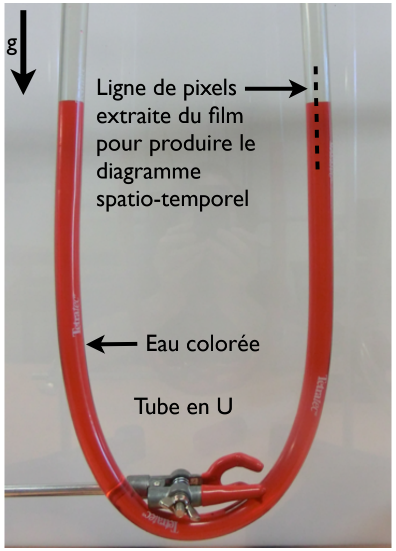
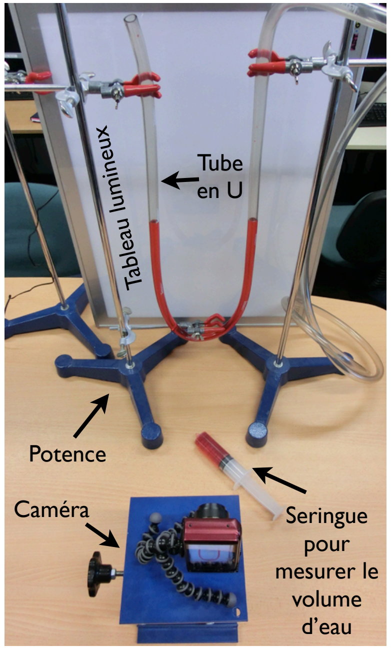
Matlab : applications en mécanique. LA207

Université Pierre et Marie Curie.
Licence de mécanique.
Séance de rattrapage, 2013-2014.





Le dispositif expérimental

Ex1 Oscillations dans un tube en U

Un tube en plastique est disposé sous la forme d'un U et rempli d'un peu d'eau colorée. Si je souffle dans une des ouvertures du tube, je vais déplacer le fluide par rapport à sa position de repos et ainsi le mettre en oscillation. Ici j'étudie quelle est la période de ces oscillations et comment cette période dépend de la quantité de fluide dans le tube. J'ai rempli le tube avec quatre volumes différents d'eau et filmé l'oscillation.

L'expérience est capturée dans l'image tubu.png. Pour produire cette image, j'ai extrait du film la ligne de pixels le long de l'axe du tube et représenté son évolution au cours du temps, c'est un «diagramme spatio-temporel».

Mesures de période

1) Lisez l'image tubu.png et affichez la dans une fenêtre graphique.
2) L'axe horizontal de l'image représente l'écoulement du temps. La durée du film est de 9,13 secondes. Calculer la durée d'un pixel de l'image en prenant pour étalon de durée la référence sur l'image.
3) Avec la fonction ginput mesurez les quatre périodes P d'oscillation différentes qui correspondent aux quatre volumes d'eau dans le tube.
4) Le diamètre du tube est 1,2 cm, calculez la longueur L d'eau dans le tube qui correspond à chacun des quatre volumes V=30ml, 50ml, 70ml et 90ml.
5) Tracez le graphique de la période P (en secondes) en fonction de la longueur d'eau L (en mètres). Annotez votre graphique: labels et titre. Voici notre graphique expérimental.

Théorie/expérience

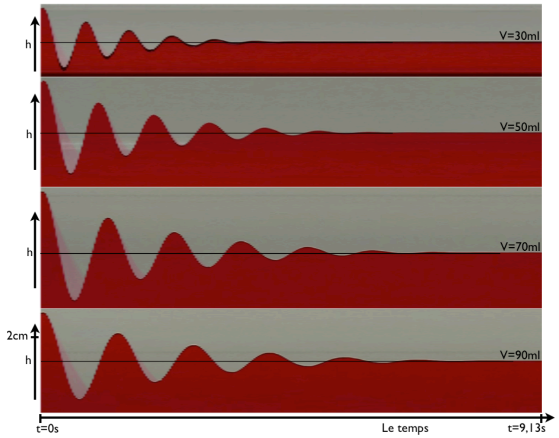
En supposant le fluide très peu visqueux, l'équation de Bernoulli instationnaire nous permet d'écrire un modèle pour ces oscillations, on en tire la formule:

$$P = C\pi\sqrt{\frac{2}{g}L}$$

où g est l'accélération de la gravité et C est une constante corrective empirique que nous avons rajoutée pour prendre en compte l'effet de l'amortissement visqueux. Nous allons tester cette formule et estimer la valeur de C.

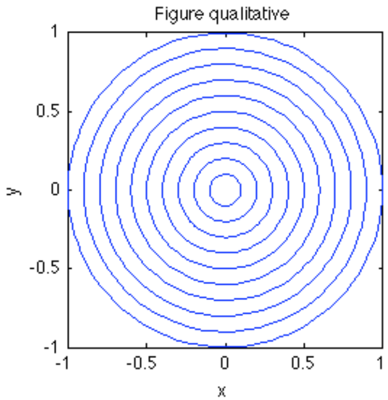
6) Superposez à vos données expérimentales la formule théorique pour C=1. Cette valeur est-elle trop petite ou trop grande? Justifiez votre réponse en décrivant le graphique.
7) Superposez à vos données expérimentales la courbe théorique pour 10 valeurs différentes de C.
8) Estimez de proche en proche la meilleure valeur de la constante C avec trois chiffres significatifs.

l'image tubu.png



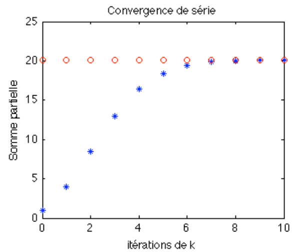
Ex2 Compétences générales

1) Ecrivez un code avec une boucle for qui reproduit qualitativement la figure ci dessous (une superposition de courbes simples):

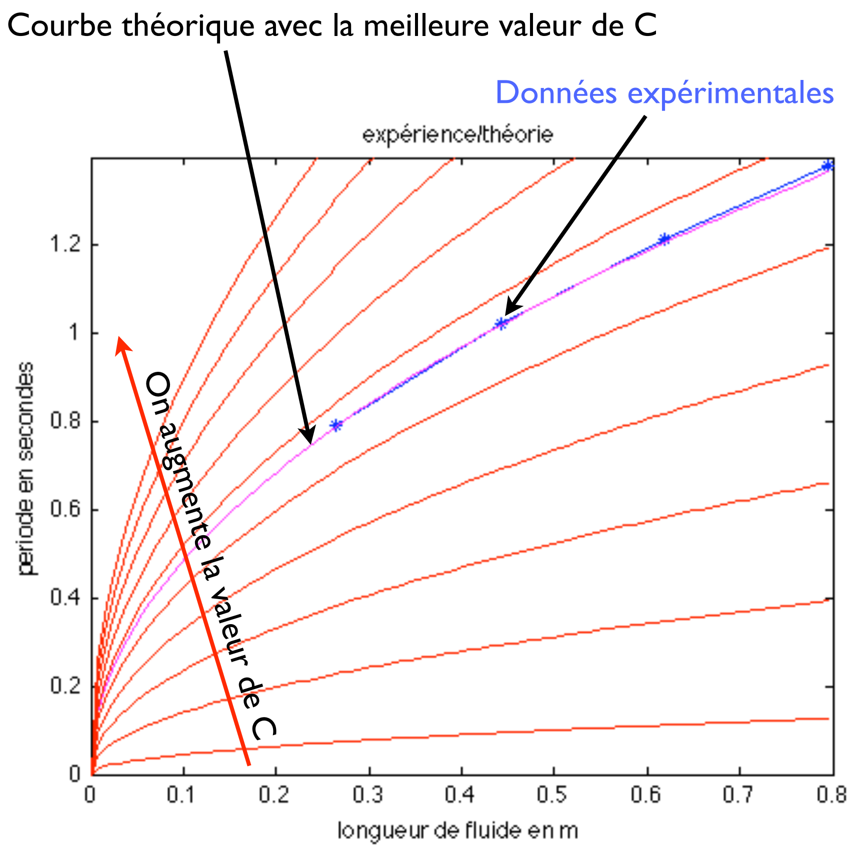


2) Tracez un graphique qui montre la convergence de la série suivante pour z=3 (le factoriel se calcule dans matlab avec la fonction «factorial»)

$$\sum_{k=0}^{\infty}\frac{z^k}{k!} = e^z$$



```
clear all; clf

% pour lire l'image et l'afficher
% dans la fenêtre graphique
a=imread('tubu.png');
image(a);

% la durée d'un pixel de temps
tempspix=9.13/(906-63);

% les données mesurées avec ginput
d=[  355.4200   83.7722
  440.3291  238.3492
  511.6527  441.7926
  572.7873  646.2333];

% on extrait les périodes en secondes
p=(d(:,1)-63)/4; % j'ai mesuré 4 périodes
p=p*tempspix;

% on transforme les volumes en longueurs
v=[30 50 70 90]*1e-6;
d=1.2e-2; % le diamètre du tube
l=v/(pi*(d/2)^2); % les longueurs
plot(l,p,'b*-'); % le graph

% la courbe théorique
% avec la meilleure valeur de C
hold on
C=1.08;
g=9.81;
ll=linspace(0,l(end),100);
plot(ll,C*sqrt(2/g)*pi*sqrt(ll),'m-')

% une boucle pour tester plusieurs valeurs de C
for C=linspace(0.1,2,10);
plot(ll,C*sqrt(2/g)*pi*sqrt(ll),'r-')
end

% annotations
xlabel('longueur de fluide en m');
ylabel('periode en secondes')
title('expérience/théorie');
ylim([0,1.4])
```



Commentaires:

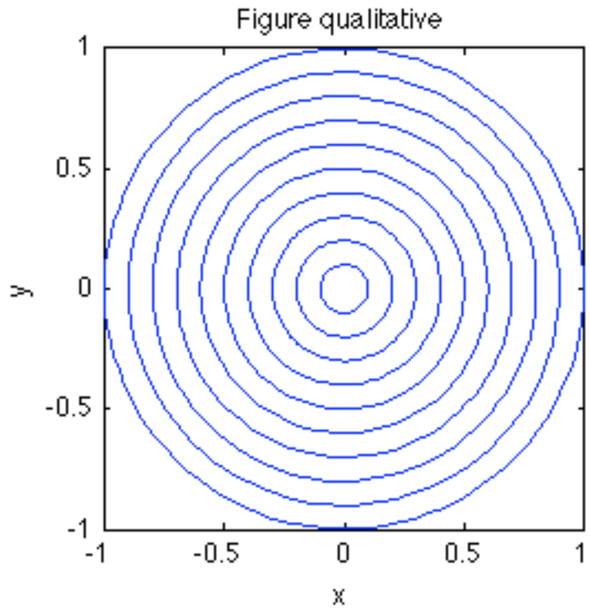
On voit que la meilleure valeur de la constante C est de 1.08, c'est effectivement proche de 1 (une petite correction par rapport à la théorie en fluide non visqueux).

De plus, la viscosité fait augmenter la période par rapport à la théorie sans frottement, c'est le même effet qualitatif que le frottement sur les oscillations du pendule.

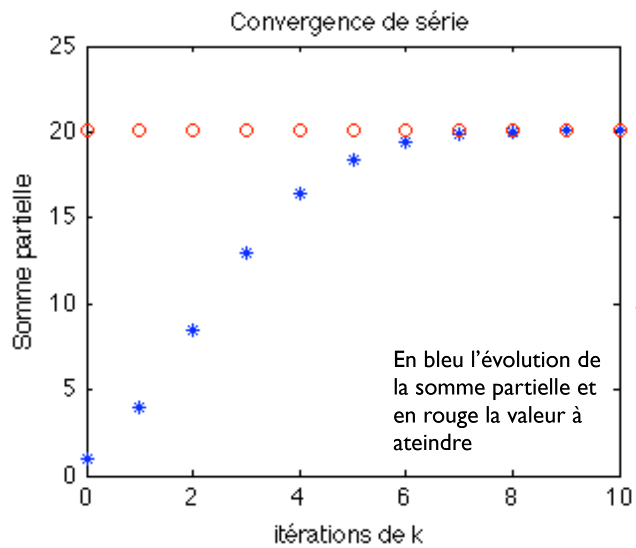
On voit aussi que la dépendance de la période comme la racine carrée de la longueur de fluide est très précise.

Ex2 Compétences générales

```
% des cercles concentriques
th=linspace(0,2*pi,100);
for r=0.1:0.1:1;
    plot(r*cos(th),r*sin(th));
    hold on
end

% annotations
xlabel('x');
ylabel('y');
title('Figure qualitative');

axis equal
axis([-1,1,-1,1])
```




```
% initialisation de la somme partielle
s=0;

% la boucle
for k=0:10;
    s=s+3^k/factorial(k);

    % on trace l'évolution
    plot(k,s,'b*',k,exp(3),'ro');
    hold on;
end

%annotations
xlabel('itérations de k');
ylabel('Somme partielle');
title('Convergence de série');
```



$$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{z^k}{k!} = e^z$$