



## Mesure dynamique la puissance dissipée dans les écoulements turbulents

**Spécialité** Hydrodynamique

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil**

**Candidature avant le** 03/07/2017

**Durée** 3 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [AUMAITRE Sebastien](#)  
+33 1 69 08 74 37  
[sebastien.aumaitre@cea.fr](mailto:sebastien.aumaitre@cea.fr)

### Résumé

L'interaction entre la puissance injectée et dissipée joue un rôle clé dans la structuration des écoulements turbulents. Le but de ce stage est de développer une mesure optique pour sonder les fluctuations de la puissance dissipée et sa corrélation avec l'injection de puissance.

### Sujet détaillé

Les écoulements turbulents se structurent de sorte que toute l'énergie injectée à grandes échelles soit dissipée à petites échelles où la viscosité devient efficace. Les travaux fondateurs de Kolmogorov utilisent la stationnarité des écoulements, au sens statistique, qui impose en moyenne l'égalité de la puissance injectée de la puissance dissipée et du taux de transfert de l'énergie dans les échelles intermédiaires. Ces égalités contraignent certains aspects des fluctuations observées dans les écoulements turbulents. Cela n'explique cependant pas toutes les propriétés observées expérimentalement. Notamment, cela ne décrit pas les phénomènes d'intermittences à l'œuvre dans les écoulements turbulents et qui restent largement inexpliqués. Pour aller plus loin, on peut montrer que la stationnarité de l'écoulement impose aussi des contraintes sur les fluctuations temporelles de ces grandeurs globales. Nous souhaiterions mesurer ces corrélations et tester l'influence de ces contraintes sur la structure de l'écoulement.

Pour ce faire nous proposons d'utiliser une méthode optique nous permettant d'estimer le carré gradients intégré sur totalité d'un écoulement turbulent confiné. Cette quantité, directement proportionnel à la puissance dissipée instantanée, est extraite de l'étude de la lumière multi-diffusée par un écoulement turbide. Cette mesure novatrice utilisant l'analyse d'images issues d'une caméra rapide sera couplée à des mesures plus classiques (PIV, LDV, fil chaud, Ultra-Son, mesure de couple ...) permettant de déterminer parallèlement la puissance injectée instantanément et ainsi que la structure locale de l'écoulement.

Dans un premier temps, il s'agira de calibrer la méthode avec des mesures optiques moyennées en temps et de faire des tests en déclin. Puis on cherchera à caractériser les fluctuations de puissance injectée et dissipée et leurs corrélations dans un écoulement turbulent entraîné par une hélice. Finalement on cherche à établir un lien entre ces

---

corrélations et les structures de l'écoulement. La méthode de mesure optique pourra être étendue à d'autres dispositifs comme l'étude de la puissance dissipée en turbulence de parois ou en turbulence d'onde.

Ce stage se déroulera au Service de Physique de l'Etat Condensé du CEA-Saclay dans le groupe SPHYNX (<http://iramis.cea.fr/spec/SPHYNX/indexEN.php>) et pourra se prolonger par une thèse. Un intérêt tout particulier sera porté à la motivation, au sens de l'initiative et à l'autonomie du candidat.

### **Mots clés**

Turbulence, physique statistique hors-équilibre, Physique nonlinéaire, Multidiffusion

### **Compétences**

Spectroscopie d'ondes multi-diffusées, Fil-chaud.

### **Logiciels**

Matlab, Labview

---

## **Dynamical measurement of dissipated power in turbulent flows**

### **Summary**

The interplay between injected and dissipated power has a key role in the structuration of turbulent flows. The aim of this internship is to develop an optical measurement to probe the fluctuations of the dissipated power and its correlation with the power injection.

### **Full description**

Turbulent flows generate complex structures to transfer all the power injected at large scales up to the small scales where the viscous damping becomes efficient. The seminal works of Kolmogorov use the flow stationarity, in a statistical sense, to balance the mean injected power with the mean dissipated power and the mean rate of energy transferred through the intermediate scales. This energy budget, constrains some of the properties of the fluctuations observed experimentally. However this does not explain the puzzling intermittent phenomena occurring in turbulent flow. To go beyond, one can show that the stationarity of the flow also imposes some constraints on the temporal fluctuations of these global quantities entering in the energy budget.

To do so, we would like to use an optical measurement method to estimate the square of the velocity gradient integrated on the entire volume of the confined flow. This quantity, directly proportional to the dissipated power, is deduced from the study of the coherent light multi-diffused by the turbid moving fluid. This innovative measurement using fast camera and images processing, will be coupled to more standard measurements (PIV, LDV, hot-wire and Ultrasonic anemometry, torque measurement ...) allowing us to estimate simultaneously the injected power and the local structure within the flow.

Firstly, the measurement method shall be calibrated and measurement with decaying turbulence will be performed. Then we shall concentrate on the fluctuations of injected and dissipated power that will be estimated in a flow driven by a propeller. Finally, we shall try to connect these correlations and the structures generated by the flow. The measurement method may be also extended to others setups like the study of dissipation in wall turbulence and in wave turbulence.

This internship will take place at the Service de Physique de l'Etat Condensé du CEA-Saclay in the group SPHYNX (<http://iramis.cea.fr/spec/SPHYNX/indexEN.php>) and could be extended by a PhD thesis. Autonomous and motivated applicants with sense of initiative will be promoted.

### **Keywords**

Turbulence, Out-of-equilibrium Statistical physics, Non linear Physics, Diffusive Wave Spectroscopy.

### **Skills**

Diffusive Wave Spectroscopy, Hot-wire.

### **Softwares**

Matlab, Labview