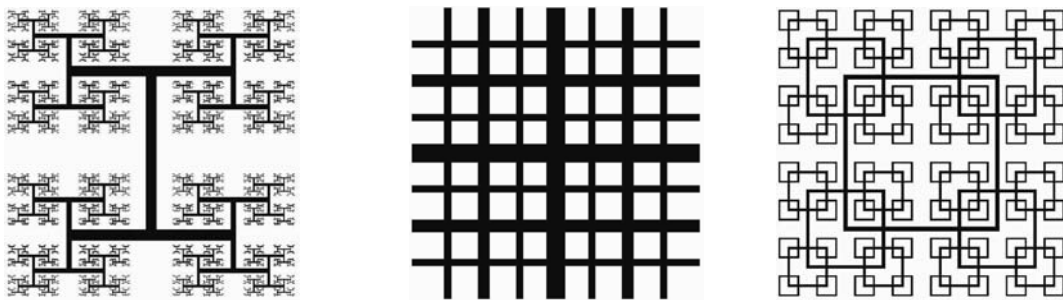


## 1-Application au contrôle de la génération multi-échelle de turbulence

Au cours du premier exposé d'introduction, Christos Vassilicos présente les derniers résultats expérimentaux réalisés à l'Imperial College sur des essais en soufflerie réalisés derrière des grilles dites 'fractales' dont le but est de générer une turbulence multi-échelle.

La turbulence est constituée de structures à une multitude d'échelle, souvent en équilibre qui résultent de mécanismes non-linéaires de transfert d'énergie. Afin de mieux comprendre cette nature multi-échelle et la dynamique de la turbulence, Christos Vassilicos et son équipe de recherche à l'Imperial College London ont donc décidé d'étudier expérimentalement la turbulence générée en aval d'une grille fractale. (Voir figure ci-dessous)



La particularité de ce type de grille est d'être construite sur une série d'itérations d'un motif de base (un carré, un I ou une croix) à différentes échelles ceci ayant pour objectif de créer un forçage multi-échelle de l'écoulement contrairement aux grilles à mailles régulières. Il existe bien sur plusieurs paramètres pour décrire une grille fractale (sa taille totale, son nombre d'échelle, le rapport de dimension entre les échelles et les largeurs de maille et la solidité de la grille). Les champs de vitesse ont été mesurés à l'aide d'un dispositif d'anémométrie à fils chauds à température constante.

Les mesures de taux de turbulence dans le cas de la grille avec motif en carré révèle la présence de deux régions aux comportements distincts, indépendamment de la vitesse imposée en entrée de veine d'essai. Ce premier résultat suscite un certain nombre de questions dans l'assemblée. Ensuite, Christos Vassilicos détaille les caractéristiques de ces deux régions : une région dite de production qui est marquée par la présence d'une instabilité grande échelle et, en aval de cette zone de production, une région de turbulence en décroissance est observée avec des propriétés différentes par rapport à une turbulence homogène isotrope classique. En effet, un taux de dissipation inversement proportionnel au nombre de Reynolds est clairement mis en évidence dans ces résultats expérimentaux dans la région de turbulence en décroissance, même si cette turbulence a un spectre classique en  $-5/3$  bien défini. Une large discussion s'engage alors sur les conséquences et les possibles raisons de ce comportement particulier.

Christos Vassilicos laisse ensuite la parole à Nicolas Mazellier. L'un des objectifs des travaux présentés ici est de montrer que la constante universelle de dissipation n'est pas universelle car dépendante de la topologie grandes échelles de l'écoulement. Nicolas Mazellier présente des résultats expérimentaux derrière plusieurs grilles classiques mais aussi des écoulements de jets et enfin des résultats expérimentaux avec plusieurs grilles fractales. Cette étude est basée sur la technique dite des

points de stagnation. Elle consiste à étudier dans un écoulement les points où la vitesse est nulle. Une discussion s'engage alors pour savoir ce que signifie exactement un point de stagnation (Vitesse nulle des trois composantes? Vitesse et accélération nulle?). La démonstration présentée par Nicolas Mazellier est basée sur la relation entre ces points de stagnation et les différentes échelles de l'écoulement, suite à des travaux réalisés à l'Imperial College par Christos Vassilicos et ses collaborateurs.

Enfin, pour terminer la matinée, Sylvain Laizet présente les premiers résultats numériques réalisés sur des grilles fractales avec un code de calcul développé pendant sa thèse à l'Université de Poitiers au Laboratoire d'Etudes Aérodynamiques. C'est un code de calcul aux différences finies qui utilise des schémas d'ordre six. La particularité de ce code est que l'équation de Poisson est résolue dans l'espace spectrale à l'aide de Transformée de Fourier Rapide et en utilisant le formalisme du nombre d'onde modifié. Grâce à cette astuce, il est possible de résoudre de manière directe, l'équation de Poisson. Cette résolution spectrale impose d'avoir une stricte équivalence entre tous les opérateurs. Pour la résolution d'écoulement avec prise en compte d'un obstacle dans l'écoulement, comme par exemple une grille fractale, il est possible de combiner le code avec une méthode de forçage directe. Le principe de cette méthode est assez simple puisqu'il suffit d'imposer via un terme de forçage dans les équations de Navier-Stokes une vitesse nulle dans l'obstacle. Cette méthode assez basique permet de simuler des écoulements relativement complexes. Sylvain Laizet présente quelques résultats obtenus avec ce code de calcul dans le domaine de la turbulence et du contrôle : un écoulement de couche de mélange avec prise en compte du bord de fuite (épais ou mince), simulation d'une marche montante avec un bord arrondi à rayon de courbure variable et enfin une simulation d'une expérience d'un chevron fluidique. Pour finir sa présentation, il montre les tous premiers résultats d'une simulation réalisé derrière une grille en forme de croix avec des résultats assez proche des expériences bien que le nombre de Reynolds soit réduit pour des raisons évidentes de coût de calcul. La séance de travail se termine sur quelques films de cet écoulement.