

Expérience 03 : Écoulement Sur Des Déversoirs

1. INTRODUCTION

Page | 1

Un déversoir est une barrière sur toute la largeur d'une rivière ou d'un ruisseau qui modifie les caractéristiques de l'écoulement et entraîne généralement une modification de la hauteur du niveau d'eau. Plusieurs types de déversoirs sont conçus pour être appliqués dans des canaux naturels et des canaux de laboratoire. Les déversoirs peuvent être à crête large, à crête courte ou à crête pointue. Les déversoirs à crête pointue, communément appelés échancrures, sont fabriqués à partir de plaques minces à arêtes vives. La relation entre le débit et la profondeur de l'eau au-dessus du déversoir peut être dérivée en appliquant l'équation de Bernoulli et en faisant certaines hypothèses concernant la perte de charge et la répartition de la pression du débit passant au-dessus du déversoir. Un coefficient de débit doit être déterminé expérimentalement pour chaque déversoir pour tenir compte des erreurs d'estimation du débit qui sont dues à ces hypothèses.

2. APPLICATION PRATIQUE

Les déversoirs sont couramment utilisés pour mesurer ou réguler le débit des rivières, des ruisseaux, des canaux d'irrigation, etc. L'installation d'un déversoir dans un système de canaux ouverts entraîne la formation d'une profondeur critique au-dessus du déversoir. Puisqu'il existe une relation unique entre la profondeur critique et le débit, un déversoir peut être conçu comme un dispositif de mesure du débit. Des déversoirs sont également construits pour élever le niveau d'eau dans un canal afin de détourner le débit vers les systèmes d'irrigation situés à des altitudes plus élevées.

3. OBJECTIF

Les objectifs de cette expérimentation sont de :

- a) Déterminer les caractéristiques d'écoulement sur un déversoir rectangulaire et triangulaire, et
- b) Déterminer la valeur du coefficient de débit pour les deux échancrures.

4. MÉTHODE

Les coefficients de débit sont déterminés en mesurant la hauteur de la surface de l'eau au-dessus du fond de l'échancrure et le débit correspondant. Les caractéristiques générales de l'écoulement peuvent être déterminées par observation directe.

5. ÉQUIPEMENT

L'équipement suivant est nécessaire pour effectuer l'expérience d'écoulement sur les déversoirs :

- Banc hydraulique ;
- Déversoirs rectangulaires et triangulaires ;
- Limnimètre à vernier ; et
- Chronomètre.

6. DESCRIPTION DE L'ÉQUIPEMENT

L'écoulement au-dessus de l'appareil de déversoir comprend les éléments suivants qui sont utilisés en conjonction avec le canal d'écoulement dans le dessus de banc moulé du banc hydraulique (Figure 1).

Une combinaison d'un déflecteur de tranquillisation et de la buse d'entrée pour favoriser des conditions d'écoulement fluides dans le canal.

Un crochet vernier et une jauge à pointe, montés sur un porte-instruments, pour permettre la mesure de la profondeur d'écoulement au-dessus de la base de l'échancrure.

Les échancrures de déversoir qui sont montées dans un support à l'extrémité de sortie du canal d'écoulement.



Figure 1 Banc hydraulique et dispositif de déversoir

7. THÉORIE

La profondeur de l'eau au-dessus de la base d'un déversoir est liée au débit qui le traverse ; par conséquent, le déversoir peut être utilisé comme dispositif de mesure du débit. Les relations de débit sur les déversoirs peuvent être obtenues en appliquant l'équation d'énergie d'un point bien en amont du déversoir à un point juste au-dessus de la crête du déversoir. Cette approche nécessite un certain nombre d'hypothèses et donne les résultats suivants :

- Pour un déversoir triangulaire (Figure 2a) :

$$Q = C_d \frac{8}{15} \sqrt{2g} \times tg \frac{\theta}{2} \times H^{5/2} \quad (1)$$

- Pour un déversoir rectangulaire (Figure 2b) :

$$Q = C_d \frac{2}{3} \sqrt{2g} \times H^{3/2} \quad (2)$$

Où :

- Q : débit ;
- H : hauteur au-dessus de la base du déversoir ;
- b : largeur du déversoir rectangulaire (échancrure Rectangulaire) ;

- θ : angle du déversoir triangulaire (échancrure triangulaire ;
- C_d : coefficient de décharge pour tenir compte des effets des hypothèses simplificatrices dans la théorie, qui doit être déterminé expérimentalement.

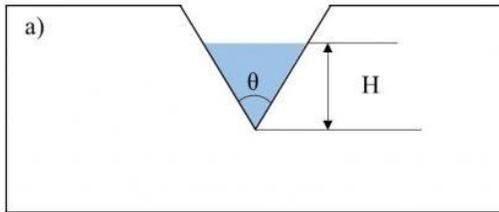
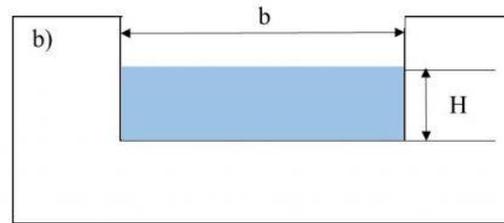


Figure 2 : (a) Déversoir triangulaire,



(b) Déversoir rectangulaire

- Pour une échancrure en V

$$C_d = \frac{15Q}{8\sqrt{2g} \times \operatorname{tg}\left(\frac{\theta}{2}\right) \times H^{5/2}} \quad (3)$$

- Pour une échancrure R :

$$C_d = \frac{3Q}{2\sqrt{2g} \times b \times H^{3/2}} \quad (4)$$

8. PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE

Cette expérience sera réalisée en suivant les étapes suivantes :

- Assurez-vous que le banc hydraulique est positionné de sorte que sa surface soit horizontale. Ceci est nécessaire car l'écoulement au-dessus de l'échancrure est entraîné par la gravité.
- Montez la plaque d'échancrure rectangulaire sur le canal d'écoulement et positionnez le déflecteur de tranquillisation comme illustré à la Figure 3.
- Allumez la pompe et ajustez légèrement le contrôle du débit pour remplir d'eau le canal en amont du déversoir.
- Éteignez la pompe lorsque l'eau commence à s'écouler par-dessus du déversoir.
- Attendez quelques minutes pour permettre à l'eau de se déposer.
- Nivelez la jauge de point avec le niveau d'eau dans le canal. Enregistrez la lecture comme h_0 .

Remarque : Pour mesurer la hauteur de référence de la base de l'échancrure (h_0), positionnez le porte-instruments comme indiqué sur la Figure 3. Ensuite, abaissez soigneusement la jauge jusqu'à ce que le

point soit juste au-dessus de la base de l'échancrure, et verrouillez la vis de réglage grossier. Ensuite, en utilisant le réglage fin, ajustez la jauge jusqu'à ce que la pointe touche juste la surface de l'eau et prenez une lecture en faisant attention de ne pas endommager l'échancrure.

Page | 5

- Réglez la jauge de point pour lire 10 mm de plus que la référence.
- Enregistrez la lecture comme h.
- Allumez la pompe et ajustez légèrement le débit jusqu'à ce que le niveau d'eau coïncide avec la jauge de point. Vérifiez que le niveau s'est stabilisé avant de prendre des lectures.
- Mesurer le débit à l'aide du réservoir volumétrique.
- Observez la forme de la nappe et prenez-en des photos.

Remarque : La surface de l'eau s'abaissera à l'approche du déversoir. Ceci est particulièrement visible à des débits élevés par des charges élevées. Pour obtenir une mesure précise du niveau d'eau non perturbé au-dessus de la crête du déversoir, il est nécessaire de placer la jauge de mesure à une distance d'au moins trois fois la hauteur au-dessus du déversoir.

- Augmentez le débit en ouvrant la vanne de régulation du banc pour régler les charges au-dessus du niveau de référence par incréments de 10 mm jusqu'à ce que la vanne de régulation soit complètement ouverte. Veiller à ce qu'aucun déversement ne se produise sur le dessus de la plaque adjacent à l'échancrure. A chaque condition, mesurer le débit et observer la forme de la nappe.

Remarque : Pour obtenir un résultat suffisamment précis, prélevez environ 25 litres d'eau à chaque fois, ou prélevez l'eau pendant au moins 120 secondes.

- Fermez la vanne de régulation, arrêtez la pompe, puis remplacez le déversoir par l'échancrure en V.
- Répétez l'expérience avec la plaque de déversoir à échancrure en V, mais avec des incréments de 5 mm dans l'élévation de la surface de l'eau.
- Recueillez sept relevés de charge et de débit pour chaque déversoir.

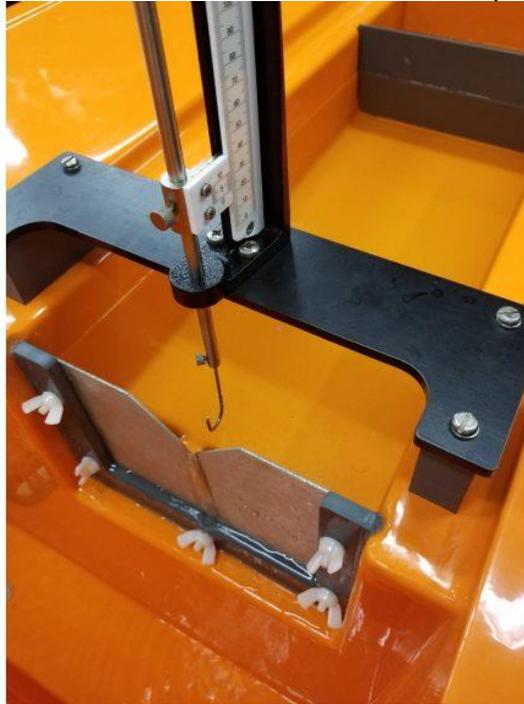


Figure 3 : Position de l'échancrure et de la jauge de hauteur Vernier pour régler la référence.

9. RÉSULTATS ET CALCULS

9.1. RÉSULTAT

Utilisez les tableaux suivants pour enregistrer vos mesures. Enregistrez toutes les observations de la forme et du type de nappe, en accordant une attention particulière à savoir si la nappe s'accrochait ou se dégageait, ainsi qu'à la contraction finale et au changement général de forme. (Voir Figure 4 pour classer la nappe).

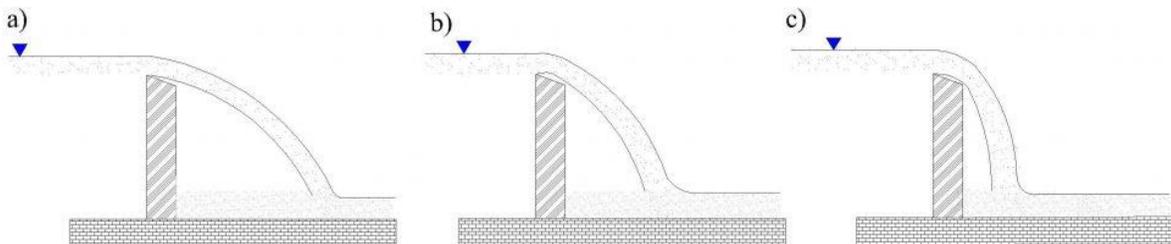


Figure 4 : Types de nappes : a) Nappe claire jaillissante, b) Nappe déprimée et c) Nappe adhérente

Tableau de données : déversoir à échancrure Rectangulaire

Page | 7

N° d'essai	Hauteur de référence $h_0(m)$	Hauteur de la Surface de l'eau $h(m)$	Volume collecté (L)	Temps de Collecte (s)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Tableau de données : déversoir à échancrure triangulaire (en V)

N° d'essai	Hauteur de référence $h_0(m)$	Hauteur de la Surface de l'eau $h(m)$	Volume collecté (L)	Temps de Collecte (s)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

9.2. CALCULS

Les dimensions suivantes de l'équipement peuvent être utilisées dans les calculs appropriés :

- Largeur de l'échancrure rectangulaire $b = 0,05 \text{ m}$
- Angle de l'échancrure en V, $\theta = 90^\circ$

- Calculez le débit (Q) et la charge (h) pour chaque expérience et enregistrez-les dans les tableaux de résultats.
- La profondeur de l'eau H au-dessus du déversoir est la **différence entre chaque relevé de niveau d'eau et le relevé de référence**, c'est-à-dire :

$$H = h - h_0$$

- Calculez respectivement $H^{5/2}$ et $H^{3/2}$ pour les échancrures triangulaires et rectangulaires.
- Pour chaque mesure, calculez les valeurs expérimentales des déversoirs à échancrure triangulaire et rectangulaire, en utilisant les équations 3 et 4, respectivement.
- Enregistrez vos calculs dans les tableaux de résultats.

Tableau des résultats : déversoir à échancrure Rectangulaire

N°	H (m)	Volume collecté m^3	Débit (m^3/s)	$H^{3/2}$	Coefficient de débit expérimental $C_{d\ exp}$	Coefficient de débit théorique $C_{d\ théo}$	Erreur %
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

Tableau des résultats : déversoir à échancrure triangulaire (en V)

N°	H (m)	Volume collecté m^3	Débit m^3/s	$H^{5/2}$	Coefficient de débit expérimental $C_{d\ exp}$	Coefficient de débit théorique $C_{d\ théo}$	Erreur %
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							

10. RAPPORT

Utilisez le modèle fourni pour préparer votre rapport de laboratoire pour cette expérience. Votre rapport doit inclure les éléments suivants :

- Tableau(x) de données
- Tableau(x) de résultats
- Graphique(s)
- Dessins schématiques ou photos des nappes observées lors de chaque expérience, avec indication de leur type.
- Tracez un graphique
 - De Q (**axe y**) en fonction $H^{3/2}$ (**axe x**) pour le **déversoir à échancrure rectangulaire**
 - Et Q (**axe y**) en fonction $H^{5/2}$ (**axe x**) pour le **déversoir à échancrure triangulaire**.

- Utilisez une fonction linéaire pour tracer le meilleur ajustement et exprimez la relation entre Q et H^n et sous la forme : $Q = mH^n$ dans laquelle la valeur de l'exposant n est de 1,5 pour le déversoir rectangulaire et de 2,5 pour le déversoir triangulaire.
- Calculer les coefficients de décharge C_d (méthode théorique) à l'aide des **équations 5 et 6**.
- Enregistrer les valeurs de C_d calculées à partir de la **méthode théorique** dans les tableaux de résultats.

- Pour une échancrure rectangulaire :

$$C_d = \frac{m}{\frac{3}{2} \sqrt{2gb}} \quad (5)$$

- Pour une échancrure triangulaire :

$$C_d = \frac{m}{\frac{8}{15} \sqrt{2g} \times \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}} \quad (6)$$

- **Comparez** les résultats expérimentaux à la théorie en **calculant le pourcentage d'erreur**.
- Quelles sont les limites de la théorie ?
- Pourquoi vous attendez-vous à une plus grande variation des valeurs de C_d à des débits inférieurs ?
- Comparez les résultats pour C_d des déversoirs utilisés dans cette expérience avec ceux que vous pouvez trouver dans une source fiable (par exemple, des manuels).
- Incluez dans votre rapport une copie des tableaux ou des graphiques que vous avez utilisés pour les valeurs théoriques de C_d .
- Discutez de vos observations et de toute source d'erreurs dans le calcul de C_d .