

Proposition de stage Master 2 - 2024

Encadrants : Laurent Lacaze (IMFT), Thomas Bonometti (IMFT),
Yves Méheust (Géosciences Rennes)

Contacts : laurent.lacaze@imft.fr, thomas.bonometti@imft.fr

Lieu du stage : Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT) –
Allée du Pr. Camille Soula, 31400 Toulouse.

Durée : 4 à 6 mois

Titre : Modélisation numérique d'écoulements à surface libre de fluides thixotropes.

Contexte : Les fluides thixotropes sont caractérisés par une viscosité effective qui varie avec le temps en l'absence d'écoulement. Ce sont des fluides complexes possédant une organisation structurale microscopique (micro-structure) qui se réorganise et se renforce spontanément même en l'absence de sollicitation mécanique, du fait des interactions entre les éléments constitutifs de la microstructure [1]. L'origine microscopique de ces interactions peut être diverse, des interactions physico-chimiques entre chaînes polymères aux interactions courtes portées entre particules fines, ou simplement à la sédimentation de particules fines, qui génère la compaction et ainsi la solidification du milieu. On rencontre par exemple la thixotropie dans certaines boues argileuses, dans la vase estuarienne ou dans certains gels à base de polymères. Bien entendu, cette diversité des interactions entre éléments de la microstructure engendre une grande diversité de comportements, qui ont en commun de pouvoir être incorporés de façon paramétrique dans des modèles de loi de viscosité simple [2,3]. La thixotropie est en générale associée à un comportement rhéofluidifiant lorsqu'on cisaille le fluide, car le cisaillement détruit la microstructure, ce qui fait décroître la viscosité [2].

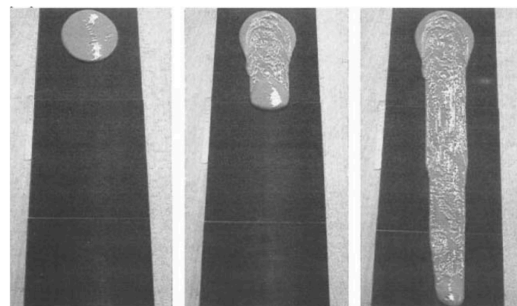


Fig.1 : Expérience de laboratoire de la coulée d'une suspension argileuse [2]

Objectif du stage : Afin de modéliser les écoulements de tels fluides complexes thixotropes et de les caractériser dans diverses configurations d'écoulements, il est nécessaire d'incorporer la thixotropie et la rhéofluidité dans des modèles numériques de modélisation de la dynamique des fluides visqueux. Le premier objectif de ce stage est d'implémenter un tel modèle dans le code JADIM de l'IMFT (méthode volumes finis). Le second objectif est de tester le modèle sur des situations idéalisées disponibles dans la littérature [2], par exemple cas d'une avalanche de boue argileuse pour laquelle une forte localisation de l'écoulement au voisinage du plan incliné du support a été observée expérimentalement [4] (voir Figure 1). La mise en place du modèle consistera à intégrer dans le code JADIM une équation d'évolution temporelle de la viscosité pour un fluide thixotrope disponible dans la littérature [2,3]. Avant toute chose, le/la candidate se familiarisera avec l'implémentation de ce type de rhéologie, et leur régularisation nécessaire, dans les équations de Navier-Stokes sur une configuration de cisaillement simple oscillant (résolution 1D par un code python déjà disponible). Cette configuration servira alors de base de validation pour l'implémentation du modèle dans le code 3D JADIM. Des situations plus complexes d'étalement de boue sur plan incliné seront alors abordées [2] afin de mettre en évidence et

caractériser les mécanismes à l'origine d'observations bien spécifiques (forme du front d'avalanche, forme du dépôt, levées de bord de coulée).

Profil recherché :

- Intérêt prononcé pour la mécanique des fluides
- Goût affirmé pour la modélisation numérique

Prérequis :

- Une connaissance solide des bases de la mécanique des fluides
- Une expérience minimale en programmation
- Un bon niveau de compréhension de l'anglais écrit

Dossier de candidature :

Envoyer

- Un CV et une lettre de motivation
- Vos notes de M1 et M2

Références

- [1] Barns H.A. 1997 Thixotropy-a review. *J. Non-Newtonian Fluid Mech.*, **70**, 1-33.
- [2] Moller P.C.F., Mewis J. and Bonn D. 2006 Yield stress and thixotropy: on the difficulty of measuring yield stress in practice. *Soft Matter*, **2**, 274-283.
- [3] Hewitt D.R. and Balmforth N.J. 2013 Thixotropic gravity currents. *J. Fluid Mech.*, **727**, 56-82