

Université de Grenoble Alpes
M2 TMA
TP 01: Sillage turbulent en aval d'une cylindre

Christophe BRUN : Christophe.Brun@univ-grenoble-alpes.fr

11 décembre 2023

Résumé

On s'intéresse à la mesure et l'analyse du signal de vitesse dans le sillage proche d'un cylindre.

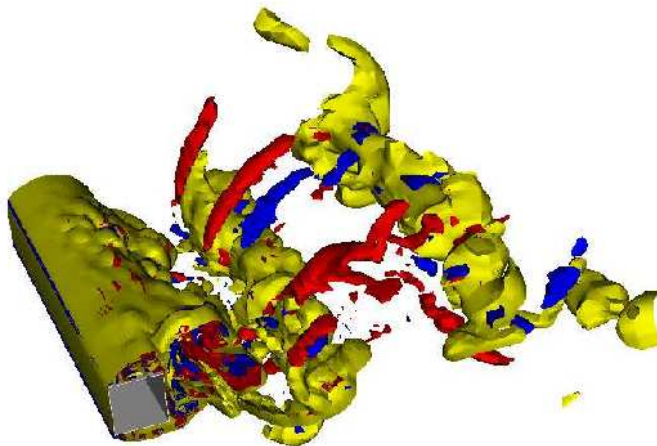


FIGURE 1 – Visualisation de structures turbulentes dans le proche sillage d'un cylindre à section carrée. Nombre de Reynolds $Re = 1500$.

1 Introduction

Ce TP a pour objectif de :

- prendre en main un système expérimental de génération d'écoulement homogène uniforme dans une soufflerie (LEGI).
- utiliser cette soufflerie pour étudier le sillage en aval d'un cylindre à section circulaire.
- mesurer la vitesse instantanée en un point du sillage
- analyser la structure du sillage proche du cylindre.

2 Bibliographie

On étudiera l'article de référence sur le sillage en aval de cylindre [1].

- Résumer 2 points principaux de l'article.
- Définir le nombre de Reynolds, le nombre de Strouhal.
- Situer le TP par rapport à l'article.

3 Calibration du pitot Cobra 3D

On mesure la vitesse instantanée de l'écoulement avec un pitot 3D à haute fréquence. On dispose de la documentation de principe de fonctionnement de la sonde Cobra.

- Effectuer la calibration du Cobra au repos. Puis mettre en route la soufflerie.
- On effectuera une acquisition du signal au maximum de fréquence de réponse du cobra 1 KHz . Quel est le nombre d'échantillons N nécessaire pour disposer de 60 s de signal? Entrer les paramètres dans le logiciel d'acquisition des données.
- Vérifier la cohérence de la mesure au cobra en comparant à la mesure au pitot de la soufflerie en amont. On rappellera le principe de mesure du pitot (qu'on généralisera pour le pitot 3D).
- noter la moyenne et la RMS de vitesse. En déduire le taux de turbulence de la soufflerie. Commenter.

4 Soufflerie Lespinnard du LEGI

On se place dans la section d'essai de la soufflerie du LEGI. On dispose d'un cylindre en PVC. Noter son diamètre D . On détermine la vitesse U_o et la pression atmosphérique P_o à partir d'un tube de pitot placé dans le convergent. On considérera 1 régime de nombre de Reynolds au choix. Donner le nombre de Reynolds correspondant et le situer/décrire d'après la bibliographie.

4.1 Etude en un point du régime

Se placer en un point du sillage, déterminer :

- le signal instantané. Commenter l'amplitude visuelle du signal.
- la valeur de vitesse moyenne $\bar{u}(x, y)$.
- la valeur de vitesse RMS $u_{rms}(x, y) = \sqrt{u'^2}$,
avec $u'(x, y) = u(x, y) - \bar{u}(x, y)$.
- évaluer le taux de turbulence
- déterminer la période de lâcher de tourbillons en aval du cylindre. en déduire la valeur du nombre de Strouhal. Reporter le point sur le graphe en annexe. Commenter.

4.2 Etude d'un profil

On se place à proximité du cylindre (au dessus), dans la zone cisillée décollée.

- Mesurer le profil vertical du champs de vitesse (moyen et turbulent) jusqu'au contact du cylindre.
- Commenter la forme du profil et les caractéristiques turbulentes.
- En déduire une évaluation de la viscosité turbulente.
- effectuer une analyse des densités spectrales d'énergie.

4.3 Etude du régime de Reynolds

- Faire varier le nombre de Reynolds dans au moins une décade. Etudier les densités spectrales d'énergie.
- Retrouver les lois d'échelle de Bloor séparant la fréquence de Karman de la fréquence de couche cisillée.

4.4 Etude de la dissipation

Reprendre certaines mesures au fil chaud à haute fréquence

- Effectuer une analyse de la densitéxs spectrale d'énergie de $u'(t)$.
- Mesurer directement la dissipation puis indirectement à partir de la fonction structure des vitesses.
- Comparer aux mesures au Cobra.

Références

- [1] C. Brun, S. Aubrun, T. Goossens, and Ph. Ravier. Coherent structures and their frequency signature in the separated shear layer on the sides of a square cylinder. *Flow Turbulence and Combustion*, 81 :97–114, 2008.

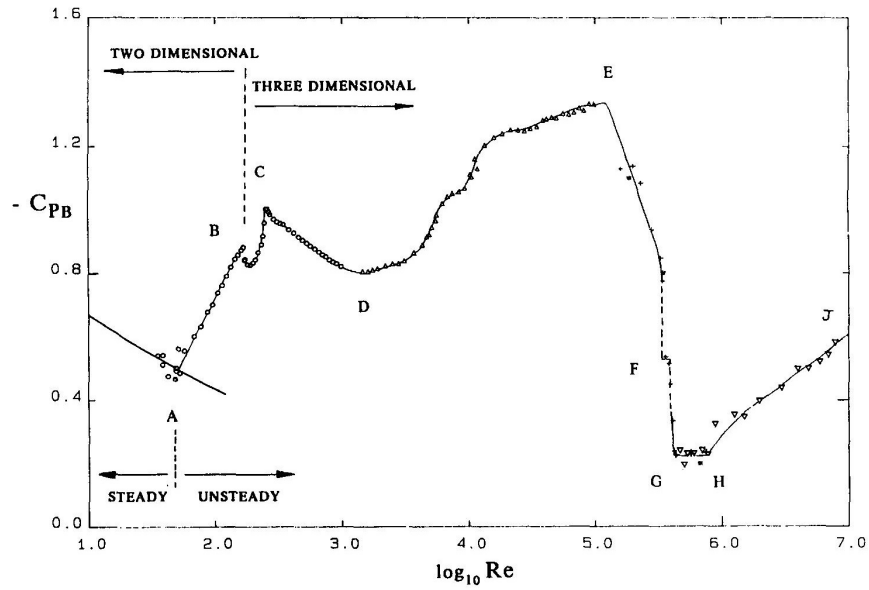
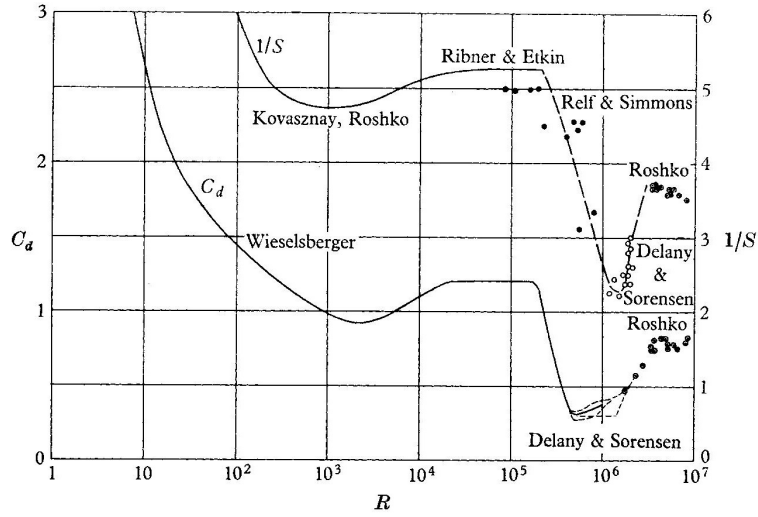


FIGURE 2 – Coefficient de trainée et nombre de Strouhal du sillage de cylindre en fonction du nombre de Reynolds (a). Coefficient de pression à la base du cylindre C_{p_b} en fonction du nombre de Reynolds (b).