

## PROPOSITION DE THESE

**Intitulé : Cascade hors-équilibre et dynamique grande échelle dans la turbulence proche paroi.**

**Laboratoire d'accueil :** Le LMFL est une unité de recherche CNRS qui regroupe environ 35 enseignants-chercheurs, chercheurs, ingénieurs et techniciens permanents dans le domaine de la mécanique des fluides et de l'aérodynamique repartis sur 5 établissements (ONERA, CNRS, ENSAM, Centrale Lille, Univ. Lille).

**Directeurs de thèse envisagés :** La thèse se déroulera au LMFL à Lille sous la double responsabilité de :

**J.C. Vassilicos (directeur)**  
Directeur de Recherche CNRS  
john-christos.vassilicos@centralelille.fr

**Yongyun Hwang (co-directeur)**  
Reader, Imperial College London  
y.hwang@imperial.ac.uk

**Sujet :** Dans les écoulements proches d'une paroi la turbulence a la propriété d'augmenter le frottement et le bruit. Hors les écoulements turbulents ont des applications très variés : le transport terrestre, maritime et aérien, la couche limite atmosphérique et bien d'autres encore. Le frottement à la paroi qui est directement responsable de la consommation d'énergie est lié à la dynamique de l'écoulement et notamment à la manière dont l'énergie cinétique est dissipée par la turbulence. La cascade d'énergie est le mécanisme générique de dissipation de la turbulence et est donc d'une importance capitale pour les écoulements turbulents. Alors que la cascade de turbulence et sa dissipation ont été explorées jusqu'à présent dans divers écoulements turbulents, le rôle crucial de la cascade hors équilibre dans la turbulence de parois n'a pas encore été étudiée. La dynamique des cascades promet d'être particulièrement intéressante et pertinente en présence d'un mur car elle peut interférer et interagir avec la nature multi-échelle des tourbillons énergétiques fixés à la paroi (hypothèse des tourbillons attachés de Townsend). L'objectif de la recherche proposée est d'explorer la dynamique interactive entre les tourbillons énergétiques et la cascade d'énergie hors équilibre dans l'écoulement turbulent de canal plan. L'étude s'appuiera sur des simulations numériques hautes fidélités (DNS) d'écoulements de canaux et de couches limites turbulentes. Ces données très résolues en espace et en temps sont indispensables pour une analyse fine de la dynamique de la turbulence et des structures cohérentes qui la compose. Les objectifs de la thèse bien que amont ont des conséquences potentiellement très importantes sur l'aérodynamique dans les transports et sont indispensables pour un contrôle efficace des écoulements turbulents et une augmentation des performances énergétiques des véhicules.

**Lieu et Candidate:** La thèse est financée par AFOSR/EOARD et se déroulera au LMFL sur le campus de Villeneuve d'Ascq. Elle sera gérée par Centrale Lille Institut.

## PhD THESIS

**Title : Non-equilibrium cascade and large-scale dynamics in wall turbulence**

**The research Lab** : Le LMFL is research laboratory with up to 35 Faculties, Researchers, Engineers and Technicians in fluid mechanics and aerodynamics from five institutions including two research centers (ONERA, CNRS) two Engineer School (ENSAM, Centrale Lille) and the University of Lille.

**Supervision** : The thesis will be conducted at LMFL under the supervision of

**J.C. Vassilicos (directeur)**  
Directeur de Recherche CNRS  
[john-christos.vassilicos@centralelille.fr](mailto:john-christos.vassilicos@centralelille.fr)

**Yongyun Hwang (co-directeur)**  
Reader, Imperial College London  
[y.hwang@imperial.ac.uk](mailto:y.hwang@imperial.ac.uk)

**Topic** : Flow turbulence near solid surfaces very significantly increases drag and sound emissions. There are applications everywhere: land vehicles, boats, submarines, aircraft, rivers and the earth's turbulent boundary layer and more. The dynamics of drag and the way it results from the dynamics of the turbulence, in particular the way that turbulence dissipates kinetic energy and momentum, remain areas of knowledge where little is confidently known. The energy cascade is the generic mechanism for turbulence dissipation and is therefore of central importance to turbulent flows. While the turbulence cascade and dissipation have been explored in various canonical turbulent flows so far, the crucial role of the non-equilibrium turbulence cascade in wall turbulence has not been investigated yet. Cascade dynamics promise to be particularly interesting and relevant in the presence of a wall as they may interfere and interact with the multi-scale nature of the wall-attached energy-containing eddies (Townsend's attached eddy hypothesis). The objective of the proposed research is to explore the interactive dynamics between the energy-containing eddies and non-equilibrium energy cascade in turbulent channel flow. This project will study these dynamics and relate them to skin friction drag by analysing very high fidelity computer simulations (DNS) of turbulent channel flows and turbulent boundary layers. Even though the objective is to answer some fundamental questions, the consequences on aerodynamics in transportation industries can be very broad and the questions addressed in this thesis may have significant outcomes in terms of energetic performances of vehicles.

**Location and Candidate**: The PhD is financed by AFOSR/EOARD and will take place at LMFL on the University Campus of Villeneuve d'Ascq. The fellowship is for 3 years. Ideally, the candidate will be graduated in fluid mechanics, physics or applied mathematics and will have a particular interest on numerical simulation.