



Etienne DUREUIL (2022-2025)

Projet de thèse : Caractérisation du mélange des écoulements à densité variable

Encadrants : J. Le Coz (RiverLy, Eq. Hydraulique des rivières), E. Mignot, L. Gostiaux, N Rivière (LMFA, INSA) & P. Boyer (IRSN)

Ecole doctorale : MEGA (Mécanique Energétique, Génie Civil et Acoustique), Lyon

Financements :

Le sujet traite du mélange de deux écoulements à surface libre, et à densité variable en raison d'écart de température, de turbidité ou de salinité. Nous nous intéressons aux confluences des rivières, et au mélange des effluents à l'aval des canaux de rejets des CNPE.

Les processus de transfert de matière dans les cours d'eau impactent le mélange à l'aval des émissaires de rejets et des confluences, ainsi que le fractionnement liquide-solide et l'échange de polluants entre la colonne d'eau et les sédiments. Il y a bon nombre de descriptions des écoulements aux confluences, tant par des expériences en laboratoire, que par des mesures de terrain, caractérisant l'effet des paramètres de la confluence sur l'hydrodynamique. Les travaux traitant des processus et de l'efficacité du mélange des eaux sont plus restreints. Actuellement il est difficile de prédire le mélange en aval d'une confluence selon les conditions hydrologiques [3]. Cette problématique nécessite de comprendre le poids du cisaillement (latéral) et des effets de densité (stratification) sur le mélange [1]. Dans un cadre opérationnel, comprendre ces mécanismes est intéressant pour quantifier les impacts sur l'écologie, et sur les usages de l'eau [2]. L'étude est faite en collaboration entre l'IRSN, INRAE, et le LMFA.

Les objectifs scientifiques sont :

1. Comprendre comment l'hydrodynamique et le mélange sont affectés par les effets de densité, pour différentes valeurs de hauteur d'eau et vitesse.
2. Trouver un paramètre numérique fiable adapté aux confluences permettant d'établir une échelle macroscopique indiquant le poids relatif des deux processus sur le mélange.
3. Prédire la valeur du coefficient de mélange latéral avec une formule de type Fisher, ou un calcul à partir du champ de vitesse 3D en y intégrant les effets de densité.

Le projet comporte :

- Des expériences sur un canal hydraulique en contrôlant la différence de densité par ajout de sel et suivi de la conductivité par 4 sondes. Un refroidissement sans impact significatif sur la densité, par ajout de glace dans l'un des deux écoulements permettra de créer un gradient de température pour visualiser le mélange grâce à une caméra thermique située au-dessus du canal.
- Des mesures de terrain aux confluences, et aux canaux de rejets d'eaux chaudes des CNPE, à l'aide de sondes CTD, et d'un aDcp embarqués sur un bateau qui effectue des traversées des deux affluents amont et de la rivière en aval de la confluence avec positionnement DGPS.

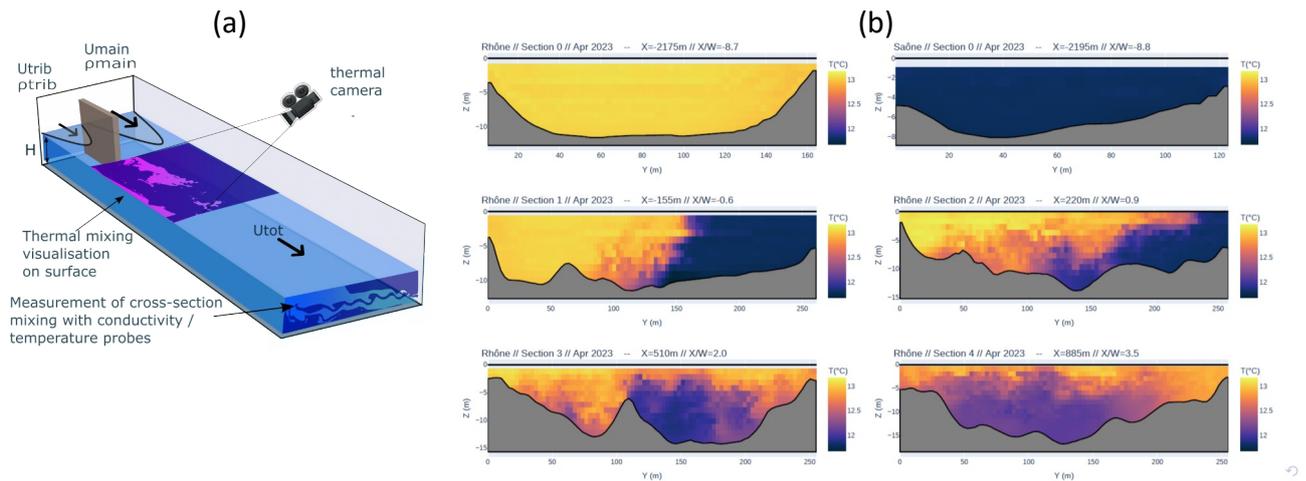


Figure 1 : Schématisation de l'expérience en canal avec une caméra thermique (a) représentation du mélange de température sur la confluence Rhône-Saône (b).



Figure 2 : Photo d'une campagne de mesure en bateau

Références:

Duguay J., Biron P. M., and Lacey J. (2022) Impact of density gradients on secondary flow structure at a river confluence. Doi : 10.1002/essoar.10511326.1

Pouchoulin S. (2019) Mélange des eaux à l'aval d'une confluence : Amélioration de la modélisation des flux de contaminant dans les cours d'eau et les réseaux. d'assainissement. Mécanique des fluides. Université de Lyon. ffnnt : 2019LYSEI124ff. fftel-02527574v2f

Pouchoulin S., Le Coz J., Mignot E., Gond L., and Rivière N. (2020) Predicting Transverse Mixing Efficiency Downstream of a River Confluence. Water Resources Research, Vol.56, Issue.10. doi : 10.1029/2019WR026367