

# Proposition de sujet de travaux étudiant (2024)

## **Benchmark de méthodes d'Intelligence Artificielle dans le cadre de modèles hydrauliques d'inondation**



### **1 Contexte**

A ce jour, la démarche de sûreté des installations industrielles et civiles face au risque d'inondation repose essentiellement sur la définition de scénarios déterministes d'inondation. Par exemple, selon la méthodologie nationale, les PPRI (Plan de Prévention du Risque Inondation) doivent prendre en compte le plus fort événement connu à condition que celui-ci soit au minimum un événement de type centennal : c'est-à-dire ayant 1 chance sur 100 de se reproduire chaque année (on parle aussi de "période de retour de 100 ans"). Par la suite, lorsque le scénario de référence de l'étude a été identifié, son impact sur la zone d'intérêt est évalué par modélisation numérique. Le système hydro-informatique TELEMAC-MASCARET constitue un outil privilégié pour répondre aux enjeux auxquels EDF doit faire face.

Dans le domaine de la gestion de l'eau, les études hydrauliques peuvent être basées sur la simulation des écoulements à surface libre généralement réalisées à l'aide d'un code de calcul monodimensionnel, bidimensionnel ou tridimensionnel résultant de la discrétisation d'équations aux dérivées partielles (Equations de Saint-Venant ou Navier-Stokes), intégrant des paramètres mal connus tels que le coefficient de frottement et nécessitant des données d'entrée comme par exemple la géométrie de la rivière, le débit, les courbes de tarage etc. Le résultat de ces études est une caractérisation déterministe d'un écoulement pour une configuration donnée où les incertitudes ne sont pas intégrées ou intégrées de manière simplifiée (majoration forfaitaire, analyse

de sensibilité mono-variée etc.). Dans leur utilisation courante, les paramètres tels que le coefficient de frottement sont calés à l'aide de données, lorsqu'elles existent, de hauteur d'eau et de débit représentatifs de la gamme de débit de l'étude afin de s'assurer de leur bonne représentativité. Si les données de calage ne sont pas connues dans la gamme des débits de l'étude, le calage des coefficients de frottement est du domaine de l'extrapolation pure et simple.

Néanmoins, la quantification de ces incertitudes et leur intégration dans les conclusions destinées aux décideurs font l'objet d'une préoccupation croissante.

La prise en compte des incertitudes dans le cadre d'étude d'inondation nécessite des simulations de plus en plus coûteuses en termes de temps de calcul au fur et à mesure qu'on cherche à résoudre des problèmes de plus en plus complexes. En effet, motivée par le développement spectaculaire des moyens de calcul et de stockage, les solveurs physiques du système TELEMAC-MASCARET peuvent être facilement insérés dans des processus d'optimisation ou de quantification de l'incertitude, etc. Cependant, Bien que les capacités informatiques augmentent continuellement, le traitement d'un système avec un très grand nombre de degrés de liberté de manière répétée représente une limitation dans le cadre de la mise en oeuvre de méthodes d'optimisation et de traitement des incertitudes. L'enjeu actuellement est de réduire ce coût de calcul sans diminuer la qualité des simulations. La réduction de modèle est une piste à explorer pour atteindre cet objectif.

Connecter la simulation numérique à l'apprentissage statistique ou *machine learning* suscite un intérêt grandissant dans le domaine académique et l'industrie. Cependant, un large spectre de méthodes sont existantes. En apprentissage profond, plusieurs types d'algorithmes sont utilisés avec leurs propres spécificités et applications. Dans ce cadre, l'objectif de ce travail est de benchmarker d'une part des outils et, d'autre part, leur mise en oeuvre dans le cadre d'une étude d'inondation précis.

## 1.1 Cas test hydraulique

La zone retenue pour réaliser ce travail correspond à la portion de la Garonne comprise entre Tonneins, en aval de la confluence avec le Lot, et La Réole (limite de l'influence hydrodynamique de la marée), soit environ 50 km de rivière (cf. Figure ci-dessous).

Cette zone ne comporte pas d'installations particulières mais présente l'intérêt d'être fortement aménagée (endiguement, déversoirs,...) pour protéger les riverains des crues de la Garonne.

## 2 Compétences recherchées

Connaissance de PYTHON, Mathématiques appliquées, machine learning et modélisation hydraulique. Autonomie et curiosité indispensables.

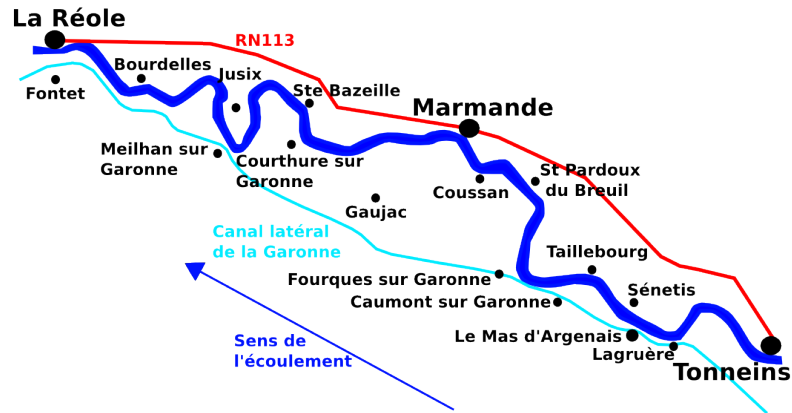


FIGURE 1 – Domaine d'étude

### 3 Contacts EDF

Le stage sera administrativement hébergé à EDF R&D Chatou (78) (Ile des Impressionnistes, 6 quai Watier, 78400 Chatou). La localisation physique du stage sera au département Laboratoire National Hydraulique et Environnement (LNHE). Les encadrants y seront :

- Département Performance Risque Industriel et Surveillance pour la Maintenance et l'Exploitation (PRISME)
  - [vincent.le-guen@edf.fr](mailto:vincent.le-guen@edf.fr)
  - [nicolas.bousquet@edf.fr](mailto:nicolas.bousquet@edf.fr)
- Performance et prévention des Risques Industriels du parC par la simuLation et les EtudeS (PERICLES)
  - [alejandro.ribes@edf.fr](mailto:alejandro.ribes@edf.fr)
- Performance et prévention des Risques Industriels du parC par la simuLation et les EtudeS
- Département Laboratoire Nationale d'Hydraulique et Environnement (LNHE)
  - [cedric.goeury@edf.fr](mailto:cedric.goeury@edf.fr)
  - [fabrice.zaoui@edf.fr](mailto:fabrice.zaoui@edf.fr)