

## CONTRIBUTION TO THE EXPERIMENTAL STUDY OF THE HYDRAULIC JUMP EVOLVING IN AN U-SHAPED CHANNEL, WITH ROUGH BED

A. Ghomri\* and F. Riguet

Laboratoire de Recherché en Hydraulique Souterraine et de Surface(LARHYSS)  
Université de Biskra, BP 145 RP – 07000 Biskra, - Algérie

Received: 18 March 2010 / Accepted: 06 December 2010 / Published online: 31 December 2010

### ABSTRACT

This study aims to investigate the threshold-controlled hydraulic jump, moving in channel profile 'U' fully rough for a single roughness value  $\varepsilon = 7,14$  mm. Functional relations in dimensionless terms, linking the different characteristics of the jump, showing the effect of bottom friction channel, are obtained as:  $y_2 = (-14,19y_1 + 6,42) Q^*$ ;  $y_2 = 1,13y_1^{0,65} \exp [0,95y_1^{0,61} \cdot s/h_1]$ .

The method is as follows: we vary the flow volume by manipulating the valve and their measurements are read directly on the meter display électronique. Supply channel is by means of a pump flow up 40 l / s. The flume was designed in the laboratory 'LARHYSS, University of Biskra.

**Key words:** Hydraulic jump, channel-shaped in U, stilling basin, channel bottom rough.

### 1. INTRODUCTION

L'étude à pour but d'étudier expérimentalement le ressaut hydraulique contrôlé par seuil en canal profilé en "U" à fond rugueux pour une rugosité bien déterminée  $\varepsilon = 7,14$  mm. L'étude bibliographique montre que les caractéristiques adimensionnelles essentielles, intervenant au phénomène du ressaut, dans un canal profilé en "U", sont le nombre de Froude  $IF_1$  ou le débit relatif  $Q^*$ , la hauteur relative amont  $y_1 = h_1/D$  ( $h_1$  est la hauteur au pied du ressaut,  $D$  est la largeur du canal), la hauteur relative aval  $y_2 = h_2/D$  ( $h_2$  est la hauteur maximale mesurée à l'aval du ressaut) et le rapport  $y = h_2/h_1$  des hauteurs conjuguées du ressaut.

---

Author Correspondence, e-mail: [alighomri@yahoo.fr](mailto:alighomri@yahoo.fr)

[ICID: 1020805](https://doi.org/10.1020805)

Pour le ressaut hydraulique en canal à fond rugueux, à notre connaissance l'étude la plus connue est celle de Rajaratnam (1968), qui a expérimenté le ressaut hydraulique en canal rectangulaire à fond rugueux. Et ceux de Kateb(2006) et Ghomri(2009) qui ont contribué à l'étude du ressaut hydraulique dans un canal respectivement triangulaire à parois rugueuses et en U à fond rugueux. Enfin, l'approche de Rajaratnam (2002), à travers laquelle ce dernier a expérimenté le ressaut hydraulique dans un canal rectangulaire à fond ondulé.

A notre connaissance, le canal profilé en 'U' à fond rugueux, n'a pas encore connu d'études poussées. C'est dans le but de compléter cette recherche dans ce domaine que notre étude a été proposée.

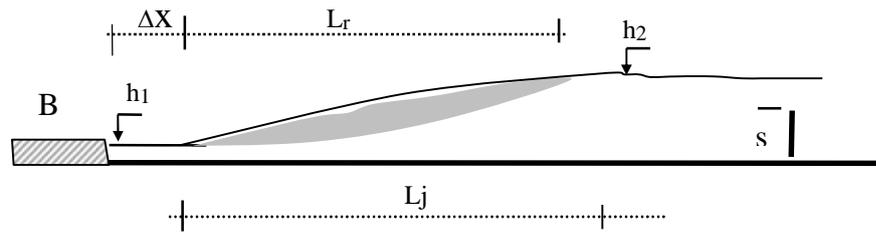
L'objectif principal de cette étude est de contribuer à l'étude expérimentale du ressaut hydraulique dans un canal en U à fond rugueux pour une seule ouverture contrôlée par un seuil à parois mince.

### 1.1. Position du problème

La modification des conditions à l'amont (hauteurs, débit,...etc) et à l'aval (type d'obstacle, sa position, sa hauteur, ...etc), peut conduire à différentes configurations de ressaut. Le ressaut est dit classique lorsqu'il se forme dans un canal rectangulaire de pente faible ou nulle, sans obstacle à l'aval. Il est dit contrôlé lorsque sa formation est conditionnée par la mise en place d'un obstacle à l'aval de l'écoulement. Il est dit forcé lorsqu'il se forme de part et d'autre de l'obstacle. Le ressaut hydraulique peut évoluer dans des canaux prismatiques ou non prismatiques, à fond lisse ou rugueux.

Pour notre cas il s'agit d'un ressaut contrôlé par seuil mince en canal profilé en 'U' à fond demi-circulaire rugueux. Une rugosité équivalente a été étudiée  $\varepsilon = 7,14\text{mm}$ .

En effet, Pour une hauteur initiale  $h_1$  fixe, l'accroissement du débit entraîne à la fois le déplacement du ressaut vers l'aval et l'augmentation de sa longueur de rouleau  $L_R$ . La distance  $\Delta x$  sur laquelle le ressaut s'étend augmente également et pour ramener celui-ci dans sa position initiale, c'est à dire à environ 5cm de la sortie du convergent, le premier seuil de hauteur  $s$  doit être surélevé. Ainsi à chaque valeur du nombre de Froude  $IF_1$  ou du débit relatif  $Q^*$ , correspond une longueur  $L_j$  du ressaut et  $L_r$  du rouleau, ainsi qu'une hauteur  $h_2$  à l'aval du ressaut et une hauteur  $s$  du seuil (figure1).



**Fig.1.** Ressaut contrôlé par seuil mince.  $h_1$  hauteur d'eau amont,  $h_2$  hauteur d'eau aval,  $s$  hauteur du seuil,  $L_r$  longueur du rouleau de surface,  $\Delta x$  distance séparant la boîte en charge  $B$  du pied du ressaut,  $B$  boîte en charge.

L'objectif principal de cette étude est d'étudier des relations expérimentales du ressaut hydraulique contrôlé par seuil, évoluant dans un canal profilé en 'U' à fond rugueux. Les caractéristiques adimensionnelles du ressaut, concernées par cette étude sont les suivantes : le nombre de Froude  $IF_1$ ; le débit relatif  $Q^*$  ; la hauteur relative  $S = s/h_1$  du seuil à paroi mince ; la longueur relative  $L_j/h_1$  du ressaut ; la longueur relative  $L_j/h_2$  du ressaut ; la hauteur relative aval  $y_2 = h_2/D$  ; la hauteur relative amont  $y_1 = h_1/D$  ; la rugosité relative  $\varepsilon/D$ .

## 2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL

### 2.1. Description du modèle

Le canal de mesure qui nous a servi de banc d'essai (photographie 1) est constitué essentiellement d'une rigole demi-circulaire en 'pvc' de 5,67m de longueur, et de diamètre 24,5cm sur laquelle est fixée latéralement, d'un côté une tôle en aluminium de 0,50m de hauteur et de l'autre côté une série de 7 panneaux transparents en Plexiglas permettant les prises de vues et observations. Ces panneaux sont reliés entre eux par collage au chloroforme. Le tout est fixé par boulonnage à une structure métallique rigide. L'étanchéité est assurée par des joints en caoutchouc et par de la silicone.



**Photo 1.** Un canal ayant servi à l'expérimentation.

Le fond du canal est parfaitement horizontal (de pente nulle). Un bassin d'alimentation est relié au canal par le moyen d'une conduite circulaire de 100mm de diamètre. Celle-ci est reliée à une boîte métallique fermée, sur laquelle est insérée une ouverture à paroi plane en tôle de largeur déterminée débouchant dans le canal. Le rôle de cette paroi est de générer un écoulement incident à grande vitesse. La section de sortie de celle-ci est variable et sa hauteur correspondra à la hauteur initiale  $h_1$  du ressaut.

Le réglage des débits volumes s'effectue par manipulation de la vanne et sont mesurés à l'aide d'un débitmètre à diaphragme. Les débits sont lus directement sur le débitmètre à affichage électronique.

L'alimentation du canal s'effectue par le moyen d'une pompe débitant jusqu'à 40 l/s. Le canal de mesure a été conçu au laboratoire 'LARHYSS' de l'Université de Biskra.

## 2.2. Description des essais

L'étude théorique s'est intéressée au ressaut contrôlé par seuil à paroi mince dans un canal profilé en "U", à fond demi-circulaire rugueux.

L'expérimentation a été menée sous quatre hauteurs initiales ( $h_1(\text{cm}) = 2,3; 3,40; 5,2; 6,1$ ). Une large gamme des nombres de Froude incidents a été ainsi obtenue ( $2,3 < IF_1 < 15$ ).

Des seuils de différentes hauteurs  $s$  ont été testés, afin d'observer leur influence sur le contrôle du ressaut; treize seuils ont ainsi été confectionnés, dont la hauteur  $s$  varie entre 3,4cm et 19,8cm.

Pour une hauteur  $s$  et une position  $x$  du seuil et pour une hauteur  $h_1$  de l'écoulement incident, l'augmentation du débit volume  $Q$ , provoque l'apparition d'un ressaut (photo 2.). Le couple de valeur  $(Q, h_1)$  permet en outre le calcul du nombre de Froude  $IF_1$  de l'écoulement incident. L'accroissement de  $IF_1$  entraîne à la fois le déplacement du ressaut vers l'aval et l'augmentation de sa longueur de ressaut  $L_j$ . La distance  $x$  sur laquelle le ressaut s'étend augmente également et pour ramener celui-ci dans sa position initiale, c'est à dire à environ 5cm de la sortie du convergent, le seuil de hauteur  $s$  doit être surélevé. Ainsi à chaque valeur du nombre de Froude  $IF_1$  correspond une valeur de la longueur  $L_j$  de ressaut et une valeur de la hauteur  $s$  du seuil.

Un échantillon constitué d'une quarantaine de points de mesures expérimentales, pour chaque caractéristique, a permis ainsi d'aboutir à des résultats significatifs. Ces paramètres sont : la rugosité du fond du canal, le débit  $Q$ , la hauteur initiale  $h$ , la hauteur finale  $h_2$ , la hauteur  $s$  du seuil, la longueur  $L_r$  du rouleau de surface et la longueur  $L_j$  du ressaut, compté à partir du début du ressaut.

Ceux-ci permettent de composer les produits adimensionnels suivants :

- le débit relatif  $Q^*$  ou le nombre de Froude incident  $IF_1$ ,

$$F_1 = \sqrt{\frac{Q^2 D \sin \alpha}{g \left[ \frac{D^2}{4} (\alpha - \sin \alpha \cos \alpha) \right]^3}}$$

$$F_1 = \frac{8Q^* \sqrt{\sin \alpha}}{(\alpha - \sin \alpha \cos \alpha)^{3/2}}$$

$$\alpha(\text{rd}) = \arccos(1 - 2y_1)$$

$$Q^* = \frac{Q}{\sqrt{gD^5}}$$

- la hauteur relative amont  $y_1 = h_1/D$ ,
- la hauteur relative aval  $y_2 = h_2/D$ ,
- le rapport  $y = h_2/h_1$  des hauteurs conjuguées du ressaut.
- la hauteur relative  $S = s/h_1$  du seuil,
- la longueur relative  $L_j/h_1$  du ressaut,
- la longueur relative  $L_j/h_2$  du ressaut.
- la rugosité relative  $\epsilon/D$ .



**Photo 2.** Ressaut hydraulique évoluant dans un canal profilé en U à fond rugueux.

a) Vue à l'amont du ressaut. b) Vue à l'aval du ressaut

### 2.3. Mode de préparation de la rugosité utilisée

Afin d'obtenir un fond demi-circulaire rugueux, avec une répartition uniforme de la Rugosité, nous avons procédé selon les étapes suivantes :

- Le tamisage du sable ou gravier de granulométrie différente est effectué par le moyen d'un tamiseur électrique composé par plusieurs tamis de différent diamètres normalisés variant entre 3 et 8mm , avec des temps de tamisage bien fixés en relations avec la gamme de gravier à tamiser (moins de 5 minutes).
- Après l'obtention de la gamme de gravier voulue, ce dernier est lavé puis séché.
- Les gammes choisies, varient entre 3 et 8 mm selon le refus du tamis normalisé. Les particules obtenues sont ensuite uniformément réparties sur une toile en plastique
- (photo 3.a), puis collées par le moyen d'une colle forte.
- Enfin, la rugosité équivalente obtenue est :  $\varepsilon = 7,14 \text{ mm}$



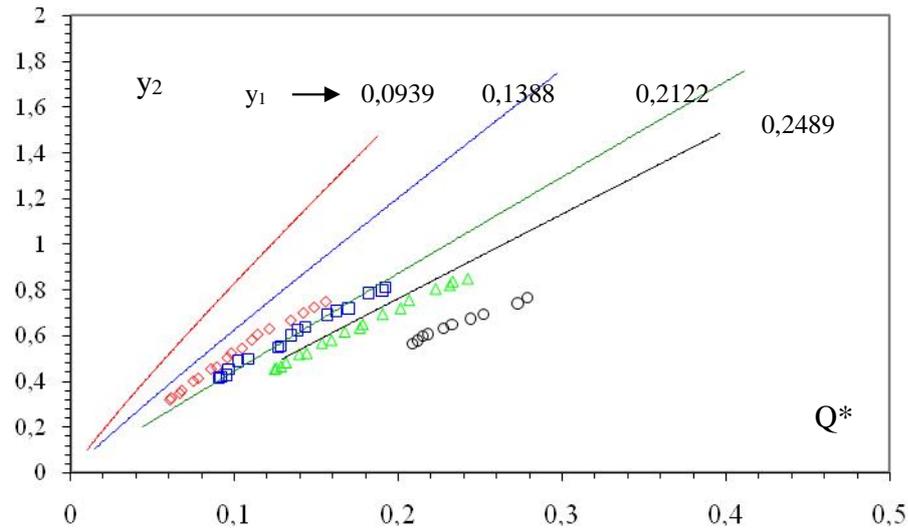
**Photo 3.** a) Echantillon de grains de gravier de rugosité équivalente  $\varepsilon = 7,14\text{mm}$   
b) Grains de gravier répartis uniformément sur le fond du canal.

### 3. RESULTATS EXPERIMENTAUX

#### 3.1. Hauteur relative aval $y_2$ en fonction du débit relatif $Q^*$

La figure 2 représente la variation de la hauteur relative aval  $y_2$  en fonction du débit relatif  $Q^*$  du ressaut hydraulique contrôlé par seuil en canal à fond rugueux, de rugosité relative  $\varepsilon/D=0,03$  ( $\varepsilon$  mm), pour 04 valeurs distinctes de  $y_1$

Comme pour le ressaut en canal à fond lisse, quatre allures de points de mesures sont visibles, correspondant chacune à une hauteur relative fixe de  $y_1$ . Les traits continus illustrent la courbe théorique issue de l'équation de quantité de mouvement pour les quatre valeurs de  $y_1$  : 0,0939 ; 0,1388 ; 0,2122 et 0,2489.

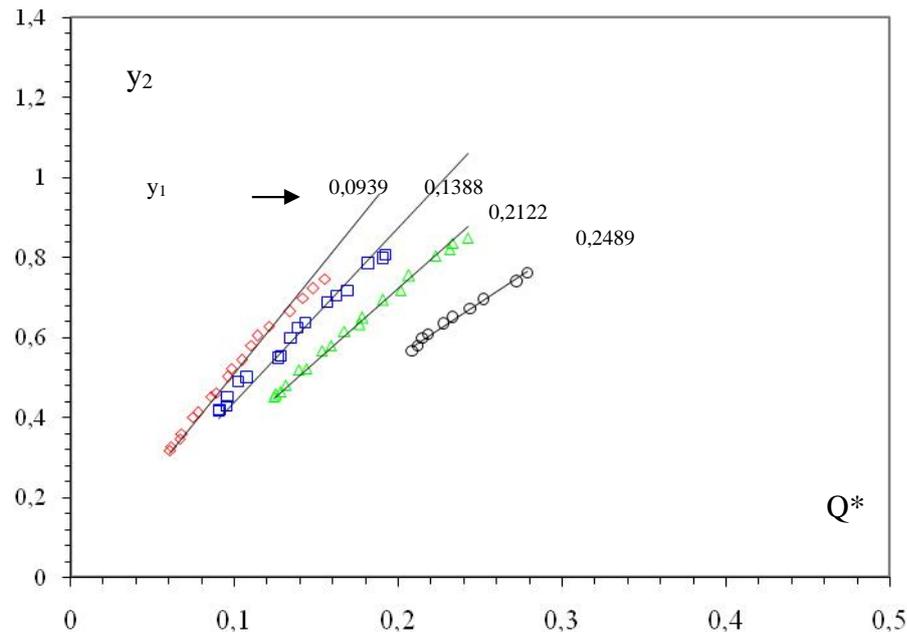


**Fig.2.** Ressaut hydraulique évoluant en canal à fond rugueux, de rugosité relative  $\varepsilon/D = 0,03$

Variation de la hauteur relative aval  $y_2$  en fonction du débit relatif  $Q^*$ . Les motifs colorés vides représentent les points de mesures expérimentales. (—) Courbe théorique selon l'équation de la quantité de mouvement, pour les quatre valeurs de  $y_1$ : 0.0939, 0.1388, 0.2122 et 0.2489.

Cette figure montre que les points de mesures du ressaut contrôlé à fond rugueux se situent bien au-dessous des courbes théoriques (rugosité nulle). En remarque en premier lieu que l'augmentation du débit relatif  $Q^*$  entraîne celle de la hauteur relative aval. Aussi on constate clairement que l'influence de la hauteur relative amont  $y_1$  est perceptible. On constate aussi, que pour le même nombre débit relatif  $Q^*$ ,  $y_2$  diminue avec l'augmentation de  $y_1$ .

La figure 3 illustre quatre allures, correspondant chacune à une valeur bien connue de  $y_1$ . Les traits continus représentent l'ajustement des points de mesures par la méthode des moindres carrés du ressaut contrôlé à fond rugueux.



**Fig.3.** Ressaut contrôlé en canal à fond rugueux. Variation de la hauteur relative aval  $y_2$  en fonction du débit relatif  $Q^*$ , pour les quatre valeurs de  $y_1$  : ( $\diamond$ ) 0,0939, ( $\square$ ) 0,1388( $\Delta$ ) 0,2122 et ( $\circ$ ) 0,2489. (—) Courbes d'ajustement

L'analyse des points de mesures expérimentales, montre clairement que pour chaque valeur de  $y_1$ , un ajustement de type linéaire est possible de la forme :  $y_2 = a_3 Q^*$ .

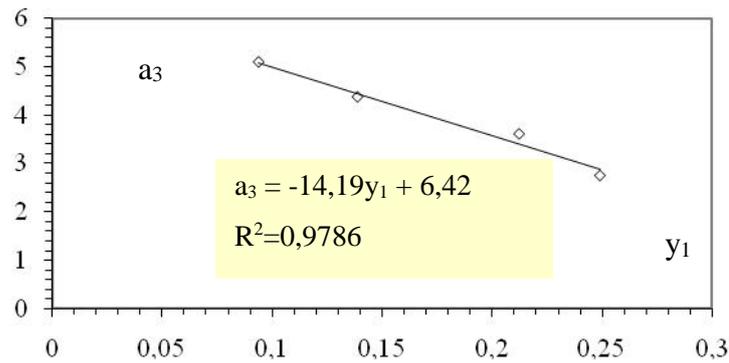
Le tableau 1 regroupe les valeurs des coefficients  $a_3$

**Tableau 1.** Coefficients  $a_3$  des courbes d'ajustements.

$h_1$ (cm)	$y_1 = h_1/D$	Coefficient $a_3$	$R^2$
2,3	0,0939	5,0929	0,9788
3,4	0,1388	4,3744	0,9722
5,2	0,2122	3,6114	0,9938
6,1	0,2490	2,7536	0,9885

Le tableau 1 montre l'augmentation progressive du coefficient  $a_3$  avec la diminution de la hauteur relative amont  $y_1$ . L'ajustement statistique des couples des valeurs ( $y_1, a_3$ ) par la méthode des moindres carrés donne une relation de type linéaire d'équation :

$a_3 = -14,196y_1 + 6,4204$ , La figure 4 la représente bien.



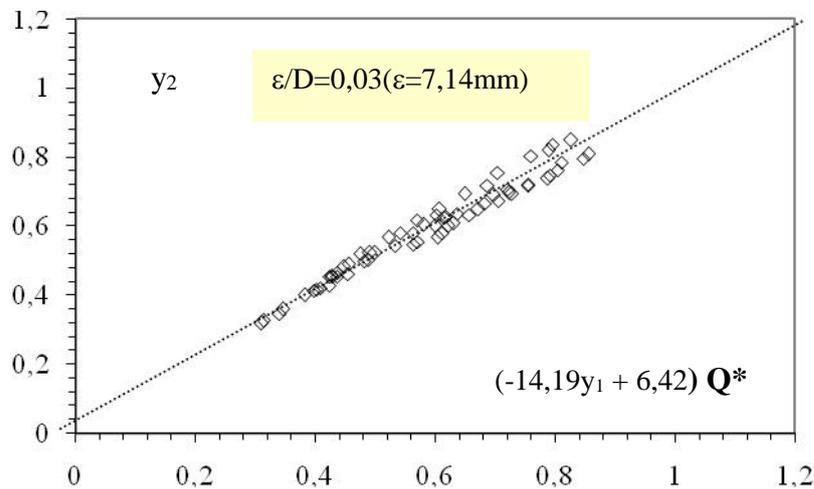
**Fig.4.** Variation du coefficient  $a_3$  en fonction de la hauteur relative aval  $y_1$

En effet, en remplaçant les coefficients  $a_3$  par son expression dans la relation  $y_2 = a_3 Q^*$ , l'équation liant la hauteur relative aval  $y_2 = h_2/D$  au débit relatif  $Q^*$  et à la hauteur relative amont  $y_1$  devient :

$$y_2 = (-14,19y_1 + 6,42) Q^* \quad (1)$$

avec  $0,0939 \leq y_1 \leq 0,2489$ .

La figure 5 montre que la relation  $y_2 = f(Q^*, y_1)$  ajuste avec une bonne corrélation les points de mesures expérimentales. Ces points suivent parfaitement la première bissectrice.



**Fig.5.** Variation de la hauteur relative aval  $y_2$  en fonction de ( $y_1$  et  $Q^*$ )

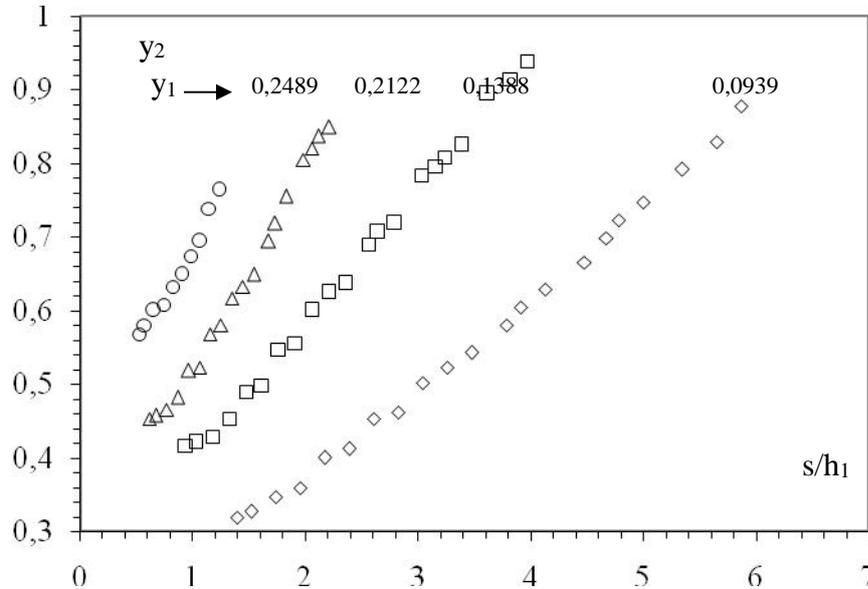
( $\diamond$ ) Points expérimentaux du ressaut contrôlé en canal profilé à fond rugueux de

rugosité relative  $\epsilon/D = 0,03$  (—) Première bissectrice d'équation :

$$y_2 = (-14,19y_1 + 6,42) Q^*$$

### 3.2. Hauteur relative aval $y_2 = h_2/D$ en fonction de la hauteur relative $S = s/h_1$ du seuil

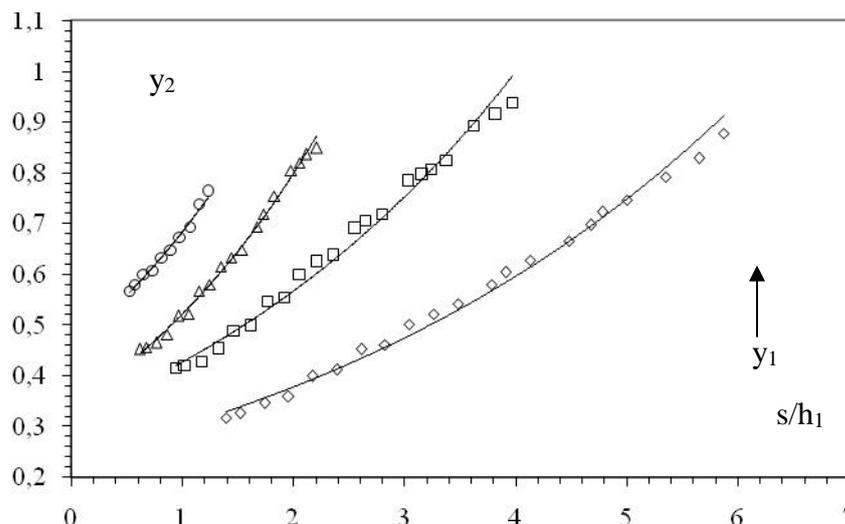
La figure 6 illustre la représentation graphique de la variation de  $y_2$  en fonction de la hauteur relative  $S = s/h_1$  du seuil du ressaut hydraulique contrôlé par seuil en canal à fond rugueux, de rugosité relative  $\varepsilon/D = 0,03$  ( $\varepsilon = 7,14\text{mm}$ ), pour quatre valeurs de  $y_1$ .



**Fig.6.** Variation de la hauteur relative aval  $y_2 = h_2/D$  en fonction de la hauteur relative  $S = s/h_1$  du seuil, pour quatre valeurs distinctes de  $y_1$ . Les motifs noirs vides représentent les points de mesures expérimentales.

Cette figure montre que les points de mesures du ressaut contrôlé à fond rugueux ( $\varepsilon/D = 0,03$ ) sont distincts, pour les quatre valeurs de  $y_1$ . En outre, l'augmentation de la hauteur relative  $S$  du seuil entraîne celle de la hauteur relative aval  $y_2$ . On constate également que pour une même valeur de  $S$ ,  $y_2$  augmente avec l'augmentation de  $y_1$ .

L'analyse des points de mesures expérimentales du ressaut contrôlé en canal à fond rugueux, montre que pour chaque valeur de  $y_1$  une courbe de type exponentielle est possible de la forme  $y_2 = c_3 \exp[d_3 \cdot s/h_1]$ , comme le montre bien la figure 7.



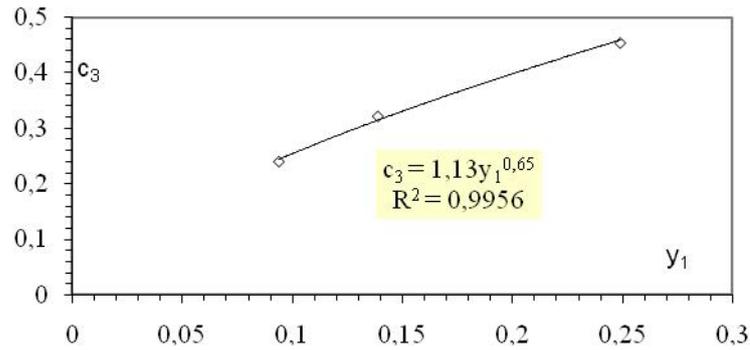
**Fig.7.** Ressaut contrôlé en canal profilé en U à fond rugueux. Variation de la hauteur relative aval  $y_2$  en fonction de la hauteur relative  $S=s/h_1$  du seuil, pour quatre valeurs différents de  $y_1$  : ( $\diamond$ ) 0,0939, ( $\square$ ) 0,1388 ( $\Delta$ ) 0,2122 et ( $\circ$ ) 0,2489. (—) Courbes d'ajustements.

Le tableau 2 regroupe les valeurs des coefficients  $c_3$  et  $d_3$ .

**Tableau 2.** Coefficients  $c_3$  et  $d_3$  des courbes d'ajustement

$h_1$ (cm)	$y_1 = h_1/D$	Coefficient $c_3$	Coefficient $d_3$	$R^2$
2,3	0,0939	0,2405	0,2272	0,9912
3,4	0,1388	0,322	0,2833	0,988
5,2	0,2122	-	0,4238	0,9948
6,1	0,2490	0,4542	0,4106	0,9862

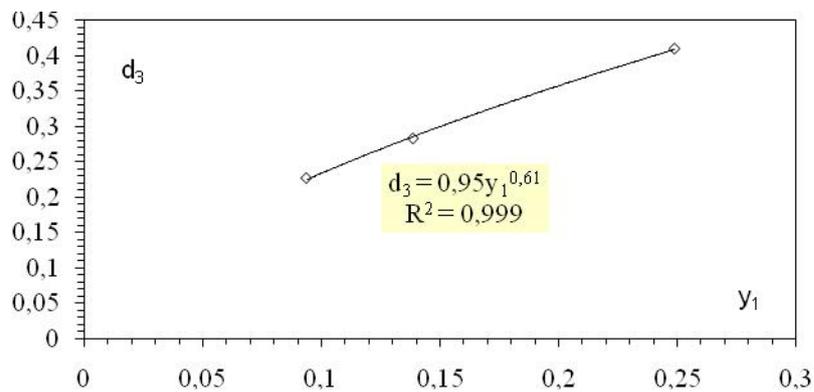
Le tableau 2 montre clairement que le coefficient  $c_3$  augmente progressivement avec l'augmentation de la hauteur relative amont  $y_1$ . L'ajustement statistique des couples de valeurs  $(c_3, y_1)$  par la méthode des moindres carrés donne une relation de type puissance :  $C_3=1,13y_1^{0,65}$ . Celle-ci est schématisée par la figure 8.



**Fig.8.** Variation du coefficient  $c_3$  en fonction de la hauteur relative amont  $y_1$ .

Un ajustement des couples de valeurs  $(d_3, y_1)$  du tableau 2, donne avec une bonne corrélation, la relation de type puissance suivante :  $d_3 = 0,95y_1^{0,61}$

Cette équation est présentée à la figure 9



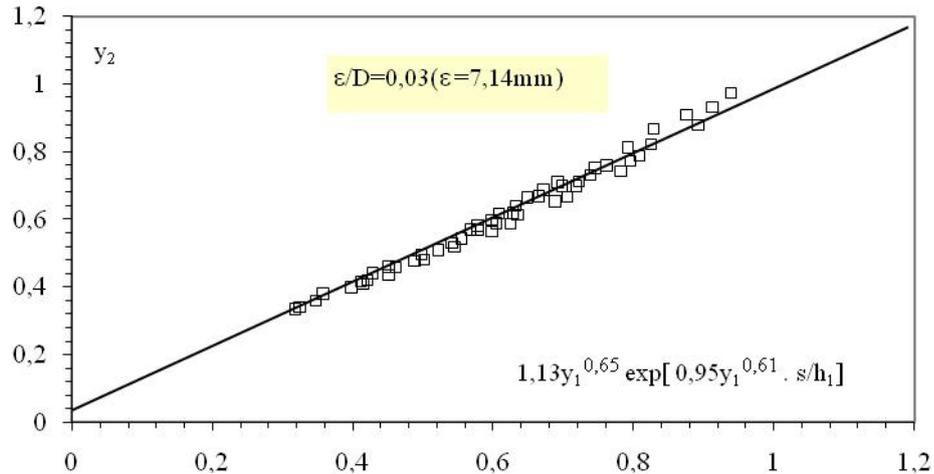
**Fig.9.** Variation du coefficient  $d_3$  en fonction de la hauteur relative amont  $y_1$ .

En effet, en remplaçant les coefficients de  $c_3$  et  $d_3$  par leurs expressions dans la relation  $y_2 = c_3 \exp.(d_3.s/h_1)$ , l'équation liant la hauteur relative aval  $y_2$ , la hauteur relative  $S$  du seuil et la hauteur relative amont  $y_1$  devient :

$$y_2 = 1,13y_1^{0,65} \exp[0,95y_1^{0,61} .s/h_1] \quad (2)$$

avec  $0,0939 \leq y_1 \leq 0,2489$ .

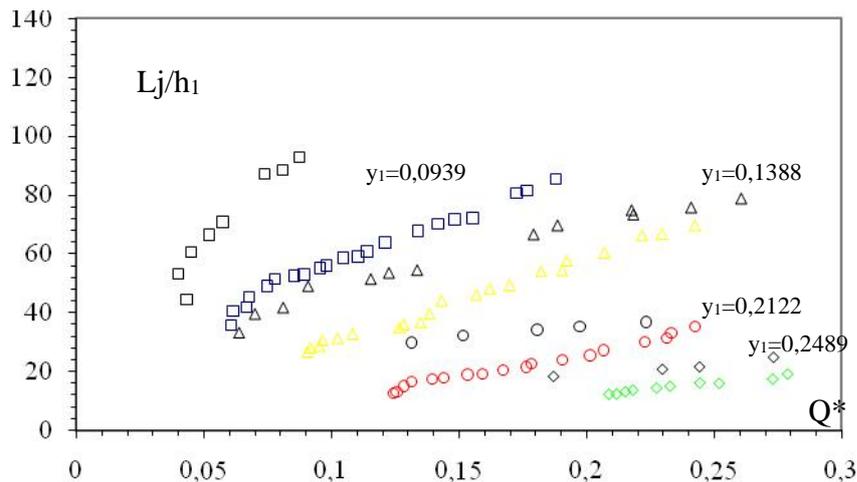
La figure 10 montre également que la relation trouvée  $y_2 = f(S, y_1)$  ajuste avec une bonne corrélation les points de mesures. Ces points suivent parfaitement la première bissectrice.



**Fig.10.** Variation de la hauteur relative aval  $y_2$  en fonction de  $f(S, y_1)$ . (◇) Points de mesures expérimentales du ressaut contrôlé à fond rugueux. (—) Première bissectrice d'équation  $y_2= 1,13y_1^{0,65} \exp[ 0,954 y_1^{0,61} \cdot s/h_1]$

**3.3. Longueur Relative  $L_j/h_1$  du Ressaut en Fonction du débit Relatif  $Q^*$**

La figure 11 illustre la variation de la hauteur relative  $L_j/h_1$  du ressaut en fonction du débit relatif  $Q^*$ , pour quatre valeurs distinctes de la hauteur relative amont  $y_1$ . Les motifs vides noirs et vides colorés représentent les points de mesures expérimentales, respectivement du ressaut ‘à fond lisse’ et du ressaut ‘à fond rugueux’. Il ressort de cette figure, que les points de mesures du ressaut ‘à fond lisse’ se situent bien au-dessus de ceux du ressaut ‘à fond rugueux’.



**Fig.11.** Variation de la longueur relative  $L_j/h_1$  du ressaut en fonction du débit relatif  $Q^*$

Pour quatre valeurs distinctes de  $y_1$ . Les motifs colorés vides représentent les points expérimentaux du ressaut contrôlé en canal à fond rugueux. Les motifs vides noirs représentent le ressaut contrôlé à fond lisse.

On peut conclure que pour  $0,0939 \leq y_1 \leq 0,2489$ , la longueur du ressaut contrôlé en canal à fond rugueux est plus petite que celle à son homologue à fond lisse.

#### 4. CONCLUSION

Dans cette étude, l'effet de la rugosité absolue du fond du canal profilé en U, de pente horizontal, sur les caractéristiques du ressaut hydraulique a été examiné. Une seule rugosité absolue a été testée.

Dans un premier temps, l'étude s'est intéressée à la variation de la hauteur relative aval  $h_2/D$  du ressaut en fonction du débit relatif  $Q^*$  de l'écoulement incident pour quatre ouvertures différentes. Il a été observé que pour une valeur du débit relatif  $Q^*$ , l'augmentation de la rugosité absolue entraîne la diminution de la hauteur relative aval. En outre, l'analyse statistique des points de mesures expérimentales a montré que, pour une rugosité absolue testée de valeur absolue  $\varepsilon = 7,14\text{mm}$ , la hauteur relative aval  $h_2/D$  était lié au débit relatif  $Q^*$  par la loi de type linéaire [Equation 1].

Dans un second temps, l'étude s'est intéressée à la variation de la hauteur relative aval  $h_2/D$  du ressaut en fonction de la hauteur relative du seuil  $S=s/h_1$  pour quatre ouvertures différentes. Il a été observé que pour l'augmentation de la hauteur relative  $S$  du seuil entraîne celle de la hauteur relative aval  $y_2$ . On constate également que pour une même valeur de  $S$ ,  $y_2$  augmente avec l'augmentation de  $y_1$ .

En outre, l'analyse statistique des points de mesures expérimentales a montré que, pour une rugosité absolue testée de valeur absolue  $\varepsilon = 7,14\text{mm}$ , la hauteur relative aval  $h_2/D$  était lié à la hauteur relative du seuil par la loi de type exponentielle [Equation 2].

Dans un dernier temps, l'étude s'est intéressée à la variation de la longueur relative  $L_j/h_1$  du ressaut en fonction du débit relatif  $Q^*$  de l'écoulement incident pour une rugosité relative ( $\varepsilon/D=0,03$ ) et pour quatre valeurs distinctes de la hauteur relative amont  $y_1=h_1/D$ . Les motifs vides noirs et vides colorés représentent les points de mesures expérimentales, respectivement du ressaut 'à fond lisse' et du ressaut 'à fond rugueux'. Il ressort de cette figure, que les points de mesures du ressaut 'à fond lisse' se situent bien au-dessus de ceux du ressaut 'à fond rugueux'.

Finalement, on peut conclure, que pour une gamme des débits relatif  $Q^*$ , le ressaut hydraulique évoluant dans un canal profilé en ‘U’ à fond rugueux, présente un effet réducteur de la longueur de ressaut et une hauteur aval moindre que son homologue à fond lisse.

### Principales notations

d, D	Diamètres, largeur du canal	[m]
$D_h$	Diamètre hydraulique	
$IF_1$	Nombre de Froude à l’amont du ressaut	[-]
g	Accélération de la pesanteur [m/s <sup>2</sup> ]	
h	Profondeur d’écoulement	[m]
$h_1$	Hauteur initiale du ressaut	[m]
$h_2$	Hauteur finale du ressaut	[m]
H	Charge totale	[m]
$L_B$	Longueur du bassin	[m]
$L_{RF}$	Longueur du rouleau de fond	[m]
$L_j$	Longueur du ressaut	[m]
$L_r$	Longueur du rouleau	[m]
$L_j^*$	Longueur du ressaut classique	[m]
$L_r^*$	Longueur du rouleau classique	[m]
m	Cotangente de l’angle d’inclinaison d’un talus	[-]
P	Pression [N/m <sup>2</sup> ]	
Q	Débit volume[m <sup>3</sup> /s]	
$Q^*$	Débit relatif	[-]
$R_h$	Rayon hydraulique	[m]
Re	Nombre de Reynolds	[-]
s	Hauteur d’un seuil	[m]
S	Hauteur relative d’un seuil	[-]
$S_F$	Hauteur relative d’un seuil d’un ressaut forcé	[-]
V	Vitesse d’écoulement	[m/s]
x	Coordonnée longitudinale	[m]
$y_1$	hauteur relative amont du ressaut ( $h_1/D$ )	[-]
$y_2$	hauteur relative aval du ressaut ( $h_2/D$ )	[-]

---

$\varepsilon$	Rugosité équivalente	[mm]
$\delta$	Perte de charge relative ( $\Delta H/h_c$ )	[-]
$\lambda_s$	Position relative du seuil	[-]
$\rho$	Masse volumique	
$\varpi$	Poids spécifique[N/m <sup>3</sup> ]	

## 5. REFERENCES

- [1] Achour B. et Debabeche M. Journal of hydraulic research. 2003, 46, 97-103.
- [2] Debabeche M. et Achour B. Ressaut hydraulique classique en canal profile en "U". 1<sup>er</sup> Séminaire sur l'eau, Université de Mascara, 2000.
- [3] Debabeche M., Kateb S. et Ghomri A. Journal of hydraulic research. 2006, 05, 187-196.
- [4] Ghomri A., Debabeche M. et Riguet F. Revues des sciences fondamentales et appliquées. 2009, 01, 80-103.
- [5] Ghomri A., Debabeche M. et Riguet F. Revues des sciences fondamentales et appliquées. 2009, 01, 41-56.
- [6] Hager W. H. Korrespondenz Abwasser. 1987, 34(5), 468-482.
- [7] Hager W. H. J. Hydraulic Engineering. 1989, 115, 667-675.
- [8] Rajartnam N. Hydraulic jumps on rough beds. Transaction of the engineering institute of Canada. 1968, 11, N° A-2.
- [9] Rand W. Trans. New York Academy of Sciences. 1957, 20 (2), 173-191.
- [10] Achour B. (1998). Dissipation d'énergie par ressaut, thèse de doctorat, Université de Tizi-Ouzou.
- [11] Debabeche M. (2003). Ressaut hydraulique dans les canaux prismatiques, Thèse de doctorat d'état, Université de Biskra.

## CONTRIBUTION A L'ETUDE EXPERIMENTALE DU RESSAUT HYDRAULIQUE DANS UN CANAL PROFILE EN "U" A FOND RUGUEUX

### RESUME

Cette étude a pour objectif d'étudier le ressaut hydraulique contrôlé par seuil, évoluant dans un canal profilé en 'U' à fond rugueux pour une seule rugosité de valeur  $\varepsilon = 7,14\text{mm}$ . Des relations fonctionnelles, en termes adimensionnels, liant les différentes caractéristiques du ressaut, faisant apparaître l'effet de la rugosité du fond du canal, sont obtenues tel que :  $y_2 = (-14,19y_1 + 6,42) Q^*$  ;  $y_2 = 1,13y_1^{0,65} \exp[0,95y_1^{0,61} \cdot s/h_1]$

La méthode se fait comme suit : on fait varier les débits volumes par la manipulation de la vanne et leurs mesures sont lues directement sur le débitmètre à affichage électronique. L'alimentation du canal s'effectue par le moyen d'une pompe débitant jusqu'à 40 l/s. Le canal de mesure a été conçu au laboratoire 'LARHYSS' de l'Université de Biskra.

**Mots clés :** Ressaut hydraulique, canal profilé en  $U$ , bassin d'amortissement, canal à fond rugueux

### How to cite this article

Ghomri A and Riguet F. Contribution to the experimental study of the hydraulic jump evolving in an U-shaped channel, with rough bed. J Fundam Appl Sci. 2010, 2(2), 254-271.