

TD n°3 de Dynamique des fluides

Analyse dimensionnelle de l'écoulement autour d'un cylindre

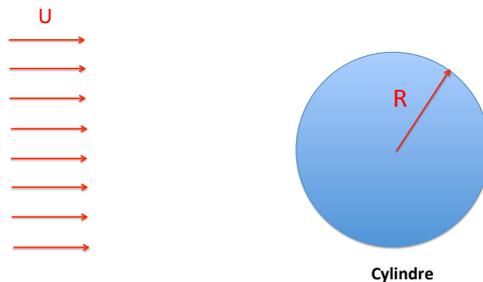


FIGURE 1 – Schéma

On considère l'écoulement autour d'un cylindre de diamètre R d'un fluide de densité ρ et de viscosité μ . L'écoulement est supposé incompressible avec une vitesse U uniforme et supposée constante loin du cylindre. La figure 2 illustre la forme de l'écoulement observée pour différents nombres de Reynolds $Re = \frac{\rho U R}{\mu}$.

Q1) D'où vient la complexité de l'écoulement dans le cas où le nombre de Reynolds est élevé?

Q2) Dans les nombres de Reynolds intermédiaire, il apparaît derrière le cylindre ce que l'on appelle l'allée de Von Karman ($Re \approx 300$), et qui correspond au détachement périodique d'un vortex tournant alternativement dans un sens puis dans l'autre (cf Figure 2). A l'aide de l'analyse dimensionnelle déterminer approximativement la période de détachement de ces vortex.

Q3) Lorsque le nombre de Reynolds devient élevé, normalement (par définition du nombre de Reynolds), les effets visqueux deviennent négligeables. En réalité il existe une couche (appelée couche limite visqueuse) près de la paroi, où ces effets visqueux ne peuvent être négligés. A l'aide de l'analyse dimensionnelle, déterminer l'ordre de grandeur de l'épaisseur de cette couche en fonction des données de l'énoncé.

Q4) Indiquez comment vous choisiriez votre maillage et votre pas de temps pour simuler ce phénomène à l'aide d'un code de simulation numérique (par ex. code élément fini).

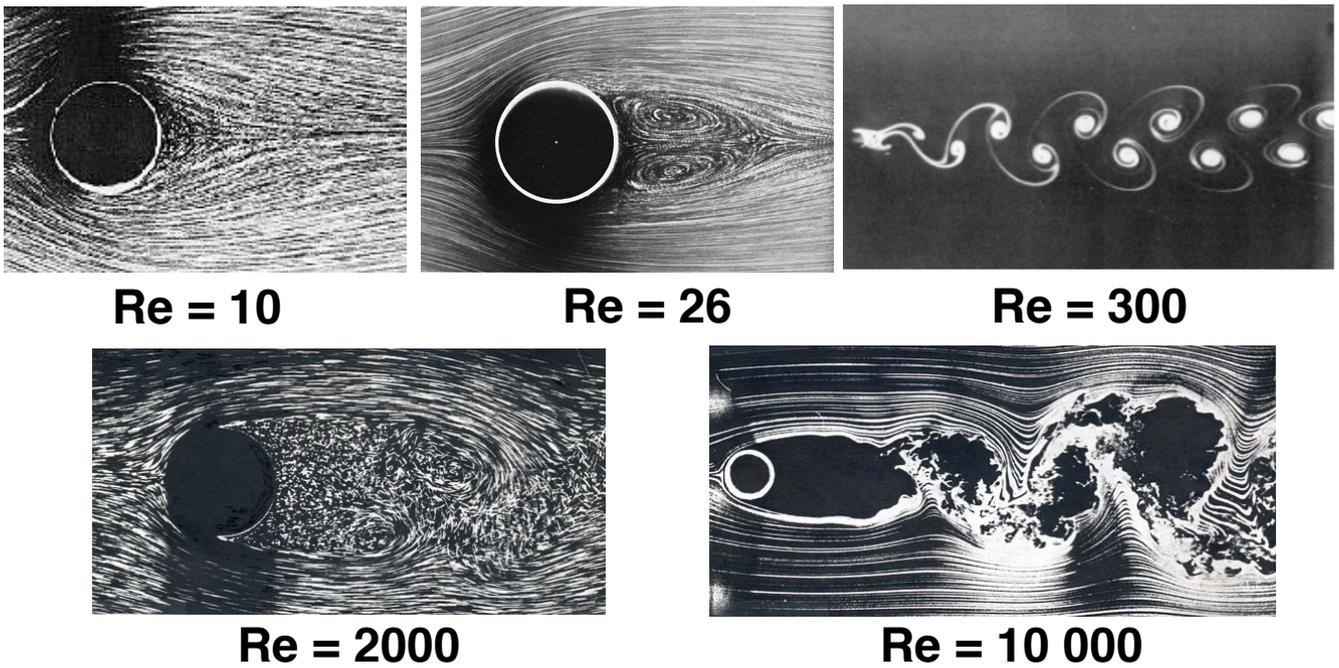


FIGURE 2 – Forme de l'écoulement à différents nombres de Reynolds

On considère dans cette deuxième partie un écoulement laminaire (nombre de Reynolds faible) avec une vitesse v loin du cylindre uniforme mais variant selon la formule : $v = V \cos(\omega t)$.

Q5) Reprendre l'analyse dimensionnelle dans ce cas et introduire un nouveau nombre sans dimension caractérisant les effets instationnaires. Expliquer comment les équations se simplifient selon les valeurs de ce nombre sans dimension.