

ETUDE EXPERIMENTALE SUR L'INFLUENCE DE LA FORME GEOMETRIQUE D'UN DEVERSOIR À PROFIL TRIANGULAIRE SUR L'ÉCOULEMENT (VARIATION DU TALUS DES DEVERSOIRS)

Brakeni A.

abrakeni@yahoo.fr

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Appliquée et Environnement (LR-HAE)
Département d'Hydraulique (Université de Bejaia)

1. INTRODUCTION

L'eau est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé. Elle jouit ses derniers temps d'une place importante dans les programmes des gouvernements. En raison de la demande croissante sur les ressources en eau et les coûts, l'ingénieur hydraulicien s'est toujours donné comme objectif la mobilisation, la bonne utilisation de cette ressource de développement.

L'un des principaux moyens permettant l'utilisation rationnelle de l'eau consiste à contrôler les débits destinés aux consommateurs d'une façon rationnelle et sans gaspillage. Les moyens de mesure de débit sont actuellement nombreux, mais le choix de type reste une problématique. C'est pour cela que plusieurs scientifiques chercheurs se sont intéressés à ce type d'ouvrages tels que : Horton, Bazin, Crump, Phillipov... et ils ont réalisés beaucoup de travaux et d'études sur les écoulements à travers ces déversoirs, pour définir les meilleurs profils.

Ce travail consiste à étudier les écoulements à travers les déversoirs à profil triangulaire ayant des pentes différentes pour connaître les caractéristiques de chaque écoulement (dénoyé et noyé), à savoir les coefficients de débit, de vitesse pour l'écoulement dénoyé et de submersion pour l'écoulement noyé, ainsi que les erreurs effectués sur ces variantes.

Le facteur économique est aussi incontournable dans tout projet d'aménagement hydrotechnique, dans cette optique la détermination de la géométrie optimale pour ce type d'ouvrage s'impose.

2. DESCRIPTION ET METHODOLOGIE EXPERIMENTALE

La boucle d'essai utilisée comprend un canal de longueur de 5m, de largeur 0.075m et d'une hauteur 0.20m, une pompe axiale d'un débit de 2.8 l/s. Pour calculer le débit dans le canal, nous évaluons le débit massique traversant le déversoir pendant un temps T, la mesure de la hauteur de la lame déversante est faite à l'aide d'un limnimètre. Pour chaque débit on effectue trois mesures de temps T, de la hauteur de la lame déversante pour l'écoulement dénoyé et noyé. Une fois le débit Q, le temps T et la lame déversante sont connues on procède au calcul des coefficients de débit, de vitesse et de submersion pour les deux régimes d'écoulement par les formules suivantes.

2.1. Ecoulement dénoyé [1], [4]

- Coefficient de débit C_d :
$$C_d = \frac{Q}{b\sqrt{g}h_0^{3/2}}$$
- Coefficient de vitesse C_v :
$$C_v = \left(\frac{h_0}{h}\right)^{3/2}$$

2.2. Ecoulement noyé

- Coefficient de submersion σ_s

Le coefficient de submersion est calculé par la formule de Bazin suivante :

$$\sigma_s = \left(1.05 + 0.8 \frac{\Delta}{h_d} \right) \sqrt[3]{\frac{z}{h_0}}$$

Avec h_0 : hauteur de chute totale
 z : chute géométrique
 Δ : remontée du niveau aval
 h_d : hauteur du déversoir

3. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES CARACTERISTIQUES DE L'ECOULEMENT DENOYE

3.1. Déversoir de Crump (2:5)

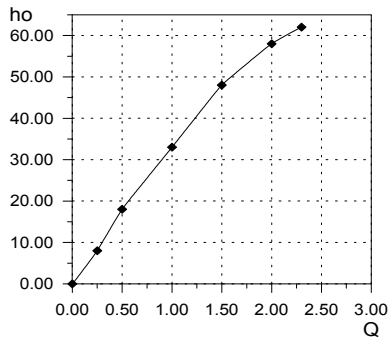


Fig.1.courbe d'étalonnage débit hauteur de chute totale

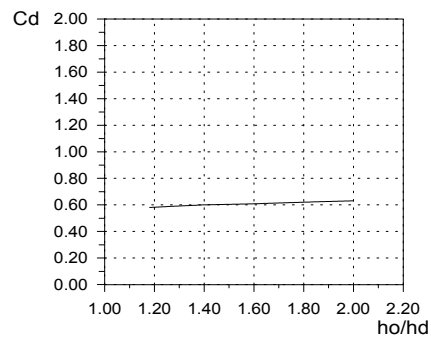


Fig.2. Variation de c_d en fonction de h_0/h_d

3.2. Déversoir de talus (2:2)

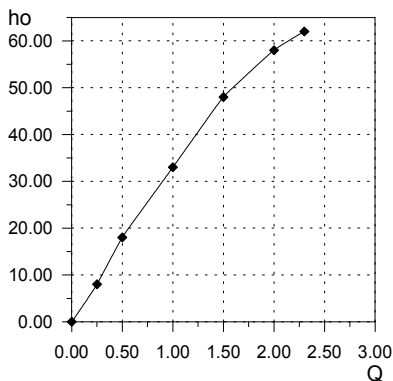


Fig.3. courbe d'étalonnage débit hauteur de chute totale

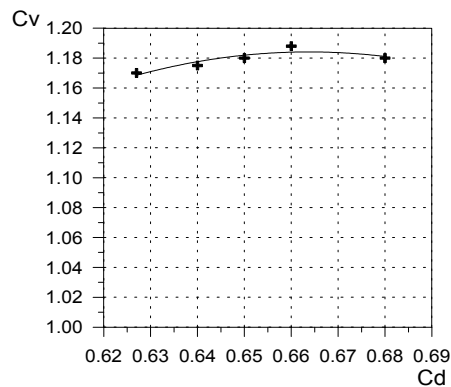


Fig. 4. Variation de C_d en fonction de C_v

4. REPRESENTATION GRAPHIQUE DES CARACTERISTIQUES DE L'ÉCOULEMENT NOYÉ

Déversoir de Crump (2:5)

Déversoir triangulaire de talus (2:2)

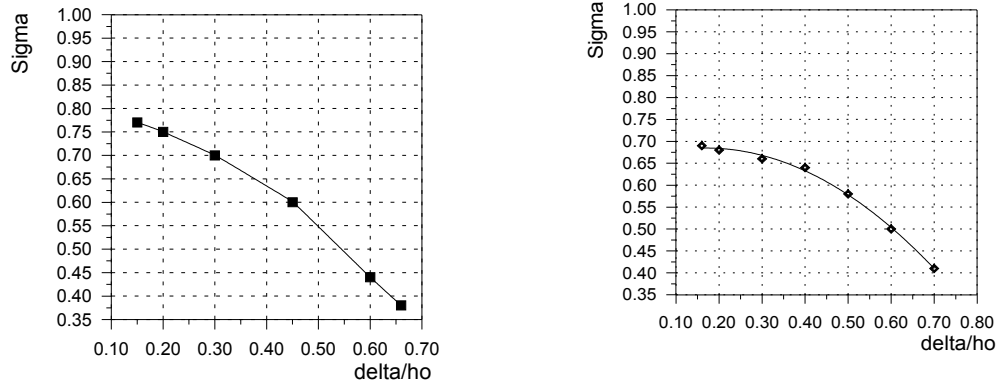


Fig.5. Variation de sigma en fonction de delta/ho pour le déversoir de Crump et triangulaire (2 :2)

5. INTERPRETATION DES COURBES CARACTERISTIQUES DE L'ÉCOULEMENT

Les courbes caractéristiques obtenues pour chaque cas d'écoulement et chaque type de déversoir considéré ont pratiquement la même allure avec une légère différence. Afin de comparer les performances de chaque déversoir utilisé, nous avons calculé les erreurs sur le calcul des débits et le mesurage des hauteurs. Il faut noter que l'erreur totale sur la détermination des débits dénoyé et noyé pour le cas d'un écoulement à travers le déversoir de Crump est de 3.06 et 4.00 ; et pour le déversoir triangulaire de talus (2 :2) est de 3.01 et 4.10.

Les valeurs moyennes du coefficient du débit C_d des deux déversoirs étudiés sont très proches et varient dans les mêmes intervalles, pour Crump entre 0.626 et 0.665 et pour le déversoir triangulaire (2:2) entre 0.627 et 0.684.

Les valeurs moyennes du coefficient de vitesse C_v sont déterminées avec un faible écart, pour le déversoir de Crump entre 1.162 et 1.190 et pour le déversoir triangulaire (2 :2) entre 1.152 et 1.185. On remarque que les erreurs sont très proches dans les deux cas, ceci atteste la bonne concordance des résultats.

6. Déversoir triangulaire dénoyé de talus 2:3

variation de c_d en fonction de c_v

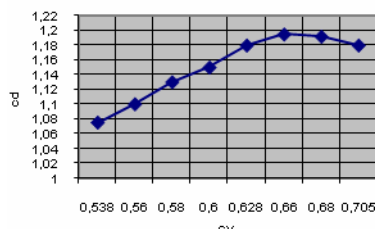


Fig.6. courbe d'étalonnage débit/hauteur de chute

courbe d'étalonnage débit/hauteur de chute

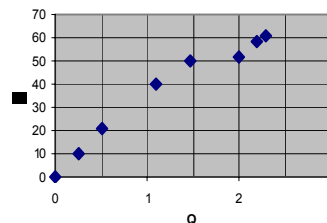


Fig.7 Variation de C_v en fonction e C_d

7. Déversoir hydrodynamique dénoyé

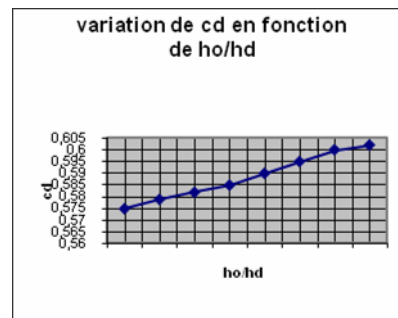
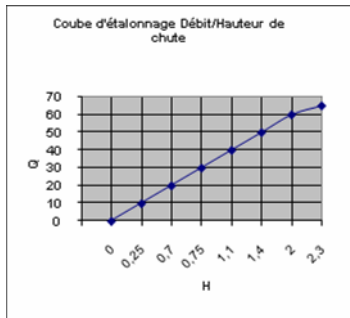


Fig.8. Courbe d'étalonnage débit-hauteur de chute **Fig.9.** Variation de C_d en fonction de h_o/h_d

8. Représentation graphique des caractéristiques de l'écoulement noyé

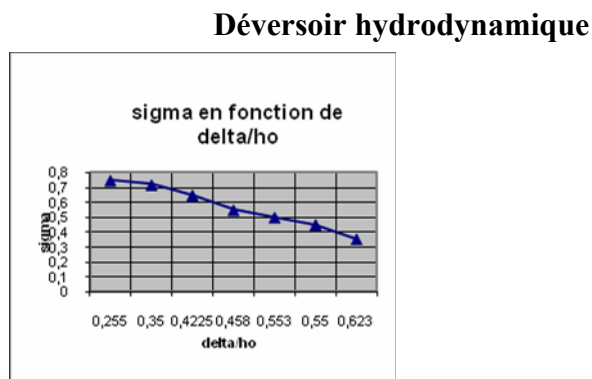
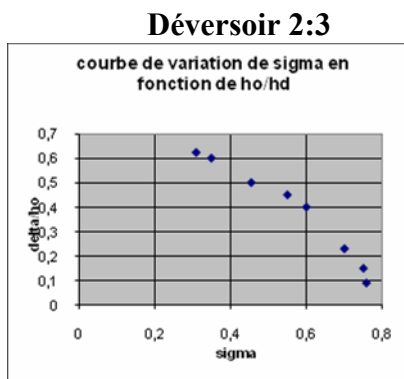


Fig.10. Courbe de variation de σ_s en fonction de Δ/h_o

9. INTERPRETATION DES COURBES CARACTERISTIQUES DE L'ÉCOULEMENT NOYÉ

Les courbes $\sigma_s = f(\Delta/h_o)$ présentent des allures paraboliques, d'après les résultats obtenus, on constate que le coefficient de submersion est inversement proportionnel au rapport Δ/h_o .

Il faut noter que l'erreur totale sur la détermination des débits dénoyé et noyé pour le cas d'un écoulement à travers le déversoir de talus (2 :3) est de 3.14 et 4.05; et pour le déversoir hydrodynamique est de 3.00 et 4.15.

10. ELABORATION D'UN MODELE EMPIRIQUE DU CALCUL DE COEFFICIENT DE SUBMERSION[2], [3]

Pour le cas des écoulements à travers les déversoirs, les coefficients de débit, de vitesses et de submersion ne sont pas régit par des théorèmes.

C'est pour cela, que dans le cadre de cette étude, on à élaborer un modèle empirique pour le calcul du coefficient de submersion, en se basant sur les résultats des expériences effectuées sur le déversoir de Crump, mais qui pourra être utilisé ainsi pour le calcul des déversoirs à profil triangulaire. On se basera sur le modèle empirique proposé par Bazin pour les déversoirs à profil triangulaire.

$$\sigma_s = (1.05 + 0.8 \frac{\Delta}{h_d}) * \sqrt[3]{z/h_o}$$

Donc le modèle élaboré aura la forme suivante :

$$\sigma_s = (A + B \frac{\Delta}{h_d}) * \sqrt[3]{z/h_o} \quad (\text{Avec A et B sont des constantes numériques})$$

L'élaboration du modèle consiste à déterminer les valeurs numériques des constantes A et B à partir des graphes :

$$\frac{\sigma_s}{\sqrt[3]{z/h_o}} = f(\frac{\Delta}{h_d}) \quad \text{ce qui donne :} \quad \frac{\sigma_s}{\sqrt[3]{z/h_o}} = A + B * \frac{\Delta}{h_d}$$

C'est la formule d'une droite qui passe par l'origine, les constantes A et B se déterminent comme suit :

- ✓ La constante A se détermine à partir des graphes, c'est l'intersection des droites tracées avec l'axe des ordonnées.
- ✓ La constante B se détermine à partir d'un calcul, c'est la pente des droites tracées.
- ✓ Pour tracer les graphes, on calcul les valeurs pour les différents débits.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 1 suivant. :

Tableau 1 : Variation de $\frac{\sigma_s}{\sqrt[3]{z/h_o}}$ en fonction de $\frac{\Delta}{h_d}$ pour le débit Q_1

	$Q_1 = 2.3 \text{ l/s}$		
$\frac{\sigma_s}{\sqrt[3]{z/h_o}}$	1.13	1.45	2.02
$\frac{\Delta}{h_d}$	0.440	0.750	1.60

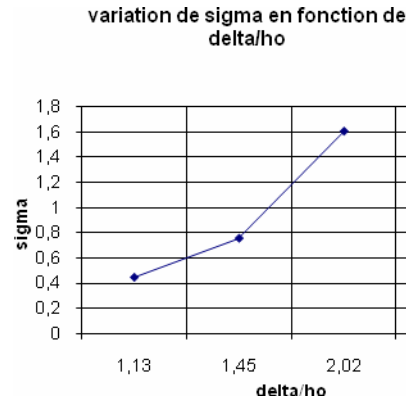


Fig.11. graphe de la variation de $\frac{\sigma_s}{\sqrt[3]{z/h_o}}$ en fonction de $\frac{\Delta}{h_d}$

$$A_1=0.452 \quad , \quad B_1=\frac{2.02-1.13}{1.60-0.44} = 0.767$$

Donc le modèle élaboré : $\sigma_s = (0.452+0.767\frac{\Delta}{h_d}) * \sqrt[3]{z/h_o}$.

11. CONCLUSION

Notre étude a porté sur un travail expérimental de caractère physique et hydrodynamique des écoulements à travers les déversoirs à profil triangulaire et le déversoir hydrodynamique ; ces deux types de déversoirs présentent pratiquement les mêmes caractéristiques hydrodynamiques.

Mais sur le plan physique le déversoir à profil triangulaire hydrodynamique permet une chute plus importante, ce qui provoque une diminution du coefficient de débit.

La submersion des déversoirs étudiés permet un écoulement fluvial avec de très faibles débits, dans notre étude il était difficile d'obtenir des écoulements complètement submergés, vue la hauteur réduite du canal.

Les résultats obtenus sont d'une assez bonne précision, ce qui permet d'élaborer un modèle empirique pour le coefficient de submersion sur la base de la formule de Bazin.

Cette étude expérimentale nous à permis encore une fois de mettre en évidence que les déversoirs à profil triangulaire peuvent être utilisés comme jaugeurs parfaits car ils assurent un écoulement permanent avec une erreur très négligeable sur le calcul de débit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Crump. « Weir-two dimensional study of discharge Characteristics: Report NINT 52/ Hydraulics research station »-Wallingford, 1966.
- [2] ISO 4360 «Liquid flow measurement in open channels triangular profile weir» (first revision),Geneva, 1984.
- [3] White W.R. « The triangular profile Crump weir. Re-examination of discharge characteristics».Report next 477/Hydraulics research station- Wallingford-England, 1970.
- [4] Bazin H. « Expériences nouvelles sur l'écoulement par déversoirs ».Paris, 1999