

# Ressaut hydraulique

## Exercice 1

Une rivière de montagne dont le lit est composé d'un gravier grossier ( $d_{90} = 200$  mm), arrive en plaine avec une transition brusque de pente de fond :  $i_{am} = 20,0$  ‰ et  $i_{av} = 0,5$  ‰. Sa largeur reste partout constante :  $B = 4$  m. Le débit en crue de cette rivière est de  $Q = 6$  m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Un pont, s'élevant 2,50 m au-dessus du lit de la rivière, est situé 140 m en aval de la transition de pente. Voir figure 1.

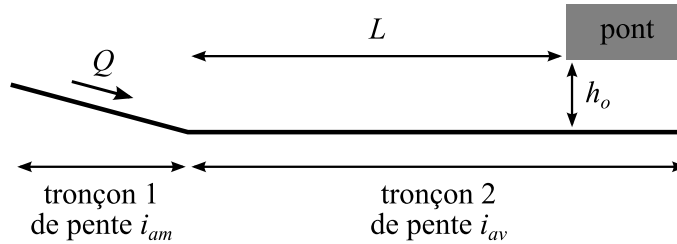


Figure 1 : schéma de l'aménagement.

1. Vérifier la sécurité du pont au passage de la crue.
2. Existe-il un ressaut hydraulique causé par la transition de pente ? Si oui, calculer sa position.

Indications :

- Pensez à estimer la rugosité du lit à l'aide du  $d_{90}$  et ainsi pouvoir utiliser une loi de frottement.
- Considérez les équations pour un canal infiniment large.
- Lorsqu'il y a passage brusque d'un régime supercritique à un régime subcritique, un ressaut se forme. Suivant les conditions hydrauliques, le ressaut peut se former dans la première partie de l'écoulement ou dans la seconde. Utiliser la méthode de la courbe conjuguée pour déterminer la position du ressaut

## Exercice 2

Un canal de section rectangulaire et de pente constante (0,5‰) est divisé en deux parties de 1 km de longueur chacune, et il se termine par un seuil de 1 m de hauteur. Dans la première partie, la largeur du canal est de 10 m et le lit est fait de graviers grossiers ( $d_{90} = 10$  cm). Dans la seconde partie, la largeur est de 5 m et le lit est fait de graviers plus fins ( $d_{90} = 1$  cm). Voir figure 2. Tracez l'allure de la courbe de remous. Le débit étant  $Q = 20$  m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>.

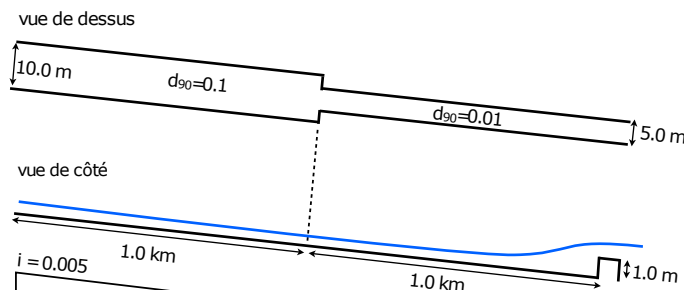


Figure 2 : schéma des deux biefs.

1. Donnez la hauteur critique pour chaque partie.
2. Donnez la hauteur normale pour chaque partie (le canal n'est pas supposé infiniment large).
3. Quel est la hauteur d'eau juste à l'amont du seuil ?
4. Quels régimes d'écoulement peut on observer ? Y a-t-il un ressaut hydraulique ?
5. Tracez l'allure de la courbe de remous, ainsi que les hauteurs critiques et normales.

### Exercice 3

Un lac de retenue est situé derrière un barrage de hauteur  $h_0$ . Les pentes de talus sont  $\phi = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale. Ce barrage est percé par une buse de vidange de diamètre  $D$  sur toute sa largeur comme le montre la coupe ci-dessous. La hauteur de plein bord est notée également  $h_0$ . Lorsque que la retenue est pleine, une vanne vidange le lac par l'intermédiaire de la buse. L'eau est déversée dans un canal de pente  $i$ , de largeur  $\ell$ , et de longueur  $L$ . Au bout du canal se trouve un seuil dont la pelle est  $p$ . Le canal est en gravier. Pour simplifier les calculs, on négligera l'effet de la largeur dans le calcul du rayon hydraulique (on supposera donc que la largeur est bien plus grande que la hauteur d'eau même si ce n'est pas le cas numériquement). Voir figure 3.

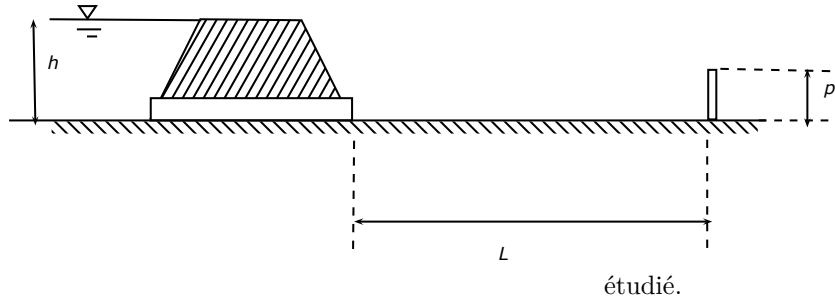


Figure 3 : schéma de l'aménagement

**Données :**

- la hauteur du barrage est  $h_0 = 10$  m ;
- la granulométrie du gravier du canal est  $d_{90} = 20$  mm ;
- le diamètre de la buse est  $D = 0,5$  m ;
- les longueur et largeur du canal sont respectivement  $L = 1000$  m et  $\ell = 5$  m ;
- la pelle vaut  $p = 1$  m et le seuil est dénoyé ;
- la pente du canal est  $i = 0,1$  %.

1. Calculez la force de pression totale par unité de largeur qui s'exerce sur la face amont du barrage lorsque la retenue est pleine d'eau. Faites l'application numérique.
2. En vous servant de la formule de Torricelli en déduire le débit transitant par la buse.
3. En supposant que le jet à la sortie de la buse occupe immédiatement toute la largeur du canal et que la vitesse reste identique, calculez la hauteur d'eau juste en aval de la buse ?
4. Calculez le coefficient de Manning-Strickler en vous servant de la formule de Jäggi. Pour la suite des calculs, on arrondira la valeur de  $K$  à la valeur entière la plus proche.
5. Calculez la hauteur normale dans le canal en considérant une loi de Manning-Strickler pour la résistance du lit (avec la valeur de  $K$  trouvée précédemment).
6. Calculez la hauteur critique dans le canal.
7. Quel est le régime d'écoulement une fois que l'eau a atteint un régime permanent uniforme ?
8. En négligeant toute dissipation d'énergie en amont du seuil, calculez la charge spécifique au niveau du seuil.
9. En déduire la hauteur d'eau juste à l'amont du seuil.
10. Tracez qualitativement la ligne d'eau (courbe de remous) en la plaçant correctement par rapport aux grandeurs caractéristiques. Commentez le graphique avec les caractéristiques essentielles de la ligne d'eau.