TD n°5 Matlab :
Lecture Sauvegarde et Analyse de données

I) Exercice 1 : Analyse de données

1) Trouver la racine réelle de l'équation suivante : $f(x) = x^3 + 2x^2 + 10x - 20$

2) Calculer l'intégrale suivante en utilisant integral, la méthode des trapèzes et en utilisant la méthode de Simpson (créer la fonction simpsons) :

$$S_f = \int_{-1}^{2} \frac{1}{4+x} dx$$

3) (Facultatif) Résoudre le problème suivant en utilisant une méthode de Runge-Kutta pour $t \in [1,2]$:

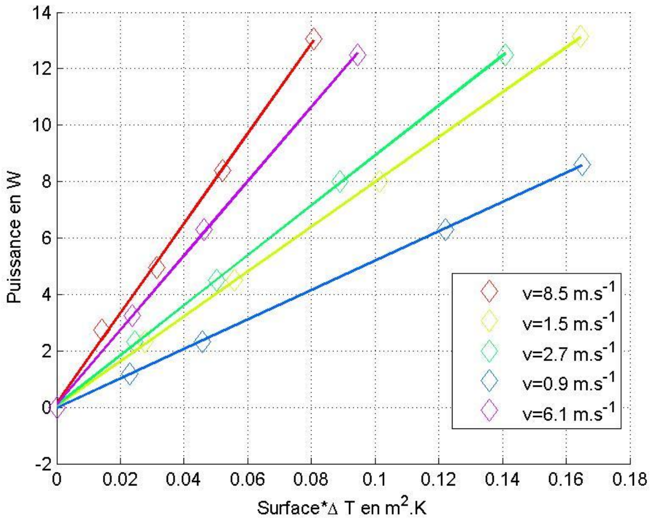
$$\frac{df}{dt} = g\big(t, f(t)\big) = tf^{\frac{1}{3}}$$
$$f(1) = 1$$

II) Exercice 2 : Lecture Sauvegarde et Analyse de données

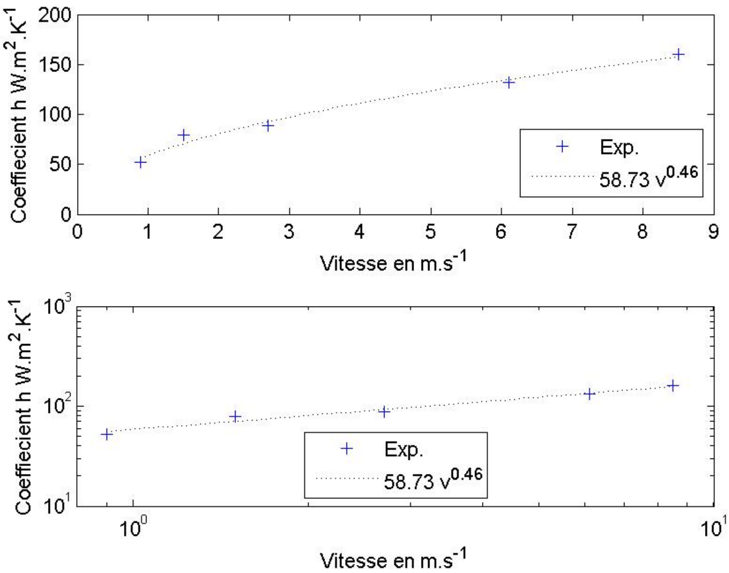
Dans le cadre d'un TP du semestre S6 intitulé « Convection forcée – Effet d'ailette » dont une partie de l'énoncé est fournie en annexe ci-après vous aviez réalisés des séries de mesures visant à déterminer les valeurs du coefficient d'échanges convectif entre une plaque plane horizontales et un écoulement d'air en fonction de la vitesse. Ce sont ces relevés de mesures que nous vous proposons de retravailler avec Matlab afin de redéterminer les coefficients d'échange pour chaque manip et de retrouver la loi d'évolution de h en fonction de la vitesse.

1) Les fichiers 'mesures_h_plaque_plane_v_8.5.txt', 'mesures_h_plaque_plane_v_8.5', 'mesures_h_plaque plane.xlsx' contiennent les mêmes données expérimentales de $S\Delta T$ (Surface $\times$ différence de température) et de p (puissance) pour une vitesse $v = 8.5\ m.s^{-1}$. Avec un éditeur de texte ou Excel, regarder le type de format. Utiliser les fonctions de lecture de Matlab adaptés aux différents types de format. Vérifier les données lues dans Matlab.

2) Lire les données expérimentales de $S\Delta T$ et de p pour les différentes vitesses $v = 0.8, 1.5, 2.7, 6.1,\ 8.5\ m.s^{-1}$ à partir des feuilles Excel du fichier 'mesures_h_plaque plane.xlsx'. Faire une régression linéaire (polyfit) pour chaque vitesse afin d'obtenir le coefficient d'échange convectif h et tracer $p = f(S\Delta T)$ pour les différentes vitesses et superposer les régressions linéaires dans le même graphe. Sauvegarder la figure.



3) Faire un « fit » de la courbe $vitesse = f(h)$ avec la fonction $y = ax^b$ et obtenir la figure ci-dessous (graphe en lin-lin et graphe en log-log):



4) Sauvegarder toutes les données dans un fichier « mat ». Vérifier la sauvegarde. Créer un fichier ASCII qui contient les données v et h. Au préalable, regarder la documentation de save. (Optionnel) Sauvegarder les données v et h pour v croissant monotone.

Annexe : Extrait de l'énoncé du TP de S6 « Convection forcée – Effet d'ailette »

CONVECTION FORCEE– EFFET D'AILETTE

But du TP : Les échanges de chaleur entre un solide et le fluide qui l'entoure sont de type convectif. Ils dépendent de l'écoulement du fluide autour du solide. Vous étudierez dans ce TP la dépendance du coefficient d'échange convectif à la vitesse d'écoulement autour d'une plaque rectangulaire horizontale et parallèle à l'écoulement. Ceci dans le but de comprendre comment augmenter ces échanges avec un système d'ailettes qu'on peut retrouver, par exemple, dans un convecteur domestique ou dans un radiateur de microprocesseur.

I. Eléments théoriques :

1) Convection et coefficient d'échange convectifs

Lorsque qu'un solide est à une température différente du fluide qui l'entoure, il se produit un transfert de chaleur entre le fluide et le solide qui tire sa particularité dans le fait que le fluide peut se déplacer autour du solide. Ce transfert est donc dépendant de la nature du fluide mais également de la façon dont il s'écoule autour du solide.
Le flux convectif de chaleur est proportionnel à la surface d'échange fluide-solide S et à la différence de température ΔT entre le fluide et le solide et on peut donc écrire :

$$\Phi_{cv} = hS\Delta T$$

Le coefficient de proportionnalité qui lie le flux à ces deux grandeurs s'appelle le coefficient d'échange convectif h. C'est ce coefficient qui va varier en fonction de la nature du fluide et de son écoulement.
On ne travaillera au cours de ce TP qu'avec de l'air. Suivant que l'écoulement d'air est imposé par une ventilation externe, ou initié par les différences de densité de l'air (l'air chaud est plus léger que l'air froid), on parle de convection forcée ou de convection naturelle. Dans les deux cas c'est l'écoulement qui assure le renouvellement des couches de fluides en contact avec la paroi, et renforce les échanges de chaleur. Au cours de cette séance, nous allons chercher à caractériser l'évolution de h en fonction de la vitesse sur un système particulier la plaque plane horizontale.

2) Couche limite dynamique, couche limite thermique

On considère le cas d'une plaque plane chauffée rectangulaire refroidie par un écoulement d'air parallèle à celle-ci. Suivant le régime d'écoulement (laminaire ou turbulent), il se développe à la surface de la plaque une couche de fluide au sein de laquelle le profil de vitesse est différent de celui qu'on retrouve loin de la paroi.
Pour le transfert de chaleur, cela implique que les effets de l'écoulement (le transport) ne se manifeste que loin des parois. Néanmoins, au contact d'une paroi à température imposée, la température évolue rapidement sur les premières couches fluides, pour atteindre la température du fluide. L'épaisseur sur laquelle la température du fluide évolue est la couche limite thermique.
Le flux thermique échangé dans cette couche limite thermique est assuré essentiellement par la conduction.
Pour ces raisons et dans le but de pouvoir comparer les échanges convectifs dans des configurations très différentes, plutôt que de tracer la simple évolution du coefficient h en fonction des grandeurs caractéristiques de l'écoulement et des propriétés thermique du système, on trouve des corrélations donnant l'évolution du nombre de Nusselt en fonction des nombres de Reynolds et de Prandtl, ces trois nombre sans dimension permettant de caractériser les régimes d'écoulement ainsi les propriétés thermique du systèmes.

Le nombre de Nusselt est un nombre sans dimension qui permet de comparer les échanges convectifs avec les échanges conductifs au sein d'un fluide en contact avec le solide qui est à une température différente. Il mesure aussi l'efficacité de l'écoulement dans l'intensification des transferts de chaleur. Sa valeur dépend bien sûr des caractéristiques de l'écoulement (écoulement interne, externe, établi ou pas, du nombre de Reynolds,...) mais pas de la nature exacte du fluide

Il est défini par la formule suivante :

$$Nu = \frac{hL}{k}$$

Avec h, le coefficient d'échange convectif, L une longueur caractéristique du système (la longueur de la plaque dans notre expérience) et k, la conductivité thermique du fluide.

Le nombre de Reynolds est un nombre sans dimension qui permet de comparer les effets visqueux et les effets inertiels dans un fluide en écoulement. On le défini comme suit :

$$Re = \frac{\rho U L}{\mu}$$

Avec ρ, la masse volumique du fluide, U, sa vitesse, L, une longueur caractéristique du système (la longueur de la plaque dans notre expérience) et μ, la viscosité dynamique du fluide.

Le nombre de Prandtl est un nombre sans dimension qui permet de comparer la rapidité des phénomènes thermiques et celles des phénomènes hydrodynamiques.
Il est défini de la façon suivante :

$$Pr = \frac{\mu C_p}{k}$$

Avec μ, la viscosité dynamique du fluide, Cp, la capacité calorifique du fluide et k, la conductivité thermique du fluide.

On démontre ainsi que dans le cas d'une simple plaque en régime laminaire ($Re_L<3.10^5$), on a :

$$Nu_L = 0{,}665\ {Re_L}^{0{,}5} Pr^{\frac{1}{3}}$$

Alors que si l'écoulement est turbulent ($Re_L>5.10^5$) et que Pr>0,5 on a :

$$Nu_L = 0{,}035\ {Re_L}^{\frac{4}{5}} Pr^{\frac{1}{3}}$$