M2 SOAC : Fiche de stage de recherche en laboratoire

Laboratoire : Institut de mécanique des fluides de Toulouse (IMFT).

Titre du stage : Dynamique d'intrusions salines en laboratoire.

Nom et statut du (des) responsable (s) de stage : Matthieu Mercier, Chargé de Recherche CNRS, IMFT. Steve Tait, Physicien, GET.

Coordonnées (téléphone et email) du (des) responsable (s) de stage : 05.34.32.28.64 (M.Mercier), matthieu.mercier@imft.fr, steve.tait@utoulouse.fr .

Sujet du stage :

Les océans et l'atmosphère, voire certains grands lacs sont des milieux dans lesquels la stratification verticale en densité est une caractéristique fondamentale, déterminante pour la dynamique interne du fluide. Dans ces environnement, plusieurs familles d'évènements peuvent générer des écoulements turbulents dont le moteur principal est la gravité (courants de gravité, plumes/panaches, convection, etc.) [1]. Une catégorie d'écoulement reste relativement peu étudiée, les intrusions, qui sont des écoulements horizontaux à une hauteur de flottabilité neutre. On peut trouver des exemples de ce type d'écoulement à différentes échelles, lors de la pénétration des eaux des fleuves/rivières dans les lacs ou au niveau des estuaires, au niveau des "fumeurs noirs" dans les océans profonds, ou encore lors des éruptions volcaniques puissantes explosives qui s'étalent dans la stratosphère. La flottabilité peut dépendre en générale d'une ou de plusieurs variables telles que la température, la concentration d'un composant chimique influant sur la densité (ex : NaCl), ou encore par la présence de particules. La nature de l'intrusion a également sur les phénomènes de mélange à l'interface entre l'intrusion et le fluide environnant.

Les observations expérimentales existantes [2,3] indiquent que la forme et la dynamique des fronts de telles intrusions sont différentes de celles des courants de gravités, historiquement étudiés d'avantage. Dans le cas d'injection continue de fluide, la vitesse d'avancée du front des intrusions semble suivre une loi de puissance en temps, mais les observations ne sont pas consensuelles sur la valeur de la puissance ni sur l'existence de ce régime aux temps longs. Les effets tridimensionnels (instabilités transverses du front) sur la dynamique de l'intrusion ont également peu été étudiés.

Dans ce stage, nous proposons une approche expérimentale pour étudier ces écoulements au laboratoire. Nous chercherons notamment à décrire l'allure du champ de vitesse global au niveau du front de l'intrusion. Deux dispositifs existants permettent d'étudier la propagation d'intrusion saline, soit dans une cuve carrée de 1m de côté, soit dans une cuve cylindrique de 5m de diamètre. Les objectifs du stage seront dans un premier temps d'analyser des données d'une première expérience déjà effectuée dans la cuve de 5m, de concevoir et effectuer de nouvelles meures à plus petite échelle (cuve de 1m), afin d'améliorer les protocoles de visualisation et les techniques des mesures du champ de vitesse (mesures acoustiques et PIV). Idéalement la dernière phase du stage consistera à faire une campagne de mesures dans le plus grand dispositif pour étudier la dynamique aux temps longs. La personne sera formée aux techniques expérimentales, réalisera des expériences, analysera les données pour les comparer à des prédictions théoriques, et synthétisera son travail (rapport et soutenance orale). Le stage se déroulera principalement à l'IMFT, et les compétences souhaitées pour la personne retenue sont de bonnes connaissances en mécanique des fluides, le travail en équipe, l'autonomie, la curiosité scientifique, et une motivation pour les mesures en laboratoire (même sans en avoir fait auparavant).

Références

[1] *Simpson, J. E., Gravity currents in the environment and the laboratory. Cambridge Univ. Press. (1997).*
[2] Richards et al. Radial intrusions from turbulent plumes in uniform stratification. *Physics of Fluids*, **26** (3): 036602 (2014).
[3] Ceddia D, Kerr RC, Rudman M, Settle J, Slim AC. Planar intrusions from a source in quiescent and flowing ambients. *Journal of Fluid Mechanics*. 2026;1028:A1. doi:10.1017/jfm.2025.11068