Proposition de stage L3-M1 :
Effet de la gravité sur la dynamique de fibres en canal turbulent

Laboratoire : Institut de Physique de Nice (INPHYNI), CNRS, Université Côte d'Azur
Contacts :
- Sofía Angriman (sofia.angriman@univ-cotedazur.fr)
- Christophe Brouzet (christophe.brouzet@univ-cotedazur.fr)

Contexte général – Comprendre le transport de particules complexes en turbulence de paroi est crucial pour modéliser la dispersion des débris plastiques ou de sédiments en rivière. En laboratoire, ces particules complexes sont souvent idéalisées par des fibres, qui jouent le rôle de particules modèles. Jusqu'à présent, la dynamique de fibres en turbulence de paroi n'a été considérée que pour des particules petites [1], alors que les fibres plus longues n'ont été étudiées que très récemment [2, 3]. Les fibres longues ont toutefois une vitesse de sédimentation du même ordre de grandeur que la vitesse des fluctuations du fluide qui les transporte, produisant ainsi des profils de concentration inhomogènes et des collisions très fréquentes avec la paroi du bas. Ces interactions sont particulièrement difficiles à implémenter dans les simulations numériques [3].

Objectifs – Ce stage vise à explorer l'effet de la gravité sur la dynamique de fibres longues dans un canal turbulent (Fig. 1(a)). Cela permettra de séparer cet effet des autres phénomènes physiques jouant un rôle dans la dynamique des particules en turbulence, comme l'inertie des particules ou les effets de taille finie. Le travail de recherche proposé sera expérimental et consistera à :

1. Modifier la densité du fluide par rapport à celle des fibres utilisées, afin de varier leur vitesse de sédimentation
2. Conduire des expériences dans le canal avec des fibres longues, en caractérisant les statistiques de leur vitesse, de leur orientation et de leur rotation à l'aide de plusieurs caméras rapides et d'algorithmes de vision par ordinateur (Fig. 1(b)).
3. Analyser les données recueillies pour identifier l'effet de la gravité sur la dynamique. Des comparaisons seront aussi effectuées avec des résultats obtenus par l'équipe, portant sur des simulations numériques réalisées sans gravité.

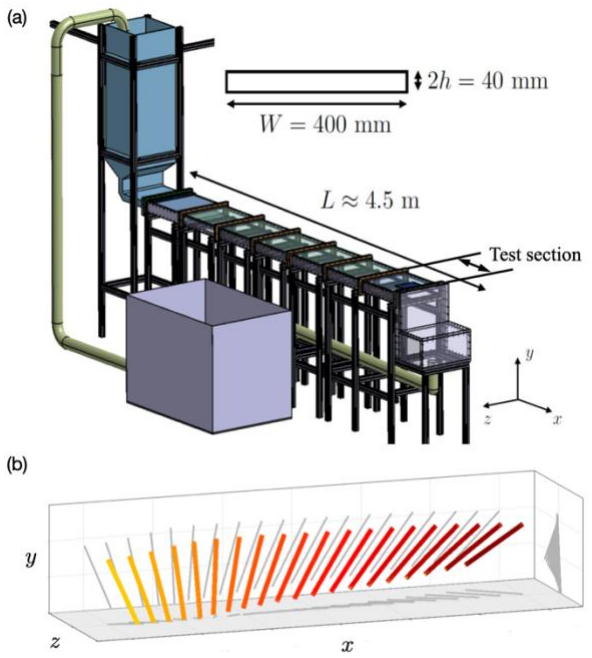


Figure 1: (a) Schéma du canal turbulent au laboratoire INPHYNI. (b) Exemple d'une trajectoire expérimentale, où une fibre rebondit sur la paroi du bas. La direction du temps est représentée par les couleurs, du jaune au noir. L'écoulement se fait de la gauche vers la droite.

Références

[1] G. Voth & A. Soldati, "Anisotropic particles in turbulence", *Annu. Rev. Fluid Mech.* **49**, 2017.
[2] L. J. Baker & F. Coletti, "Experimental investigation of inertial fibres and disks in a turbulent boundary layer", *J. Fluid Mech.* **943**, A27, 2022.
[3] D. Sun *et al.*, "Long rigid fibres in a turbulent channel flow: comparison between experiments and simulations", arxiv: 2607.19116, 2026.

Bachelor 3 or Master 1 Internship Proposal:
Gravitational effect on fibre dynamics in turbulent channel flows

Laboratory: Institut de Physique de Nice (INPHYNI), CNRS, Université Côte d'Azur
Contacts:
- Sofía Angriman (sofia.angriman@univ-cotedazur.fr)
- Christophe Brouzet (christophe.brouzet@univ-cotedazur.fr)

General context – Understanding the transport of complex particles in wall-bounded turbulent flows is of paramount importance for modelling the dissemination of plastic debris or sediments in rivers. Elongated particles, such as fibres, are often used as a laboratory model for these complex particles encountered in natural environments. So far, the dynamics of fibres in wall-bounded flow has only been considered for small particles [1], while long fibres have only been studied very recently [2, 3]. However, long particles exhibit a settling velocity of the order of the typical fluctuation velocity of the flow, leading to inhomogeneous particle concentration profiles and frequent collisions with the bottom wall of the channel. These interactions are difficult to implement in direct numerical simulations [3].

Objectives – This internship aims to explore experimentally the effect of gravity on the dynamics of long fibres in a turbulent channel flow (Fig. 1(a)). This study will allow us to disentangle this effect to other physical effects, such as particle inertia or finite particle Reynolds number. The proposed research work will mainly be experimental and will consist in:

1. Modifying the fluid density according to the fibre density to be able to vary particle settling velocity
2. Conducting experiments in the channel flow with long fibres, measuring their velocity, orientation and rotation statistics using three high-speed cameras and 3D computer-vision algorithms (Fig. 1(b))
3. Analyzing the collected data to identify the effect of gravitational settling on the fibre dynamics. A comparison will also be performed with results already obtained by the team on direct numerical simulations without gravity.

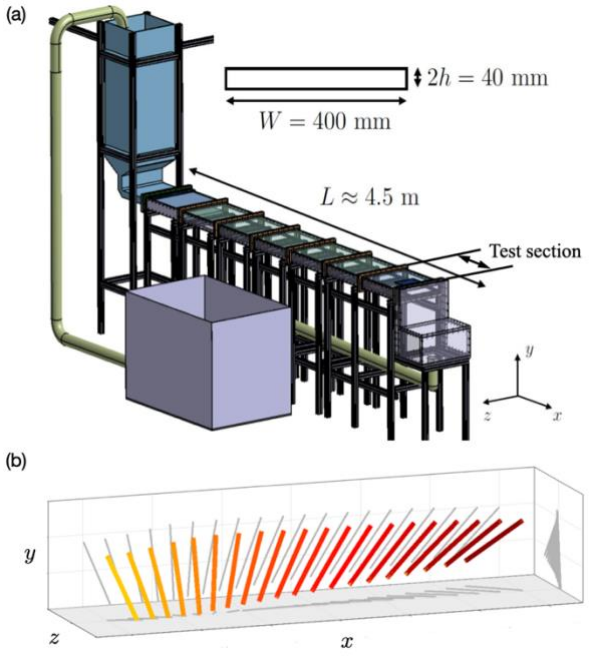


Figure 2: (a) Sketch of the turbulent channel flow at INPHYNI. (b) Experimental trajectory of a fibre bouncing on the bottom wall. The time direction is coded by colors, from yellow to black. The mean flow direction is from left to right.

References

[1] G. Voth & A. Soldati, "Anisotropic particles in turbulence", *Annu. Rev. Fluid Mech.* **49**, 2017.
[2] L. J. Baker & F. Coletti, "Experimental investigation of inertial fibres and disks in a turbulent boundary layer", *J. Fluid Mech.* **943**, A27, 2022.
[3] D. Sun *et al.*, "Long rigid fibres in a turbulent channel flow: comparison between experiments and simulations", arxiv: 2607.19116, 2026.