

CONTRIBUTION A L'ETUDE EXPERIMENTALE DU RESSAUT HYDRAULIQUE CONTROLE PAR SEUIL DANS UN CANAL RECTANGULAIRE A PENTE VARIABLE

(¹)GHOMRI.Ali, (²)KATEB.Samir, (³)RIGUET.Ferhat

(¹) Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface 'LARHYSS'
UNIVERSITE HAMMA LAKHDAR EL OUED.

(²) Laboratoire de Recherche exploitation et valorisation des ressources naturelles en zone arides

Université de Kasdi Merbeh-Ouargla.

(³) Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface 'LARHYSS'
UNIVERSITE HAMMA LAKHDAR EL OUED.

(¹)alighomri@yahoo.fr

Abstract— the aim of this study is to contribute to the experimental study of hydraulic threshold control in a variable slope rectangular channel. a functional relation, in adimensional term, linking the different characteristics of the projection, showing the effect of the slope, is obtained.

Keywords— Hydraulic jump, rectangular channel, positive slope, open channels.

Introduction L'étude du ressaut hydraulique classique dans les canaux prismatiques à pente variable a été abordé par Cherhabil (2010) [4] ; et celles de Debabeche, Charhabil, Hafnaoui et Achour (2009) [5] qui ont analysés l'effet de la pente sur le ressaut hydraulique en canal triangulaire. L'étude de Cherhabil et Debabeche (2016) [1] ; Kateb, Debabeche et Riguet (2015) [3] ont présenté les importantes caractéristiques du ressaut hydraulique dans le canal trapézoïdal incliné. ; Kateb, Debabeche, Benmalek (2013) [14] ont étudié l'effet de la marche positive sur le ressaut hydraulique évoluant dans un canal trapézoïdal.

Les ouvrages de retenue, tels que les barrages hydrauliques, sont souvent soumis à de fortes crues. Dans les périodes de crues, la retenue étant pleine, l'eau est restituée à travers un évacuateur de crue vers la rivière. Le lit de la rivière se trouve alors confronté à un écoulement torrentiel à forte énergie cinétique. Celle-ci engendre des forces tractrices néfastes par leur caractère érosif. Afin d'éviter d'importantes modifications du lit de la rivière situé à l'aval du barrage, il serait nécessaire de dissiper cette énergie. Le moyen le moins onéreux et le plus pratique est certainement le ressaut hydraulique. Le principe consiste à transformer l'écoulement torrentiel en un écoulement fluvial engendrant une diminution des forces tractrices. La présente d'étude s'intéresse à l'analyse et l'étude expérimentale du ressaut hydraulique contrôlé par seuil dans un canal rectangulaire à pente positive. Nous présentons à travers cette étude, des relations fonctionnelles en terme adimensionnels liant la pente du canal aux caractéristiques du ressaut hydraulique.

1.DESCRPTION DU PROTOCOLE EXPERIMENTALE

Le modèle physique qui nous a servi de banc d'essai Figure 1 et photo 1 est constitué essentiellement d'un canal

rectangulaire de 10 mètres de longueur, de 25 centimètres de largeur et de 50 centimètres de profondeur alimenté par le moyen d'une conduite circulaire de 150 mm de diamètre. Cette dernière est raccordée au canal par le biais d'une boîte métallique fermée, sur laquelle est insérée un convergent en tôle de section rectangulaire débouchant directement dans le canal, mais l'existence d'une plaque courbée et fixée au fond de l'extrémité amont du canal nous a obligé de placer une vanne murale photo 2 juste après cet obstacle. Le convergent, et la partie du canal à l'amont de la vanne murale constituent la boîte en charge photo 4 qui assure la grande vitesse de l'écoulement incident. L'emplacement de cette vanne servira à régler la hauteur de l'écoulement incident h_1 du ressaut mais elle a causé le débordement de l'eau dans la boîte en charge lors de passage aux grands débits.

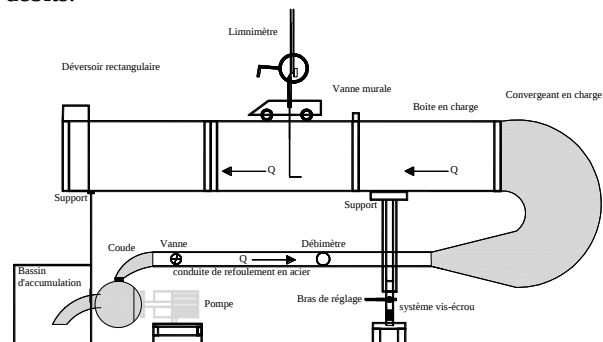


Figure 1 : schéma du montage de dispositif utilisé dans le mode expérimental



Photo1: canal d'expérimentation



Photo 2: de la Vanne murale
Vue de dessus

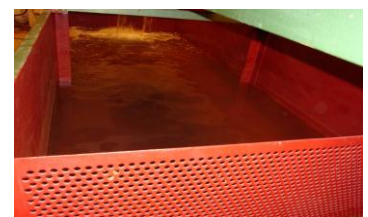


photo 3 : bassin d'accumulation



Photo 4 : la boîte en charge



Photo5 : vanne de réglage et pompe

L'ensemble fonctionne en circuit fermé dans lequel est inséré une pompe axiale photo 5 débitant jusqu'à 44l/s, puisant l'eau d'un bassin d'accumulation photo 3, on augmente le débit à l'aide d'une vanne photo 5. À l'extrémité aval du canal, on a placé un déversoir rectangulaire sans hauteur de pelle avec contraction latérale, permettant la mesure directe de débit. Le coté amont du canal est posé sur un système de vis écrou filetage pour nous permettre de varier la pente du canal.

2. Les mesures du débit

Le débit volume Q , l'angle d'inclinaison α ainsi que la profondeur h_2 sont les seules grandeurs qui nécessitent un appareillage spécifique pour les mesurer. la longueur du ressaut, la longueur du rouleau et le pied du ressaut sont simplement mesurées à l'aide d'un ruban gradué, la hauteur h_1 du ressaut est assimilée à l'ouverture de la vanne du fond placée à l'amont du canal.

3. Mesure de l'angle d'inclinaison Comme on l'a dit précédemment, la partie amont du canal est posé sur un système vis-écrou qui donne la possibilité pour le baisser ou l'élever à l'aide d'un bras métallique qui fait tourner le vis et par conséquent la pente du canal varie, l'appareil du niveau topographique photo 7 nous a permis de mesurer l'angle d'inclinaison du canal.



Photo 6 : système vis-écrou utilisé pour la variation de la pente du canal



Photo 7 : l'appareil du niveau topographique

L'analyse des résultats expérimentaux obtenus, permet de déterminer expérimentalement l'effet de la pente du canal sur les caractéristiques du ressaut hydraulique à savoir les hauteurs conjuguées h_1 et h_2 du ressaut hydraulique. Cette analyse nous permettra à trouver des relations fonctionnelles du rapport Y de la forme $Y = f(F_1, \alpha)$. L'utilisation des mesures expérimentales nous aurait permis à vérifier la validation de ces relations.

4-RESULTATS EXPERIMENTAUX

- **Variation du rapport des hauteurs conjuguées en fonction du nombre de Froude**

Les figures 2 jusqu'au 6 montrent la variation du rapport des hauteurs conjuguées $Y = h_2/h_1$ en fonction du nombre de Froude pour cinq angles distincts d'inclinaison α tels que : $\text{tg}(\alpha) = 0.00, 0.005, 0.01, 0.015, 0.02$

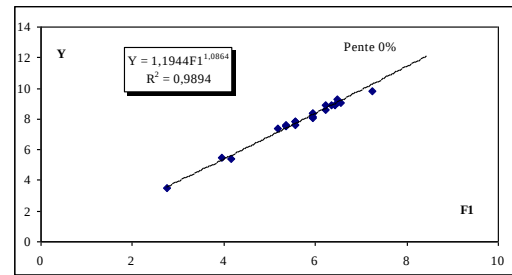


Figure 2 : variation du rapport $Y = h_2/h_1$ en fonction de nombre de Froude F_1

Pour $\text{tg}(\alpha) = 0,0$ (■) points expérimentaux ; (—) courbe d'ajustement

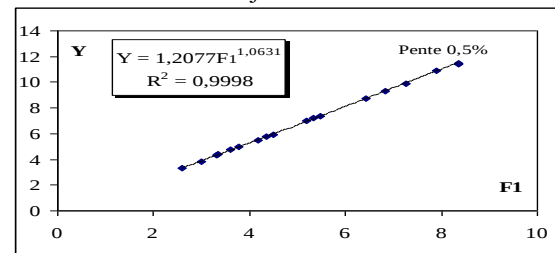


Figure 3 : variation du rapport $Y = h_2/h_1$ en fonction de nombre de Froude F_1

Pour $\text{tg}(\alpha) = 0,005$ (■) points expérimentaux ; (—) courbe d'ajustement

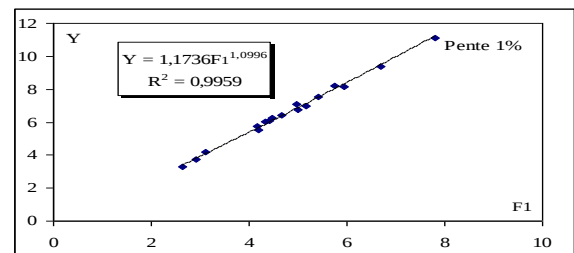


Figure 4 : variation du rapport $Y = h_2/h_1$ en fonction de nombre de Froude F_1

Pour $\text{tg}(\alpha) = 0,01$ (■) points expérimentaux ; (—) courbe d'ajustement

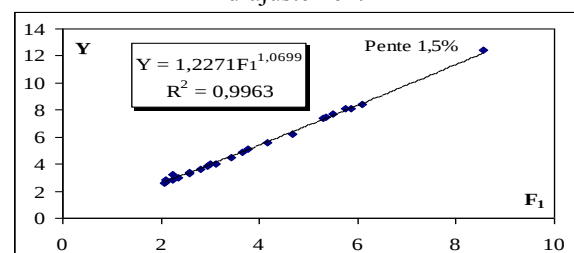


Figure 5 : variation du rapport $Y = h_2/h_1$ en fonction de nombre de Froude F_1

Pour $\text{tg}(\alpha) = 0,015$ (■) points expérimentaux ; (—) courbe d'ajustement

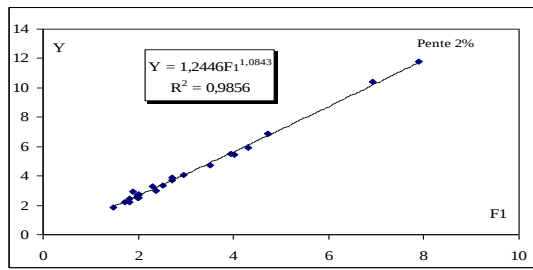


Figure 5 : variation du rapport $Y = h_2/h_1$ en fonction de nombre de Froude F_1
Pour $\text{tg}(\alpha) = 0,002$ (■) points expérimentaux ; (—) courbe d'ajustement

les figures 2 au 5, montre que l'ajustement des mesures expérimentales concernant que la variation du rapport $Y = h_2/h_1$ en fonction du nombre de Froude F_1 incident de l'écoulement est de type puissance sous la forme de la forme suivante : $Y = aF_1^b$

Le tableau 1 ci-dessous récapitule les coefficients a et b issus de l'ajustement variant en fonction de la pente du canal $\text{tg}(\alpha)$

Tableau 1 : Valeurs des paramètres a et b

$\text{tang}(\alpha)$	a	b
0,00	1,19	1,09
0,005	1,21	1,06
0,01	1,17	1,10
0,015	1,23	1,07
0,02	1,24	1,08

On remarque que le coefficient a varie en fonction de la pente $\text{Tang}(\alpha)$ et s'ajuste selon une équation de type linéaire suivante : $a = 2,4\text{tang}(\alpha) + 1,19$.

Par contre Le coefficient b ne varie pas en fonction de la pente du canal, il prend une moyenne de valeur : $b = 1,08$.

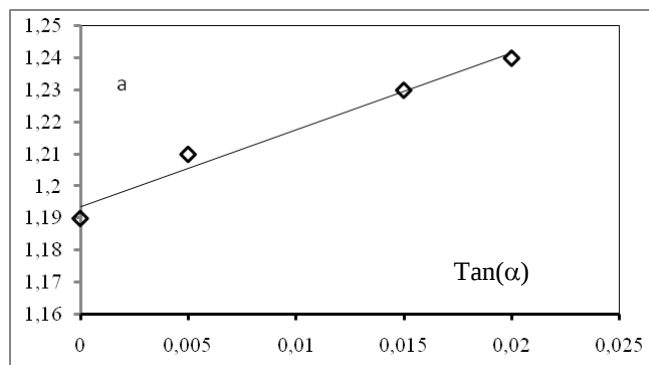


Figure 6 : variation du paramètre a en fonction du $\text{tang}(\alpha)$

En injectant l'expression de a et b dans l'équation globale on aura $Y = [2,4\text{tang}(\alpha) + 1,19]F_1^{1,08}$, Avec $1,5 < F_1 < 9$; et $\text{tang}(\alpha) \leq 0,02$.

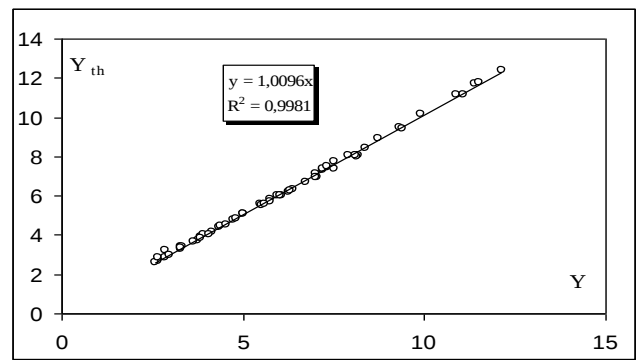


Figure 7 : Variation du rapport des hauteurs conjuguées en fonction de la relation empirique obtenue Yempirique
(—) Première bissectrice .

Cette figure montre que les mesures expérimentales comparées avec celles obtenues par la relation empirique obtenue sont en majorités autour de la première bissectrice. Par conséquent la relation obtenue à caractère adimensionnel est justifiée.

Conclusion

A travers cette étude nous avons examiné expérimentalement l'effet de la pente positive sur le ressaut hydraulique contrôlé par seuil dans un canal rectangulaire et il a été obtenu des relations empiriques adimensionnelles exprimant la variation du rapport des hauteurs conjuguées Y, en fonction du nombre de Froude Fr_1 et de la pente $\text{tang}(\alpha)$.

Pour la variation du rapport Y des hauteurs conjuguées, nous avons constaté que pour une valeur donnée du nombre de Froude Fr_1 de l'écoulement incident, le rapport des hauteurs conjuguées Y du ressaut augmente lorsque la pente du canal augmente aussi.

Cette constatation laisse à recommander d'expérimenter le ressaut hydraulique contrôlé par seuil évoluant en canal rectangulaire de pente négative en but de voir l'effet de réduction sur les profondeurs d'écoulement.

Références

- [1] Cherhabil, S., Debabeche, M . (2016). Experimental Study of Sequent Depths Ratio of Hydraulic Jump in Sloped Trapezoidal Chanel, 6th International Symposium on Hydraulic Structures and Water System Management. ISBN 978 1 884 575 75 4.
- [2] Beiram, M., K., Chamani, M., R., (2006), Hydraulic Jumps in Sloping Channels: Sequent Depth Ratio, J. Hydraulic Engrg., vol 32(10), pp. 1061-1068.
- [3] Kateb, S., Debabeche, M ., Riguet, F. (2015).Hydraulic jump in a sloped trapezoidal channel,International Conference on Technologies and Materials for Renewable Energy, environment and Sustainability, TM REES15. Energy Procedia. 74 251-257.

- [4] Cherhabil, S., (2010), Le ressaut hydraulique dans les canaux prismatiques à pente variable, Doctorat en sciences, Département de Génie Civil et Hydraulique, Université de Biskra.
- [5] Debabeche, M., Cherhabil, S., Hafnaoui, A. et Achour, B. (2009), Hydraulic jump in a sloped triangular channel, Can. J. Civ; Eng. 36: 655-658 (2009)
- [6] Achour, B; Journal of Hydraulic Research, 27(2): 205–214. (1989)
- [7] Bakhmeteff, B.A., and Matzke; A.E. Transactions, ASME, 60(HYD-60-1): 111-118. (1938).
- [8] Achour, B., and Debabeche, M. Journal of Hydraulic Research, 41(3): 97–103. (2003).
- [9] Hager, W.H., Water Science and Technology Library, Dordrecht, The Netherlands. Vol. 8, 288 p.(1992)
- [10] Hager, W.H., and Wanoschek, R. Journal of Hydraulic Research, 25(5): 549–564.(1987).
- [11] McCorcodale, J.A., and Mohamed, M.S... Journal of Hydraulic Research, 32(1): 119-130. (1994)
- [12] Kateb, S., Debabeche, M. and Benmalek, A. Canadian Journal of Civil Engineering Rev.can.génie civ.40 :1014–1018(2013)
- [13] Kateb, S., Debabeche, M ., Benmalek, A. (2013). Étude expérimentale de l'effet de la marche positive sur le ressaut hydraulique évoluant dans un canal trapézoïdal, Canadian Journal of Civil Engineering.Rev. can. Genie civ. 40:1014–1018.
- [14] Debabeche, M . (2003). Ressaut hydraulique dans les canaux prismatiques. Thèse de doctorat d'état, département d'hydraulique. Université de Biskra,Algérie .