

# Modélisation RANS du transport sédimentaire en milieu végétalisé

Objet : Proposition de stage de M2 d'une durée de 6 mois au laboratoire LEGI à Saint-Martin-d'Hères (campus de l'université de Grenoble). Un stage de césure pourra aussi être envisagé. Début du stage prévu en février/mars 2024. Possibilité de poursuite en thèse avec la soumission d'une demande de bourse ministérielle.

Encadrement : Rémi Chassagne, Julien Chauchat et Cyrille Bonamy

Affiliation : Université Grenoble Alpes, LEGI, CNRS UMR 5519, Grenoble, France



Figure 1: Pneumatophores dans une mangrove au Vietnam (Norris et al. 2017)

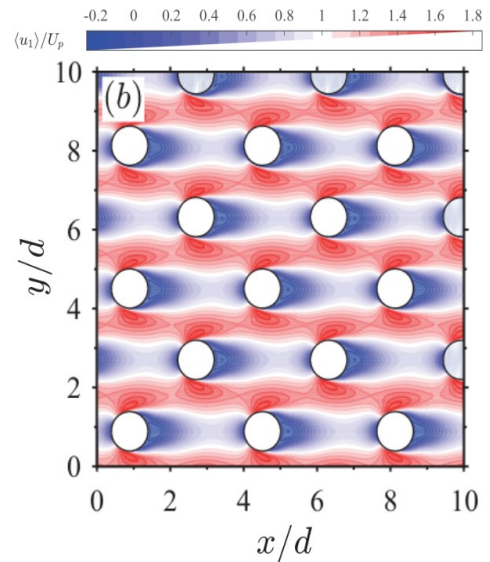


Figure 2: Simulations LES d'écoulement à travers un champ de cylindre (adapté de Etminan et al. 2017)

## Sujet :

Les milieux aquatiques végétalisés jouent un rôle important dans la protection de la biodiversité et la préservation morphologique du littoral et des rivières. La compréhension du transport sédimentaire en zone végétalisée est donc un enjeu majeur. Des études récentes en laboratoire (Tinoco and Coco 2018, Yang et al. 2019) ont démontrés que la turbulence générée dans le sillage de la végétation est primordiale dans les mécanismes de re-suspension sédimentaire et que le taux de transport en milieu végétalisé est contrôlé par le taux de turbulence.

L'objectif du stage est d'effectuer des simulations diphasiques (fluide-grains) du transport sédimentaire en milieu végétalisé avec le solver SedFoam, module OpenFoam pour le transport sédimentaire développé au LEGI. La végétation sera classiquement simplifiée en une canopée de cylindres rigides. Une approche RANS sera adoptée en première approche pour prendre en compte la turbulence.

Dans un premier temps, le ou la stagiaire cherchera à reproduire des données issues de la littérature (Yang et al. 2015, Etminan et al. 2018) d'écoulement en canopée sans transport sédimentaire. Des simulations avec sédiments seront ensuite effectuées afin d'étudier la capacité du modèle à prédire le taux de transport et d'analyser les mécanismes moteurs du transport sédimentaire avec végétation. Selon l'avancé du stagiaire et les résultats obtenus, une approche Large Eddy Simulation (LES) pour la turbulence pourra être considérée pour étudier plus finement les interactions turbulence-particules.

Profil recherché :

Un intérêt du candidat pour les écoulement environnementaux et/ou une connaissance des fondamentaux du transport sédimentaire est particulièrement recherché. La personne recrutée doit avoir de solides connaissances/compétences en :

- mécanique des fluides et turbulence.
- modélisation numérique (méthode des volumes finis), une connaissance d'OpenFoam est un plus.

Une motivation pour une poursuite en thèse est également un atout.

Rémunération : 623,70 €/mois

Candidature : Merci d'envoyer un CV et lettre de motivation avant le 15 Novembre 2024, à :

[remi.chassagne@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:remi.chassagne@univ-grenoble-alpes.fr)

[julien.chauchat@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:julien.chauchat@univ-grenoble-alpes.fr)

[cyrille.bonamy@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:cyrille.bonamy@univ-grenoble-alpes.fr)

Bibliographie :

Etminan, V., R. J. Lowe, and M. Ghisalberti (2017), A new model for predicting the drag exerted by vegetation canopies, *Water Resour. Res.*, 53, 3179–3196, doi:10.1002/ 2016WR020090.

Etminan, V., Ghisalberti, M., & Lowe, R. J. (2018). Predicting bed shear stresses in vegetated channels. *Water Resources Research*, 54, 9187–9206. <https://doi.org/10.1029/2018WR022811>

Norris, B. K., Mullarney, J. C., Bryan, K. R., & Henderson, S. M. (2017). The effect of pneumatophore density on turbulence: A field study in a Sonneratia-dominated mangrove forest, Vietnam. *Continental Shelf Research*, 147, 114–127.

Tinoco, R. O., & Coco, G. (2018). Turbulence as the main driver of resuspension in oscillatory flow through vegetation. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 123, 891–904. <https://doi.org/10.1002/2017JF004504>

Yang, J. Q., F. Kerger, and H. M. Nepf (2015). Estimation of the bed shear stress in vegetated and bare channels with smooth beds, *Water Resour. Res.*, 51, 3647–3663, doi:10.1002/ 2014WR016042.

Yang, Q. J., & Nepf, H. M. (2019). Impact of vegetation on bed load transport rate and bedform characteristics. *Water Resources Research*, 55, 6109–6124. <https://doi.org/10.1029/2018WR024404>

# RANS modelling of sediment transport within vegetation

Object : 6 months M2 internship proposal at LEGI laboratory in Saint-Martin-d'Hères (university of Grenoble campus). Starting expected in february/march 2024. Possibility to continue with a PhD with the submission of an application for a ministerial grant.

Supervision : Rémi Chassagne, Julien Chauchat and Cyrille Bonamy

Affiliation : Université Grenoble Alpes, LEGI, CNRS UMR 5519, Grenoble, France



Figure 1: *Pneumatophores in a mangrove forest in Vietnam (Norris et al. 2017)*

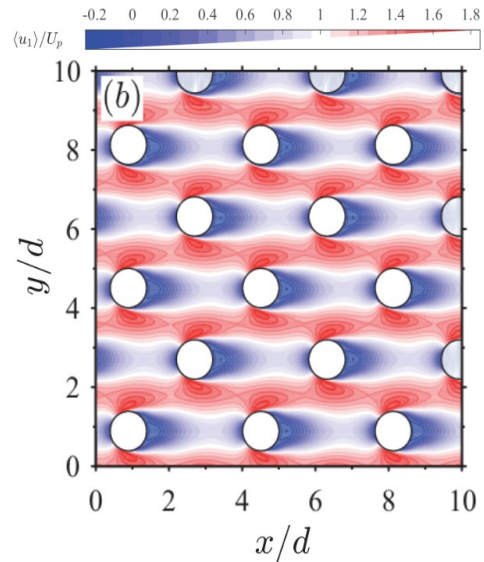


Figure 2: *LES simulation of flow through a cylinder array (adapted from Etminan et al. 2017)*

## Subject :

Vegetated aquatic environments play an important role in protecting biodiversity and preserving the morphology of coastlines and rivers. Understanding sediment transport in vegetated areas is therefore a major challenge. Recent laboratory studies (Tinoco and Coco 2018, Yang et al. 2019) have demonstrated that turbulence generated in the wake of vegetation is crucial to sediment resuspension mechanisms, and that the rate of transport in vegetated environments is controlled by the turbulence rate.

The aim of the internship is to carry out two-phase (fluid-grain) simulations of sediment transport in a vegetated environment using the SedFoam solver, an OpenFoam module for sediment transport developed at LEGI. The vegetation will be classically simplified as a canopy of rigid cylinders. A RANS approach will be adopted as a first step to model turbulence.

Initially, the intern will seek to reproduce data from the literature (Yang et al. 2015, Etminan et al. 2018) of canopy flow without sediment transport. Simulations with sediment will then be carried out in order to study the capacity of the model to predict sediment transport and to analyze the driving mechanisms of sediment transport with vegetation. Depending on the trainee's progress and the results obtained, a Large Eddy Simulation (LES) approach for turbulence may be considered to study turbulence-particle interactions in greater detail.

Requested profile :

An interest in environmental flows and/or knowledge of the fundamentals of sediment transport is particularly requested. The person recruited must have knowledge and skills in :

- fluid mechanics and turbulence.
- numerical modeling (finite volume method), knowledge of OpenFoam is a plus.

Motivation to pursue a PhD is also an asset.

Internship compensation : 623,70 €/mois

Application : Please send a resume and cover letter before November 15th 2024 to :

[remi.chassagne@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:remi.chassagne@univ-grenoble-alpes.fr)

[julien.chauchat@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:julien.chauchat@univ-grenoble-alpes.fr)

[cyrille.bonamy@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:cyrille.bonamy@univ-grenoble-alpes.fr)

Bibliography :

Etminan, V., R. J. Lowe, and M. Ghisalberti (2017), A new model for predicting the drag exerted by vegetation canopies, *Water Resour. Res.*, 53, 3179–3196, doi:10.1002/ 2016WR020090.

Etminan, V., Ghisalberti, M., & Lowe, R. J. (2018). Predicting bed shear stresses in vegetated channels. *Water Resources Research*, 54, 9187–9206. <https://doi.org/10.1029/2018WR022811>

Norris, B. K., Mullarney, J. C., Bryan, K. R., & Henderson, S. M. (2017). The effect of pneumatophore density on turbulence: A field study in a *Sonneratia*-dominated mangrove forest, Vietnam. *Continental Shelf Research*, 147, 114–127.

Tinoco, R. O., & Coco, G. (2018). Turbulence as the main driver of resuspension in oscillatory flow through vegetation. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 123, 891–904. <https://doi.org/10.1002/2017JF004504>

Yang, J. Q., F. Kerger, and H. M. Nepf (2015). Estimation of the bed shear stress in vegetated and bare channels with smooth beds, *Water Resour. Res.*, 51, 3647–3663, doi:10.1002/ 2014WR016042.

Yang, Q. J., & Nepf, H. M. (2019). Impact of vegetation on bed load transport rate and bedform characteristics. *Water Resources Research*, 55, 6109–6124. <https://doi.org/10.1029/2018WR024404>