

## Introduction

La compréhension du phénomène de turbulence dans les fluides a donné lieu à de nombreux travaux. Un ensemble d'études insiste sur la modélisation de ce que l'on observe car les équations de la dynamique des fluides elles-mêmes donnent lieu à des comportements très complexes qui nous échappent dans leur généralité et sont même difficiles à seulement calculer numériquement. Ces descriptions et modèles doivent bien sûr vérifier les contraintes existantes sur les flots turbulents : propriétés spectrales et statistiques, contraintes géométriques, équations de la dynamique des fluides, invariances des équations comme celle par changement d'échelle.

Les intérêts de ce type de démarche sont multiples. On peut mettre en place des descriptions approchées mais simples permettant des calculs analytiques ou bien ne nécessitant pas de recourir à des simulations numériques lourdes. Il est aussi possible, comme nous avons essayé de le faire, de relier au maximum les objets de base de la modélisation aux contraintes physiques et observées expérimentalement.

La question initiale est de savoir quelle classe de modélisation adopter. Les approches par la description des structures cohérentes du flot, principalement des vortex, en forment une première [52, 28] ; il faut savoir quels objets sont pertinents et si on peut décrire les fonctions spectrales en combinant ces objets.

Les concepts de fractal, visant d'abord à satisfaire les invariances et les propriétés spectrales ont eu pour leur part un certain succès ; le formalisme multifractal en est un [24, 63]. On sait que ce modèle a ses limites, en particulier quant à ses connections avec une vision plus géométrique et issue des équations de la dynamique de l'écoulement. Il ne permet à l'origine qu'une interprétation statistique.

Des auteurs [29] ont alors proposé de s'intéresser à des signaux dont le comportement singulier comporterait en soi une structure plus riche : des singularités oscillantes ou divergentes.

Nous avons essayé de faire le point sur les résultats multiples et épars dans la littérature concernant ces différentes approches qui pourraient se rencontrer : les singularités oscillantes qui mettent une structure dans des signaux fractals d'une part ; les modèles de vortex dont on tire une description statistique de la turbulence ; la possibilité d'un comportement singulier de la vitesse. La confrontation des résultats peut donner naissance à de nouveaux modèles plus pertinents. Au final nous verrons qu'une image pertinente des vortex se dégage de ses études, celle d'objets filamenteux possédant une structure transverse complexe qui semble plus intéressante que le cœur, mais qu'il reste des points obscurs quant aux structures que l'on doit supposer.

Dans un article de 1982 [38] Lundgren a proposé une solution des équations de la dynamique qui a l'avantage d'être assez générale et d'être en accord avec les propriétés souhaitées des structures cohérentes. Un parcours des propriétés connues de ce modèle est un préliminaire indispensable. La caractéristique marquante de ce modèle est que ce sont les bras spiralés et non le cœur qui donnent naissance au spectre attendu. Ensuite nous avons porté nos efforts sur la possibilité de modéliser des mesures de vitesse à partir de ces vortex. Cela pose deux questions majeures : quels sont les objets élémentaires et leurs paramètres ; quelles sont les propriétés statistiques et les interactions du gaz d'objet ainsi constitué ?

Enfin, comme un modèle n'a de sens que s'il contribue à la compréhension de la turbulence, le souci est constant d'essayer de développer des outils d'analyse pour confronter le modèle aux signaux expérimentaux. L'objectif est alors double : savoir décrire les paramètres du signal dans le cadre du modèle ; être capable de décider si le modèle est adéquat à la description de la mesure... Sans avoir rempli totalement cet objectif, nous avons actuellement déjà testé à chaque opportunité les outils existants par ailleurs afin de déterminer le degré de ressemblance entre les vortex observés et différentes simplifications proposées.