

Proposition de Sujet de thèse 2020

Titre du sujet proposé : transport sédimentaire dans une canopée végétale

Nom et statut (PR, DR, MCf, CR, ...) du (des) responsable(s) de thèse (préciser si HDR) : MOULIN Frédéric (MCf avec HDR), CASSAN Ludovic (MCf avec HDR)

Ce sujet de recherche s'inscrit à la jonction de deux thématiques de recherche développées à l'IMFT depuis plusieurs années : tout d'abord, l'étude expérimentale fine des couches limites turbulentes rugueuses dans les écoulements à surface libre, avec par exemple la thèse de Loïc Chagot (voir [1]) destinée à comprendre l'évolution de l'écoulement à la transition émergent / immergé dans le cadre du projet ANR « FlowRes », et ensuite, l'étude du transport de sédiment sur des fonds naturels non érodables, comme dans la thèse de David Raus (voir [2]), financée par l'AFB qui souhaite améliorer la continuité sédimentaire dans les rivières.

Dans les systèmes d'irrigation ou les cours d'eau naturels, la végétation constitue un fond rugueux complexe très répandu (voir [3]), avec des effets importants tant sur le frottement sur le fond que sur le piégeage des sédiments. Habituellement, la caractérisation de l'écoulement se fait dans la zone libre au-dessus de la canopée, et différentes modélisations permettent d'estimer le frottement résiduel sur le fond et de prédire alors les flux de sédiments sur la base de lois « classiques ». Cette approche est ainsi mise en œuvre dans le cadre de la thèse de Hela Romdhane (voir [4]), co-encadrée par Gilles Belaud et Ludovic Cassan, pour une étude expérimentale sur un fond de végétation synthétique multibrins (voir Figure). Cependant, comme l'a montré David Raus pour des fonds non érodables hémisphériques, l'évolution de l'hydrodynamique locale ne consiste pas simplement en une diminution de la contrainte pariétale lorsque les rugosités non érodables émergent. Ce sont toutes les caractéristiques de la turbulence (échelles intégrales, fluctuations, balayages et éjections) qui sont modifiées. C'est pour cette raison que les approches « classiques » basées sur l'estimation de la seule contrainte pariétale résiduelle ont du mal à décrire correctement la morphodynamique sur de tels fonds (voir [5]).

Dans le cadre de cette thèse, l'objectif sera d'étudier plus finement les conditions locales hydrodynamiques et leur lien avec la remobilisation ou le piégeage des sédiments par ce type de fond rugueux. Il faudra pour cela réaliser des mesures fines de vitesse par PIV dans la canopée et au-dessus. Il faudra prendre soin de bien caractériser les conditions locales au niveau du sédiment pour les relier aux flux sédimentaires observés et mesurés. Des expériences avec une végétation synthétique périodique en quinconce seront réalisées. Des mesures PIV permettront de cartographier l'écoulement dans et au-dessus de la canopée pour différents niveaux de découverture sédimentaire. Les mesures PIV donneront accès non seulement aux profils verticaux doublement moyennés, mais aussi aux structures cohérentes formées à différents niveaux de la couche limite turbulente (pleine eau, zone de cisaillement au sommet de la canopée, et sillages derrière les brins).

Ce travail s'inscrit dans une collaboration avec O. Eiff, du KIT (Allemagne) et G. Belaud (Montpellier), qui pourront faire partie du comité de pilotage de la thèse. Par ailleurs, le sujet est inscrit dans le projet du pôle Eco-hydraulique qui associe l'IMFT et l'AFB.



Figure : exemple de canopée végétale utilisée dans Romdhane et al.[4] et son effet sur le piégeage des sédiments

Références :

- [1] Chagot L., Moulin F.Y. et Eiff O., "Towards converged statistics in three-dimensional canopy-dominated flows", *Experiments in Fluids*, accepted, doi:10.1007/s00348-019-2857-4
- [2] Raus D., Moulin F.Y. et Eiff O., "The impact of coarse-grain protrusion on near-bed hydrodynamics", *Journal of Geophysical Research : Earth Surface*, 124, 1854-1877, <https://doi.org/10.1029/2018JF004751>
- [3] Cassan L., Belaud G., Beaume J-P., Dejean C. et Moulin F. (2015), « Velocity profiles in a real vegetated channel », *Environ. Fluid. Mech.*, 17 pages, doi : 10.1007/s10652-015-9417-0
- [4] Romdhane H., Soualmia A., Cassan L. et Belaud G. (2018), « Effect of vegetation on flows and sediment Transport », *E3S Web Conf. Volume 40, 2018, River Flow 2018 - Ninth International Conference on Fluvial Hydraulics*, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184002017>
- [5] Le Bouteiller, C., and J. G. Venditti (2014), « Vegetation-driven morphodynamic adjustments of a sand bed, » *Geophys. Res. Lett.*, 41, 3876–3883, doi:10.1002/2014GL060155