



# Sujet de Stage

---

*Proposé par EDF R&D – Laboratoire National d’Hydraulique et Environnement (LNHE) et  
Management des Risques Industriels (MRI)*

**Mise en œuvre de techniques de quantification d’incertitude par différentiation automatique du code de calcul  
MASCARET**

## Objectifs

---

Depuis plus de vingt ans, les développements dans le domaine de la simulation unidimensionnelle des écoulements à surface libre bénéficient de tout le savoir-faire du Laboratoire National d’Hydraulique et Environnement d’EDF et du Centre d’Etudes Techniques Maritimes et Fluviales du Ministère en charge de l’équipement, dont les différents codes ont fusionnés au sein du modèle hydraulique MASCARET. 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.

De nombreuses applications dans le domaine de la sûreté des installations nucléaires et hydrauliques, de la gestion du risque (dimensionnement d’une digue, décision d’évacuation...) face à des aléas météorologiques (risques de crue, de submersion marine...) nécessitent de réaliser des simulations hydrauliques dont les données d’entrée (coefficient de frottement, débit en condition limite...) sont incertaines. Depuis 2005, plusieurs travaux concernant les incertitudes sur les modèles hydrauliques ont été menés conjointement entre les départements d’EDF R&D, LNHE et MRI. En effet, de part 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.

L’objectif de ce stage consiste donc à mettre en œuvre différentes techniques de quantification d’incertitudes. Les méthodes déployées seront celles se basant sur le calcul des dérivées partielles du modèle nécessitant la différentiation automatique du code de calcul [1]. En effet, ce type d’approche permet de traiter rapidement des modèles à grand nombre de variables d’entrée. L’une des pistes de travail est d’explorer l’espace de variation des entrées du code de calcul à l’aide de ces dérivées et d’en déduire des indices de sensibilité globaux [2].

Le travail du stagiaire comportera les parties suivantes :

- appropriation de l’outil de modélisation hydraulique 1D MASCARET ;
- appropriation de l’outil de différentiation automatique TAPENADE développé à l’INRIA de Sophia Antipolis ;
- appropriation de techniques d’analyse d’incertitudes et de sensibilité globale.

[1] A. Griewank and A. Walther, *Evaluating derivatives: Principles and techniques of algorithmic differentiation*, SIAM Philadelphia, PA, 2008.

## Profil

---

- Diplôme : dernière année d'école d'ingénieurs ou Master 2
- Compétences : hydraulique à surface libre, mathématiques appliquées, programmation en langage Fortran

## Informations Générales

---

- Durée du stage : 5 à 6 mois
- Début : mars - avril 2015
- Stage rémunéré
- Lieu : EDF – R&D, 6 quai Watier, 78400 CHATOU

## Contacts

---

Mme. Nicole Goutal	EDF R&D LNHE / Laboratoire d'Hydraulique Saint Venant	<a href="mailto:nicole.goutal@edf.fr">nicole.goutal@edf.fr</a>
M. Cédric Goeury	EDF R&D LNHE	<a href="mailto:cedric.goeury@edf.fr">cedric.goeury@edf.fr</a>
M. Fabrice Zaoui	EDF R&D LNHE	<a href="mailto:fabrice.zaoui@edf.fr">fabrice.zaoui@edf.fr</a>
M. Bertrand Iooss	EDF R&D MRI	<a href="mailto:bertrand.iooss@edf.fr">bertrand.iooss@edf.fr</a>
Mme. Anne-Laure Popelin	EDF R&D MRI	<a href="mailto:anne-laure.popelin@edf.fr">anne-laure.popelin@edf.fr</a>