

**ACRONYME:** ModIFS

**TITRE:** Modélisation des pertes de charges en interaction fluide structures flexibles

**PERSONNES IMPLIQUES:**

Nom	Prénom	Poste	Discipline	Unité partenair e	Etablissement partenaire	Rôle dans le projet
CALLUAUD (*)	Damien	Maître de Conférences	Mesures Expérimentales Mécanique des fluides	Institut Pprime	Université de Poitiers	Expériences physiques
LARRIEU	Thomas	Doctorant	Mesures Expérimentales Mécanique des fluides	Institut Pprime	Université de Poitiers	Expériences physiques / simulations
DAVID	Laurent	Professeur	Mesures Expérimentales Mécanique des fluides	Institut Pprime	Université de Poitiers	Expériences physiques
PINEAU	Gérard	Professeur	Hydrodynamique Hydraulique Numérique	Institut Pprime	Université de Poitiers	Expériences physiques / simulations
CASSAN (**)	Ludovic	Maître de Conférences	Mécanique des fluides	IMFT	INP Toulouse	Expériences physiques / simulations
MOULIN	Frédéric	Maître de Conférences	Mécanique des fluides	IMFT	UPS Toulouse	Expériences physiques

(\*) Coordinateur du projet, contact Institut Pprime, damien.calluau@univ-poitiers.fr

(\*\*) Contact IMFT, ludovic.cassan@toulouse-inp.fr

**MOYENS DEMANDES:**

*Institut Pprime :*

- participation à la gratification d'un stagiaire master 2 recherche (1000€)
- frais pour petits équipements (250 €)

*IMFT :*

- participation à la gratification d'un stagiaire master 2 recherche (1000€)
- frais pour petits équipements (250 €)

*Pour l'ensemble des partenaires :*

- frais de déplacement pour rencontre entre les partenaires (500€)

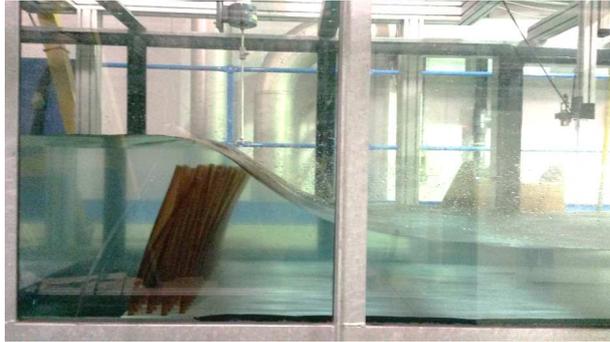
**MOYENS FOURNIS PAR LES LABORATOIRES:**

Les moyens expérimentaux de la Plateforme Hydrodynamique Environnementale (<https://www.univ-poitiers.fr/accompagner-les-entreprises/innover/plateformes-technologiques/plateforme-hydrodynamique-environnementale-phe/>) de l'Institut Pprime, Université de Poitiers, CNRS est mis à disposition pour ce projet. En particulier, son canal CanHyde (canal hydrodynamique à surface libre, Longueur : 10 m, Largeur : 1 m, Hauteur : 1 m, Débit maximum: 130 l.s<sup>-1</sup>) au sein duquel les campagnes de mesures peuvent être effectuées. L'institut Pprime met également à disposition un accès à son mésocentre de calculs adossés et au code de calculs StarCCM+.

L'IMFT dispose de plusieurs canaux hydrauliques et notamment des canaux à pentes variables assurant des régimes uniformes pour plusieurs conditions de débits et de hauteurs d'eau. On met également à disposition des heures de calculs sur le supercalculateur CALMIP dans le cadre du projet macrorugosité (financement OFB).

**MOTIVATION:**

Lorsque des structures flexibles sont placées dans un écoulement, elles dissipent une partie de l'énergie cinétique du fluide. Quantifier cette dissipation présente des intérêts pour un grand nombre d'application allant de l'étude de l'écoulement à surface libre sur une canopée de végétaux, l'amélioration des dispositifs de passe à poissons par ajout d'obstacles flexibles à la protection des berges par végétalisation.



Interaction Fluide-Structures flexibles

#### **METHODOLOGIE:**

Des expériences ont été menées dans le canal hydrodynamique ouvert de l'Institut Pprime, Université de Poitiers – France, Larrieu et al. 2020. La perte de charge a été évaluée en mesurant la profondeur de l'eau, en amont et en aval de rangée de structures. Les structures flexibles employées sont des tiges verticales de cylindres circulaires aux caractéristiques mécaniques et géométriques comparables aux structures végétales. Elles sont placées localement dans le canal avec un maximum de 4 rangées décalées orientées perpendiculairement au débit moyen. 4 densités ont été étudiées avec une vitesse d'écoulement moyenne de 0,5 m/s à 1,25 m/s et un nombre de rangées allant de 1 à 4.

Jusqu'à présent l'étude de canopée à l'IMFT a porté principalement sur des obstacles rigides soit pour des passes à poissons en enrochement ou la modélisation de crue extrême (simulation de la submersion totale de zone habitée), (Cassan and Laurens, 2016, Chagot et al. 2020). Ces études ont permis d'élaborer des lois de comportements à l'échelle de l'ouvrage ou de la rivière mais aussi de comprendre plus finement la structure de la couche limite dans et au-dessus des obstacles. Récemment, les canopées flexibles ont été testés expérimentalement afin de simuler des écoulements sur fond végétalisé (Romdhane et al. 2019). Ces résultats pourront être complétées et/ou ajoutées à celles réalisées à l'Institut Pprime pour atteindre les objectifs ci-dessous.

L'objectif de l'étude proposée dans ce projet est de conclure sur des modèles empiriques qui caractérisent la perte de charge en connectant, les nombres de Cauchy, la densité des tiges, le nombre de rangées, les caractéristiques intrinsèques de la canopée et la nature des écoulements. Ces modèles empiriques ainsi définis pourront être diffusés auprès des bureaux d'études. Ce travail serait entrepris lors d'un stage de Master Recherche nécessitant de compléter les résultats par des expériences qui consisteront principalement à mesurer des hauteurs d'eau et des vitesses et des simulations numériques couplant une approche LES avec un module d'Interactions Fluide-Structure (FSI) avec le logiciel StarCCM+. Un autre objectif est d'assurer le transfert des compétences entre les 2 laboratoires qui ont eu des approches différentes et complémentaires sur ce sujet. Ce travail de collaboration doit servir de base à la rédaction d'un article et la mise en place d'un projet national structurant autour de la problématique des interactions entre des éléments naturels et les végétaux.

#### **REFERENCES :**

Cassan L. and Laurens P. Design of emergent and submerged rock-ramp fish passes. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, (417) :45, 2016.

Chagot, L., Moulin, F.Y. & Eiff, O. Towards converged statistics in three-dimensional canopy-dominated flows. *Exp Fluids* 61, 24 (2020). <https://doi.org/10.1007/s00348-019-2857-4>

Larrieu T., Pineau G., Callaud D., David L, 2020 Experimental results and modelling of pressure loss generated by flexible structures placed in a turbulent flow. *River Flow 2020*. 7 au 9 juillet. Delft, Pays Bas

Romdhane .H, Soualmia A., Cassan L. and Dartus D. Flow over flexible vegetated bed : Evaluation of analytical models. *Journal of Applied Fluid Mechanics*, 12(2), 2019.