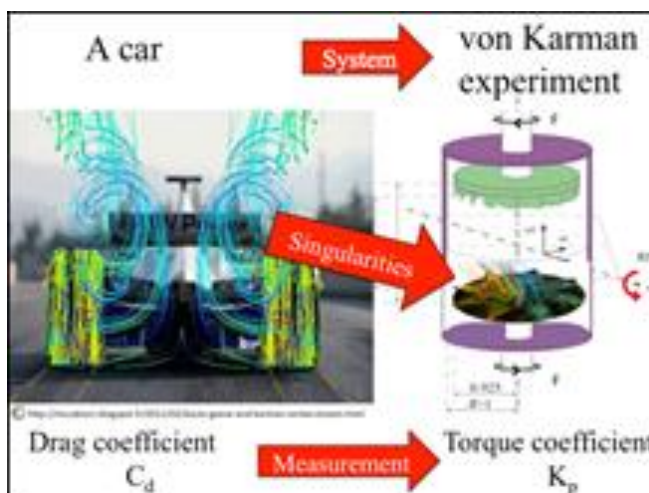


PROPOSITION DE STAGE/THESE

ETUDE DE L'ANOMALIE DISSIPATIVE DANS UN ECOULEMENT TURBULENT

Pour faire avancer un objet (voiture, bateau..) dans un fluide ordinaire à vitesse constante U , on a besoin de développer une puissance qui varie comme U^2 . Pour faire avancer le même objet à plus grande vitesse, de telle sorte que le fluide qui l'entoure devienne turbulent, on doit augmenter la puissance nécessaire qui varie alors comme U^3 . On peut estimer que ce surcroît de puissance dû à la turbulence représente 2 Gigatonnes d'équivalent pétrole dans le monde (23 000 TWh ou 16% de la consommation énergétique mondiale). Il est donc très important de construire des voitures ou des avions aussi efficaces que possibles et d'essayer de s'approcher le plus possible de la loi en U^2 . Ce problème fait actuellement l'objet de nombreuses recherches sur la géométrie des objets, le traitement de leurs surfaces, l'ajout d'appendices passifs ou actifs... Cependant, en dépit des progrès importants accomplis en simulation numérique ou dans les expériences, les avancées restent faibles. La difficulté vient du fait que les lois de la traînée sont pour l'essentiel empiriques : il n'existe pas de dérivation a priori à partir des équations constitutives.



Cependant, en dépit des progrès importants accomplis en simulation numérique ou dans les expériences, les avancées restent faibles. La difficulté vient du fait que les lois de la traînée sont pour l'essentiel empiriques : il n'existe pas de dérivation a priori à partir des équations constitutives.

Le but de la thèse est d'essayer de mieux comprendre ces lois d'échelle et de les relier aux équations fondamentales, à l'aide d'expériences modèles. En fait, les lois de friction sont une illustration d'un fait empirique général, discuté dès 1935 par G.I. Taylor : dans une variété d'écoulements turbulents, la dissipation d'énergie ne disparaît pas lorsqu'on décroît la viscosité, ou lorsqu'on augmente la turbulence, mais au contraire, va vers une valeur asymptotique constante, a priori non universelle. Cette observation, appelée anomalie dissipative, est à la base de la théorie de Kolmogorov de la turbulence. Elle a été utilisée en 1949 par Onsager pour tirer une conclusion remarquable : dans la limite de viscosité nulle, le champ de vitesse ne reste pas différentiable. Cela signifie que l'anomalie dissipative est connectée à l'existence de singularités dans la limite de la viscosité tendant vers zéro. La quête des singularités dans les équations d'Euler ou de Navier-stokes représente un problème bien connu (cf. AMS Millenium Clay Prize), mais les récentes avancées, tant au niveau numérique qu'expérimental, rendent ce problème de nouveau d'actualité.

Nous proposons dans cette thèse d'utiliser un écoulement modèle turbulent, l'écoulement de von Karman, forcé avec différents types de turbines, en particulier fractales. L'idée est de forcer le fluide à différentes échelles et fréquences d'excitation de manière à favoriser le développement d'éventuelles singularités. Nous essaierons d'obtenir des mesures directes des champs de vitesse pour chercher dans l'espace des échelles les différentes structures responsables de l'anomalie dissipative, dans différentes conditions de forçage et à différents nombres de Reynolds. Nous utiliserons des mesures de PIV 2D et 3D et une nouvelle méthode d'analyse multi-échelles similaire à la transformée en ondelettes.

Le cœur de cette thèse est expérimental, mais des développements théoriques sur les propriétés multi-échelles des singularités pourront être effectués. Cette thèse sera co-encadrée par F. Daviaud (CEA) et B. Dubrulle (CNRS). Le sujet de thèse requiert une solide formation de physicien (physique statistique, turbulence) ainsi qu'un goût prononcé pour l'expérimentation.

CONTACTS :

Contact: François Daviaud, 01 69 08 72 40, francois.daviaud@cea.fr