

EXERCICE N°1

1 Description statistique et traitement du signal

Dans cet exercice, on se propose d'examiner des signaux de vitesse mesurés dans un jet libre circulaire par anémométrie à fils chauds croisés, cf. le tableau 1 et le fichier *hwa.zip* à télécharger.

$u_1 \& u_2$	$u_1 \& u_2$	$u_1 \& u_3$	$u_1 \& u_3$
$x_2 = 0, x_3 = 0$	$x_2 = D/2, x_3 = 0$	$x_2 = 0, x_3 = 0$	$x_2 = 0, x_3 = D/2$
data1.dat	data2.dat	data3.dat	data4.dat

script matlab pour
lire les données

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{load data1.m} \\ t = \text{data1}(:,1); \\ u_1 = \text{data1}(:,2); \\ u_2 = \text{data1}(:,3); \end{array} \right.$$

TABLE 1 – Jet libre circulaire de diamètre $D = 50$ mm, de vitesse $U_j = 30$ m.s⁻¹, de nombre de Reynolds $Re_D = 10^5$. On note (x_1, x_2, x_3) les coordonnées cartésiennes où x_1 désigne l'axe du jet, et (u_1, u_2, u_3) les composantes du champ de vitesse. La position axiale de l'anémomètre est $x_1 = 2D$.

L'étude est assez libre, mais on pourra entre autres examiner les points suivants :

1. Pour un point dans la couche de cisaillement du jet ($x_2 = D/2$ ou $x_3 = D/2$), extraire le signal $u'_1(t)$, calculer $u'_{1\text{rms}} = (\overline{u'^2_1})^{1/2}$, ainsi que les coefficients de dissymétrie S_1 et d'aplatissement T_1 (*skewness and flatness or kurtosis factors* en anglais) définis par :

$$S_1 = \frac{\overline{u'^3_1}}{(\overline{u'^2_1})^{3/2}} \quad T_1 = \frac{\overline{u'^4_1}}{(\overline{u'^2_1})^2}$$

On pourra comparer les valeurs obtenues à celle d'un signal suivant une loi de probabilité gaussienne.

2. Que représente la quantité $(\overline{u'^2_1} - \overline{u_1}^2)^{1/2}$?
3. Reprendre la question précédente avec le signal dérivé $\partial u'_1 / \partial t$.
4. Calculer les composantes du tenseur de Reynolds $\overline{u'_i u'_j}$ accessibles sur l'axe du jet et dans la couche de cisaillement. Vérifier quelques résultats attendus.
5. En décomposant le signal temporel $u'_1(t)$ en n segments considérés comme n réalisations indépendantes, vérifier que la turbulence est stationnaire et discuter de la longueur de segment appropriée.
6. Tracer les spectres des deux composantes mesurées u'_1 et u'_2 du champ de vitesse au point $x_2 = D/2$ (cf. l'introduction à Matlab pour le traitement du signal sur le site web).