

# Corrigé TD1 : Matlab et courbes de remous - Hydraulique avancée

9 mars 2017

## Introduction

Si les notions de courbe de remous sont trop lointaines, il est conseillé de lire le cours de Bachelor (pp 113-126) : <http://lhe.epfl.ch/cours/bachelor/cours-meca.pdf> ou le cours de Master (pp 27-28) pour la conjugaison d'une courbe de remous (dernier problème du TD).

## Préambule

Pour l'exemple, il ne faut pas oublier de définir le vecteur des constantes p.

## Code de la fonction de remous

On crée la fonctionnelle *Remous\_fonc.m* dans le même dossier :

```
function A = Remous_fonc(x,h,p);  
  
%p(1) angle  
%p(2) Manning  
%p(3) débit  
A=(9.81*sin(p(1))-9.81/p(2)^2*p(3)^2/h^(10/3))/(9.81*cos(p(1))-p(3)^2/h^3);  
end
```

Cette fonction est l'équation différentielle de remous (formule (1) de l'énoncé avec une contrainte de Manning (2)) que l'on doit intégrer pour obtenir l'allure de h(x). La résolution se fait par la fonction ode45 de matlab qui appelle la fonction *Remous\_fonc* (voir l'aide de Matlab de ode45 pour plus de détails).

## Étude d'une vanne

```
g=9.81  
K=50; %Constante de Manning  
q=0.1; %Débit  
  
%Cas 1  
% theta=0.8*pi/180; %Angle du lit  
% hvanne=0.02  
  
%Cas 2  
theta=0.25*pi/180; %Angle du lit  
hvanne=0.05  
  
hn=(q^2/(K^2*sin(theta)))^(3/10);  
hc=(q^2/(g*cos(theta)))^(1/3);
```

```
[x,h]=ode45(@Remous.fonc,[0:0.1:20],hvanne,[],[theta K q]);
area(x,-x*tan(theta)+h,min(-x*tan(theta)+h),'Facecolor',[0.2 0.3 0.7])
hold on
area(x,-x*tan(theta),min(-x*tan(theta)),'Facecolor',[0.3 0.3 0.3])
plot(x,-x*tan(theta),'k-')

plot(x,hc-x*tan(theta),'c-') % allure la hauteur critique
plot(x,hn-x*tan(theta),'r-') %allure la hauteur normale
plot(x,h-x*tan(theta),'b-') %allure de la courbe de remous

Fr=abs((q./h)./sqrt(h.*g.*cos(theta))); %Nombre de Froude
```

Dans le cas 1 on impose une des conditions initiales qui ne permettent pas d'être en régime torrentiel, on reste donc en régime fluvial et il n'y aura pas de singularité dans la résolution numérique. Le nombre de Froude reste inférieur à 1.

Dans le cas 2, le régime amont est torrentiel

## Étude d'un barrage

Dans cet exercice on résout en remontant vers l'amont, donc de 0 à -300m par exemple.

```
theta=0.3*pi/180; % 1ere 0.3, 2eme 0.8

hn=(q^2/(K^2*sin(theta)))^(3/10);
hc=(q^2/(g*cos(theta)))^(1/3);
h0=1; % Hauteur du barrage
[x,h]=ode45(@Remous.fonc,[0:-0.1:-300],h0,[],[theta K q]);

figure
hold on
area(x,-x*tan(theta)+h,min(-x*tan(theta)+h),'Facecolor',[0.2 0.3 0.7])
area(x,-x*tan(theta),min(-x*tan(theta)),'Facecolor',[0.3 0.3 0.3])
plot(x,-x*tan(theta),'k-')
plot(x,hc-x*tan(theta),'c-')
plot(x,hn-x*tan(theta),'r-')

h=fliplr(h)'; % inverse l'ordre
x=fliplr(x)';

Fr=abs((q./h)./sqrt(h.*g.*cos(theta)));
% u=q./h;
[hAx,hLine1,hLine2]=plotyy(x,h-x*tan(theta),x,Fr)

ylabel(hAx(1),'Hauteur') % left y-axis
ylabel(hAx(2),'Nombre Froude') % right y-axis
```

Dans le cas 1 on reste en régime fluvial d'amont en aval, il n'y pas formation de ressaut et il n'y a pas de singularité dans le calcul numérique

Dans le cas 2, le régime amont est torrentiel alors que l'on impose un régime alluviale en aval.

## Entre vanne et barrage

```
theta=0.8*pi/180;

hn=(q^2/(K^2*sin(theta)))^(3/10);
hc=(q^2/(g*cos(theta)))^(1/3);

[x1,h1]=ode45(@Remous_fonc,[-20:0.1:0],0.02,[],[theta K q]); %Calcule de la courbe amont
hC=0.5*h1.*((1+8*(q^2)/(g.*h1.^3)).^0.5-1); %Calcule de la courbe de remous amont conjugué
[x2,h2]=ode45(@Remous_fonc,[0:-0.1:-20],0.3,[],[theta K q]); %Calcule de la courbe de remous aval

h2=real(h2) % Il y a des solution complexe on prend alors la partie réelle
figure
hold on
area(x2,-x2*tan(theta)+h2,min(-x2*tan(theta)+h2),'Facecolor',[0.2 0.2 0.8])
area(x1,-x1*tan(theta)+h1,min(-x1*tan(theta)+h1),'Facecolor',[0.2 0.4 0.6])
area(x1,-x1*tan(theta),min(-x1*tan(theta)),'Facecolor',[0.3 0.3 0.3])

plot(x1,hn-x1*tan(theta),'m--')
plot(x1,hc-x1*tan(theta),'c-')

Fr1=abs((q./h1)./sqrt(h1.*g.*cos(theta)));
Fr2=abs((q./h2)./sqrt(h2.*g.*cos(theta)));
% u=q./h;
[hAx,hLine1,hLine2]=plotyy(x1,hC-x1*tan(theta),x1,Fr1)

ylabel(hAx(1),'Hauteur') % left y-axis
ylabel(hAx(2),'Nombre Froude amont ') % right y-axis

h2=fliplr(h2)'; % inverse l'ordre
x2=fliplr(x2)';

d=find(h2-hC>0); %On cherche le point de croisement de la courbe de remous aval avec la courbe de remous conjuguée a
xc=x1(d(1))
H.ind=find(x1==xc);
Hauteur=h2(H.ind)-h1(H.ind) %Hauteur du ressaut

PdC=Hauteur^3/(4*h1(H.ind)*h2(H.ind)) %Formule de la perte de charge

Pour avoir l'allure finale du plan d'eau il faut établir la continuité entre la courbe de remous amont et la courbe
de remous aval au niveau de l'intersection entre la courbe de remous conjuguée amont et la courbe de remous aval.

%Reconstruction du tirant d'eau
hf=zeros(length(x1),1)
hf(1:H.ind)=h1(1:H.ind)
hf(H.ind+1:end)=h2(H.ind+1:end)
hf=hf-x1*tan(theta)
figure
hold on
area(x1,hf,min(hf),'Facecolor',[0.2 0.4 0.6])
area(x1,-x1*tan(theta),min(-x1*tan(theta)),'Facecolor',[0.3 0.3 0.3])
axis([min(x1) max(x1) min(-x1*tan(theta)) max(hC-x1*tan(theta))])
```

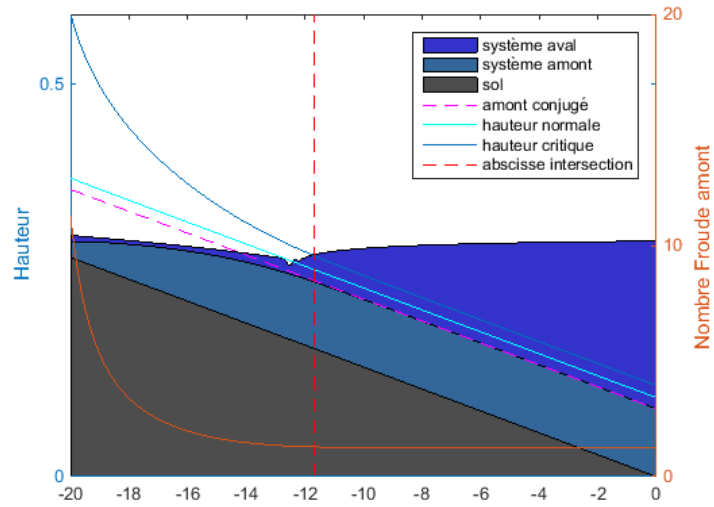


FIGURE 1 – Conjugaison d'une courbe de remous

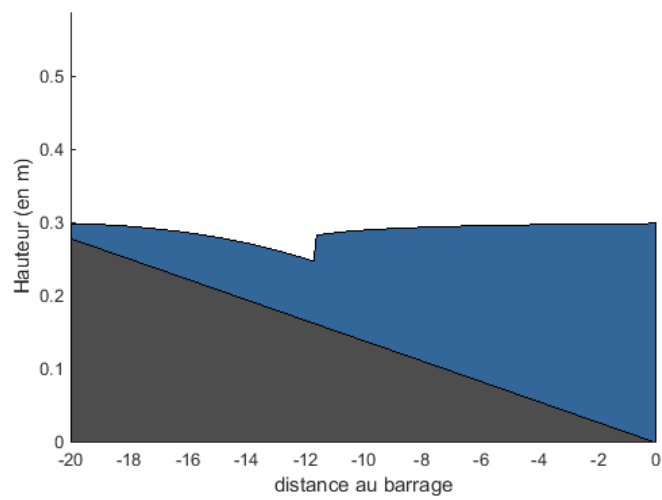


FIGURE 2 – Reconstruction du tirant d'eau