

Proposition de stage M2 : Dynamique de fibres flexibles en canal turbulent

Laboratoire : Institut de Physique de Nice (INPHYNI), CNRS, Université Côte d'Azur

Contacts :

- Christophe Brouzet (christophe.brouzet@univ-cotedazur.fr)
- Jérémie Bec (jeremie.bec@univ-cotedazur.fr)

Contexte général – Nous nous intéressons au transport turbulent de fibres flexibles, telles que des débris plastiques ou de la matière organique en mer et en rivière. Modéliser la dynamique de ces particules déformables demeure un défi majeur, notamment au voisinage de parois. La présence d'une paroi rend en effet l'écoulement inhomogène et anisotrope, complexifiant considérablement les propriétés de transport. Jusqu'à présent, la dynamique de fibres au voisinage de parois n'a été considérée que pour des particules rigides [1], alors que les fibres flexibles ont principalement été étudiées dans le cadre idéalisé et plus simple de la turbulence homogène isotrope [2].

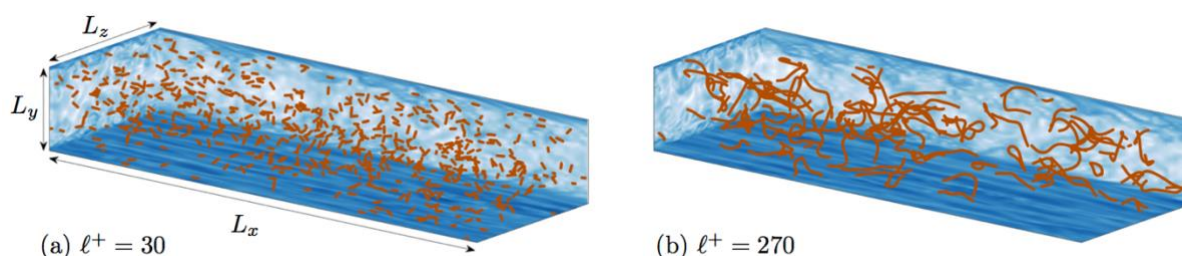


Figure 1 : Images instantanées obtenues dans des simulations numériques pour des fibres courtes (a) et longues (b) [3]. L'écoulement va de la gauche vers la droite, et les plans colorés montrent le module de la vorticité.

Objectifs – Ce stage vise à explorer la dynamique de fibres flexibles dans un écoulement avec des parois, un canal turbulent. Une attention particulière sera portée à la transition entre le comportement rigide et flexible des fibres dans cet écoulement, c'est-à-dire à la détermination de la longueur à partir de laquelle une fibre commence à se déformer sous l'influence de la turbulence. Des simulations numériques récentes montrent sur la Fig. 1 que les petites fibres restent rigides dans l'écoulement alors que les longues se déforment compl tement.

Le travail de recherche proposé sera à la fois expérimental et numérique. Il consistera à :

1. Conduire des expériences dans le canal avec des fibres de différentes longueurs, en caractérisant leur orientation et leur déformation à l'aide de plusieurs caméras rapides
2. Analyser les données recueillies pour extraire une longueur critique, à partir de laquelle une fibre se déforme en turbulence et caractériser cette longueur en fonction des paramètres physique des fibres et de leur position dans l'écoulement
3. Comparer quantitativement ces mesures expérimentales avec les résultats de simulations numériques directes réalisées dans l'équipe.

Ce stage offre la possibilité de poursuivre en thèse (financement garanti dans le cadre du projet ANR ChannelFlex), sur la même thématique générale.

Références

- [1] G. Voth & A. Soldati, "[Anisotropic particles in turbulence](#)", *Annu. Rev. Fluid Mech.* **49**, 2017.
- [2] C. Brouzet, G. Verhille & P. Le Gal, "[Flexible fiber in a turbulent flow: A macroscopic polymer](#)", *Phys. Rev. Lett.* **112**, 074501, 2014.
- [3] J. Bec, C. Brouzet & C. Henry, "Enhanced transport of flexible fibers by pole vaulting in turbulent wall-bounded flow", arxiv: [2304.09838](https://arxiv.org/abs/2304.09838).

Master 2 Internship Proposal: **Dynamics of flexible fibres in a turbulent channel flow**

Laboratory: Institut de Physique de Nice (INPHYNI), CNRS, Université Côte d'Azur

Contacts:

- Christophe Brouzet (christophe.brouzet@univ-cotedazur.fr)
- Jérémie Bec (jeremie.bec@univ-cotedazur.fr)

General context – We are interested in the transport of flexible fibres by a turbulent flow, such as plastic debris or organic matter in oceans and rivers. Modelling the dynamics of such deformable particles in these environmental flows remains a major challenge, particularly near boundaries. Indeed, the presence of a wall makes the flow inhomogeneous and anisotropic, drastically complicating transport properties. So far, the dynamics of fibres in wall-bounded flow have only been considered for rigid particles [1], while flexible fibres have mainly been studied in the idealized and simpler context of homogeneous isotropic turbulence [2].

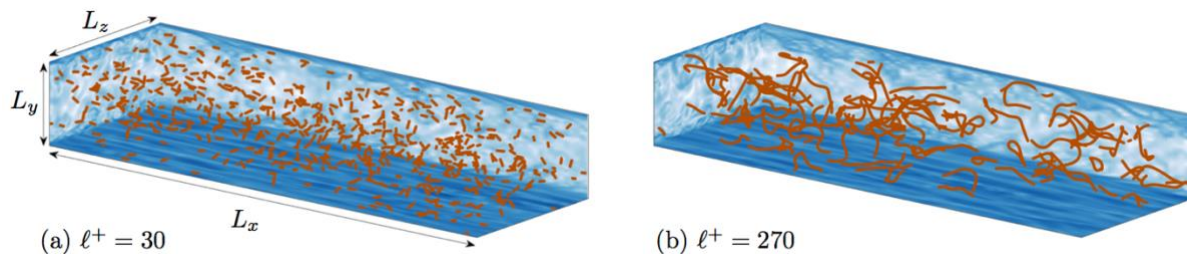


Figure 1: Snapshots of fibres in a turbulent channel flow for short fibres (a) and long fibres (b), obtained using numerical simulations [3]. The colored planes show the modulus of the fluid velocity, while the mean flow is from left to right.

Objectives – This internship aims to explore the dynamics of flexible fibres in wall-bounded flow, within a turbulent channel. Special attention will be given to the transition between the rigid and flexible behavior of fibres in this flow, specifically determining the length at which the fibre starts bending under the influence of turbulence. Recent numerical simulations, depicted in Fig. 1, demonstrate that short fibres remain rigid, while long fibers deform completely [3].

The proposed research work will be both experimental and numerical. It will consist in:

1. Conducting experiments in the channel flow with fibres of different lengths, characterizing their orientation and deformation using several high-speed cameras
2. Analyzing the collected data to extract a critical length at which a fibre is bent in turbulence, and characterizing this length as a function of the physical properties of the fibres and their position in the flow
3. Quantitatively comparing these experimental measurements with the results of direct numerical simulations conducted within the team.

This internship provides the opportunity to further pursue a PhD (funding guaranteed through the ANR ChannelFlex project) on the same general topic.

References

- [1] G. Voth & A. Soldati, “[Anisotropic particles in turbulence](#)”, *Annu. Rev. Fluid Mech.* **49**, 2017.
- [2] C. Brouzet, G. Verhille & P. Le Gal., “[Flexible fiber in a turbulent flow: A macroscopic polymer](#)”, *Phys. Rev. Lett.* **112**, 074501, 2014.
- [3] J. Bec, C. Brouzet & C. Henry, “Enhanced transport of flexible fibers by pole vaulting in turbulent wall-bounded flow”, arxiv: [2304.09838](https://arxiv.org/abs/2304.09838).