind cumulative distribution fonctions – Geophysical Research Letters, Vol. 36, L11708. 2009

Compléments

La direction de recherche sera assurée par Vazken Andreassian, directeur de l'unité de recherche INRAE/HYCAR.

L'encadrement principal sera assuré par EDF R&D en mobilisant des expertises en hydrologie, météorologie/climatologie, en mathématiques appliquées.

Le travail bénéficiera aussi du lien étroit d'EDF R&D avec la Division Technique Générale qui assure l'appui opérationnel aux métiers sur les études d'hydrologie générale et les prévisions opérationnelles. La DTG est à l'origine de la modélisation MORDOR et de l'évolution de son schéma conceptuel.

Les candidatures sont à envoyer à :

- Frédéric Hendrickx : frederic.hendrickx@edf.fr
- Céline Monteil : celine-c.monteil@edf.fr