

# TRAVAUX PRATIQUES

## SEUIL EPAIS

### VANNE DE FOND

Les travaux pratiques "SEUIL EPAIS" et "VANNE DE FOND" ont pour but:

- de réaliser des mesures du niveau d'eau en canal plan horizontal pour différents régimes d'écoulement, notamment lorsqu'un ressaut hydraulique est présent.

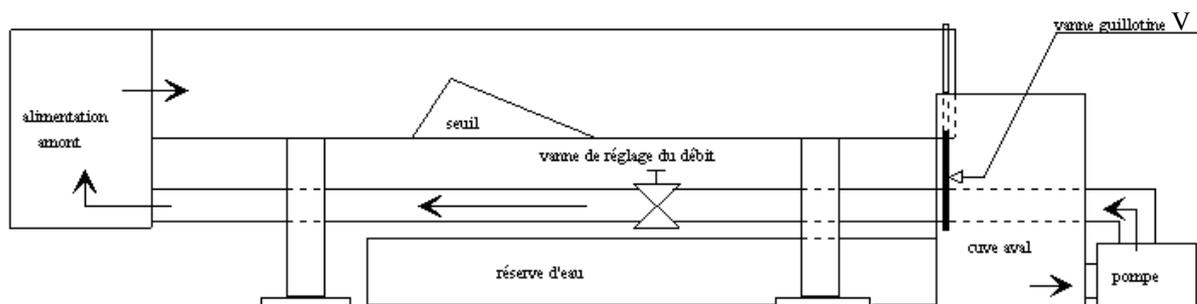
- de lier les différentes observations à l'évolution de certaines fonctions caractéristiques de l'hydraulique des canaux.

- de comparer les grandeurs obtenues expérimentalement à celles prédites par la théorie des écoulements à surface libre (cf cours) et d'analyser, le cas échéant, les raisons des différences observées.

Il est notamment conseillé de réfléchir à l'analogie entre ces écoulements et les écoulements de fluides compressibles ( nombre de Froude et nombre de Mach, ressaut et onde de choc, loi des débits maximum... ).

## 1. SEUIL EPAIS

### 1.1. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION



Une pompe alimente un canal rectangulaire horizontal de largeur  $B=25$  cm. Un "seuil épais", dont les caractéristiques géométriques sont fournies en annexe, est disposé sur le fond du canal. L'extrémité amont du canal est munie de plusieurs grilles de tranquillisation afin d'uniformiser l'écoulement entrant. L'extrémité aval du canal, quant à elle, dispose d'une vanne guillotine montante V, de hauteur réglable, qui permet de provoquer la formation d'un

ressaut hydraulique. Une pointe de mesure mobile permet de relever la ligne d'eau dans le canal en différents points. A l'extrémité aval du canal, l'eau s'écoule au-dessus de la vanne et tombe dans une cuve. Sur le circuit qui ramène l'eau à l'entrée du canal, une vanne manuelle permet de faire varier le débit d'eau envoyé, qui est mesuré à l'aide d'un débitmètre électronique.

## 1.2. MANIPULATION

1. En agissant sur la vanne V, observer et décrire tous les régimes d'écoulements possibles dans le canal : écoulement sans ressaut hydraulique, écoulement à veine dénoyée et écoulement à veine noyée. Expliquer pourquoi on n'observe pas la formation du ressaut lorsque la vanne est en position basse.

2. Régler le débit aux alentours de 20 l/s.

3. En agissant sur la vanne V, placer le ressaut entre les points I et J.

4. Relever le profil de la ligne d'eau à l'aide de la pointe de mesure.

5. Remplir le tableau fourni en annexe pour les différents points de mesure.

6. Tracer sur du papier millimétré :

- la ligne d'eau.
- la ligne de profondeur critique  $H_C$ .
- la ligne d'énergie spécifique  $E_S$ .
- la ligne de charge totale  $H_T$ .
- l'évolution du nombre de Froude  $Fr$ .
- l'évolution de la fonction impulsion  $F$ .

Discuter de l'allure de ces différentes courbes.

7. Tracer sur papier millimétré :

- $E(H)$  : énergie spécifique en fonction de la hauteur.
- $F(H)$  : impulsion totale en fonction de la hauteur.

Expliquer pourquoi ces fonctions présentent un minimum pour une valeur  $H_0$  particulière de  $H$  que l'on précisera. Démontrer et vérifier la formule :  $E_{Smin} = 3/2.H_0$ .

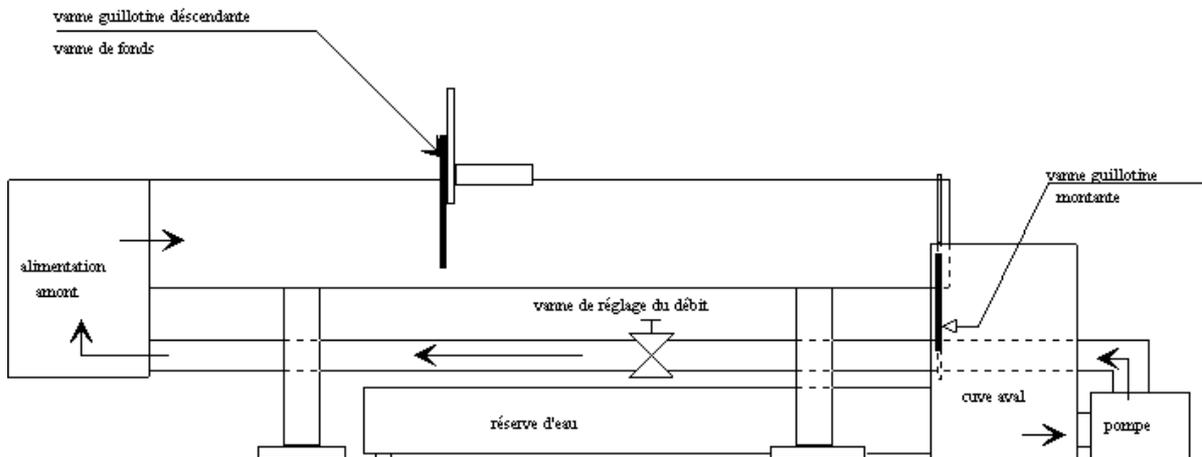
8. Calculer la hauteur d'eau en aval du ressaut (en se servant par exemple des caractéristiques au point I) et la comparer à celle mesurée. Procéder de même avec la longueur du ressaut ainsi qu'avec la perte de charge qu'il provoque.

9. Vérifier que tant que l'on reste en veine dénoyée la hauteur d'eau amont reste insensible aux variations de hauteur de la vanne aval et en expliquer la raison. Calculer en utilisant la valeur de  $H$  mesurée en amont du seuil la valeur du coefficient de débit  $\mu_d$ .

10. Se placer dans un régime de veine noyée ; observer et expliquer ce qu'il se passe maintenant lorsqu'on fait varier la hauteur de la vanne V. Calculer en utilisant les valeurs de  $H$  mesurées en amont et en aval du seuil la valeur du coefficient de débit  $\mu_n$ .

## 2. VANNE DE FOND

### 2.1. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION



Une pompe alimente un canal rectangulaire horizontal de largeur  $B=25$  cm. Cette pompe est équipée d'un variateur de fréquence (plage de fréquence de 30 Hz à 50 Hz) qui permet d'en modifier la vitesse de rotation et donc le débit, qui est mesuré à l'aide d'un débitmètre électronique. Une vanne guillotine descendante est disposée dans une section transversale de ce canal, à une distance  $A$  (hauteur de passe) du fond, de manière que l'eau s'écoule au-dessous (écoulement par vanne de fond). En amont du canal, une cuve munie d'un convergent permet de rendre l'écoulement uniforme en entrée. A l'extrémité aval du canal, l'eau s'écoule au-dessus d'une vanne montante et tombe dans une cuve. Une pointe de mesure mobile permet de relever la ligne d'eau dans le canal. Les deux vannes sont motorisées, ce qui permet de régler leur hauteur par l'intermédiaire d'un PC disposant d'un programme de pilotage.

Il est ici rappelé aux étudiants qu'une fermeture complète d'une des vannes (100%) résultera en l'arrêt de l'écoulement dans le canal. Par conservation du débit, celui-ci ne tardera donc pas à DEBORDER...

### 2.2. MANIPULATION

1. Régler à l'aide du variateur le débit à une valeur constante  $Q$ . Positionner la vanne descendante de manière à obtenir un écoulement par vanne de fond. En agissant sur la vanne aval, observer et décrire tous les écoulements possibles dans le canal : écoulement sans ressaut hydraulique, écoulement à veine dénoyée et écoulement à veine noyée. Expliquer pourquoi on n'observe pas la formation du ressaut lorsque la vanne est en position basse.

2. Veine dénoyée:

- Se placer à débit constant. Calculer la hauteur critique  $H_C$ . Relever à l'aide de la pointe de mesure la hauteur en quelques points afin de tracer l'évolution de l'énergie spécifique  $E_s$ , du nombre de Froude  $Fr$  et de la fonction impulsion  $F$  en fonction de  $x$ . Calculer la hauteur théorique en aval du ressaut et la comparer à celle expérimentalement observée. Procéder de même avec la longueur du ressaut ainsi qu'avec la perte de charge qu'il provoque.

- Pour différentes valeurs du débit  $Q$ , mesurer la charge amont  $H_1$  et la hauteur  $H$  de la section contractée.

- Comparer les coefficients de contraction  $m$  théoriques et expérimentaux.

Expliquer la différence éventuelle entre ces deux coefficients.

On rappelle :

qu'expérimentalement

$$H' = mA$$

que théoriquement

$$\frac{Q}{B} = q = mA \sqrt{1 + \frac{2gH_1}{\frac{mA}{H_1}}}$$

### 3. Veine noyée

On règle une fois pour toutes la vanne aval  $V$  de façon à obtenir pour tous les débits à mesurer un écoulement noyé.

- A hauteur de passe  $A$  constante, faire varier  $Q$ . Mesurer  $H_1$ ,  $H_2$ , et  $H'$ . Calculer  $H_C$  dans chaque cas.

- Tracer les courbes  $H_1(Q)$  et  $H_2(Q)$ .

- Calculer le coefficient de contraction  $m$  à l'aide de la formule semi-empirique :

$$\frac{Q}{B} = q = mA \sqrt{2g \left( H_1 + \frac{U_1^2}{2g} - H' \right)}$$

- Comparer les valeurs obtenues à celles de la veine dénoyée.

- Calculer, pour les débits testés, la valeur de l'énergie spécifique en amont ainsi qu'en aval de la vanne de fond. Comparer ces deux valeurs pour chaque débit. En tirer des conclusions sur la valeur de  $m$  calculée à l'aide de la formule ci-dessus.