



# Prise en compte réaliste des incertitudes dans la modélisation des brèches dans les études inondations

**Master 2 ou 3<sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur - Stage d'application à la R&D d'EDF**

<b>Type d'emploi :</b>	Offre de stage de 6 mois
<b>Niveau de formation :</b>	Master 2 ou 3 <sup>ème</sup> année d'école d'ingénieur en informatique
<b>Compétence :</b>	Programmation, Mathématique appliquée, Linux
<b>Durée et période souhaitée :</b>	6 mois à partir de Mars 2021
<b>Gratification :</b>	Selon profil
<b>Région :</b>	Chatou – Ile de France
<b>Département :</b>	Yvelines (78)

## Contexte

Au sein de la R&D d'EDF, le département LNHE (Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement) participe à la réalisation d'études d'impact de ses installations industrielles sur l'environnement. Dans ce contexte, il développe des outils de simulation pour caractériser les écoulements aux abords des installations industrielles. Les études sont réalisées à l'aide de la plateforme OPENTELEMAC-MASCARET (<http://www.opentelemac.org/>), comprenant le code TELEMAC-2D, qui permet de modéliser, respectivement, les écoulements à surface libre. Ce système couvre un large champ d'études, de la propagation de crues et modélisation des champs d'inondation au calcul d'onde de submersion résultant de rupture de barrages en passant par le transport de sédiments ou la qualité de l'eau.

## Sujet

De par le caractère toujours plus opérationnel des modèles numériques, il est maintenant devenu primordial pour les utilisateurs et les développeurs d'identifier les principales sources d'incertitudes et d'analyser leurs conséquences sur les résultats en sortie des modèles. Deux approches complémentaires peuvent alors être mises en place pour répondre à la problématique des incertitudes dans les modèles numériques. D'une part, il y a la propagation d'incertitudes qui permet d'obtenir des informations sur l'incertitude associée aux prédictions du modèle. Et d'autre part, l'analyse de sensibilité qui a pour but d'identifier les variables d'entrée qui ont une forte influence sur les sorties d'un modèle et inversement, d'identifier celles qui ont une influence moindre. Ainsi, l'analyse de sensibilité permet la hiérarchisation des différentes variables incertaines d'un modèle.

Un certain nombre d'ouvrages de protection contre les crues sont présents dans les différentes zones d'étude de protection contre le risque inondation. La surverse d'une digue fluviale (levée) peut conduire au développement d'une brèche par érosion externe, suivie d'une rupture brutale de la digue. Cela provoquerait une vague de submersion dans la plaine protégée, laquelle peut présenter des enjeux humains, économiques et financiers majeurs. La gestion et la prévention du risque d'inondation passe par une détermination de cet aléa. Actuellement, l'approche retenue au LNHE pour la prise en compte des incertitudes est une approche dite « d'expertise ». Cette démarche consiste dans la pénalisation d'un ou plusieurs paramètres du modèle et la quantification de l'impact de ces paramètres sur les niveaux d'eau de la zone d'intérêt. Cette approche d'expertise repose sur un nombre limité de scénarios (de l'ordre de la dizaine) et n'est pas exhaustive au regard de la complexité du phénomène. En effet, compte tenu des incertitudes sur les paramètres de brèche (i.e. critère d'initiation de brèche, cinétique d'expansion, durée et longueur finales, emplacement du point de fragilité, durée de submersion de la digue, ...), il est important de quantifier l'impact de celles-ci sur les écoulements dans la zone inondable (en particulier dans les secteurs à forts enjeux humains et industriels). De manière légitime, on peut s'interroger sur la possibilité de déterminer un

degré de confiance aux valeurs hydrauliques nominales calculées avec des formules empiriques (calculant par exemple la largeur de la brèche en fonction du temps et des variables hydrauliques). Pour répondre à cette interrogation, la démarche consiste à quantifier les plages et formes de distribution des paramètres, puis à les propager afin de disposer de résultats intégrant une quantification de ces incertitudes et clarifiant l'appréciation des marges associées (distribution de la variable d'intérêt).

Le sujet de stage s'intègre dans ce contexte dont le but est, dans un premier temps, d'évaluer les incertitudes des paramètres caractérisant la rupture de digue au travers l'estimation de plages probables de variation des paramètres incertains considérés. Une fois cette étape réalisée, des méthodes probabilistes de type Monte Carlo seront utilisées pour propager les incertitudes dans le modèle numérique et ainsi fournir des informations probabilistes sur les résultats des simulations. Les résultats ainsi obtenus seront comparés avec ceux obtenus avec l'approche « d'expertise » classiquement utilisé.

Le travail du stagiaire comportera les parties suivantes :

- appropriation de l'outil de modélisation hydraulique TELEMAC-2D à travers la simulation de quelques cas ;
- appropriation des méthodes de propagation d'incertitude de type Monte-Carlo ;
- validation de l'approche proposée à travers des tests intensifs ;
- comparaison des résultats obtenus avec l'approche « d'expertise ».

### **Compétences recherchées**

Connaissance de Linux et du Fortran, mathématiques appliquées, hydraulique à surface libre, Autonomie et curiosité indispensables.

### **Contacts**

Cedric GOEURY, Vito BACCHI, Lydia KHELOUI et EL KADI ABDERREZZAK EDF R&D, LNHE

E-mail : [cedric.goeury@edf.fr](mailto:cedric.goeury@edf.fr) et [vito.bacchi@edf.fr](mailto:vito.bacchi@edf.fr)

6, quai Watier, 78400 CHATOU