



Sujet de stage de Master 2

Encadrants :

François G. Schmitt (DR CNRS) Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences (LOG) UMR 8187, 28 avenue Foch, Wimereux ; email : francois.schmitt@cnrs.fr

Enrico Calzavarini (MCF U.Lille) Unité de Mécanique de Lille – J. Boussinesq (UML) ULR 7512 ; email : enrico.calzavarini@polytech-lille.fr

Lieu du stage : Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, UMR 8187, 28 avenue Foch, Wimereux

Stage rémunéré : Oui

Mesures expérimentales et analyse de trajectoires de copépodes dans un écoulement turbulent

Contexte: La turbulence joue un rôle important dans l'écologie du plancton, aussi bien le phytoplancton que le zooplancton. En effet, les organismes planctoniques vivent en suspension dans les eaux marines ou douces, où ils se sont adaptés, sur des centaines de milliers de générations, aux rudes fluctuations turbulentes de leur environnement. Leur dynamique est souvent différente de celle des particules inertes transportés passivement par des écoulements fluides : ces organismes ont développé de nombreuses stratégies adaptatives impliquant leur forme, leur densité, l'activité de nage, l'agrégation et d'autres mécanismes afin de se protéger ou de profiter des caractéristiques d'écoulements turbulents.

La turbulence est importante pour la formation des blooms, les « *thin layers* » de phytoplancton, la motilité et la migration orientée, l'absorption des nutriments, la photosynthèse et la dynamique lagrangienne. Les sauts, la nage, le broutage, les taux de contact et la migration verticale sont, entre autres, des sujets importants concernant le comportement du zooplancton dans les écoulements turbulents.

Objectifs: L'objectif général de nos travaux est de mieux comprendre les relations entre la turbulence et le transport et mouvement d'organismes planctoniques (phytoplancton, zooplancton). Ce stage porte sur la dynamique des petits crustacés appelés copépodes. Notre objectif est d'étudier leur comportement dynamique au moyen d'expériences bien contrôlées en laboratoire, où le niveau de turbulence peut être mesuré et ajusté avec précision. Nous utiliserons le système « Agiturb », un dispositif que nous avons développé lors de précédentes collaborations, et qui est brièvement décrit ci-dessous. Les travaux reprendront et développeront, pour des nombres de Reynolds faibles, les travaux publiés récemment par notre équipe (Le Quiniou et al 2022).

Le système expérimental Agiturb : Une turbulence est générée dans un aquarium cubique via 4 agitateurs contra-rotatifs placés en dessous de l'aquarium. Pour les études du zooplancton, une ou plusieurs caméras rapides sont positionnées pour suivre les trajectoires. Selon la vitesse de rotation, une turbulence d'une intensité variable (quantifiée par l'énergie turbulente, le nombre de Reynolds et la dissipation) est générée dans le milieu. Ce système produit une turbulence contrôlée dont l'intensité peut être comparée à ce qui se rencontre dans le milieu naturel.

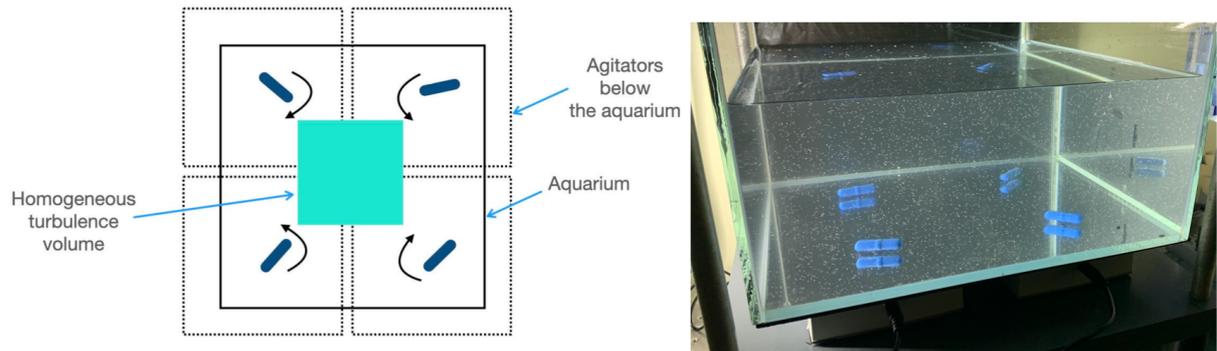


Figure 1: (gauche) Schéma du dispositif AGITURB vu de dessus, avec les 4 agitateurs situés sous l'aquarium. Les rotations des agitateurs sont contra-rotatives, pour générer une zone de turbulence homogène et isotrope dont les caractéristiques sont mesurées. (droite) Le système en marche, avec des copépodes en suspension dans l'eau.

Références :

- Schmitt, F.G.. *Turbulence et écologie marine*, Ellipses, Paris, 2020, 246pp. ISBN: 978-23400-42551
- Schmitt F.G., « Dans l'océan, comment le plancton s'est adapté à son environnement turbulent », *The Conversation*, 2021. <https://theconversation.com/dans-locean-comment-le-plancton-sest-adapte-a-son-environnement-turbulent-166763>
- Le Quiniou, C., Schmitt, F.G., E. Calzavarini, S. Souissi, Y. Huang, Copepod swimming activity and turbulence intensity: study in the Agiturb turbulence generator system, <https://doi.org/10.1140/epjp/s13360-022-02455-7>

Co-financement : FED (50%) , LOG (50%)

Mots-clés : *Turbulence , écologie marine*

Prérequis : une connaissance de base en dynamique des fluides, en probabilités et statistiques, ainsi qu'en programmation est requise.