

Hydrodynamique (principes de base)

Eric CLIMENT

Laboratoire de Génie Chimique – Toulouse

Eric.Climent@ensiacet.fr

La présence d'un fluide en écoulement est communément rencontrée dans des situations naturelles ou des procédés industriels. Le régime (laminaire, turbulent) et la structure interne de l'écoulement conditionne fortement tous les phénomènes de transfert (quantité de mouvement, masse, chaleur).

L'objet de cet exposé est de présenter les équations de base et les mécanismes qui régissent le mouvement des fluides. Le cas des écoulements incompressibles sera exclusivement abordé lors de l'identification des différents termes du bilan de quantité de mouvement. L'importance relative de chaque terme des équations de Navier-Stokes peut être quantifiée grâce à la construction de nombres adimensionnels clés pour la description des écoulements.

Les écoulements turbulents sont peuplés de tourbillons de taille très diverse. La dynamique de ces tourbillons est décrite par l'équation de transport de la vorticité (grandeur caractéristique de tourbillons localisés). La présence de structures cohérentes dans un écoulement sera largement documentée. En particulier, on identifiera les origines de la turbulence par la description de quelques instabilités classiques. Ensuite, on décrira les mécanismes qui conduisent à la cascade d'énergie dans un écoulement turbulent développé. En effet, l'énergie contenue dans les grosses structures de la turbulence est transférée aux petites échelles (échelle de Kolmogorov) qui sont responsables de la dissipation visqueuse. Une étude plus détaillée de l'organisation de la turbulence de proche paroi permettra de mettre en évidence les différentes structures de la production de turbulence dans la zone la plus active de la couche limite. La naissance et le transport de ces structures contribuent au cycle de régénérescence de la turbulence.

On abordera succinctement plusieurs approches possibles pour la modélisation et la simulation des écoulements. Les méthodes de prédiction vont de la simulation directe jusqu'à l'utilisation de modèles aux bases très empiriques.

Les outils de caractérisation d'un écoulement sont nombreux et permettent d'obtenir des informations locales ou globales. En conclusion, les méthodes les plus répandues de vélocimétrie seront décrites en insistant sur les points forts de chacune de ces techniques.