



## STAGE DE FIN D'ETUDES MASTER / INGENIEUR (BAC + 5)

CNR - Direction de l'Ingénierie

### Sujet : Développements d'un outil d'optimisation et d'analyse de sensibilité pour les modèles hydrauliques 2D

Compagnie Nationale du Rhône ([cnr.tm.fr](http://cnr.tm.fr)), concessionnaire et aménageur du fleuve Rhône, est le 2ème producteur français d'électricité et 1er producteur d'énergie exclusivement renouvelable (hydraulique, éolien, photovoltaïque). Entreprise à capital majoritairement public, ENGIE est l'actionnaire industriel de référence de CNR. L'entreprise compte 1370 collaborateurs répartis sur le siège social à Lyon et 4 Directions régionales.

**Domaine d'activité :** mathématiques appliquées, informatique, modélisation numérique et hydraulique, R&D

**Diplôme et niveau :** Elève-ingénieur Ensimag, ENSEIRB-MATMECA, INSA, Centrale ou Bac + 5 équivalent

**Durée du stage :** 6 mois (au S1 2020)

**Lieu d'exécution du contrat :** Lyon (Siège Social CNR : 2 rue André Bonin, 69009 Lyon)

#### Éléments de contexte :

Au sein du pôle Ecoulements & Ressources en Eau (17 pers.), vous serez intégré à une équipe pluridisciplinaire travaillant autour de 4 thématiques structurantes : hydrologie, hydrométéorologie, hydraulique et transport sédimentaire. Les missions incluent la réalisation de travaux de modélisation, de projets de conception d'ouvrages, l'établissement d'une chaîne de prévisions (météo/production), ou des développements hydro-informatiques répondant aux besoins opérationnels de CNR et de ses clients.

Pour mener à bien les études d'ingénierie, de nombreux outils de pré et post-traitement ont été développés en interne ([github.com/CNR-Engineering/](https://github.com/CNR-Engineering/)) et par la communauté Telemac autour de la suite de calculs open-source Telemac ([opentelemac.org](http://opentelemac.org)). L'objectif du présent stage est d'améliorer les méthodes de calage des modèles Telemac-2D. Cette étape, visant à adapter les coefficients de frottement de la rivière et éventuellement d'autres paramètres (comme le débit) pour reproduire le plus fidèlement possible des lignes d'eau (mesurées et/ou issues d'un autre modèle), est actuellement essentiellement itérative et manuelle pour le modélisateur. Des travaux méthodologiques autour de la comparaison entre résultats de modèles 1D et 2D et sur le chaînage de modèles 1D et 2D sont également envisagés.

#### Missions et activités :

Le stage propose vise à automatiser et objectiver le calage d'un modèle Telemac-2D qui revient mathématiquement à résoudre un problème d'optimisation complexe sous contraintes. Plusieurs méthodes seront investiguées comme l'utilisation de métaheuristiques [1][2] et l'assimilation de données [3][4].

L'utilisation de cas d'études actuels permettra de qualifier l'outil et de comparer les méthodes sur des données représentatives. Le processus de calage nécessitant de lancer en chaîne des calculs Telemac-2D, le stagiaire aura recours à un cluster HPC. Malgré tout, la méthode de calage automatique devra être efficiente mais également performante.

**Profil recherché :** Ingénieur en informatique, mathématiques appliquées, data science (Bac +5)

**Compétences recherchées :** Goût prononcé pour les mathématiques appliquées, la programmation, la modélisation et le calcul scientifique. Curiosité, rigueur, esprit d'analyse, esprit de synthèse, capacités rédactionnelles demandés.

Compétences informatiques : Python (modules scientifiques comme : scipy, tensorflow, sklearn et skopt), git, HPC, Unix.

**Rémunération :** gratification équivalente au SMIC

Si vous êtes intéressés par cette offre de stage, merci de postuler directement par mail à [l.duron@cnr.tm.fr](mailto:l.duron@cnr.tm.fr)

[1] *Validation of a semi-automatically calibrated 1-D open-channel model against experimental data with changes in channel geometry*, F.-X. Cierco et al., SimHydro, 2019

[2] *A Metamodel of the Telemac Errors*, Z. Zaoui et al., XXVth Telemac User Club, Oct. 2019

[3] *Ensemble Integrations of Telemac-Mascaret for the Optimal Model Calibration*, F. Zaoui et al., XXVth Telemac User Club, Oct. 2018

[4] *Optimal calibration of TELEMAT-2D models based on a data assimilation algorithm*, A. Goeurly et al., XXIVth Telemac User Club, Oct. 2017