Mécaflu Chap.4 – Activités
Traînée d'une sphère solide

2. Etude de la traînée sur une sphère

2.4 Courbe expérimentale : C_x en fonction de R_e

Activité 1 : Exploiter une courbe expérimentale ✪

On notera que dans la situation étudiée, on définit le nombre de Reynolds par :

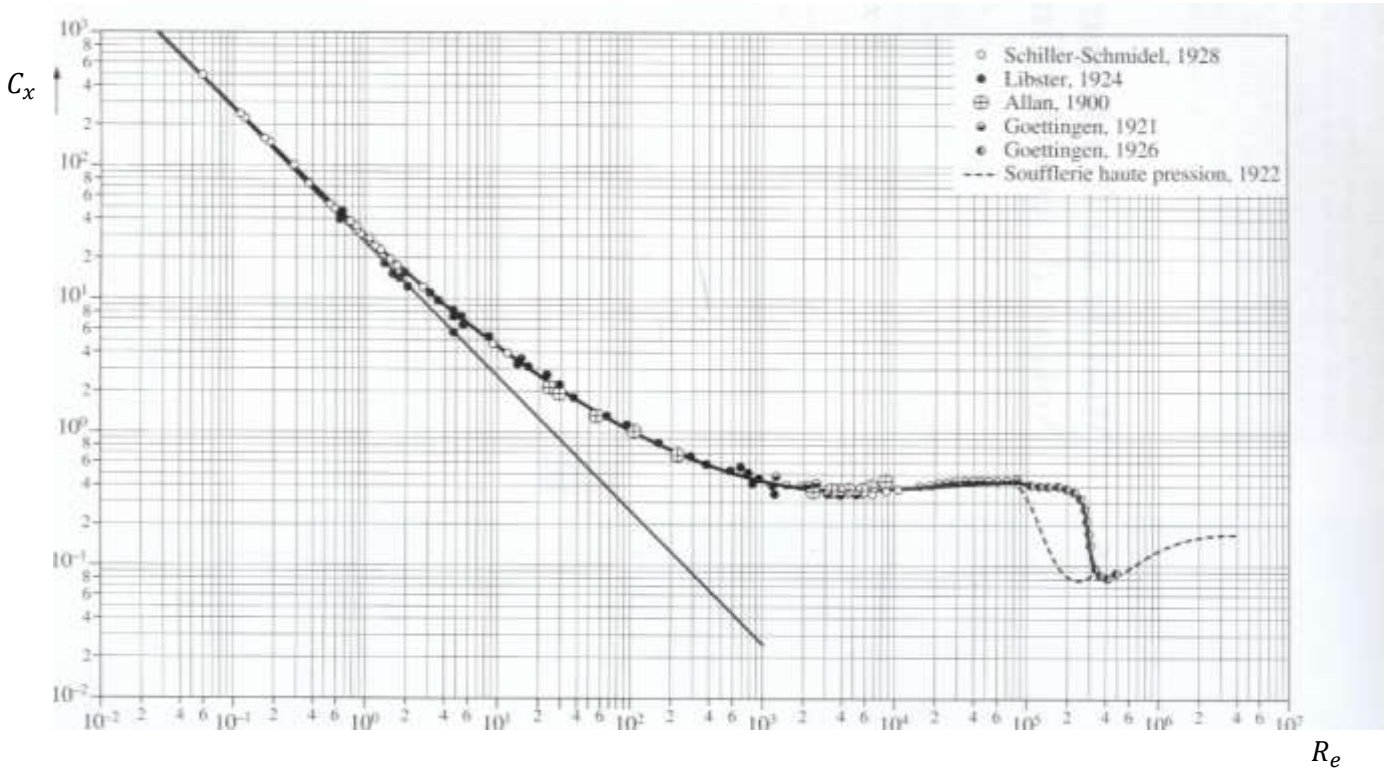
$$R_e = \frac{\rho v_\infty d}{\eta}$$

Avec $d = 2R$ diamètre de la sphère et v_∞ vitesse du fluide loin de l'obstacle

La courbe $C_x = f(R_e)$ dépend de la forme de l'objet. Mais quelle que soit la forme de l'objet, les courbes de traînée ont globalement le même aspect. On peut repérer les deux comportements limites suivants.

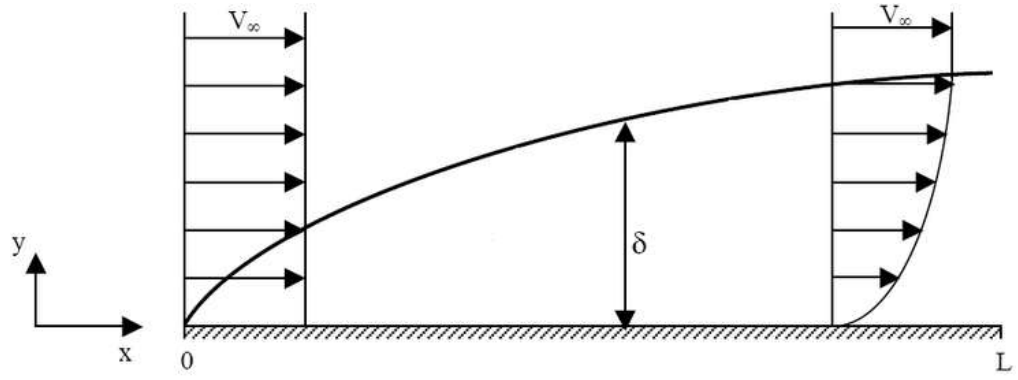
- Pour des petits nombres de Reynolds $R \lesssim 1$, C_x est inversement proportionnel à R_e : $C_x = \frac{24}{Re}$.
- Pour de plus grands nombres de Reynolds, $10^3 \leq \mathrm{Re} \leq 10^5$, C_x est constant. On a alors une dépendance quadratique de la force avec la vitesse ($C_x \sim 0{,}3 - 0{,}5$)

Dans ces deux cas extrêmes, **déterminer l'expression mathématique de la force de traînée** en fonction du rayon de la sphère, et interpréter physiquement le résultat.



3. Ecoulement parfait et couche limite

3.1 Notion de couche limite



Activité 2 : Raisonnement classique ✪

On considère une plaque d'épaisseur négligeable. Le fluide s'écoule parallèlement à la plaque.

Le dessin ci-dessus représente la croissance de la couche limite, à mesure que le fluide se déplace le long de la plaque. On note $\delta(x)$ l'épaisseur de la couche limite à l'abscisse x le long de la plaque.

La couche limite se forme en raison de la force de viscosité exercée par la plaque sur la couche de fluide en contact, effet de la viscosité qui se propage orthogonalement à la plaque.

A. Rappeler le mode de transport de quantité de mouvement associé à la force de viscosité.
B. Exprimer la relation entre la durée caractéristique τ de ce transport et la longueur caractéristique $\delta(x)$ sur laquelle ce transport a eu lieu.

   Cette durée τ qui a permis à la couche limite de croître est la durée caractéristique qu'a mise le fluide à parcourir longitudinalement la plaque sur la distance x.
C. En déduire la relation entre τ, v_∞ et x.
D. Avec un nombre de Reynolds $R_e(x) = \frac{\rho v_\infty x}{\eta}$, en déduire la $\delta(x)$ en fonction de $R_e(x)$ et de x