

III.1. INTRODUCTION

Au cours du précédent chapitre nous avons présenté les différentes caractéristiques géométriques des dispositifs étudiés, ce sont deux catégories de dispositifs de mesure de débit dans les canaux ouverts, constitués essentiellement de deux parois verticales, formant une échancrure de forme rectangulaire plus au moins large lorsqu'elles sont placées dans un canal d'amenée de forme rectangulaire et ils peuvent être ou en mince paroi ou à paroi épaisse.

Ainsi nous avons présenté notre approche théorique, exprimant les relations de la loi hauteur-débit ainsi que l'expression du coefficient de débit pour chacun des dispositifs, nous avons constaté que les relations obtenues sont fonction uniquement du paramètre géométrique β pour les deux catégories de dispositifs. Cependant le développement théorique n'a pu aboutir à estimer quantitativement les valeurs des coefficients de débit m_1 et m_2 pour le dispositif en mince paroi, ceci n'a été possible que par la voie de l'expérimentation au laboratoire.

Cette partie se propose de présenter dans un premier temps le banc d'essai dans le quel ces dispositifs en été mis en oeuvre, les différents appareillages de mesure utilisés lors de l'expérimentation au laboratoire et la procédure suivie dans la mesure de la profondeur et du débit volume, ainsi que la description détaillée de l'écoulement d'amont en aval pour les différents dispositifs testés.

Puis dans un second temps l'ensemble des résultats des essais effectués sur les différents dispositifs, en mince paroi et à paroi épaisse. Ces résultats comportent l'expression du coefficient de débit pour le dispositif en mince paroi, et la vérification des relations exprimées lors du développement théorique pour le dispositif à paroi épaisse. Ensuite ils seront discutés en fonction des résultats obtenus.

III.2. DESCRIPTION DU BANC D'ESSAIS

La figure (3.1) représente le schéma du banc d'essais destiné à tester les dispositifs ci-dessus décrits. Comme l'indique la figure (3.1), le banc d'essais est constitué essentiellement d'un canal de forme rectangulaire alimenté en circuit fermé par une pompe axiale. Celle-ci aspire de l'eau d'un réservoir ouvert de récupération et la refoule dans un bassin, également ouvert, alimentant le canal. Le système *bassin de récupération – pompe – bassin d'alimentation* est relié par une conduite circulaire en PVC. Le bassin de récupération est doté d'un tranquillisateur d'eau spécialement aménagé afin d'éviter les perturbations de la surface libre qui peuvent perturber le fonctionnement de la pompe.

Une plaque perforée, insérée dans le bassin d'alimentation, joue également le rôle de tranquillisation de l'écoulement avant son entrée dans le canal principal. Cette plaque perforée n'est pas représentée sur le schéma de la figure (3.1).

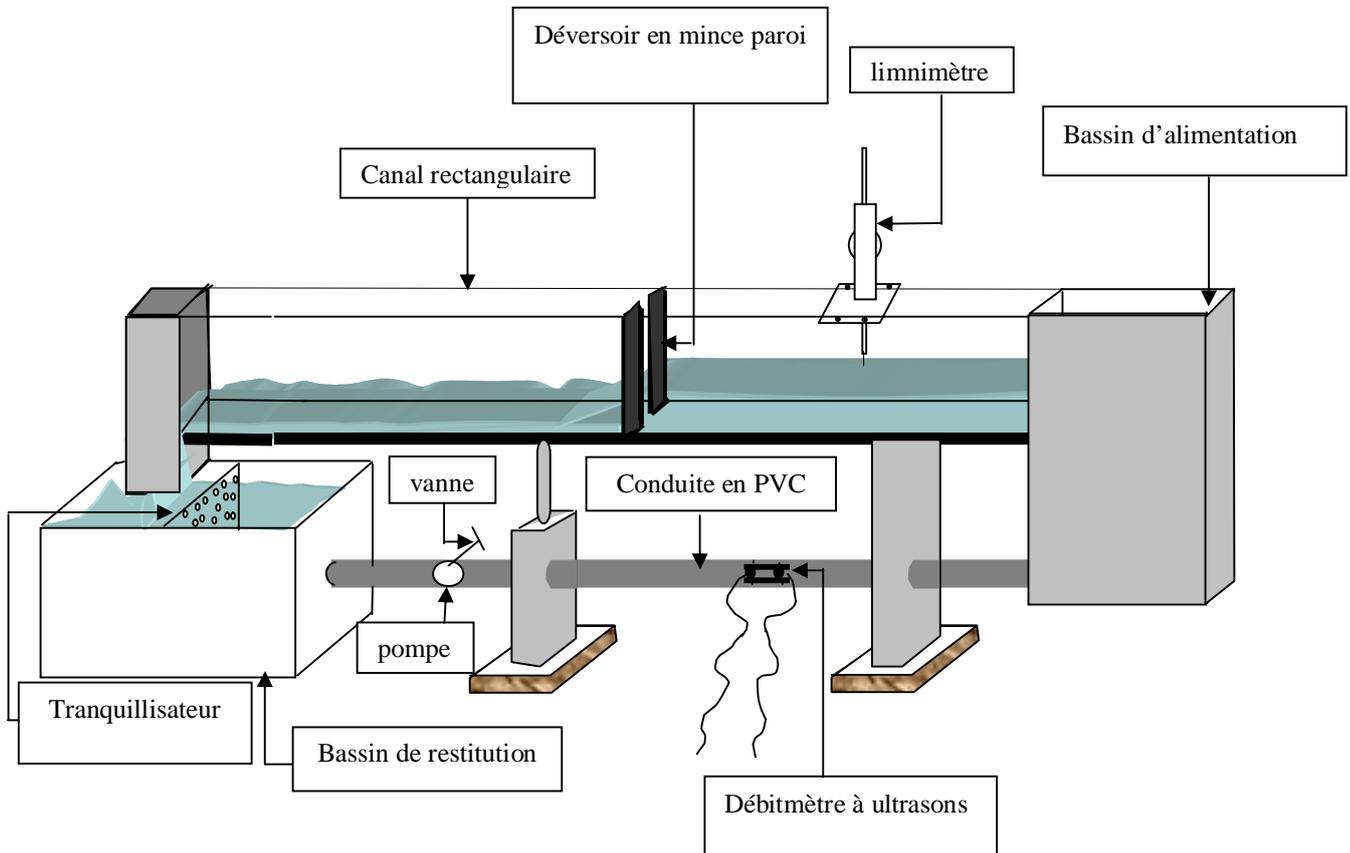


Figure 3.1 : Schéma du banc d'essais utilisé.

La pompe axiale est dotée d'une vanne de réglage des débits et permet ainsi d'effectuer les essais dans une large gamme de débits.

La vue d'ensemble du banc d'essais ainsi décrit est représentée sur les photographies 1 à 4.



Photographie 3.1 : Vue d'ensemble du banc d'essais montrant :
le réservoir de récupération des eaux, - la vanne de réglage des débits, - la conduite
circulaire d'alimentation, - le bassin d'alimentation, - le canal de mesures



Photographie 3.2 : Vue de la partie aval du canal de mesures, montrant :
le réservoir de récupération des eaux, - la grille perforée de tranquillisation, - la vanne de
réglage des débits.



Photographie 3.3 : Vue de la pompe axiale utilisée insérée dans la conduite circulaire à l'aval du bassin de récupération des eaux



Photographie 3.4 : Vue du bassin d'alimentation, montrant :
l'écoulement fluvial dans le canal de mesures, - le limnimètre ayant servi à la mesure des profondeurs

III.3. APPAREILLAGE DE MESURE

III.3.1. Mesure de la profondeur

Lors de nos essais, la mesure de la profondeur de l'écoulement à l'aval du dispositif testé est un élément important dans l'évaluation du débit écoulé. Cette profondeur correspond également, dans le cas qui intéresse notre étude, à la profondeur déversée en travers de l'échancrure du dispositif. Plus la mesure de la profondeur s'effectue avec précision et plus l'évaluation du débit est acceptable. Il est donc recommandé de procéder aux mesures de la profondeur par un appareillage aussi précis que possible.

Dans le cas des essais que nous avons effectués, nous avons utilisé un limnimètre à vernier à double précision, gradué au $1/10^{\text{ème}}$. Il s'agit donc d'un limnimètre dont la précision est tout à fait requise pour la nature des essais envisagés. De plus, la géométrie des dispositifs testés a pour particularité de rendre quasi horizontal le plan d'eau à l'amont du dispositif, éliminant toute perturbation de la surface libre. Ceci contribue sans doute à une meilleure précision dans la lecture des profondeurs au moyen du limnimètre utilisé.

La figure (3.2) montre le schéma simplifié du limnimètre utilisé, représenté également sur la photographie (3.5).

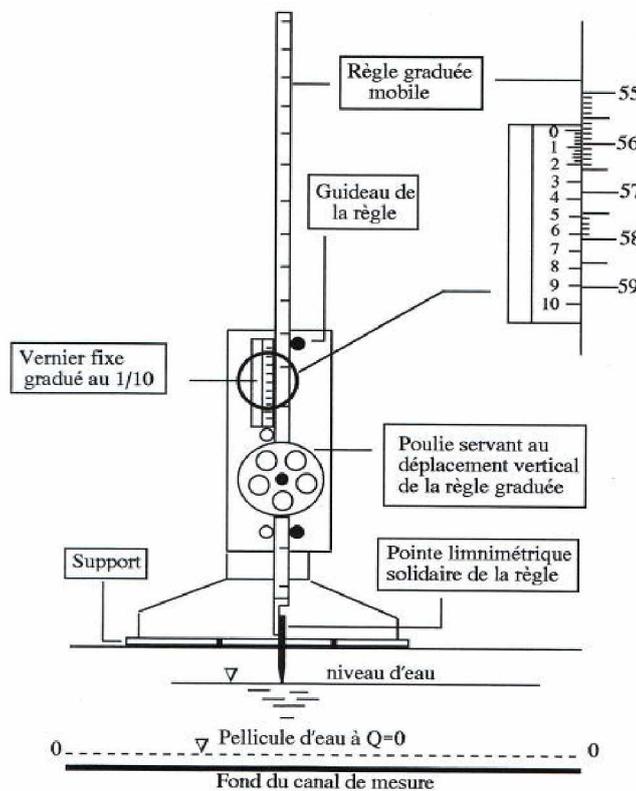


Figure 3.2 : Schéma détaillé du limnimètre à vernier utilisé.



Photographie 3.5 : Vue de profil du limnimètre à vernier utilisé.

Le limnimètre est formé d'une règle métallique profilée en "U" et graduée sur une seule face. Elle est munie, à sa partie inférieure d'une pointe verticale, appelée pointe limnimétrique, dont le rôle est d'effleurer la surface de l'eau.

Après avoir alimenté le canal de mesure avec un débit volume Q quelconque, la pompe d'alimentation est arrêtée. Le canal se vide au fur et à mesure et une fine pellicule d'eau demeure au fond du canal. Dans cette position, nous procédons à la lecture de la graduation sur la règle, coïncidant avec l'origine O du vernier. Cette graduation correspond alors au "Zéro" du limnimètre et toutes les profondeurs obtenues à différents débits volumes Q sont mesurées par rapport à cette origine.

Le vernier est gradué en 50 parties égales et à chaque millimètre de la règle correspond une graduation de $49/50$ de mm. L'erreur absolue commise sur la lecture est donc de :

$$(1 - 49/50) = 0,02 \text{ mm}$$

Il faut cependant signaler que cette erreur absolue est liée à l'utilisation de l'appareil et ne correspond pas à l'erreur commise sur la mesure de la profondeur dans le canal de mesure si aucune perturbation n'affecte la surface libre de l'écoulement.

La lecture sur le limnimètre s'effectue en deux étapes : On procède d'abord à la lecture de la graduation sur la règle, située immédiatement en haut du zéro du vernier, puis on effectue la lecture du nombre de cinquantièmes en face de la division qui coïncide ou qui est la plus rapprochée d'une division de la règle. Un exemple est donné par le détail du vernier représenté

sur la figure 2.13 qui montre, dans la position indiquée, que la mesure correspond à 55,72 mm.

III.3.2. Mesure du débit Q

La mesure du débit volume Q écoulé par le canal doit être mesuré et comparé avec celui calculé par la formule du débit du dispositif étudié, dans le cas où celle-ci peut être déterminée.

Etant donné que notre étude s'intéresse à la mesure des débits dans les canaux ouverts, la mesure du débit volume doit donc être déterminée avec la plus grande précaution et précision possible. A cet effet, nous avons opté pour un débitmètre à ultrasons, dont la précision est de l'ordre de 0,1 à 0,2 l/s. Cet appareil est représenté sur la photographie (3.6).



Photographie 3.6 : Vue du débitmètre à ultrasons inséré dans la conduite d'alimentation du canal de mesures.

Le débitmètre à ultrasons utilisé est constitué de trois parties distinctes.

- Une règle graduée dotée d'une chaîne inoxydable. La règle graduée sert à fixer la position désirée des sondes de l'appareil (transducteurs), tandis que la chaîne sert à maintenir l'ensemble contre la conduite d'alimentation. La distance entre les sondes est dictée par l'appareil lui-même.
- Deux sondes identiques (transducteurs), placées à l'extérieur de la conduite d'alimentation et maintenues fixes grâce à la règle graduée et à la chaîne. Chacun des transducteurs joue le rôle d'émetteur et de récepteur des ondes ultrasonores. Les transducteurs sont placés dans un plan horizontal à la canalisation, en évitant les points bas et haut de celle-ci. En effet, le point

haut, sujet à une éventuelle cavitation, risque de fausser les calculs de l'unité électronique. Le point bas de la canalisation risque également de fausser le calcul de l'unité électronique car il est sujet à d'éventuels dépôts solides.

- Un tableau numérique à cristaux liquides (unité électronique) qui affiche la valeur du débit écoulé par la conduite d'alimentation. L'affichage peut être obtenu, selon la préférence, en m^3/s ou en l/s. L'appareil affiche également la valeur de la vitesse moyenne de l'écoulement dans la conduite d'alimentation.

- Deux câbles, transmettant les signaux émis, relient entre-eux les sondes et le tableau d'affichage numérique.

L'affichage du débit sur le tableau d'affichage numérique est tributaire de la valeur du diamètre intérieur de la conduite d'alimentation, de son épaisseur ainsi que de la nature du matériau la constituant. Ce sont des valeurs que l'utilisateur doit introduire dans le programme du logiciel de calcul du débitmètre. Le mode de calcul utilisé par l'unité électronique est le principe du mode de transit. Le transducteur convertit une énergie électrique en une énergie mécanique sous forme de vibrations d'un cristal piézo-électrique qui émet des pulsations lorsqu'il fonctionne en mode émission. Inversement, lorsqu'il fonctionne en mode réception, le transducteur convertit la pulsation en énergie électrique. Les pulsations sont traitées et transformées en valeurs numériques (débit, vitesse, volume...).

L'un des avantages certain du débitmètre à ultrasons et d'avoir la capacité de mesurer le débit écoulé sans perturbation de l'écoulement dans la conduite d'alimentation. Les sondes se fixent sur la conduite sans pénétration à l'intérieur.

L'un des inconvénients que nous pouvons observer, lors de l'utilisation du débitmètre à ultrasons, est sa sensibilité aux vibrations de la conduite d'alimentation engendrées par le fonctionnement de la pompe.

III.4. PROCEDURE EXPERIMENTALE

Avant d'entamer la procédure expérimentale, il est nécessaire de rappeler l'objectif principal de cette partie de notre étude. Il s'agit donc de tester les dispositifs de mesure de débit que nous avons décrits précédemment, dans le but de définir l'expression du débit s'y écoulant.

Pour ce faire, nous installons dans le canal de mesures un dispositif de caractéristiques géométriques connues. Après avoir procédé à la meilleure étanchéité possible entre les

parois du dispositif et celles du canal, nous faisons fonctionner la pompe à un débit donné par manipulation de la vanne de réglage du débit. Après une certaine durée, l'écoulement peut être considéré comme étant permanent. Ses caractéristiques ne varient ni dans l'espace ni dans le temps.

Après cette première étape, nous procédons à la mesure de la profondeur de l'écoulement à l'amont du dispositif testé, grâce au limnimètre à vernier. L'analyse des résultats des nombreux essais que nous avons effectués, a montré que l'écoulement est quasi parallèle au fond du canal, à la distance de 105 cm comptée à l'amont du dispositif. A la profondeur ainsi mesurée, correspond une valeur du débit écoulé que le débitmètre à ultrasons nous indique sur le tableau d'affichage numérique.

Cette opération se répète en modifiant le débit par manipulation de la vanne de réglage du débit. Nous obtenons ainsi, pour le même dispositif testé, un échantillon de valeurs des profondeurs mesurées à l'amont du dispositif ainsi que les valeurs des débits qui leurs correspondent.

III.5. CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES DISPOSITIFS TESTES

La présente partie de notre mémoire se propose de tester quelques dispositifs décrits précédemment dans le 2^{ème} chapitre, tout en considérant une large gamme de valeurs de l'échancrure b . Tous ces dispositifs sont insérés dans le même canal de largeur B , ce qui permet d'obtenir une gamme assez large du taux de contraction β ou σ .

En fait, notre étude s'est intéressée à huit (08) dispositifs en mince paroi et huit (08) à paroi épaisse et présentant les mêmes caractéristiques géométriques et qui sont regroupées dans le tableau (3.1), sauf que la longueur du seuil pour le dispositif à paroi épaisse est prise comme étant constante pour tout les dispositifs et elle est telle que de $l=30\text{cm}$.

Tableau 3.1 : Caractéristiques géométriques des dispositifs testés

<i>Dispositif</i>	<i>Largeur de la saillie (cm)</i>	<i>Hauteur du dispositif (cm)</i>	<i>Largeur du canal B (cm)</i>	<i>Largeur de l'échancrure b (cm)</i>	<i>Taux de contraction $\beta = b/B$</i>
01	12,45	48,50	29,3	4,40	0,150
02	12,00	48,50	29,3	5,30	0,181
03	11,70	48,50	29,3	5,90	0,201
04	10,95	48,50	29,3	7,40	0,253
05	10,25	48,50	29,3	8,80	0,300
06	9,525	48,50	29,3	10,25	0,350
07	8,80	48,50	29,3	11,70	0,400
08	8,05	48,50	29,3	13,20	0,450

Comme l'indique le tableau (3.1), nous nous sommes plus particulièrement intéressés aux faibles valeurs du paramètre β ($\beta < 1/2$). En effet, les faibles valeurs de β entraînent de grandes valeurs de la profondeur de l'écoulement et dont la lecture est par suite aisée. Si dans un canal de forme rectangulaire le débit à mesurer est associé à une faible profondeur, la lecture de celle-ci risque d'entraîner des erreurs relatives assez importantes. Afin de réduire ces erreurs, il est recommandé de surélever le plan d'eau par la mise en place d'un dispositif à faible échancrure b et donc à faible valeur de β . En outre, les profondeurs importantes liées aux faibles valeurs de β induisent une faible valeur de la hauteur capable de la vitesse d'approche de l'écoulement. Celle-ci peut donc être négligée sans entraîner une erreur notable sur la mesure du débit.

III.6. DESCRIPTION DE L'ÉCOULEMENT

Cette partie de notre étude a pour but de décrire le comportement de l'écoulement d'amont, en aval. Notre attention portera plus particulièrement sur la nature quasi tranquille de l'écoulement à l'amont, grâce à la mise en place des dispositifs testés.

III.6.1. Dispositif en mince paroi

Afin d'observer plus en détails l'écoulement à l'amont, à l'aval et au droit du dispositif, nous présentons sur les photographies (3.7) à (3.12) quelques vues de cet écoulement.



Photographie 3.7 : Vue de l'écoulement à l'amont et à l'aval du dispositif.

Écoulement de droite à gauche.

La photographie (3.7) montre clairement la nature fluviale de l'écoulement dans le canal de mesures, à l'amont immédiat du dispositif. Cet état de l'écoulement peut être observé pour tous les dispositifs testés. Elle montre également la nature torrentielle de l'écoulement à l'aval du dispositif ainsi que la masse d'eau entourant la lame liquide le franchissant. Cette masse d'eau peut être observée sur la photographie (3.8).



Photographie 3.8 : Vue du profil en long de l'écoulement à travers le dispositif, montrant la masse d'eau entourant la lame d'eau déversée. Ecoulement de gauche à droite.

La masse d'eau entourant la lame liquide déversante se crée car les filets liquides de la lame déversante tombe sur ceux de l'écoulement de fond. La contraction est incomplète puisque les filets liquides de l'écoulement de fond sont directement entraînés vers la sortie de l'échancrure, sans subir de contraction dans l'axe central de l'échancrure. En retombant, les filets liquides de la lame déversante gênent l'évolution naturelle des filets de fond qui n'ont d'autres possibilités que de s'épanouir latéralement en occupant l'espace libre situé de part et d'autre de la lame déversante. La masse liquide peut prendre des proportions non négligeables, selon la valeur de la charge déversante ainsi que celle du taux de contraction β .



Photographie 3.9 : Vue de l'écoulement à l'aval du dispositif.
Ecoulement de droite à gauche.

La photographie 3.9 montre l'écoulement à l'aval d'un des dispositifs testés. Nous pouvons observer la lame liquide déversante qui tombe comme une masse d'eau et qui crée une perturbation de l'écoulement à la surface. Nous pouvons également observer la masse d'eau tourbillonnante qui occupe l'espace situé sur le côté de la lame déversante. Celle-ci est alors en partie noyée.

La photographie 3.10 montre par contre l'écoulement contracté en franchissant l'échancrure de l'un des dispositifs testés.



Photographie 3.10 : Vue de travers de la lame liquide déversante, montrant clairement la contraction latérale de l'écoulement.

En raison de la contraction que subit l'écoulement à travers le dispositif, la relation suivante peut être établie :

Soit :

$$A_c = C_c \times B h_d$$

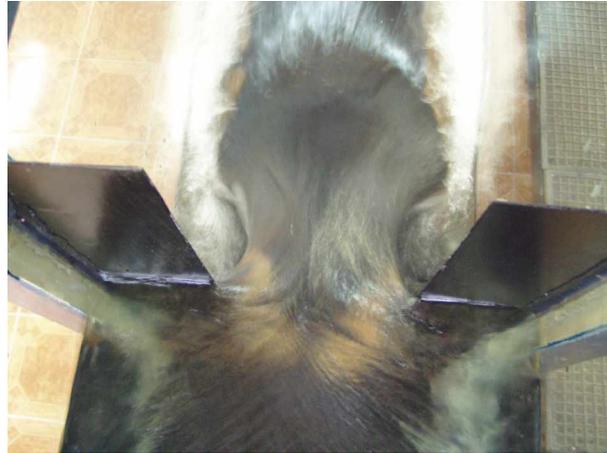
où :

C_c est le coefficient de contraction dépendant de la géométrie du dispositif ainsi que de la charge aval déversée.

B est la largeur du canal

h_d est la profondeur de l'écoulement correspondant à la profondeur déversée.

La photographie (3.11) montre clairement la section contractée de l'écoulement franchissant l'échancrure de l'un des dispositifs testés. Elle montre également la masse d'eau entourant de part et d'autre la veine liquide déversante.



Photographie 3.11 : Vue d'en haut de l'écoulement franchissant l'échancrure du dispositif. Formation de la section contractée à l'aval immédiat du dispositif. Formation d'une masse d'eau occupant l'espace situé de part et d'autre la lame liquide déversante.

III.6.2. Dispositif a paroi épaisse

Les photographies de (3.12) à (3.16) présentent clairement la nature de l'écoulement à l'amont, à l'aval et à l'intérieur du dispositif



Photographie 3.12 : vue d'ensemble de l'écoulement d'amont en aval



Photographie 3.13 montrant la nature quasi tranquille de l'écoulement à l'amont du dispositif et l'abaissement de la ligne d'eau à l'intérieur même du dispositif

La photographie (2.13) montre la nature quasi tranquille de l'écoulement à l'amont du dispositif, puis l'abaissement que subi le plan d'eau à l'entrée immédiate, ainsi qu'à l'intérieur même du dispositif.



Photographie 3.14 Vue d'en haut de l'écoulement sortant du dispositif, qui indique la nature torrentiel de l'écoulement à l'aval du dispositif. La section contractée s'étend sur une certaine longueur à l'aval du dispositif avant de se disperser dans le canal d'amenée

La photographie 3.14 montre la nature torrentiel de l'écoulement à l'aval du dispositif, ainsi que la section contractée sortant du dispositif qui est maintenue jusqu'à une longueur x de celui-ci pour se disperser ensuite dans le canal d'amenée.



Photographie 3.15 : Vue d'en haut de l'écoulement franchissant le dispositif. Formation de la section contractée l'entrée immédiate du dispositif.



Photographie 3.16 : Vue montrant la nature de l'écoulement à l'aval du dispositif

III.7. RESULTATS ET DISCUSSION

La présente partie a pour but de présenter les résultats des essais effectués sur les différents dispositifs testés. Ces résultats comportent la relation hauteur déversée – débit écoulé, charge déversée H_d , coefficient de débit m , μ ou C_d des dispositifs.

III.7.1. Dispositif en mince paroi

Lors de nos essais nous avons testés huit (08) dispositifs correspondant à huit valeurs du paramètre géométrique β tel que :

$$0,15 \leq \beta \leq 0,45 .$$

Le débit volume Q ainsi mesuré varie dans la large gamme :

$$1,6 \text{ l/s} \leq Q \leq 28,20 \text{ l/s}$$

Tandis que la profondeur de déversement h_d est telle que :

$$4,3 \text{ cm} \leq h_d \leq 33,02 \text{ cm}$$

Les essais que nous avons effectués nous ont permis d'obtenir un échantillon de 157 couples de valeurs (Q , h_d), et sur lesquels s'est reposée l'interprétation de nos résultats.

Le tableau (3.2) indique la gamme utilisée des débits volumes Q ainsi que celle des profondeurs mesurées h_d pour chacun des dispositifs testés.

Tableau 3.2. : Gamme des débits et des profondeurs utilisée pour chaque dispositif testé.

<i>Dispositif</i>	<i>Nombre de mesures</i>	<i>Gamme des débits</i>	<i>Gamme des profondeurs</i>
$\beta = 0,15$	19	$2,38 \text{ l/s} \leq Q \leq 13,18 \text{ l/s}$	$9,94 \text{ cm} \leq h_d \leq 31,49 \text{ cm}$
$\beta = 0,181$	20	$2,76 \text{ l/s} \leq Q \leq 17,11 \text{ l/s}$	$10,04 \text{ cm} \leq h_d \leq 33,02 \text{ cm}$
$\beta = 0,201$	19	$2,15 \text{ l/s} \leq Q \leq 18,11 \text{ l/s}$	$7,66 \text{ cm} \leq h_d \leq 32,02 \text{ cm}$
$\beta = 0,253$	19	$1,61 \text{ l/s} \leq Q \leq 18,18 \text{ l/s}$	$5,58 \text{ cm} \leq h_d \leq 27,46 \text{ cm}$
$\beta = 0,30$	20	$2,95 \text{ l/s} \leq Q \leq 24,77 \text{ l/s}$	$7,28 \text{ cm} \leq h_d \leq 29,51 \text{ cm}$
$\beta = 0,35$	20	$2,00 \text{ l/s} \leq Q \leq 24,01 \text{ l/s}$	$5,10 \text{ cm} \leq h_d \leq 26,31 \text{ cm}$
$\beta = 0,40$	20	$1,81 \text{ l/s} \leq Q \leq 25,11 \text{ l/s}$	$4,34 \text{ cm} \leq h_d \leq 24,60 \text{ cm}$
$\beta = 0,45$	20	$2,33 \text{ l/s} \leq Q \leq 28,18 \text{ l/s}$	$4,72 \text{ cm} \leq h_d \leq 24,37 \text{ cm}$

III.7.1.1. Loi hauteur déversée – débit écoulé et charge déversée – débit écoulé

Nous avons présenté au cours du chapitre précédant notre modeste contribution dans l'élaboration de la loi hauteur débit et celle du coefficient de débit qui répond à la relation :

$$q = Q/B = m_2 \beta \sqrt{2g} (1 + m_1^2)^{3/2} h_d^{3/2}$$

Néanmoins les paramètres m_1 et m_2 ne peuvent être évalués ou estimés que par la voie de l'expérimentation au laboratoire.

Le tableau (3.3) regroupe les mesures expérimentales brutes que nous avons effectuées sur les huit (08) dispositifs que nous avons précédemment décrits.

Tableau 3.3.a : Valeurs des paramètres mesurés Q et h_d , m_1 et m_2 calculés
selon les relations (2.3) et (2.5)
 $\beta = 0,15$; $B = 29,3$ cm ; $b = 4,4$ cm

$Q(m^3/s)$	$h_d (m)$	m_1	m_2	m_1/m_2
0,00238333	0,09938	0,0586164	0,38832887	0,15094527
0,00321667	0,12538	0,05582729	0,37002775	0,15087325
0,00363333	0,13218	0,05825584	0,3859645	0,15093576
0,0042	0,14858	0,05650562	0,37448111	0,15089044
0,00448333	0,15698	0,05554148	0,36815089	0,15086607
0,00551667	0,17674	0,05720808	0,37909125	0,15090846
0,00596667	0,18498	0,05778665	0,38288707	0,15092347
0,00646667	0,19598	0,05743091	0,38055335	0,15091422
0,00703333	0,21046	0,05612931	0,37201079	0,15088088
0,00766667	0,22132	0,05673597	0,37599304	0,15089632
0,0084	0,23598	0,0564611	0,37418891	0,1508893
0,00903333	0,24528	0,05729777	0,37967976	0,15091078
0,00966667	0,25782	0,05689639	0,3770459	0,15090044
0,01058333	0,2727	0,05726347	0,3794547	0,15090989
0,0107	0,27488	0,05720737	0,37908658	0,15090844
0,01136667	0,28574	0,05734023	0,37995838	0,15091188
0,01213333	0,30038	0,05678799	0,37633446	0,15089766
0,01303333	0,31162	0,05772985	0,38251447	0,15092199
0,01318333	0,3149	0,05748428	0,3809035	0,15091561

Il en ressort du tableau (3.3) que l'augmentation du débit Q ainsi que de la profondeur déversée h_d , n'entraîne aucune modification sensible sur la valeur du coefficient de débit m_1 . Celui-ci, oscillant autour de la valeur moyenne de 0,0570793, peut être considéré comme étant constant.

Comme nous allons l'observer dans les tableaux suivants, la valeur moyenne de m_1 varie suivant la valeur du paramètre β . De même, nous pouvons remarquer que la valeur du coefficient de débit m_2 ainsi que celle du rapport m_1/m_2 ne varie pratiquement pas.

Tableau 3.3.b : Valeurs des paramètres mesurés Q et h_d , m_1 et m_2 calculés selon les relations (2.3) et (2.5).

$$\beta = 0,181 ; B = 29,3 \text{ cm} ; b = 5,3 \text{ cm}$$

$Q(m^3/s)$	$h_d (m)$	m_1	m_2	m_1/m_2
0,00276667	0,10042	0,06698991	0,36786142	0,18210638
0,00315	0,10798	0,06840352	0,37551664	0,18215843
0,0045	0,13708	0,06831786	0,37505294	0,18215524
0,0059	0,16318	0,06896591	0,37856037	0,18217944
0,00646667	0,1738	0,06876836	0,37749133	0,18217204
0,00738333	0,18846	0,0695355	0,38164192	0,18220089
0,0078	0,19494	0,06982743	0,38322088	0,18221196
0,00816667	0,20278	0,06891123	0,37826448	0,18217739
0,00893333	0,21458	0,06924885	0,38009123	0,18219007
0,00963333	0,224	0,07001441	0,38423207	0,18221907
0,01005	0,23278	0,06894939	0,37847096	0,18217882
0,01086667	0,2423	0,07020194	0,38524608	0,18222622
0,0118	0,25128	0,07218185	0,39594459	0,18230291
0,01206667	0,26198	0,06933747	0,38057067	0,18219341
0,01328333	0,277	0,07020536	0,38526461	0,18222635
0,01378333	0,28928	0,06825894	0,37473398	0,18215305
0,0151	0,299	0,0711628	0,39043984	0,18226317
0,01623333	0,31288	0,07147002	0,39209975	0,18227509
0,01673333	0,32144	0,07074821	0,38819924	0,18224717
0,01711667	0,33018	0,06951458	0,38152879	0,1822001

Comme pour le dispositif précédent, l'augmentation du débit Q et de la profondeur h_d n'entraîne aucune modification sensible de la valeur du coefficient de débit m_1 . Pour le dispositif testé, m_1 peut être considéré comme étant constant et oscille autour de la valeur moyenne 0,0695507.

Tableau 3.3.c : Valeurs des paramètres mesurés Q et h_d , m_1 et m_2 calculés selon les relations (2.3) et (2.5).

$$\beta = 0,201 ; B = 29,3 \text{ cm} ; b = 5,9 \text{ cm.}$$

$Q(m^3/s)$	$h_d (m)$	m_1	m_2	m_1/m_2
0,00215	0,07664	0,07807969	0,38423267	0,20320941
0,00266667	0,08788	0,07887085	0,38805415	0,20324703
0,00428333	0,1257	0,07405627	0,36476611	0,20302399
0,00685	0,16666	0,07757582	0,38179775	0,20318565
0,00733333	0,17776	0,07539338	0,37124143	0,20308451
0,0083	0,1886	0,07808155	0,38424165	0,2032095
0,00866667	0,19768	0,07597853	0,37407328	0,20311134
0,00936667	0,20778	0,07620129	0,37515107	0,20312161
0,01031667	0,2208	0,07661674	0,37716069	0,20314085
0,011	0,23018	0,07674926	0,37780158	0,203147
0,01186667	0,24032	0,07761162	0,38197077	0,20318733
0,01285	0,25464	0,07705416	0,37927593	0,20316121
0,01361667	0,26398	0,07735656	0,38073791	0,20317535
0,01421667	0,27328	0,07667767	0,37745535	0,20314367
0,01556667	0,2823	0,07996725	0,39334646	0,2032998
0,01578333	0,29204	0,07705806	0,37929483	0,20316139
0,0167	0,3031	0,07711173	0,37955429	0,2031639
0,01751667	0,31108	0,07779044	0,38283496	0,20319575
0,01811667	0,32018	0,07704951	0,37925346	0,20316099

Pour le dispositif ainsi testé, nous pouvons également observer que le coefficient de débit m_1 oscille autour de la valeur moyenne 0,07712, et ne subit aucune variation sensible malgré l'augmentation du débit Q et de la profondeur déversée h_d . Cette remarque concerne également les coefficients de débit m_1 et m_2 ainsi que leur rapport.

Tableau 3.3.d : Valeurs des paramètres mesurés Q et h_d , m_1 et m_2 calculés selon les relations(2.3) et (2.5).

$$\beta = 0,253 ; B = 29,3 \text{ cm} ; b = 7,4 \text{ cm.}$$

$Q(m^3/s)$	$h_d (m)$	m_1	m_2	m_1/m_2
0,00161667	0,05578	0,09455524	0,36942224	0,25595438
0,00211667	0,06628	0,09557881	0,37331324	0,25602844
0,00251667	0,07434	0,09566977	0,37365888	0,25603506
0,0044	0,10738	0,09634972	0,37624154	0,25608475
0,00548333	0,12398	0,09678322	0,37788733	0,25611661
0,00616667	0,1345	0,09632742	0,37615686	0,25608311
0,00685	0,14334	0,09725733	0,37968657	0,25615163
0,00755	0,15318	0,09703463	0,37884149	0,25613516
0,00843333	0,16426	0,09760778	0,38101601	0,25617762
0,00931667	0,1754	0,09772351	0,38145497	0,25618623
0,00976667	0,18054	0,09810002	0,38288269	0,25621429
0,01156667	0,201	0,09890016	0,38591527	0,2562743
0,01186667	0,20592	0,09785068	0,38193724	0,25619569
0,01276667	0,21688	0,09739376	0,38020418	0,25616174
0,0136	0,22604	0,09750881	0,3806406	0,25617027
0,01505	0,24088	0,09808854	0,38283917	0,25621343
0,01575	0,24992	0,09713191	0,37921066	0,25614235
0,01673333	0,25928	0,0976589	0,38120991	0,25618142
0,01818333	0,27464	0,09734434	0,38001667	0,25615807

Tableau 3.3.e : Valeurs des paramètres mesurés Q et h_d , m_1 et m_2 calculés selon les relations (2.3) et (2.5).

$$\beta = 0,30 ; B = 29,3 \text{ cm} ; b = 8,8 \text{ cm.}$$

$Q(m^3/s)$	$h_d (m)$	m_1	m_2	m_1/m_2
0,00295	0,07282	0,11567217	0,37753333	0,30638929
0,003466667	0,08062	0,116689229	0,38071965	0,30649647
0,004316667	0,09204	0,119115006	0,38830544	0,30675595
0,005533333	0,10978	0,117215453	0,3823669	0,3065523
0,006883333	0,12768	0,11625118	0,37934771	0,30645019
0,0088	0,14918	0,117679183	0,38381776	0,30660171
0,01005	0,16218	0,118564042	0,38658421	0,30669654
0,010833333	0,17206	0,1169567	0,38155703	0,30652482
0,011933333	0,183	0,117454055	0,3831135	0,3065777
0,012966667	0,194	0,116925337	0,38145886	0,30652149
0,014016667	0,20494	0,116409259	0,37984288	0,30646687
0,0152	0,21518	0,117333928	0,38273764	0,30656491
0,015866667	0,2211	0,117594081	0,38355156	0,30659263
0,017033333	0,23182	0,11758615	0,38352675	0,30659178
0,017616667	0,23868	0,116407931	0,37983872	0,30646673
0,018916667	0,24914	0,117209361	0,38234784	0,30655165
0,0201	0,25866	0,117729426	0,38397491	0,30660708
0,021266667	0,27	0,116798336	0,38106126	0,30650803
0,0226	0,2951	0,116011759	0,378596	0,30642497
0,024766667	0,2951	0,119041015	0,38807435	0,30674796

Tableau 3.3.f : Valeurs des paramètres mesurés Q et h_d , m_1 et m_2 calculés selon les relations (2.3) et (2.5).

$$\beta = 0,35 ; B = 29,3 \text{ cm} ; b = 10,25 \text{ cm.}$$

$Q(m^3/s)$	$h_d (m)$	m_1	m_2	m_1/m_2
0,002	0,05108	0,13348625	0,37159917	0,35922107
0,00283333	0,0643	0,13389492	0,37267679	0,35927892
0,00345	0,07458	0,1305174	0,36375456	0,35880622
0,00413333	0,08412	0,13053724	0,36380707	0,35880896
0,00516667	0,09496	0,1360449	0,37833735	0,35958623
0,0072	0,11814	0,13662178	0,37985363	0,35966953
0,00808333	0,12916	0,134178	0,37342295	0,3593191
0,0094	0,14146	0,13613201	0,37856638	0,35959878
0,0101	0,14844	0,13607484	0,37841607	0,35959054
0,01135	0,16008	0,13654416	0,37964968	0,3596583
0,01215	0,16772	0,13629561	0,37899646	0,35962239
0,01348333	0,17906	0,13711415	0,38114695	0,35974092
0,01486667	0,19092	0,13731543	0,38167542	0,35977017
0,01698333	0,20896	0,136997	0,38083931	0,35972391
0,01821667	0,2194	0,13658307	0,37975191	0,35966393
0,01965	0,23472	0,1331436	0,3706952	0,35917271
0,02101667	0,24072	0,13711294	0,38114377	0,35974074
0,02201667	0,24834	0,13707695	0,38104926	0,35973551
0,02288333	0,25436	0,137445	0,38201554	0,35978903
0,02401667	0,26316	0,13707738	0,38105038	0,35973557

Tableau 3.3.g : Valeurs des paramètres mesurés Q et h_d , m_1 et m_2 calculés selon les relations (2.3) et (2.5).

$$\beta = 0,40 ; B = 29,3 \text{ cm} ; b = 11,70 \text{ cm.}$$

$Q(m^3/s)$	$h_d (m)$	m_1	m_2	m_1/m_2
0,00181667	0,04344	0,15460495	0,37369487	0,41371976
0,00303333	0,06128	0,15407241	0,37249737	0,41362014
0,00525	0,08772	0,15570202	0,37615897	0,41392611
0,00646667	0,10038	0,15667243	0,3783354	0,41410988
0,00745	0,11172	0,15372438	0,37171429	0,41355522
0,00886667	0,12388	0,15669007	0,37837493	0,41411323
0,00968333	0,13104	0,1572903	0,37971959	0,4142275
0,01051667	0,13892	0,15649981	0,37794848	0,41407711
0,01178333	0,1491	0,15770105	0,38063911	0,41430595
0,01301667	0,15986	0,15691807	0,37888584	0,41415658
0,01458333	0,17158	0,15810285	0,38153806	0,4143829
0,0154	0,17722	0,1590503	0,38365577	0,41456513
0,01645	0,18538	0,15880145	0,38309982	0,41451716
0,01725	0,19204	0,1579372	0,38116752	0,41435115
0,01846667	0,20202	0,15670391	0,37840596	0,41411586
0,01993333	0,21102	0,15844458	0,38230221	0,4144485
0,02103333	0,21914	0,15798232	0,38126847	0,41435979
0,02246667	0,22868	0,15829939	0,3819776	0,41442061
0,0237	0,23738	0,15789379	0,38107039	0,41434284
0,02511667	0,24604	0,15857558	0,38259505	0,41447368

Tableau 3.3.h : Valeurs des paramètres mesurés Q et h_d , m_1 et m_2 calculés selon les relations (2.3) et (2.5).

$$\beta = 0,45 ; B = 29,3 \text{ cm} ; b = 13,20 \text{ cm.}$$

$Q(m^3/s)$	$h_d (m)$	m_1	m_2	m_1/m_2
0,00233333	0,04718	0,17543763	0,37210757	0,4714702
0,00305	0,05646	0,17517471	0,37159975	0,47140696
0,00403333	0,06774	0,17627033	0,37371445	0,47167115
0,00503333	0,07868	0,17572844	0,37266899	0,47154027
0,00586667	0,08746	0,17476726	0,37081237	0,47130914
0,00725	0,09916	0,17890238	0,37877946	0,47231276
0,00816667	0,10764	0,17818337	0,37739799	0,47213652
0,00926667	0,1167	0,17910188	0,37916249	0,4723618
0,01025	0,12634	0,17587149	0,37294506	0,47157478
0,01165	0,13604	0,17889939	0,37877374	0,47231203
0,0131	0,14654	0,17993676	0,38076406	0,4725676
0,01448333	0,15672	0,1798725	0,38064087	0,47255172
0,01583333	0,1663	0,17989407	0,38068223	0,47255705
0,01725	0,17646	0,1793092	0,3795604	0,47241281
0,01911667	0,18858	0,17986704	0,38063041	0,47255038
0,02176667	0,20582	0,17961535	0,38014775	0,47248825
0,02331667	0,21486	0,18039146	0,38163541	0,4726801
0,0252	0,22656	0,1800564	0,38099339	0,47259717
0,0266	0,23384	0,18125346	0,38328546	0,47289418
0,02818333	0,24376	0,18043948	0,3817274	0,472692

Au regard de l'ensemble des résultats consignés dans les tableaux (3.3.a) à (3.3.h), nous pouvons confirmer que pour la même valeur de β , les coefficients de débit m_1 et m_2 ne subissent aucune variation sensible lorsque le débit Q et la hauteur déversée h_d varient. Les coefficients de débit m_1 et m_2 oscillent autour d'une valeur moyenne pour chaque valeur de β . En ce qui concerne le coefficient de débit m_1 , sa valeur moyenne varie cependant lorsque β change. Par contre, le coefficient de débit m_2 garde une valeur quasi constante pour toutes les valeurs testées du paramètre β .

Les résultats obtenus montrent en effet que, pour l'ensemble des valeurs de β testés, nous pouvons écrire :

$$m_2 \approx 0,3794 \quad (3.1)$$

De même, le rapport m_1/m_2 peut être considéré comme étant constant pour une valeur donnée du paramètre β .

Le tableau (3.4) regroupe la valeur moyenne du rapport m_1/m_2 pour chacune des valeurs de β considérées.

Nous avons représenté sur les figures (3.3) et (3.4) la variation du rapport moyen m_1/m_2 en fonction du paramètre β , et la variation du coefficient de débit m_1 en fonction de la hauteur déversée h_d .

Tableau 3.4 : Valeur moyenne du rapport m_1/m_2 pour chacune des valeurs de β testées.

β	m_1/m_2
0,15	0,1509053
0,181	0,1822019
0,201	0,2031648
0,253	0,2561402
0,3	0,3065545
0,35	0,3595116
0,4	0,4141895
0,45	0,4722043

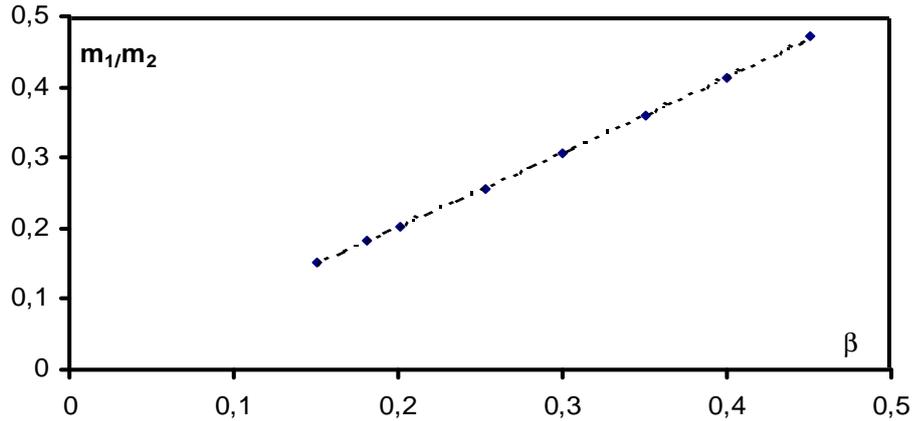


Figure 3.3 : Variation du rapport moyen m_1/m_2 en fonction des valeurs testées de β .
 Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.4.

Ainsi, la variation de m_1/m_2 en fonction de β se traduit par une courbe unique. Un ajustement, basé sur la méthode des moindres carrés non linéaires, a permis d'écrire, avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,9998$:

$$\frac{m_1}{m_2} = 1,0705\beta^{1,0358} \quad (3.2)$$

La figure (3.4) montre ainsi que le coefficient de débit m_1 n'est nullement influencé par la variation de la profondeur déversée h_d . Il oscille autour d'une valeur moyenne qui dépend seulement de la valeur de β considéré. Comme l'indique la figure(3.4), la valeur de m_1 augmente au fur et à mesure que le paramètre β croît.

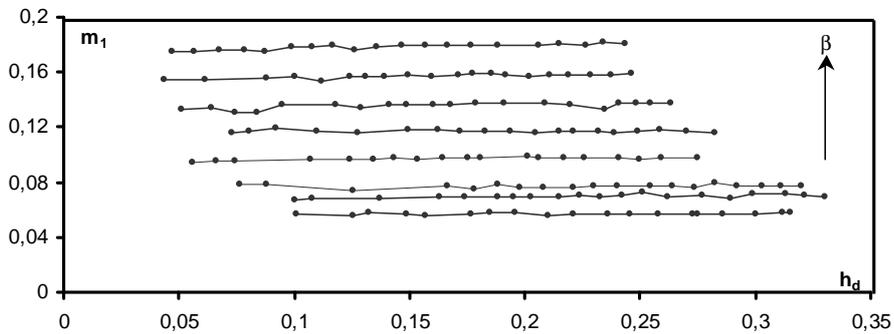


Figure 3.4 : Représentation graphique du coefficient de débit m_1 en fonction de la profondeur déversée h_d .

En tenant compte des considérations ci-dessus exposées, nous regroupons dans le tableau (3.5), la valeur moyenne du coefficient de débit m_1 , pour chacune des valeurs considérées du paramètre β .

Tableau 3.5 : Valeur moyenne du coefficient de débit m_1
pour les diverses valeurs de β testées

β	m_1
0,15	0,0570793
0,181	0,0695507
0,201	0,07712
0,253	0,0970981
0,3	0,1172322
0,35	0,13550963
0,4	0,1570833
0,45	0,1784486

En considérant les résultats consignés dans le tableau (3.5), nous représentons sur la figure (3.5) la variation de la valeur moyenne du coefficient de débit m_1 en fonction de β . Comme pour le cas du rapport m_1/m_2 , les valeurs moyennes du coefficient de débit correspondants aux valeurs testées de β , se présentent sur une courbe unique montrant ainsi la dépendance exclusive de m_1 vis-à-vis de β . Un ajustement, basé sur la méthode des moindres carrés non linéaires, a permis d'écrire avec un coefficient de corrélation $R^2 = 0,9998$.

$$m_1 = 0,4043\beta^{1,0324} \tag{3.3}$$

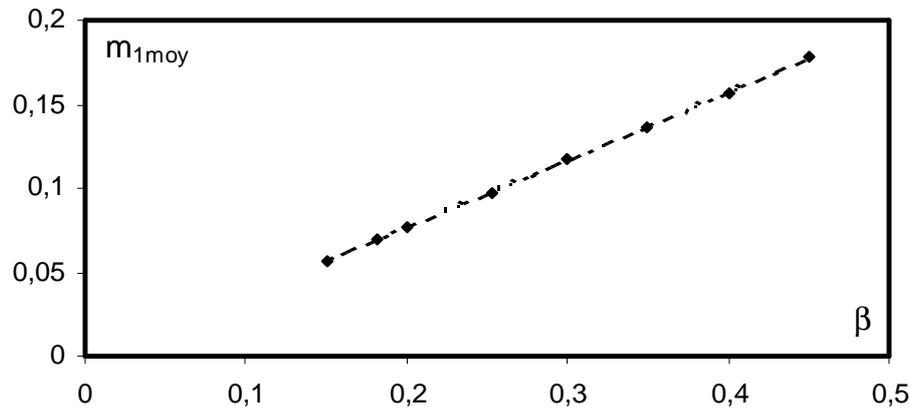


Figure 3.5 : représentation graphique de la valeur moyenne du coefficient de débit m_1 en fonction de β .

III.7.1.2. Expression du débit écoulé par le dispositif testé

L'évaluation des coefficients de débit m_1 et m_2 que nous avons effectués précédemment et qui s'expriment respectivement par les relations (3.1) et (3.2), permet aisément d'établir la relation liant le débit écoulé par le dispositif et la hauteur de déversement h_d .

Pour définir le débit unitaire q_b s'écoulant au travers de l'échancrure de largeur b du dispositif testé, il suffit pour cela de considérer la relation (2.12) qui s'écrit alors :

$$q_b = Q/b = m_2 \sqrt{2g} (1 + m_1^2)^{3/2} h_d^{3/2} \quad (3.4)$$

La combinaison des relations (3.1), (3.2) et (3.4) permet aisément d'écrire :

$$q_b = Q/b = 0,3794 \sqrt{2g} (1 + 0,16496\beta^{2,0716})^{3/2} h_d^{3/2} \quad (3.5)$$

C'est la relation (3.5) qui sera confrontée, dans cette partie de notre étude, aux valeurs issues de l'expérimentation des dispositifs considérés. Pour cela, nous considérons les valeurs des débits Q ainsi que celles des profondeurs déversées h_d consignées dans le tableau (3.6). Les débits unitaires sont obtenus par le rapport de ces débits à la largeur de l'échancrure b du dispositif.

Pour le même dispositif, c'est à dire pour la même valeur du paramètre β , nous calculons le débit unitaire écoulé par l'échancrure du dispositif par application de la relation (3.5), et ceci pour un même couple (Q, h_d) mesuré. Nous désignerons par $q_{b,\text{exp}}$ le débit unitaire Q/b

expérimental, et nous noterons $q_{b,th}$ le débit unitaire théorique ou calculé, selon la relation (3.5). Les résultats de tous nos calculs sont consignés dans le tableau (3.6) et dans lequel nous avons indiqué les écarts relatifs $\left| 1 - \frac{q_{b,exp}}{q_{b,th}} \right| \times 100$ exprimés en %. Ceci permet d'apprécier le degré de fiabilité que peut atteindre la relation (3.5). Au tableau (3.6) est associée la figure (3.6) représentant la variation de $q_{b,th}$ en fonction $q_{b,exp}$, ce qui permet de mieux préciser leurs écarts. Toutes les courbes ont été ajustées selon la méthode des moindres carrés linéaires et les coefficients de corrélation qui leurs correspondent ont été évalués et indiqués.

Tableau 3.6.a : Valeurs des débits unitaires expérimentaux et calculés selon la relation(3.5).

$$\beta = 0,15 ; b = 4,4 \text{ cm}$$

$Q_{exp} (m^3/s)$	$q_{b,exp} = Q_{exp}/b$	$h_d(m)$	$q_{b,th} = Q_{th}/b$	$ (1 - q_{b,exp} / q_{b, th}) \% $
0,00238333	0,054166667	0,09938	0,05290568	2,38
0,00321667	0,073106061	0,12538	0,0749715	2,49
0,00363333	0,082575758	0,13218	0,0811526	1,75
0,0042	0,095454545	0,14858	0,09671511	1,3
0,00448333	0,101893939	0,15698	0,10503168	2,99
0,00551667	0,125378788	0,17674	0,12547468	0,08
0,00596667	0,135606061	0,18498	0,13435102	0,93
0,00646667	0,146969697	0,19598	0,14651141	0,31
0,00703333	0,159848485	0,21046	0,16304525	1,96
0,00766667	0,174242424	0,22132	0,17582669	0,90
0,0084	0,190909091	0,23598	0,19358273	1,38
0,00903333	0,20530303	0,24528	0,20513842	0,08
0,00966667	0,21969697	0,25782	0,22106944	0,62
0,01058333	0,240530303	0,2727	0,24048141	0,02
0,0107	0,243181818	0,27488	0,24337083	0,08
0,01136667	0,258333333	0,28574	0,25793505	0,15
0,01213333	0,275757576	0,30038	0,27800994	0,81
0,01303333	0,296212121	0,31162	0,29375941	0,83
0,01318333	0,299621212	0,3149	0,2984096	0,41

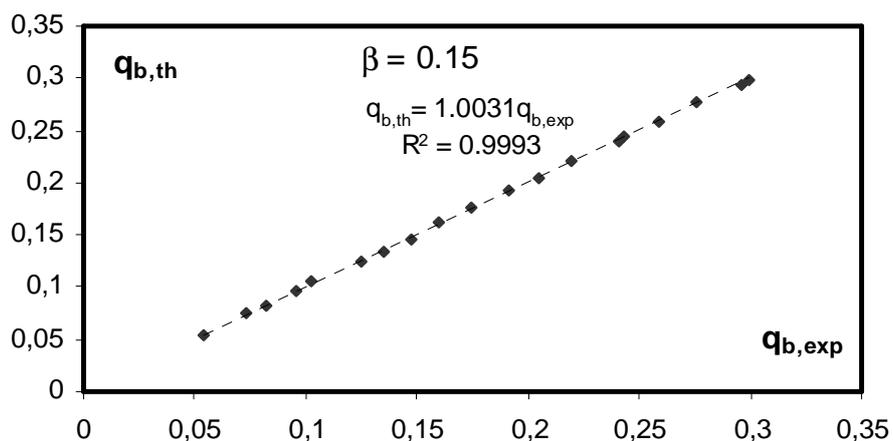


Figure 3.6.a : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,15$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.6.a.

Tableau 3.6.b : Valeurs des débits unitaires expérimentaux et calculés selon la relation (3.5).

$$\beta = 0,181 ; b = 5,3 \text{ cm}$$

$Q_{exp} (m^3/s)$	$q_{b,exp} = Q_{exp}/b$	$h_d(m)$	$q_{b,th} = Q_{th}/b$	$ (1 - q_{b,exp}/q_{b,th}) \% $
0,00276667	0,052201258	0,10042	0,05386223	3,08
0,00315	0,059433962	0,10798	0,06005774	1,04
0,0045	0,08490566	0,13708	0,08590435	1,16
0,0059	0,111320755	0,16318	0,11157179	0,22
0,00646667	0,122012579	0,1738	0,12263902	0,51
0,00738333	0,139308176	0,18846	0,13847864	0,60
0,0078	0,147169811	0,19494	0,14568185	1,02
0,00816667	0,15408805	0,20278	0,15455807	0,30
0,00893333	0,168553459	0,21458	0,16824333	0,18
0,00963333	0,181761006	0,224	0,1794428	1,29
0,01005	0,189622642	0,23278	0,19009579	0,25
0,01086667	0,205031447	0,2423	0,20187574	1,56
0,0118	0,222641509	0,25128	0,21320181	4,43
0,01206667	0,227672956	0,26198	0,2269636	0,31
0,01328333	0,250628931	0,277	0,24675937	1,57
0,01378333	0,260062893	0,28928	0,26334896	1,25
0,0151	0,28490566	0,299	0,27673289	2,95
0,01623333	0,306289308	0,31288	0,29622432	3,40
0,01673333	0,31572327	0,32144	0,30846357	2,35
0,01711667	0,322955975	0,33018	0,32112946	0,57

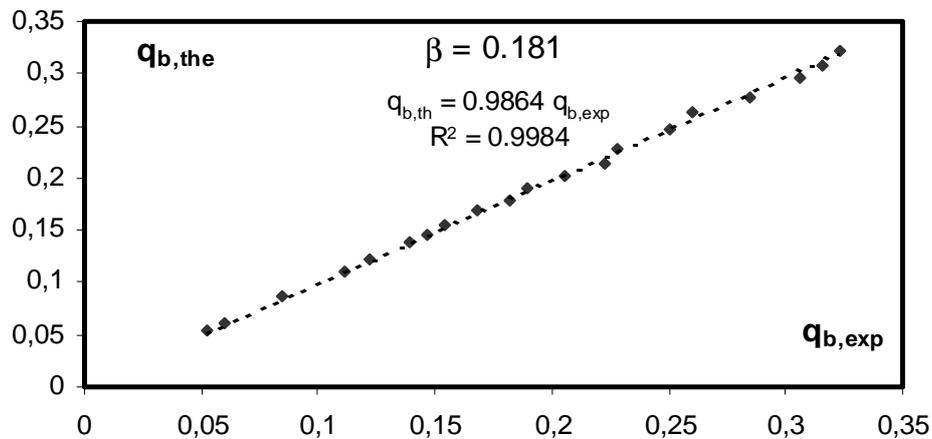


Figure 3.6.b : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,181$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.6.b.

Tableau 3.6.c : Valeurs des débits unitaires expérimentaux et calculés selon la relation(3.5).

$$\beta = 0,201 ; b = 5,9 \text{ cm}$$

$Q_{exp} (m^3/s)$	$q_{b,exp} = Q_{exp}/b$	$h_d(m)$	$q_{b,th} = Q_{th}/b$	$ (1 - q_{b,exp}/q_{b,th}) \%$
0,00215	0,036440678	0,07664	0,03597399	1,30
0,00266667	0,04519774	0,08788	0,04417132	2,32
0,00428333	0,07259887	0,1257	0,07556283	3,92
0,00685	0,116101695	0,16666	0,11535924	0,64
0,00733333	0,124293785	0,17776	0,12707391	2,19
0,0083	0,140677966	0,1886	0,13887301	1,30
0,00866667	0,146892655	0,19768	0,14902167	1,43
0,00936667	0,158757062	0,20778	0,1605872	1,14
0,01031667	0,174858757	0,2208	0,17591543	0,60
0,011	0,186440678	0,23018	0,18724348	0,43
0,01186667	0,201129944	0,24032	0,19975157	0,69
0,01285	0,21779661	0,25464	0,21786891	0,03
0,01361667	0,23079096	0,26398	0,22996506	0,36
0,01421667	0,240960452	0,27328	0,24222396	0,52
0,01556667	0,263841808	0,2823	0,2543148	3,75
0,01578333	0,267514124	0,29204	0,26758936	0,03
0,0167	0,283050847	0,3031	0,28293341	0,04
0,01751667	0,296892655	0,31108	0,29418022	0,92
0,01811667	0,307062147	0,32018	0,30718261	0,04

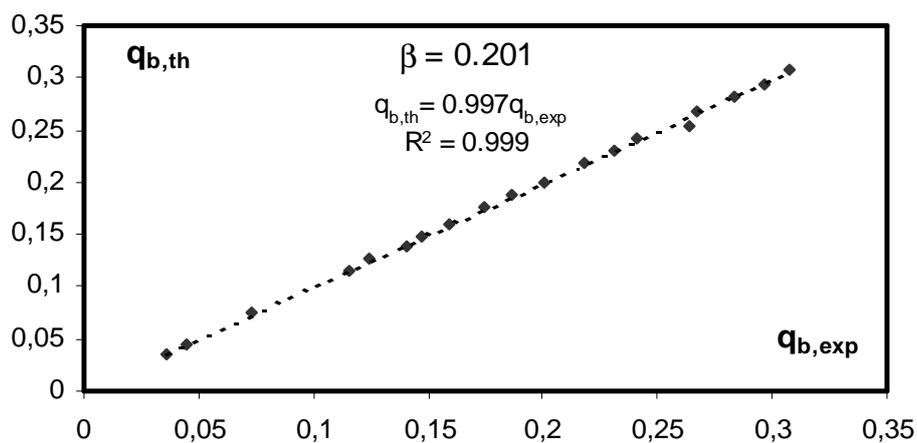


Figure 3.6.c : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,201$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.6.c.

Tableau 3.6.d : Valeurs des débits unitaires expérimentaux et calculés selon la relation(3.5).

$$\beta = 0,253 ; b = 7,4 \text{ cm}$$

$Q_{exp} (m^3/s)$	$q_{b,exp} = Q_{exp}/b$	$h_d(m)$	$q_{b,th} = Q_{th}/b$	$ (1 - q_{b,exp}/q_{b,th}) \%$
0,00161667	0,021846847	0,05578	0,02245786	2,72
0,00211667	0,028603604	0,06628	0,0290887	1,67
0,00251667	0,034009009	0,07434	0,03455289	1,57
0,0044	0,059459459	0,10738	0,05998403	0,87
0,00548333	0,074099099	0,12398	0,074418	0,43
0,00616667	0,083333333	0,1345	0,08408799	0,9
0,00685	0,092567568	0,14334	0,09251277	0,06
0,00755	0,102027027	0,15318	0,10220065	0,17
0,00843333	0,113963964	0,16426	0,11348757	0,42
0,00931667	0,125900901	0,1754	0,12522613	0,54
0,00976667	0,131981982	0,18054	0,13077078	0,93
0,01156667	0,156306306	0,201	0,1536189	1,75
0,01186667	0,16036036	0,20592	0,15929361	0,67
0,01276667	0,172522523	0,21688	0,17217886	0,20
0,0136	0,183783784	0,22604	0,18320129	0,32
0,01505	0,203378378	0,24088	0,20153556	0,91
0,01575	0,212837838	0,24992	0,21298651	0,07
0,01673333	0,226126126	0,25928	0,225063	0,47
0,01818333	0,245720721	0,27464	0,24535576	0,15

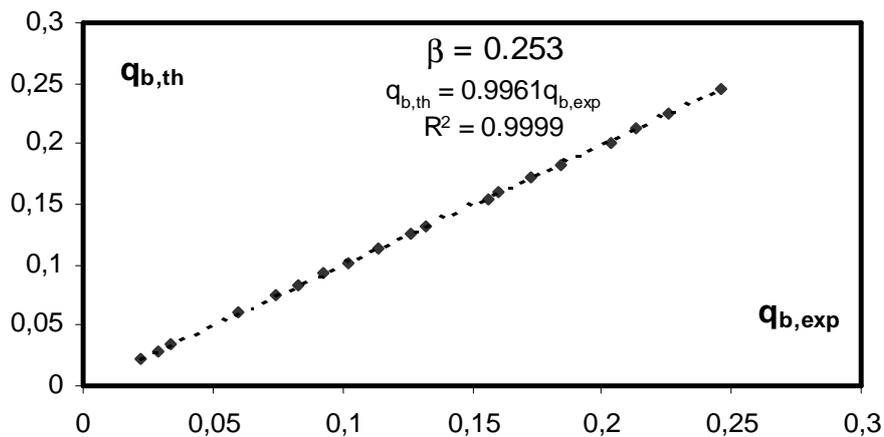


Figure 3.6.d : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,253$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.6.d.

Tableau 3.6.e : Valeurs des débits unitaires expérimentaux et calculés selon la relation(3.5).

$$\beta = 0,30 ; b = 8,8 \text{ cm}$$

$Q_{exp} (m^3/s)$	$q_{b,exp} = Q_{exp}/b$	$h_d(m)$	$q_{b,th} = Q_{th}/b$	$ (1 - q_{b,exp} / q_{b, th}) \% $
0,00295	0,033522727	0,07282	0,03370041	0,53
0,003466667	0,039393939	0,08062	0,03925756	0,35
0,004316667	0,04905303	0,09204	0,04788771	2,43
0,005533333	0,062878788	0,10978	0,0623798	0,80
0,006883333	0,078219697	0,12768	0,07824263	0,03
0,0088	0,1	0,14918	0,09881549	1,20
0,01005	0,114204545	0,16218	0,11200956	1,96
0,010833333	0,123106061	0,17206	0,12239932	0,58
0,011933333	0,135606061	0,183	0,13425664	1,01
0,012966667	0,147348485	0,194	0,14654187	0,55
0,014016667	0,159280303	0,20494	0,15911064	0,11
0,0152	0,172727273	0,21518	0,17118353	0,90
0,015866667	0,18030303	0,2211	0,17829627	1,13
0,017033333	0,193560606	0,23182	0,19141919	1,12
0,017616667	0,200189394	0,23868	0,19997844	0,11
0,018916667	0,214962121	0,24914	0,21326733	0,79
0,0201	0,228409091	0,25866	0,22560725	1,24
0,021266667	0,241666667	0,27	0,24060507	0,44
0,0226	0,256818182	0,28244	0,25742365	0,24
0,024766667	0,281439394	0,2951	0,27492419	2,37

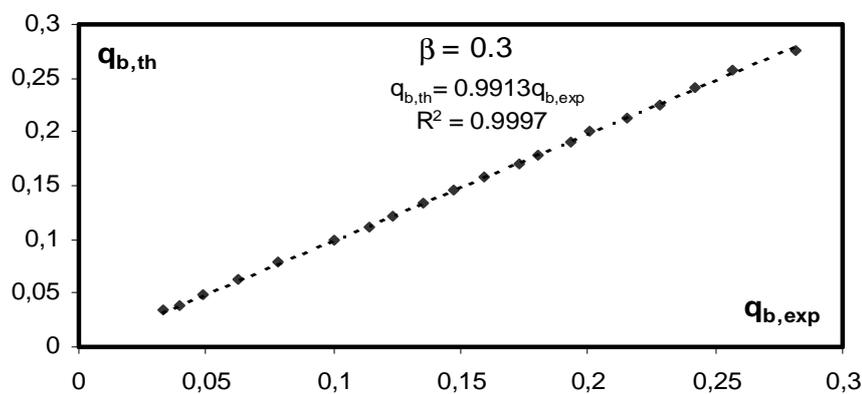


Figure 3.6.e : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,30$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.6.e.

Tableau 3.6.f : Valeurs des débits unitaires expérimentaux et calculés selon la relation(3.5).

$$\beta = 0,35 ; b = 10,25 \text{ cm}$$

$Q_{exp} (m^3/s)$	$q_{b,exp} = Q_{exp}/b$	$h_d(m)$	$q_{b,th} = Q_{th}/b$	$ (1 - q_{b,exp}/q_{b,th}) \% $
0,002	0,019512195	0,05108	0,01994896	2,19
0,0028333333	0,027642276	0,0643	0,02817477	1,89
0,00345	0,033658537	0,07458	0,03519472	4,36
0,004133333	0,040325203	0,08412	0,04215925	4,35
0,005166667	0,050406504	0,09496	0,05056559	0,31
0,0072	0,070243902	0,11814	0,07016805	0,11
0,008083333	0,078861789	0,12916	0,08021139	1,68
0,0094	0,091707317	0,14146	0,09193788	0,25
0,0101	0,098536585	0,14844	0,09882581	0,29
0,01135	0,110731707	0,16008	0,11067502	0,05
0,01215	0,118536585	0,16772	0,11869195	0,13
0,013483333	0,131544715	0,17906	0,13093081	0,47
0,014866667	0,14504065	0,19092	0,14415215	0,62
0,016983333	0,165691057	0,20896	0,16505881	0,38
0,018216667	0,177723577	0,2194	0,17758199	0,08
0,01965	0,191707317	0,23472	0,19650297	2,44
0,021016667	0,20504065	0,24072	0,20408554	0,47
0,022016667	0,214796748	0,24834	0,21385233	0,44
0,022883333	0,223252033	0,25436	0,22167525	0,71
0,024016667	0,234308943	0,26316	0,23327801	0,44

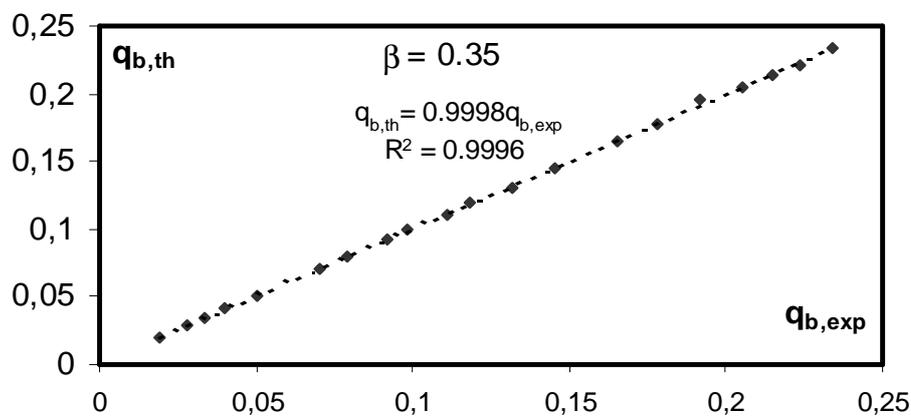


Figure 3.6.f : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,35$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.6.f.

Tableau 3.6.g : Valeurs des débits unitaires expérimentaux et calculés selon la relation (3.5).

$$\beta = 0,40 ; b = 11,70 \text{ cm}$$

$Q_{exp} (m^3/s)$	$q_{b,exp} = Q_{exp}/b$	$h_d(m)$	$q_{b,th} = Q_{th}/b$	$ (1 - q_{b,exp}/q_{b,th}) \% $
0,001816667	0,015527066	0,04344	0,01578291	1,62
0,003033333	0,025925926	0,06128	0,0264442	1,96
0,00525	0,044871795	0,08772	0,04528979	0,92
0,006466667	0,055270655	0,10038	0,05543999	0,31
0,00745	0,063675214	0,11172	0,06509517	2,18
0,008866667	0,075783476	0,12388	0,0760071	0,29
0,009683333	0,082763533	0,13104	0,08269099	0,09
0,010516667	0,08988604	0,13892	0,09026087	0,42
0,011783333	0,100712251	0,1491	0,10036189	0,35
0,013016667	0,111253561	0,15986	0,11141972	0,15
0,014583333	0,124643875	0,17158	0,12389459	0,60
0,0154	0,131623932	0,17722	0,13005332	1,21
0,01645	0,140598291	0,18538	0,1391383	1,05
0,01725	0,147435897	0,19204	0,14670331	0,50
0,018466667	0,157834758	0,20202	0,15828651	0,29
0,019933333	0,17037037	0,21102	0,16898097	0,82
0,021033333	0,17977208	0,21914	0,17882772	0,53
0,022466667	0,192022792	0,22868	0,19063149	0,73
0,0237	0,202564103	0,23738	0,20161301	0,47
0,025116667	0,214672365	0,24604	0,21274577	0,91

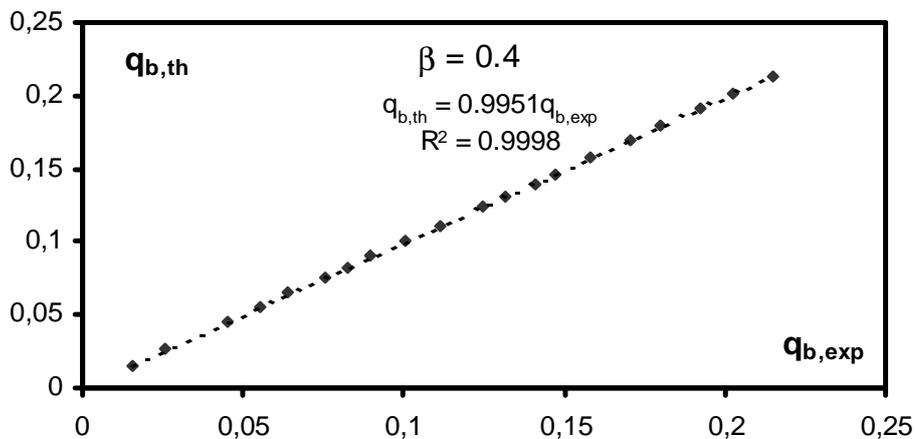


Figure 3.6.g : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,40$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.6.g.

Tableau 3.6.h : Valeurs des débits unitaires expérimentaux et calculés selon la relation (3.5).

$$\beta = 0,45 ; b = 13,20 \text{ cm}$$

$Q_{exp} (m^3/s)$	$q_{b,exp} = Q_{exp}/b$	$h_d(m)$	$q_{b,th} = Q_{th}/b$	$ (1 - q_{b,exp} / q_{b, th}) \% $
0,002333333	0,017676768	0,04718	0,01804335	2,03
0,00305	0,023106061	0,05646	0,02362063	2,18
0,004033333	0,030555556	0,06774	0,03104188	1,57
0,005033333	0,038131313	0,07868	0,03885767	1,87
0,005866667	0,044444444	0,08746	0,04554015	2,41
0,00725	0,054924242	0,09916	0,0549775	0,10
0,008166667	0,061868687	0,10764	0,06217857	0,50
0,009266667	0,07020202	0,1167	0,07019182	0,01
0,01025	0,077651515	0,12634	0,07906632	1,79
0,01165	0,088257576	0,13604	0,08834463	0,10
0,0131	0,099242424	0,14654	0,0987676	0,48
0,014483333	0,109722222	0,15672	0,10923627	0,44
0,015833333	0,119949495	0,1663	0,11940392	0,46
0,01725	0,130681818	0,17646	0,13051175	0,13
0,019116667	0,144823232	0,18858	0,14418619	0,44
0,021766667	0,16489899	0,20582	0,16440369	0,30
0,023316667	0,176641414	0,21486	0,17535315	0,73
0,0252	0,190909091	0,22656	0,18986944	0,55
0,0266	0,201515152	0,23384	0,19909411	1,22
0,028183333	0,213510101	0,24376	0,21189654	0,76

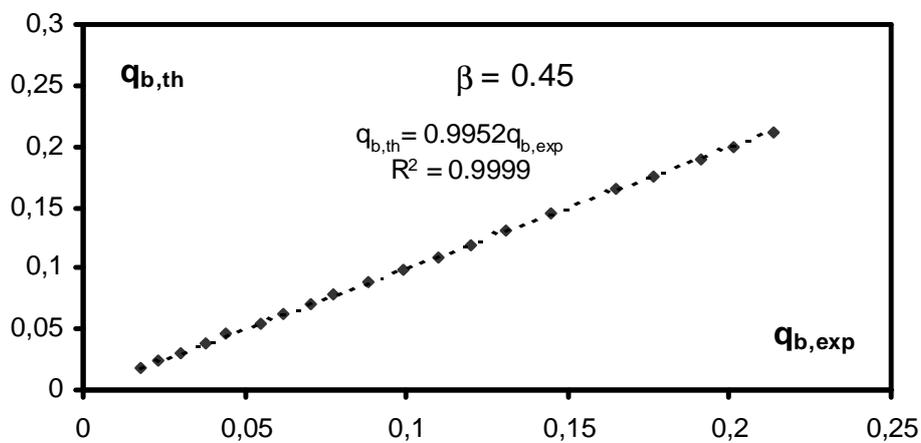


Figure 3.6.h : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,45$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.6.h.

Il ressort ainsi des tableaux (3.6.a) à (3.6.h) et des figures (3.6.a) à (3.6.h) que les écarts entre les valeurs expérimentales et calculées du débit unitaire $q = Q/b$, s'écoulant par les dispositifs testés, sont très acceptables. Les figures (3.6.a) à (3.6.h) indiquent clairement que les débits unitaires expérimentaux et calculés en application de la relation (3.18) suivent la première bissectrice, avec un coefficient de corrélation supérieur dans tous les cas à 0,998, atteignant parfois des valeurs exceptionnelles de 0,9999. Au regard de nos résultats, nous pouvons ainsi conclure à la fiabilité de la relation (3.5) qui permet, avec une excellente approximation, d'évaluer le débit unitaire s'écoulant par l'échancrure du dispositif que nous avons testé.

Nos résultats montrent également que la fiabilité de la relation (3.5) concernant l'ensemble des dispositifs testés et n'indiquent aucune restriction sur l'application de cette relation.

Il est cependant recommandé de procéder à de plus vastes investigations expérimentales, notamment sur des dispositifs caractérisés par des valeurs de β supérieures à 0,45. Ces investigations pourront éventuellement étendre l'application de la relation (3.5) à une plus grande gamme de valeurs de β que celle que nous avons utilisée lors de nos essais.

III.7.1.3. Expression du débit unitaire écoulé par le canal

Comme nous l'a indiqué la recherche bibliographique que nous avons effectuée sur les déversoirs et les appareils de mesure de débit de formes diverses, la relation exprimant le débit se rapporte en règle générale au débit unitaire écoulé par le canal d'amenée de forme rectangulaire. En effet, quelque soit la forme de l'échancrure du déversoir utilisé, les relations débit-hauteur proposées estiment le débit unitaire s'écoulant par le canal dans lequel est inséré le dispositif de mesure du débit. Toutes les relations sont mises sous la forme de celle de l'équation (1.1), soit $q_B = Q/B = \frac{2}{3}\mu\sqrt{2g}h_d^{3/2}$, où q_B est le débit unitaire dans le canal d'amenée de forme généralement rectangulaire de largeur B , μ est le coefficient de débit et h_d est la hauteur de déversement, excluant la vitesse d'approche de l'écoulement. D'un point de vue théorique, il existe une relation entre le débit unitaire q_B qui transite par le canal d'amenée et le débit unitaire $q_b = Q/b$ qui s'écoule par l'échancrure du dispositif que nous avons testé. En effet, nous pouvons aisément montré que $q_B/q_b = b/B = \beta$, où β est le taux de réduction de la section du canal d'amenée à l'endroit du dispositif de mesure du débit étudié.

Compte tenu de cette remarque et en faisant appel à la relation (3.5), nous pouvons écrire :

$$q_B = Q/B = 0,3794 \sqrt{2g} \beta (1 + 0,16496\beta^{2,0716})^{3/2} h_d^{3/2}$$

En mettant la relation précédente sous la forme de la relation (1.1), il vient que :

$$q_B = \frac{2}{3} \mu \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (3.6)$$

avec :

$$\mu = 0,5685 \beta (1 + 0,16496\beta^{2,0716})^{3/2} \quad (3.7)$$

La relation (3.7) montre que le coefficient de débit μ n'est fonction que du paramètre β .

Nous avons donc confronté les résultats des mesures expérimentales du coefficient de débit μ_{exp} à ceux calculés par la relation (3.7) et que nous avons désignés par $\mu_{\text{calculé}}$, ceci pour la même valeur du paramètre β . Nous présentons, dans les tableaux (3.7.a) à (3.7.h), les résultats de nos essais et de nos calculs.

Nous pouvons constater, au regard des résultats consignés dans les tableaux (3.7.a) à (3.7.h), que le coefficient de débit μ_{exp} prend une valeur moyenne qui ne dépend que du paramètre β . Nous avons donc calculé, pour chaque valeur de β , la valeur moyenne de μ_{exp} et que nous avons indiquée en haut des tableaux.

Tableau 3.7.a : Valeurs expérimentales et calculées du coefficient de débit μ pour le dispositif caractérisé par $\beta = 0,15$. $\mu_{\text{exp, moyen}} = 0,08562$

$q_B = Q/B$	$h_d (m)$	μ_{exp}	$\mu_{\text{calculé}}$
0,008134243	0,09938	0,08792	0,08569
0,010978385	0,12538	0,08374	0,08569
0,012400455	0,13218	0,08738	0,08569
0,014334471	0,14858	0,08476	0,08569
0,015301479	0,15698	0,08331	0,08569
0,018828214	0,17674	0,08581	0,08569
0,020364050	0,18498	0,08668	0,08569
0,022070535	0,19598	0,08615	0,08569
0,024004551	0,21046	0,08419	0,08569
0,026166098	0,22132	0,08510	0,08569
0,028668942	0,23598	0,08469	0,08569
0,030830489	0,24528	0,08595	0,08569
0,032992036	0,25782	0,08534	0,08569
0,036120592	0,27270	0,08590	0,08569
0,036518771	0,27488	0,08581	0,08569
0,038794084	0,28574	0,08601	0,08569
0,041410694	0,30038	0,08518	0,08569
0,044482366	0,31162	0,08659	0,08569
0,044994312	0,31490	0,08623	0,08569

Tableau 3.7.b : Valeurs expérimentales et calculées du coefficient de débit μ pour le dispositif caractérisé par $\beta = 0,181$. $\mu_{\text{exp, moyen}} = 0,10433$

$q_B = Q/B$	$h_d (m)$	μ_{exp}	$\mu_{\text{calculé}}$
0,009442548	0,10042	0,10048	0,10364
0,010750853	0,10798	0,10261	0,10364
0,015358362	0,13708	0,10248	0,10364
0,020136519	0,16318	0,10345	0,10364
0,022070535	0,1738	0,10315	0,10364
0,025199090	0,18846	0,10430	0,10364
0,026621160	0,19494	0,10474	0,10364
0,027872582	0,20278	0,10337	0,10364
0,030489192	0,21458	0,10387	0,10364
0,032878271	0,224	0,10502	0,10364
0,034300341	0,23278	0,10342	0,10364
0,037087600	0,2423	0,10530	0,10364
0,040273038	0,25128	0,10827	0,10364
0,041183163	0,26198	0,10401	0,10364
0,045335609	0,277	0,10531	0,10364
0,047042093	0,28928	0,10239	0,10364
0,051535836	0,299	0,10674	0,10364
0,055403868	0,31288	0,10721	0,10364
0,057110353	0,32144	0,10612	0,10364
0,058418658	0,33018	0,10427	0,10364

Tableau 3.7.c : Valeurs expérimentales et calculées du coefficient de débit μ pour le dispositif caractérisé par $\beta = 0,201$. $\mu_{exp, moyen} = 0,11568$

$q_B = Q/B$	$h_d (m)$	μ_{exp}	$\mu_{calculé}$
0,007337884	0,07664	0,11712	0,11529
0,009101251	0,08788	0,11831	0,11529
0,014618885	0,1257	0,11108	0,11529
0,023378840	0,16666	0,11636	0,11529
0,025028441	0,17776	0,11309	0,11529
0,028327645	0,1886	0,11712	0,11529
0,029579067	0,19768	0,11397	0,11529
0,031968146	0,20778	0,11430	0,11529
0,035210466	0,2208	0,11493	0,11529
0,037542662	0,23018	0,11512	0,11529
0,040500569	0,24032	0,11642	0,11529
0,043856655	0,25464	0,11558	0,11529
0,046473265	0,26398	0,11603	0,11529
0,048521047	0,27328	0,11502	0,11529
0,053128555	0,2823	0,11995	0,11529
0,053868032	0,29204	0,11559	0,11529
0,056996587	0,3031	0,11567	0,11529
0,059783845	0,31108	0,11669	0,11529
0,061831627	0,32018	0,11557	0,11529

Tableau 3.7.d : Valeurs expérimentales et calculées du coefficient de débit μ pour le dispositif caractérisé par $\beta = 0,253$. $\mu_{exp, moyen} = 0,14565$

$q_B = Q/B$	$h_d (m)$	μ_{exp}	$\mu_{calculé}$
0,005517634	0,05578	0,14183	0,14590
0,007224118	0,06628	0,14337	0,14590
0,008589306	0,07434	0,14350	0,14590
0,015017065	0,10738	0,14452	0,14590
0,018714448	0,12398	0,14517	0,14590
0,021046644	0,1345	0,14449	0,14590
0,023378840	0,14334	0,14589	0,14590
0,025767918	0,15318	0,14555	0,14590
0,028782708	0,16426	0,14641	0,14590
0,031797497	0,1754	0,14659	0,14590
0,033333333	0,18054	0,14715	0,14590
0,039476678	0,201	0,14835	0,14590
0,040500569	0,20592	0,14678	0,14590
0,043572241	0,21688	0,14609	0,14590
0,046416382	0,22604	0,14626	0,14590
0,051365188	0,24088	0,14713	0,14590
0,053754266	0,24992	0,14570	0,14590
0,057110353	0,25928	0,14649	0,14590
0,062059158	0,27464	0,14602	0,14590

Tableau 3.7.e : Valeurs expérimentales et calculées du coefficient de débit μ pour le dispositif caractérisé par $\beta = 0,30$. $\mu_{exp, moyen} = 0,17585$

$q_B = Q/B$	$h_d(m)$	μ_{exp}	$\mu_{calculé}$
0,010068259	0,07282	0,17351	0,17405
0,011831627	0,08062	0,17503	0,17405
0,014732651	0,09204	0,17867	0,17405
0,018885097	0,10978	0,17582	0,17405
0,023492605	0,12768	0,17438	0,17405
0,030034130	0,14918	0,17652	0,17405
0,034300341	0,16218	0,17785	0,17405
0,036973834	0,17206	0,17544	0,17405
0,040728100	0,183	0,17618	0,17405
0,044254835	0,194	0,17539	0,17405
0,047838453	0,20494	0,17461	0,17405
0,051877133	0,21518	0,17600	0,17405
0,054152446	0,2211	0,17639	0,17405
0,058134243	0,23182	0,17638	0,17405
0,060125142	0,23868	0,17461	0,17405
0,064562002	0,24914	0,17581	0,17405
0,068600683	0,25866	0,17659	0,17405
0,072582480	0,27	0,17520	0,17405
0,077133106	0,28244	0,17402	0,17405
0,084527873	0,2951	0,17856	0,17405

Tableau 3.7.f : Valeurs expérimentales et calculées du coefficient de débit μ pour le dispositif caractérisé par $\beta = 0,35$. $\mu_{exp, moyen} = 0,20326$

$q_B = Q/B$	$h_d (m)$	μ_{exp}	$\mu_{calculé}$
0,006825939	0,05108	0,20023	0,20460
0,009670080	0,0643	0,20084	0,20460
0,011774744	0,07458	0,19578	0,20460
0,014106940	0,08412	0,19581	0,20460
0,017633675	0,09496	0,20407	0,20460
0,024573379	0,11814	0,20493	0,20460
0,027588168	0,12916	0,20127	0,20460
0,032081911	0,14146	0,20420	0,20460
0,034470990	0,14844	0,20411	0,20460
0,038737201	0,16008	0,20482	0,20460
0,041467577	0,16772	0,20444	0,20460
0,046018203	0,17906	0,20567	0,20460
0,050739477	0,19092	0,20597	0,20460
0,057963595	0,20896	0,20550	0,20460
0,062172924	0,2194	0,20487	0,20460
0,067064846	0,23472	0,19972	0,20460
0,071729238	0,24072	0,20567	0,20460
0,075142207	0,24834	0,20562	0,20460
0,078100114	0,25436	0,20617	0,20460
0,081968146	0,26316	0,20562	0,20460

Tableau 3.7.g : Valeurs expérimentales et calculées du coefficient de débit μ pour le dispositif caractérisé par $\beta = 0,40$. $\mu_{exp, moyen} = 0,23563$

$q_B = Q/B$	$h_d (m)$	μ_{exp}	$\mu_{calculé}$
0,006200228	0,04344	0,23191	0,23588
0,010352673	0,06128	0,23111	0,23588
0,017918089	0,08772	0,23355	0,23588
0,022070535	0,10038	0,23501	0,23588
0,025426621	0,11172	0,23059	0,23588
0,030261661	0,12388	0,23504	0,23588
0,033048919	0,13104	0,23594	0,23588
0,035893060	0,13892	0,23475	0,23588
0,040216155	0,1491	0,23655	0,23588
0,044425484	0,15986	0,23538	0,23588
0,049772469	0,17158	0,23715	0,23588
0,052559727	0,17722	0,23858	0,23588
0,056143345	0,18538	0,23820	0,23588
0,058873720	0,19204	0,23691	0,23588
0,063026166	0,20202	0,23506	0,23588
0,068031854	0,21102	0,23767	0,23588
0,071786121	0,21914	0,23697	0,23588
0,076678043	0,22868	0,23745	0,23588
0,080887372	0,23738	0,23684	0,23588
0,085722412	0,24604	0,23786	0,23588

Tableau 3.7.h : Valeurs expérimentales et calculées du coefficient de débit μ pour le dispositif caractérisé par $\beta = 0,45$. $\mu_{exp, moyen} = 0,26767$.

$q_B = Q/B$	$h_d (m)$	μ_{exp}	$\mu_{calculé}$
0,007963595	0,04718	0,26316	0,26803
0,010409556	0,05646	0,26276	0,26803
0,013765643	0,06774	0,26441	0,26803
0,017178612	0,07868	0,26359	0,26803
0,020022753	0,08746	0,26215	0,26803
0,024744027	0,09916	0,26835	0,26803
0,027872582	0,10764	0,26728	0,26803
0,031626849	0,1167	0,26865	0,26803
0,034982935	0,12634	0,26381	0,26803
0,039761092	0,13604	0,26835	0,26803
0,044709898	0,14654	0,26991	0,26803
0,049431172	0,15672	0,26981	0,26803
0,054038680	0,1663	0,26984	0,26803
0,058873720	0,17646	0,26896	0,26803
0,065244596	0,18858	0,26980	0,26803
0,074288965	0,20582	0,26942	0,26803
0,079579067	0,21486	0,27059	0,26803
0,086006826	0,22656	0,27008	0,26803
0,090784983	0,23384	0,27188	0,26803
0,096188851	0,24376	0,27066	0,26803

Les valeurs $\mu_{\text{exp, moyen}}$, issues des tableaux (3.7.a) à (3.7.h) ont été confrontées aux valeurs calculées $\mu_{\text{calculé}}$, issues de l'application de la relation (3.7) et figurant dans la dernière colonne des tableaux. Nous présentons, dans le tableau (3.8), les couples de valeurs $\mu_{\text{exp, moyen}}$ et $\mu_{\text{calculé}}$, ainsi que leur écart relatif en %.

Tableau 3.8 : Valeurs de $\mu_{\text{exp, moyen}}$ et $\mu_{\text{calculé}}$ pour chaque valeur de β .

β	$\mu_{\text{exp, moyen}}$	$\mu_{\text{calculé}}$	$\Delta\mu/\mu$ (%)
0,15	0,08562	0,08569	0,082
0,181	0,10433	0,10364	0,666
0,201	0,11568	0,11529	0,338
0,253	0,14565	0,14590	0,171
0,30	0,17585	0,17405	1,034
0,35	0,20326	0,20460	0,655
0,40	0,23563	0,23588	0,106
0,45	0,26767	0,26803	0,134

Ainsi, les écarts relatifs, figurant dans la dernière colonne du tableau (3.8), sont très révélateurs de la fiabilité de la relation (3.5) destinée au calcul du débit μ du dispositif que nous avons étudié.

Pour montrer la fiabilité et la validité des mesures expérimentales, il est nécessaire de déterminer les erreurs relatives commises sur l'estimation du coefficient de débit μ .

Les erreurs relatives commises sur l'estimation de μ sont liées à celles du débit volume Q , mesuré à l'aide du débitmètre à ultrasons, ainsi qu'à celles des profondeurs h_d mesurées au moyen du limnimètre à vernier. Selon la relation (3.6), nous pouvons écrire, en estimant qu'aucune erreur n'a été commise sur l'estimation du paramètre β :

$$\frac{\Delta\mu}{\mu} = \frac{\Delta Q}{Q} + \frac{3}{2} \frac{\Delta h_d}{h_d} \quad (3.8)$$

Le calcul des erreurs relatives commises sur la mesure du coefficient de débit μ se feront sur la base de conditions les plus contraignantes qui sont :

- $\Delta Q = 0,1$ l/s : Erreur absolue de $1/10^{\text{ème}}$ de litre/seconde attribuée au débitmètre à ultrasons.
- $\Delta h_d = 0,02$ mm : Erreur absolue de $2/100^{\text{ème}}$ de millimètre attribuée au limnimètre à vernier à double précision. Lors de nos essais, la mise en place dans le canal des dispositifs testés a

Contribué à la tranquillisation du plan d'eau dans le canal. La surface libre de l'écoulement, à l'endroit où nous avons mesuré les profondeurs h_d , n'a été caractérisée par aucune perturbation. Nous pouvons donc estimer que l'erreur absolue commise sur la mesure de la profondeur h_d n'est due qu'à celle du limnimètre utilisé.

Pour chacune des valeurs du paramètre β , nous avons estimé les erreurs relatives sur la mesure du coefficient de débit μ par application de la relation (3.8). Les résultats de nos calculs sont consignés dans les tableaux (3.9.a) à (3.9.h).

Tableau 3.9.a : Valeurs des écarts relatifs sur la mesure du coefficient de débit μ .

$$\beta = 0,15.$$

μ_{exp}	$\mu_{calculé}$	$\frac{\mu_{exp}}{\mu_{calculé}}$ ou $\frac{\mu_{calculé}}{\mu_{exp}}$	$\frac{\Delta\mu}{\mu} \%$ Selon (3.8)
0,08792	0,08569	1,026	4,226
0,08374	0,08569	1,023	3,133
0,08738	0,08569	1,020	2,775
0,08476	0,08569	1,011	2,401
0,08331	0,08569	1,029	2,250
0,08581	0,08569	1,001	1,830
0,08668	0,08569	1,012	1,692
0,08615	0,08569	1,005	1,562
0,08419	0,08569	1,018	1,436
0,08510	0,08569	1,007	1,318
0,08469	0,08569	1,012	1,203
0,08595	0,08569	1,003	1,119
0,08534	0,08569	1,004	1,046
0,08590	0,08569	1,002	0,956
0,08581	0,08569	1,001	0,945
0,08601	0,08569	1,004	0,890
0,08518	0,08569	1,006	0,834
0,08659	0,08569	1,011	0,777
0,08623	0,08569	1,006	0,768

Tableau 3.9.b : Valeurs des écarts relatifs sur la mesure du coefficient de débit μ .

$$\beta = 0,181.$$

μ_{exp}	$\mu_{calculé}$	$\mu_{exp}/\mu_{calculé}$ ou $\mu_{calculé}/\mu_{exp}$	$\Delta\mu/\mu$ % Selon (3.8)
0,10048	0,10364	1,031	3,644
0,10261	0,10364	1,010	3,202
0,10248	0,10364	1,011	2,244
0,10345	0,10364	1,002	1,713
0,10315	0,10364	1,005	1,564
0,10430	0,10364	1,006	1,370
0,10474	0,10364	1,011	1,297
0,10337	0,10364	1,003	1,239
0,10387	0,10364	1,002	1,133
0,10502	0,10364	1,013	1,051
0,10342	0,10364	1,002	1,008
0,10530	0,10364	1,016	0,933
0,10827	0,10364	1,045	0,859
0,10401	0,10364	1,004	0,840
0,10531	0,10364	1,016	0,764
0,10239	0,10364	1,012	0,736
0,10674	0,10364	1,030	0,672
0,10721	0,10364	1,034	0,626
0,10612	0,10364	1,024	0,607
0,10427	0,10364	1,006	0,593

Tableau 3.9.c : Valeurs des écarts relatifs sur la mesure du coefficient de débit μ .

$$\beta = 0,201.$$

μ_{exp}	$\mu_{calculé}$	$\mu_{exp}/\mu_{calculé}$ ou $\mu_{calculé}/\mu_{exp}$	$\Delta\mu/\mu$ % Selon (3.8)
0,11712	0,11529	1,016	4,690
0,11831	0,11529	1,026	3,784
0,11108	0,11529	1,038	2,358
0,10965	0,11529	1,051	1,724
0,11636	0,11529	1,009	1,478
0,11309	0,11529	1,019	1,381
0,11712	0,11529	1,016	1,221
0,11397	0,11529	1,012	1,169
0,11430	0,11529	1,009	1,082
0,11493	0,11529	1,003	0,983
0,11512	0,11529	1,001	0,922
0,11642	0,11529	1,010	0,855
0,11558	0,11529	1,003	0,790
0,11603	0,11529	1,006	0,746
0,11502	0,11529	1,002	0,714
0,11995	0,11529	1,040	0,653
0,11559	0,11529	1,003	0,644
0,11567	0,11529	1,003	0,609
0,11669	0,11529	1,012	0,581
0,11557	0,11529	1,002	0,561

Tableau 3.9.d : Valeurs des écarts relatifs sur la mesure du coefficient de débit μ .

$$\beta = 0,253.$$

μ_{exp}	$\mu_{calculé}$	$\frac{\mu_{exp}}{\mu_{calculé}}$ ou $\frac{\mu_{calculé}}{\mu_{exp}}$	$\Delta\mu/\mu$ % Selon (3.8)
0,14183	0,14590	1,029	6,239
0,14337	0,14590	1,018	4,770
0,14350	0,14590	1,017	4,014
0,14452	0,14590	1,009	2,301
0,14517	0,14590	1,005	1,848
0,14449	0,14590	1,010	1,644
0,14589	0,14590	1,000	1,481
0,14555	0,14590	1,002	1,344
0,14641	0,14590	1,004	1,204
0,14659	0,14590	1,005	1,090
0,14715	0,14590	1,009	1,041
0,14835	0,14590	1,017	0,879
0,14678	0,14590	1,006	0,857
0,14609	0,14590	1,001	0,797
0,14626	0,14590	1,003	0,749
0,14713	0,14590	1,008	0,677
0,14570	0,14590	1,001	0,647
0,14649	0,14590	1,004	0,609
0,14602	0,14590	1,001	0,561

Tableau 3.9.e : Valeurs des écarts relatifs sur la mesure du coefficient de débit μ .

$$\beta = 0,30.$$

μ_{exp}	$\mu_{calculé}$	$\frac{\mu_{exp}}{\mu_{calculé}}$ ou $\frac{\mu_{calculé}}{\mu_{exp}}$	$\Delta\mu/\mu$ % Selon (3.8)
0,17351	0,17405	1,003	3,431
0,17503	0,17405	0,994	2,922
0,17867	0,17405	0,974	2,349
0,17582	0,17405	0,990	1,835
0,17438	0,17405	0,998	1,476
0,17652	0,17405	1,014	1,156
0,17785	0,17405	1,022	1,014
0,17544	0,17405	1,008	0,941
0,17618	0,17405	1,012	0,854
0,17539	0,17405	1,008	0,787
0,17461	0,17405	1,003	0,728
0,17600	0,17405	0,989	0,672
0,17639	0,17405	1,013	0,644
0,17638	0,17405	1,013	0,600
0,17461	0,17405	1,003	0,580
0,17581	0,17405	1,010	0,541
0,17659	0,17405	1,015	0,509
0,17520	0,17405	1,007	0,481
0,17402	0,17405	1,000	0,453
0,17856	0,17405	1,026	0,414

Tableau 3.9.f : Valeurs des écarts relatifs sur la mesure du coefficient de débit μ .

$$\beta = 0,35.$$

μ_{exp}	$\mu_{calculé}$	$\frac{\mu_{exp}}{\mu_{calculé}}$ ou $\frac{\mu_{calculé}}{\mu_{exp}}$	$\Delta\mu/\mu$ % Selon (3.8)
0,20023	0,20460	1,022	5,059
0,20084	0,20460	1,019	3,576
0,19578	0,20460	1,045	2,939
0,19581	0,20460	1,045	2,455
0,20407	0,20460	1,003	1,967
0,20493	0,20460	1,002	1,414
0,20127	0,20460	1,016	1,260
0,20420	0,20460	1,002	1,085
0,20411	0,20460	1,002	1,010
0,20482	0,20460	1,001	0,900
0,20444	0,20460	1,001	0,841
0,20567	0,20460	1,005	0,758
0,20597	0,20460	1,007	0,688
0,20550	0,20460	1,004	0,603
0,20487	0,20460	1,001	0,563
0,19972	0,20460	1,024	0,522
0,20567	0,20460	1,005	0,488
0,20562	0,20460	1,005	0,466
0,20617	0,20460	1,008	0,449
0,20562	0,20460	1,005	0,428

Tableau 3.9.g : Valeurs des écarts relatifs sur la mesure du coefficient de débit μ .

$$\beta = 0,40.$$

μ_{exp}	$\mu_{calculé}$	$\frac{\mu_{exp}}{\mu_{calculé}}$ ou $\frac{\mu_{calculé}}{\mu_{exp}}$	$\Delta\mu/\mu$ % Selon (3.8)
0,23191	0,23588	1,017	5,574
0,23111	0,23588	1,021	3,346
0,23355	0,23588	1,010	1,939
0,23501	0,23588	1,004	1,576
0,23059	0,23588	1,023	1,369
0,23504	0,23588	1,004	1,152
0,23594	0,23588	1,000	1,056
0,23475	0,23588	1,005	0,972
0,23655	0,23588	1,003	0,869
0,23538	0,23588	1,002	0,787
0,23715	0,23588	1,005	0,703
0,23858	0,23588	1,011	0,666
0,23820	0,23588	1,010	0,624
0,23691	0,23588	1,004	0,595
0,23506	0,23588	1,003	0,556
0,23767	0,23588	1,008	0,516
0,23697	0,23588	1,005	0,489
0,23745	0,23588	1,007	0,458
0,23684	0,23588	1,004	0,435
0,23786	0,23588	1,008	0,410

Tableau 3.9.h : Valeurs des écarts relatifs sur la mesure du coefficient de débit μ .

$$\beta = 0,45.$$

μ_{exp}	$\mu_{calculé}$	$\mu_{exp}/\mu_{calculé}$ ou $\mu_{calculé}/\mu_{exp}$	$\Delta\mu/\mu$ % Selon (3.8)
0,26316	0,26803	1,018	4,349
0,26276	0,26803	1,020	3,332
0,26441	0,26803	1,014	2,524
0,26359	0,26803	1,017	2,025
0,26215	0,26803	1,022	1,739
0,26835	0,26803	1,001	1,410
0,26728	0,26803	1,003	1,252
0,26865	0,26803	1,002	1,105
0,26381	0,26803	1,016	0,999
0,26835	0,26803	1,001	0,880
0,26991	0,26803	1,007	0,784
0,26981	0,26803	1,007	0,710
0,26984	0,26803	1,007	0,650
0,26896	0,26803	1,004	0,597
0,26980	0,26803	1,007	0,539
0,26942	0,26803	1,005	0,474
0,27059	0,26803	1,010	0,443
0,27008	0,26803	1,008	0,410
0,27188	0,26803	1,014	0,389
0,27066	0,26803	1,010	0,367

Il ressort ainsi des tableaux (3.9.a) à (3.9.h) que les écarts relatifs obtenus sur le coefficient de débit μ , par application de la relation (3.8) sont nettement supérieurs à ceux obtenus entre μ_{exp} et $\mu_{calculé}$, ou sont parfois du même ordre de grandeur. Les tableaux (3.9.a) à (3.9.h) mettent également en évidence l'effet prépondérant des erreurs systématiques sur l'estimation du coefficient de débit μ pour les gammes réduites des profondeurs déversées h_d . Pour ces gammes, l'effet de la tension superficielle peut jouer un rôle considérable en influençant la valeur de μ .

Cependant, au regard des résultats consignés dans les tableaux (3.9.a) à (3.9.h), nous pouvons confirmer la validité de la relation (3.7), et ceci pour toute la gamme testée de β .

III.7.2. Dispositif a paroi épaisse

Cette partie sera consacrée à la validation des relations exprimées précédemment dans la partie théorique tel que la hauteur relative de déversement h_d^* , la charge relative H_d^* , le coefficient de débit et plus particulièrement la relation du débit, et de donner ainsi les différents écarts relatifs.

Des essais effectués sur une gamme comportant huit (08) valeur de β tel que :

$$0,15 \leq \beta \leq 0,45 .$$

Le débit volume Q ainsi mesuré varie dans la large gamme :

$$1,0667 \text{ l/s} \leq Q \leq 30,2 \text{ l/s}$$

Tandis que la profondeur de déversement h_d est telle que :

$$3,936 \text{ cm} \leq h_d \leq 40,024 \text{ cm}$$

Les essais que nous avons effectués nous ont permis d'obtenir un échantillon de 152 couples de valeurs (Q, h_d) et sur lesquels s'est reposée l'interprétation de nos résultats.

Le tableau 3.10 indique la gamme utilisée des débits volumes Q ainsi que celle des profondeurs mesurées h_d pour chacun des dispositifs testés.

Tableau 3.10: Gamme des débits et des profondeurs utilisées pour chaque dispositif testé.

<i>Dispositif</i>	<i>Nombre de mesures</i>	<i>Gamme des débits</i>	<i>Gamme des profondeurs</i>
$\beta = 0,15$	18	$1,80 \text{ l/s} \leq Q \leq 14,48 \text{ l/s}$	$9,488 \text{ cm} \leq h_d \leq 36,356 \text{ cm}$
$\beta = 0,181$	19	$2,50 \text{ l/s} \leq Q \leq 19,42 \text{ l/s}$	$10,308 \text{ cm} \leq h_d \leq 40,024 \text{ cm}$
$\beta = 0,201$	19	$2,3 \text{ l/s} \leq Q \leq 17,63 \text{ l/s}$	$9,032 \text{ cm} \leq h_d \leq 34,904 \text{ cm}$
$\beta = 0,253$	19	$1,77 \text{ l/s} \leq Q \leq 22,45 \text{ l/s}$	$6,368 \text{ cm} \leq h_d \leq 34,788 \text{ cm}$
$\beta = 0,30$	20	$1,076 \text{ l/s} \leq Q \leq 24,33 \text{ l/s}$	$4,052 \text{ cm} \leq h_d \leq 32,342 \text{ cm}$
$\beta = 0,35$	17	$1,57 \text{ l/s} \leq Q \leq 26,567 \text{ l/s}$	$4,65 \text{ cm} \leq h_d \leq 30,636 \text{ cm}$
$\beta = 0,40$	20	$1,70 \text{ l/s} \leq Q \leq 26,30 \text{ l/s}$	$4,454 \text{ cm} \leq h_d \leq 27,462 \text{ cm}$
$\beta = 0,45$	20	$1,63 \text{ l/s} \leq Q \leq 30,2 \text{ l/s}$	$3,936 \text{ cm} \leq h_d \leq 27,348 \text{ cm}$

III.7.2.1. La hauteur relative de déversement

Comme déjà mentionnée dans le chapitre précédant, le calcul de la hauteur relative h_d^* est possible en ayant recours à l'équation de quantité de mouvement, et elle est définie comme étant le rapport entre la hauteur de déversement h_d et la profondeur critique h_c dans la section de contrôle à l'intérieur du dispositif.

Les tableaux (11.a) à (11.f) donnent les valeurs des débits Q et des hauteurs déversées h_d mesurés, la hauteur relative h_d^* expérimentale et le rapport $h_{d\text{ th}}^* / h_{d\text{ exp}}^*$.

Tableau 3.11.a : Valeurs expérimentales de la hauteur relative
pour $\beta = 0.15$ avec $h_d^* \text{ thé} = 1,69578$

Paramètres mesurés Q et h_d

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	h_d^*
0,00180	0,09488	1,71074
0,00223	0,10918	1,70490
0,00283	0,12814	1,70744
0,00332	0,14384	1,72559
0,00617	0,21296	1,68962
0,00667	0,22418	1,68856
0,00722	0,23694	1,69280
0,00783	0,24960	1,68839
0,00847	0,26368	1,69353
0,00907	0,27130	1,66432
0,00933	0,28024	1,68667
0,00973	0,28798	1,68544
0,01012	0,29580	1,68719
0,01088	0,31040	1,68631
0,01123	0,31760	1,68974
0,01240	0,33646	1,67563
0,01300	0,34866	1,68254
0,01408	0,36356	1,66354

Il en ressort du tableau 3.11 que la hauteur relative oscille autour d'une valeur moyenne de 1.69016 ç à dire que la hauteur relative ne varie pas avec l'augmentation du débit et de la hauteur déversée h_d .

Comme nous allons le constater dans les tableaux suivant la valeur moyenne de h_d^* varie uniquement en fonction du paramètre β .

Tableau 3.11.b : Valeurs expérimentales de la hauteur relative

pour $\beta = 0.181$ avec $h_{d \text{ thé}}^* = 1,68363$ et

Paramètres mesurés Q et h_d

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	$h_{d \text{ exp}}^*$
0,00250	0,10308	1,69026
0,00343	0,12782	1,69750
0,00550	0,17412	1,68790
0,00632	0,18910	1,67150
0,00740	0,21176	1,68434
0,00833	0,22978	1,68852
0,00917	0,24418	1,68387
0,01028	0,26300	1,67986
0,01173	0,28358	1,65914
0,01230	0,29954	1,69795
0,01323	0,31112	1,67966
0,01422	0,32410	1,66809
0,01473	0,33248	1,67123
0,01563	0,34468	1,66539
0,01610	0,35550	1,68408
0,01702	0,36822	1,68112
0,01773	0,37778	1,67798
0,01862	0,39068	1,67974
0,01942	0,40024	1,67344

Comme pour le tableau précédant la valeur de h_d^* n'est affectée aucunement par l'augmentation du débit Q et de la hauteur déverée h_d et la valeur moyenne est de 1,68008.

Le rapport $h_{d \text{ exp}}^* / h_{d \text{ thé}}^*$ est presque égale à l'unité.

Tableau 3.11.c : Valeurs expérimentales de la hauteur relative
pour $\beta = 0,201$ avec $h_d^*_{thé} = 1,67567$

Paramètres mesurés Q et h_d

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	$h_d^*_{exp}$
0,00230	0,09032	1,68173
0,00297	0,10608	1,66691
0,00365	0,12098	1,65568
0,00447	0,13880	1,66032
0,00607	0,17026	1,66062
0,00698	0,18938	1,68171
0,00820	0,20998	1,67530
0,00885	0,22054	1,67231
0,00938	0,23028	1,67935
0,01025	0,24366	1,67530
0,01100	0,25528	1,67448
0,01203	0,27118	1,67542
0,01245	0,27700	1,67298
0,01357	0,29298	1,67101
0,01400	0,29890	1,66942
0,01518	0,31676	1,67601
0,01592	0,32648	1,67396
0,01682	0,33788	1,67004
0,01763	0,34904	1,67151

Tableau 3.11.d : Valeurs expérimentales de la hauteur relative
pour $\beta = 0,253$ avec $h_d^*_{thé} = 1,65445$

Paramètres mesurés Q et h_d

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	$h_d^*_{exp}$
0,00177	0,06368	1,64416
0,00245	0,08072	1,67590
0,00618	0,14862	1,66459
0,00725	0,16596	1,67169
0,00830	0,17988	1,65567
0,00923	0,19338	1,65787
0,01033	0,20888	1,66130
0,01127	0,22050	1,65547
0,01230	0,23338	1,65261
0,01343	0,24718	1,65045
0,01435	0,25958	1,65862
0,01547	0,27230	1,65511
0,01637	0,28146	1,64748
0,01770	0,29648	1,64712
0,01915	0,31254	1,64754
0,01992	0,32138	1,65038
0,02103	0,33264	1,64720
0,02167	0,33948	1,64815
0,02245	0,34788	1,64941

Tableau 3.11.e : Valeurs expérimentales de la hauteur relative
pour $\beta = 0,30$ avec $h_d^* \text{ thé} = 1,63458$

Paramètres mesurés Q et h_d

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	$h_d^* \text{ exp}$
0,00107	0,04052	1,64385
0,00137	0,04708	1,61910
0,00202	0,06110	1,62118
0,00310	0,08124	1,61835
0,00365	0,09162	1,63684
0,00463	0,10630	1,61988
0,00583	0,12388	1,61908
0,00705	0,14090	1,62304
0,00823	0,15652	1,62579
0,00930	0,16980	1,62615
0,01042	0,18268	1,62212
0,01130	0,19372	1,62930
0,01268	0,20810	1,62055
0,01345	0,21730	1,62726
0,01548	0,23802	1,62274
0,01648	0,24868	1,62613
0,01808	0,26364	1,62070
0,01898	0,27352	1,62787
0,02233	0,30536	1,63075
0,02433	0,32342	1,63121

Tableau 3.11.f : Valeurs expérimentales de la hauteur relative
pour $\beta = 0,35$ avec $h_d^* \text{ thé} = 1,61266$

Paramètres mesurés Q et h_d

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	$h_d^* \text{ exp}$
0,00157	0,04650	1,60127
0,00253	0,06436	1,57728
0,00653	0,12058	1,61111
0,00872	0,14596	1,59027
0,00967	0,15718	1,60326
0,01062	0,16664	1,58340
0,01263	0,18746	1,59632
0,01375	0,19718	1,59403
0,01477	0,20738	1,59549
0,01582	0,21702	1,59768
0,01673	0,22504	1,59674
0,01780	0,23590	1,59539
0,02078	0,25880	1,59335
0,02333	0,27990	1,57969
0,02453	0,29022	1,58913
0,02562	0,29878	1,57901
0,02657	0,30636	1,59206

Tableau 3.11.g : Valeurs expérimentales de la hauteur relative

pour $\beta = 0,40$ avec $h_d^* \text{ thé} = 1,58982$

Paramètres mesurés Q et h_d

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	$h_d^* \text{ exp}$
0,00170	0,04454	1,60127
0,00237	0,05470	1,57728
0,00290	0,06398	1,61111
0,00425	0,08148	1,59027
0,00508	0,09256	1,60326
0,00627	0,10510	1,58340
0,00812	0,12590	1,59632
0,00938	0,13848	1,59403
0,01047	0,14908	1,59549
0,01182	0,16186	1,59768
0,01332	0,17518	1,59674
0,01543	0,19312	1,59539
0,01665	0,20288	1,59335
0,01833	0,21448	1,57969
0,01950	0,22482	1,58913
0,02133	0,23718	1,57901
0,02250	0,24778	1,59206
0,02352	0,25628	1,59886
0,02495	0,26498	1,58920
0,02630	0,27462	1,59016

Tableau 3.11.h : Valeurs expérimentales de la hauteur relative

pour $\beta = 0,45$ avec $h_d^* \text{ thé} = 1,56594$

Paramètres mesurés Q et h_d

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	$h_d^* \text{ exp}$
0,00163	0,03936	1,57714
0,00247	0,05146	1,56435
0,00308	0,05960	1,56137
0,00407	0,07072	1,53964
0,00598	0,09278	1,56230
0,00702	0,10254	1,55218
0,00823	0,11516	1,56744
0,00945	0,12562	1,55971
0,01050	0,13470	1,55900
0,01173	0,14576	1,56662
0,01302	0,15578	1,56237
0,01473	0,16892	1,55986
0,01582	0,17724	1,56108
0,01735	0,18958	1,56988
0,01927	0,20138	1,55507
0,02067	0,21206	1,56273
0,02168	0,21810	1,55660
0,02322	0,22762	1,55221
0,02518	0,24204	1,56345
0,03020	0,27348	1,56504

Au regard des résultats présentés dans les tableaux (3.11.a) à (3.11.h), nous pouvons confirmer que la hauteur relative de déversement dépend exclusivement de paramètre géométrique $\beta=b/B$, elle ne subi aucune variation lorsque le débit et la hauteur déversée augmente.

Le tableau (3.12) comporte l'ensemble des valeurs de la hauteur relative moyennes expérimentales et théoriques correspondant à chaque valeur de β

Tableau 3.12 : Valeur moyenne de la hauteur relative pour les divers valeur de β testés

β	$h_d^*_{exp}$	$h_d^*_{th}$
0,15	1,69016	1,6797
0,181	1,68008	1,66823
0,201	1,67179	1,6607
0,253	1,65478	1,6406
0,30	1,62559	1,62174
0,35	1,61533	1,60085
0,40	1,59269	1,57904
0,45	1,5609	1,55617

Toute en considérant les résultats consignés dans le tableau (3.12), nous avons représenté dans la figure (3.7) la variation de la hauteur relative moyenne en fonction de β nous avons présenté la courbe théorique et les points expérimentaux. Les valeurs moyennes de la hauteur relative se disposant au-dessus de la courbe théorique et forme une courbe unique montrant la dépendance de la hauteur relative vis-à-vis de β .

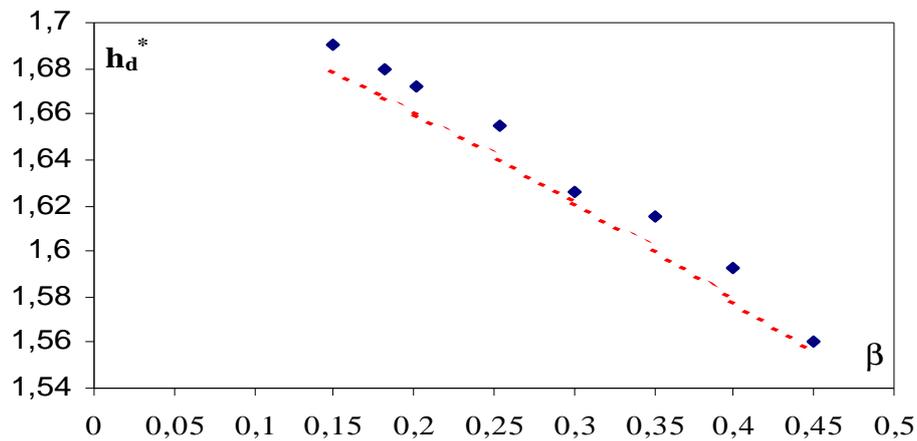


Figure 3.7 : Graphique présentant la variation de h_d^* en fonction de β courbe théorique et points expérimentaux.

III.3.2. La charge totale relative

En entend par charge relative totale, la charge totale H_d porté à la hauteur critique h_c de l'écoulement à l'intérieur du dispositif.

La charge totale est donnée comme étant la somme de l'énergie cinétique représenté par le

terme $\frac{V^2}{2g}$ et de l'énergie potentiel donnée par le terme $Z + \frac{P}{\rho g}$ ce dernier est facilement

déterminé par une simple mesure de la profondeur h_d de l'écoulement, par contre le second est déterminé par mesurage du débit.

Dans les tableaux de (3.13.a) à (3.13.h) nous avons regroupé les valeurs de la charge relative totale correspondant à chaque valeur de β mesuré.

Tableau 3.13.a : Valeurs expérimentales de la charge relative

pour $\beta = 0.15$ avec

$$H_d^* \text{ thé} = 1,69555$$

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	$H_d^* \text{ exp}$
0,00180	0,09488	1,71459
0,00223	0,10918	1,70878
0,00283	0,12814	1,71130
0,00332	0,14384	1,72937
0,00617	0,21296	1,69357
0,00667	0,22418	1,69251
0,00722	0,23694	1,69673
0,00783	0,24960	1,69234
0,00847	0,26368	1,69746
0,00907	0,27130	1,66839
0,00933	0,28024	1,69063
0,00973	0,28798	1,68941
0,01012	0,29580	1,69115
0,01088	0,31040	1,69028
0,01123	0,31760	1,69368
0,01240	0,33646	1,67964
0,01300	0,34866	1,68652
0,01408	0,36356	1,66761

Comme pour la hauteur déversée relative la charge relative totale ne varie nullement avec l'augmentation de débit et de la hauteur déversée et elle oscille autour d'une moyenne de 1.694 qui est proche de la valeur théorique.

Tableau 3.13.b : Valeurs expérimentales de la charge relative
pour $\beta = 0.181$ avec $H_{d \text{ thé}}^* = 1,68681$

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	$H_{d \text{ exp}}^*$
0,00250	0,10308	1,69599
0,00343	0,12782	1,70318
0,00550	0,17412	1,69364
0,00632	0,18910	1,67736
0,00740	0,21176	1,69011
0,00833	0,22978	1,69426
0,00917	0,24418	1,68964
0,01028	0,26300	1,68566
0,01173	0,28358	1,66509
0,01230	0,29954	1,70363
0,01323	0,31112	1,68546
0,01422	0,32410	1,67397
0,01473	0,33248	1,67709
0,01563	0,34468	1,67129
0,01610	0,35550	1,68985
0,01702	0,36822	1,68691
0,01773	0,37778	1,68379
0,01862	0,39068	1,68554
0,01942	0,40024	1,67929

Tableau 3.13.c : Valeurs expérimentales de la charge relative
pour $\beta = 0,201$ avec $H_{d \text{ thé}}^* = 1,68021$

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	$H_{d \text{ exp}}^*$
0,00230	0,09032	1,68890
0,00297	0,10608	1,67421
0,00365	0,12098	1,66307
0,00447	0,13880	1,66767
0,00607	0,17026	1,66797
0,00698	0,18938	1,68887
0,00820	0,20998	1,68253
0,00885	0,22054	1,67956
0,00938	0,23028	1,68654
0,01025	0,24366	1,68252
0,01100	0,25528	1,68171
0,01203	0,27118	1,68265
0,01245	0,27700	1,68023
0,01357	0,29298	1,67828
0,01400	0,29890	1,67669
0,01518	0,31676	1,68323
0,01592	0,32648	1,68120
0,01682	0,33788	1,67731
0,01763	0,34904	1,67877

Tableau 3.13.d : Valeurs expérimentales de la charge relative
pour $\beta = 0,253$ avec $H_{d \text{ thé}}^* = 1,66338$

$Q(m^3/s)$	$h_d(m)$	$H_{d \text{ exp}}^*$
0,00177	0,06368	1,65596
0,00245	0,08072	1,68725
0,00618	0,14862	1,67610
0,00725	0,16596	1,68310
0,00830	0,17988	1,66731
0,00923	0,19338	1,66947
0,01033	0,20888	1,67285
0,01127	0,22050	1,66711
0,01230	0,23338	1,66429
0,01343	0,24718	1,66216
0,01435	0,25958	1,67022
0,01547	0,27230	1,66675
0,01637	0,28146	1,65923
0,01770	0,29648	1,65887
0,01915	0,31254	1,65929
0,01992	0,32138	1,66209
0,02103	0,33264	1,65896
0,02167	0,33948	1,65989
0,02245	0,34788	1,66114

Tableau 3.13.e : Valeurs expérimentales de la charge relative
pour $\beta = 0,30$ avec $H_{d \text{ thé}}^* = 1,64857$

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	$H_{d \text{ exp}}^*$
0,00107	0,04052	1,66054
0,00137	0,04708	1,63630
0,00202	0,06110	1,63834
0,00310	0,08124	1,63557
0,00365	0,09162	1,65367
0,00463	0,10630	1,63707
0,00583	0,12388	1,63628
0,00705	0,14090	1,64016
0,00823	0,15652	1,64285
0,00930	0,16980	1,64321
0,01042	0,18268	1,63926
0,01130	0,19372	1,64629
0,01268	0,20810	1,63772
0,01345	0,21730	1,64429
0,01548	0,23802	1,63987
0,01648	0,24868	1,64319
0,01808	0,26364	1,63788
0,01898	0,27352	1,64489
0,02233	0,30536	1,64771
0,02433	0,32342	1,64816

Tableau 3.13.f : Valeurs expérimentales de la charge relative
pour $\beta = 0,35$ avec $H_d^*_{thé} = 1,63327$

$Q(m^3/s)$	$Hd(m)$	$H_d^*_{exp}$
0,00157	0,04650	1,63967
0,00253	0,06436	1,64699
0,00653	0,12058	1,64106
0,00872	0,14596	1,63918
0,00967	0,15718	1,64720
0,01062	0,16664	1,64082
0,01263	0,18746	1,64363
0,01375	0,19718	1,63435
0,01477	0,20738	1,63886
0,01582	0,21702	1,63830
0,01673	0,22504	1,63631
0,01780	0,23590	1,64563
0,02078	0,25880	1,62894
0,02333	0,27990	1,63084
0,02453	0,29022	1,63518
0,02562	0,29878	1,63559
0,02657	0,30636	1,63680

Tableau 3.13.g : Valeurs expérimentales de la charge relative
pour $\beta = 0,40$ avec $H_d^*_{thé} = 1,61846$

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	$H_d^*_{exp}$
0,00170	0,04454	1,63236
0,00237	0,05470	1,60933
0,00290	0,06398	1,64183
0,00425	0,08148	1,62180
0,00508	0,09256	1,63428
0,00627	0,10510	1,61520
0,00812	0,12590	1,62761
0,00938	0,13848	1,62540
0,01047	0,14908	1,62681
0,01182	0,16186	1,62891
0,01332	0,17518	1,62801
0,01543	0,19312	1,62672
0,01665	0,20288	1,62475
0,01833	0,21448	1,61164
0,01950	0,22482	1,62070
0,02133	0,23718	1,61099
0,02250	0,24778	1,62351
0,02352	0,25628	1,63005
0,02495	0,26498	1,62077
0,02630	0,27462	1,62169

Tableau 3.13.h : Valeurs expérimentales de la charge relative pour $\beta = 0,45$ avec $H_d^*_{thé} = 1,60417$

$Q(m^3/s)$	$H_d(m)$	$H_d^*_{exp}$
0,00163	0,03936	1,61793
0,00247	0,05146	1,60582
0,00308	0,05960	1,60299
0,00407	0,07072	1,58245
0,00598	0,09278	1,60388
0,00702	0,10254	1,59430
0,00823	0,11516	1,60874
0,00945	0,12562	1,60142
0,01050	0,13470	1,60076
0,01173	0,14576	1,60797
0,01302	0,15578	1,60394
0,01473	0,16892	1,60157
0,01582	0,17724	1,60272
0,01735	0,18958	1,61105
0,01927	0,20138	1,59704
0,02067	0,21206	1,60428
0,02168	0,21810	1,59848
0,02322	0,22762	1,59433
0,02518	0,24204	1,60497
0,03020	0,27348	1,60648

Au regard des résultats consignés dans les tableaux (3.13.a) à (3.13.h) nous pouvons constater que pour chaque valeur de β correspond une seule et unique valeur de la charge relative.

Dans le tableau (3.14) nous avons regroupé les valeurs moyennes de la charge relative totale expérimentales et théoriques pour chaque valeur de β . Au tableau (3.14) est associé la figure(3.8) qui représente la variation de la charge relative en fonction du paramètre β .

Tableau 3.14. Valeur moyenne le la charge relative totale pour les différentes valeurs de β testés

β	$H_d^*_{exp}$	$H_d^*_{th}$
0,15	1,69411	1,68369
0,181	1,68588	1,67412
0,201	1,67905	1,66803
0,253	1,66642	1,65249
0,30	1,64266	1,63885
0,35	1,63879	1,62475
0,40	1,62412	1,61112
0,45	1,60256	1,59798

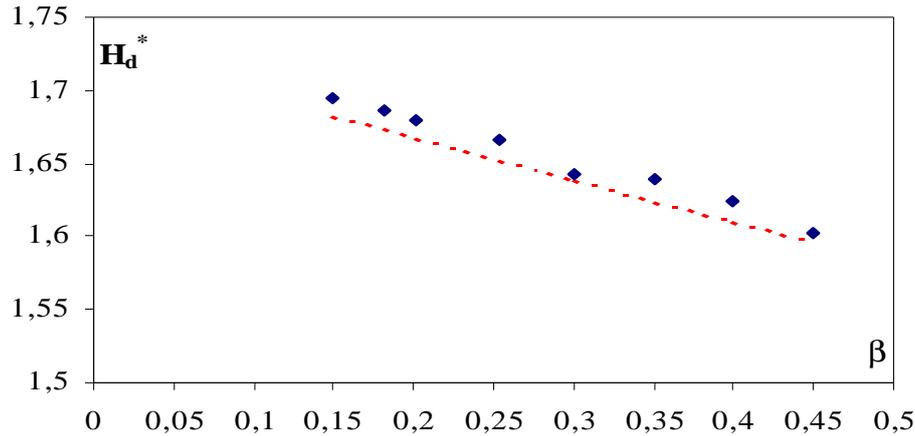


Figure 3.8 : Représentation graphique de la charge totale relative en fonction de β ,
courbe théorique et points expérimentaux

De même que pour celle de la hauteur relative déversé h_d^* , la courbe présentée ci-dessus montre clairement que le paramètre β est le seul paramètre dont dépend la relation de la charge relative totale H_d^* du faite que cette dernière ne variant nullement avec la variation du débit et de la hauteur déversée comme le montre le graphique ci-dessus, où les points expérimentaux se dispose au-dessus de la courbe théorique.

III.3.3. Le coefficient de débit

Au cours de la partie théorique nous avons pu démontrer que l'expression du débit était donnée en fonction de la charge totale, hors cette dernière n'est mesurable dans la pratique donc on la remplacée par la hauteur déversé, du faite que celle ci est aisément mesuré à partir d'une simple lecture de la profondeur h_d . C'est d'ailleurs pourquoi en fait recours à la notion du coefficient de débit. Ce dernier est définie comme étant un coefficient de correction des différentes erreurs.

Nous avons également précisé lors du développement théorique que le coefficient de débit pour le dispositif étudié dépend uniquement du taux de contraction $\beta = b/B$, et elle s'écrit sous la forme suivante :

$$\mu = \mu_o (1 + \mu_o^2 \beta^2)^{3/2}$$

Où μ_o est le coefficient de débit sans tenir compte de l'effet de la vitesse d'approche et il est donné par la relation suivante :

$$\mu_o = \frac{1}{\sqrt{2} h_d^{*3/2}}$$

h_d^* est la hauteur relative déversée donnée par la relation (2.19).

Tableau 3.15 valeurs moyennes du coefficient de débit μ_0 expérimentales et théorique

β	μ_{0th}	$\mu_{0 exp}$
0,15	0,32482	0,32185
0,181	0,32817	0,32473
0,201	0,33041	0,32713
0,253	0,33650	0,33220
0,30	0,34239	0,34118
0,35	0,34911	0,34443
0,40	0,35637	0,35181
0,45	0,36425	0,36261

Au regard des résultats consignés dans la tableau (3.15) nous pouvons constater que les écarts entre les valeurs moyennes du coefficient de débit théorique obtenu par l'application de la relation(2.26) et expérimentales sont de l'ordre de 1,36%. Au tableau (3.15) est associé la figure (3.9) présentant la variation du coefficient de débit μ_0 expérimentale en fonction de μ_0 théorique.

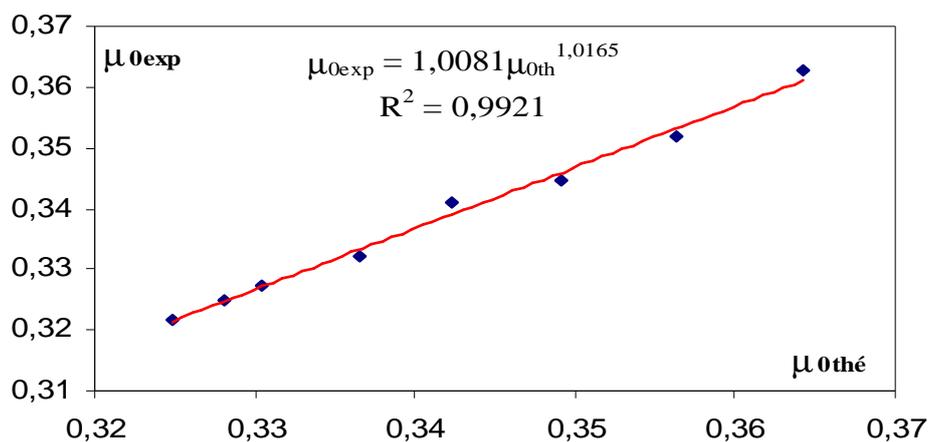


Figure 3.9 : graphique présentant la variation du coefficient de débit μ_0 expérimentale en fonction de μ_0 théorique.

De la figure (3.9) il en ressort que la variation de μ_0 expérimentale en fonction μ_0 est une courbe de type puissance, un ajustement avec la méthode des moindres carrés a permis d'écrire la relation suivante :

$$\mu_{0\text{exp}} = 1,0081\mu_{0\text{thé}}^{1,0165} \quad (3.9)$$

Avec : $R^2 = 0,9921$

Ce qui revient à écrire la relation du coefficient de débit μ_0 théorique qui s'écrit :

$$\mu_0 = \frac{1}{1,411h_d^{*1,525}} \quad (3.10)$$

En appliquant la relation(3.10) l'écart relatif entre la coefficient de débit μ_0 serai de l'ordre de 0,6%.

Tout les calculs du coefficient de débit μ seront effectués par l'application de la relation(3.10)

Les tableaux de (3.16.a) à (3.16.h) regroupe les valeur du coefficient de débit μ expérimentale et théorique ainsi que leur erreur relative.

Tableau 3.16.a. Valeurs expérimentales du coefficient de débit μ et l'erreur relative

pour $\beta = 0,15$ avec $\mu_{\text{thé}} = 0,32140$

Q(m ³ /s)	hd(m)	μ_{exp}	$ (1 - \mu_{\text{exp}}/\mu_{\text{thé}}) * 100\% $
0,00223	0,10918	0,31605	1,66415
0,00283	0,12814	0,31768	1,15812
0,00332	0,14384	0,31697	1,37832
0,00617	0,21296	0,31198	2,93069
0,00667	0,22418	0,32200	0,18575
0,00722	0,23694	0,32230	0,27998
0,00783	0,24960	0,32109	0,09613
0,00847	0,26368	0,32235	0,29520
0,00910	0,27130	0,32088	0,16100
0,00933	0,28024	0,32937	2,42020
0,00973	0,28798	0,32284	0,44708
0,01012	0,29580	0,32320	0,55629
0,01088	0,31040	0,32269	0,40089
0,01170	0,31760	0,32294	0,47867
0,01215	0,32708	0,32196	0,17554
0,01250	0,33646	0,32604	1,42369
0,01322	0,34866	0,32403	0,81298
0,01440	0,36356	0,32960	2,48893

Tableau 3.16.b. Valeurs expérimentales du coefficient de débit et l'erreur relative pour $\beta = 0,181$ avec $\mu_{thé} = 0,32480$

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	μ_{exp}	$ (1-\mu_{exp}/\mu_{thé}) * 100\% $
0,0025	0,1031	0,32184	0,91237
0,0034	0,1278	0,31978	1,54556
0,0055	0,1741	0,32252	0,70410
0,0063	0,1891	0,32728	0,75609
0,0074	0,2118	0,32354	0,38878
0,0083	0,2298	0,32234	0,75883
0,0092	0,2442	0,32367	0,34735
0,0104	0,2630	0,32484	0,01008
0,0118	0,2836	0,33094	1,85530
0,0127	0,2995	0,31966	1,58480
0,0132	0,3111	0,32489	0,02783
0,0142	0,3241	0,32828	1,05942
0,0149	0,3325	0,32736	0,77982
0,0157	0,3447	0,32908	1,29977
0,0164	0,3555	0,32361	0,36568
0,0170	0,3682	0,32447	0,10204
0,0177	0,3778	0,32538	0,17849
0,0189	0,3907	0,32487	0,02104
0,0194	0,4002	0,32671	0,58291

Tableau 3.16.c. Valeurs expérimentales du coefficient de débit et l'erreur relative pour $\beta = 0,201$ avec $\mu_{thé} = 0,32708$

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	μ_{exp}	$ (1-\mu_{exp}/\mu_{thé}) * 100\% $
0,00297	0,10608	0,32432	0,84388
0,00362	0,12098	0,32866	0,48030
0,00447	0,13880	0,33201	1,48527
0,00607	0,17026	0,33062	1,07047
0,00698	0,18938	0,33053	1,04353
0,00820	0,20998	0,32432	0,84167
0,00895	0,22054	0,32619	0,27211
0,00955	0,23028	0,32706	0,00394
0,01038	0,24366	0,32501	0,63323
0,01120	0,25528	0,32619	0,27198
0,01217	0,27118	0,32643	0,19841
0,01250	0,27700	0,32615	0,28302
0,01357	0,29298	0,32687	-0,06446
0,01400	0,29890	0,32745	0,11214
0,01533	0,31676	0,32792	0,25544
0,01600	0,32648	0,32598	0,33537
0,01682	0,33788	0,32658	0,15246
0,01763	0,34904	0,32773	0,19957

Tableau 3.16.d. Valeurs expérimentales du coefficient de débit et l'erreur relative pour $\beta = 0,253$ avec $\mu_{thé} = 0,33331$

Q(m³/s)	hd(m)	μ_{exp}	$(1-\mu_{exp}/\mu_{thé}) * 100\%$
0,00173	0,06368	0,33561	0,68414
0,00245	0,08072	0,32610	2,16284
0,00618	0,14862	0,32944	1,16204
0,00723	0,16596	0,32734	1,79240
0,00830	0,17988	0,33211	0,36156
0,00923	0,19338	0,33145	0,55961
0,01038	0,20888	0,33042	0,86788
0,01127	0,22050	0,33217	0,34345
0,01230	0,23338	0,33303	0,08402
0,01343	0,24718	0,33369	0,11291
0,01435	0,25958	0,33122	0,62751
0,01547	0,27230	0,33228	0,31064
0,01637	0,28146	0,33459	0,38245
0,01770	0,29648	0,33470	0,41576
0,01915	0,31254	0,33457	0,37674
0,01992	0,32138	0,33371	0,11857
0,02103	0,33264	0,33468	0,40800
0,02167	0,33948	0,33439	0,32168
0,02245	0,34788	0,33400	0,20695

Tableau 3.16.e Valeurs expérimentales du coefficient de débit et l'erreur relative pour $\beta = 0,30$ avec $\mu_{thé} = 0,33940$

Q(m³/s)	hd(m)	μ_{exp}	$(1-\mu_{exp}/\mu_{thé}) * 100\%$
0,00107	0,04052	0,33584	1,04795
0,00137	0,04708	0,34360	1,22191
0,00202	0,06110	0,34293	1,03105
0,00310	0,08124	0,34383	1,29009
0,00365	0,09162	0,33801	0,40989
0,00463	0,10630	0,34335	1,15017
0,00583	0,12388	0,34360	1,22353
0,00705	0,14090	0,34234	0,85951
0,00823	0,15652	0,34147	0,60688
0,00928	0,16980	0,34136	0,57370
0,01042	0,18268	0,34263	0,94413
0,01130	0,19372	0,34037	0,28397
0,01268	0,20810	0,34314	1,08887
0,01345	0,21730	0,34101	0,47173
0,01548	0,23802	0,34244	0,88737
0,01648	0,24868	0,34136	0,57538
0,01808	0,26364	0,34308	1,07430
0,01910	0,27352	0,34082	0,41566
0,02233	0,30536	0,33991	0,14996
0,02433	0,32342	0,33976	0,10762

Tableau 3.16.f : Valeurs expérimentales du coefficient de débit et l'erreur relative pour $\beta = 0,35$ avec $\mu_{thé} = 0,34642$

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	μ_{exp}	$(1-\mu_{exp}/\mu_{thé})*100\%$
0,00157	0,04650	0,34473	0,48786
0,00208	0,05458	0,34232	1,18304
0,00252	0,06436	0,34427	0,62028
0,00653	0,12058	0,34489	0,44121
0,00872	0,14596	0,34225	1,20305
0,00967	0,15718	0,34435	0,59787
0,01062	0,16664	0,34342	0,86538
0,01263	0,18746	0,34650	0,02278
0,01375	0,19718	0,34500	0,41067
0,01477	0,20738	0,34519	0,35691
0,01582	0,21702	0,34585	0,16586
0,01673	0,22504	0,34277	1,05493
0,01780	0,23590	0,34832	0,54455
0,02078	0,25880	0,34768	0,36103
0,02333	0,27990	0,34623	0,05657
0,02453	0,29022	0,34609	0,09594
0,02562	0,29878	0,34568	0,21297
0,02657	0,30636	0,34473	0,48786

Tableau 3.16.g. Valeurs expérimentales du coefficient de débit et l'erreur relative pour $\beta = 0,40$ avec $\mu_{thé} = 0,35412$

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	μ_{exp}	$(1-\mu_{exp}/\mu_{thé})*100\%$
0,00170	0,04454	0,34992	1,18529
0,00237	0,05470	0,35800	1,08478
0,00288	0,06398	0,34669	2,09664
0,00418	0,08148	0,35358	0,15013
0,00508	0,09256	0,34926	1,37092
0,00633	0,10510	0,35591	0,50335
0,00812	0,12590	0,35156	0,72186
0,00920	0,13848	0,35233	0,50555
0,01025	0,14908	0,35184	0,64342
0,01182	0,16186	0,35111	0,84933
0,01332	0,17518	0,35142	0,76112
0,01543	0,19312	0,35187	0,63430
0,01665	0,20288	0,35255	0,44112
0,01785	0,21448	0,35717	0,85596
0,01950	0,22482	0,35397	0,04115
0,02250	0,24778	0,35741	0,92050
0,02352	0,25628	0,35299	0,31906
0,02495	0,26498	0,35072	0,96021
0,02630	0,27462	0,35395	0,04841

Tableau 3.16.h Valeurs expérimentales du coefficient de débit et l'erreur relative pour $\beta = 0,45$ avec $\mu_{thé} = 0,36262$

$Q(m^3/s)$	$hd(m)$	μ_{exp}	$ 1 - \mu_{exp}/\mu_{thé} * 100\%$
0,00167	0,03936	0,35849	1,13730
0,00247	0,05146	0,36295	0,09219
0,00308	0,05960	0,36401	0,38332
0,00407	0,07072	0,37184	2,48164
0,00598	0,09278	0,36367	0,29218
0,00703	0,10254	0,36729	1,27165
0,00823	0,11516	0,36187	0,20674
0,00945	0,12562	0,36459	0,54560
0,01050	0,13470	0,36484	0,61464
0,01173	0,14576	0,36215	0,12744
0,01302	0,15578	0,36365	0,28530
0,01473	0,16892	0,36454	0,53054
0,01582	0,17724	0,36411	0,41171
0,01735	0,18958	0,36101	0,44208
0,01927	0,20138	0,36625	0,99137
0,02067	0,21206	0,36352	0,25023
0,02168	0,21810	0,36570	0,84354
0,02322	0,22762	0,36727	1,26867
0,02537	0,24204	0,36327	0,18016
0,03020	0,27348	0,36271	0,02517

Nous pouvons constater au regard des résultats présentés dans les tableaux (3.16.a) à (3.16.h) que le coefficient de débit prend une valeur moyenne pour chaque valeur de β . Les valeurs moyennes du coefficient pour chaque valeur de β ont été confrontées au valeur théorique issue de l'application de la relation(2.37). Dans le tableau(3.17) nous présentant les couples de valeurs μ_{exp} et $\mu_{thé}$ moyen ainsi que leur écart relatif en %.

Tableau 3.17 valeurs de μ_{exp} moyen et μ théorique pour chaque valeur de β

β	μ_{exp} moyen	$\mu_{thé}$	$ E(\%) $
0,15	0,32189	0,32148	0,12737
0,181	0,32479	0,32489	0,03079
0,201	0,32723	0,32717	0,01834
0,253	0,3324	0,33342	0,30686
0,30	0,34154	0,33925	0,67049
0,35	0,34503	0,34655	0,44054
0,40	0,35279	0,35426	0,41668
0,45	0,36419	0,36271	0,40638

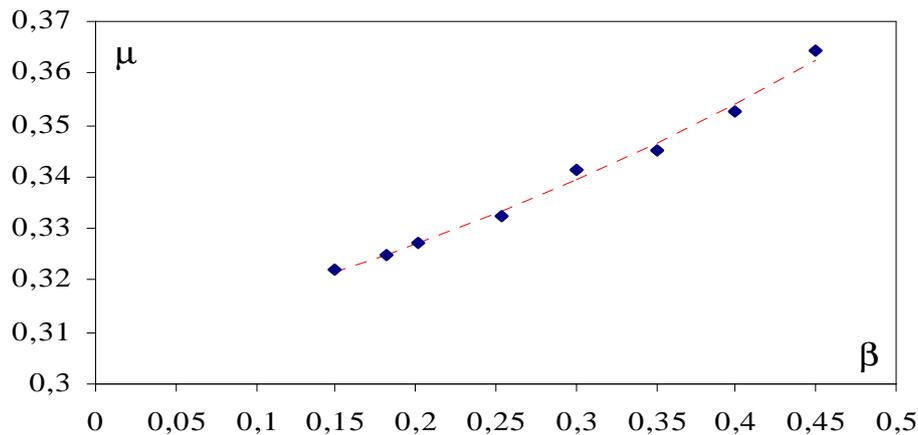


Figure 3.10 : Graphique présentant la variation du coefficient de débit μ en fonction de β
courbe théorique et points expérimentaux

Nous avons présenté dans la figure (3.10) la variation du coefficient de débit expérimentale et théorique en fonction du paramètre β , celle-ci confirme la dépendance exclusive du coefficient de débit au paramètre β ce-ci se traduit par la disposition des points expérimentaux en une gamme de point oscillant autour d'une moyenne vis-à-vis de la courbe théorique et ils sont distinctifs pour chaque valeur de β testé. Au regard également de nos résultats nous pouvons conclure sur la validité de la relation (2.37) théorique avec une erreur très acceptable.

III.3.4. Le débit unitaire

Le débit unitaire est obtenue par le rapport de débit volume rapporté à la largeur de l'ouverture.

Il est donné lors du développement théorique par la relation (2.39) et il s'écrit sous la forme suivante :

$$q = \frac{Q}{b} = \mu_0 (1 + \mu_0^2 \beta^2)^{3/2} \sqrt{2g} h_d^{3/2}$$

Les tableaux de (3.18.a) à (3.18.h) donnent les valeurs du débit unitaire calculé et mesuré ainsi que les valeurs de l'erreur relative.

Au tableau (3.18) est associée la figure (3.11) représentant la variation de $q_{b,th}$ en fonction $q_{b,exp}$, ce qui permet de mieux préciser leurs écarts. Toutes les courbes ont été ajustées selon

la méthode des moindres carrés linéaires et les coefficients de corrélation qui leurs correspondent ont été évalués et indiqués.

Tableau 3.18.a Valeurs de l'écart relatif du débit unitaire expérimentale et théorique donnée par la relation (2.39)
Pour $\beta = 0,15$

$q_{exp}=Q/b$	$Q_{thé}$	$ (1-q_{th}/q_{exp}) * 100 $
0,04091	0,04154	1,51939
0,05076	0,05128	1,01277
0,06439	0,06520	1,23323
0,07538	0,07754	2,78740
0,14015	0,13969	0,33187
0,15152	0,15087	0,42592
0,16402	0,16393	0,05049
0,17803	0,17724	0,44112
0,19242	0,19245	0,01452
0,20614	0,20085	2,56227
0,21212	0,21086	0,59273
0,22121	0,21966	0,70174
0,22992	0,22867	0,54662
0,24735	0,24580	0,62426
0,25523	0,25441	0,32168
0,28182	0,27740	1,56757
0,29545	0,29262	0,95796
0,32000	0,31158	2,63088

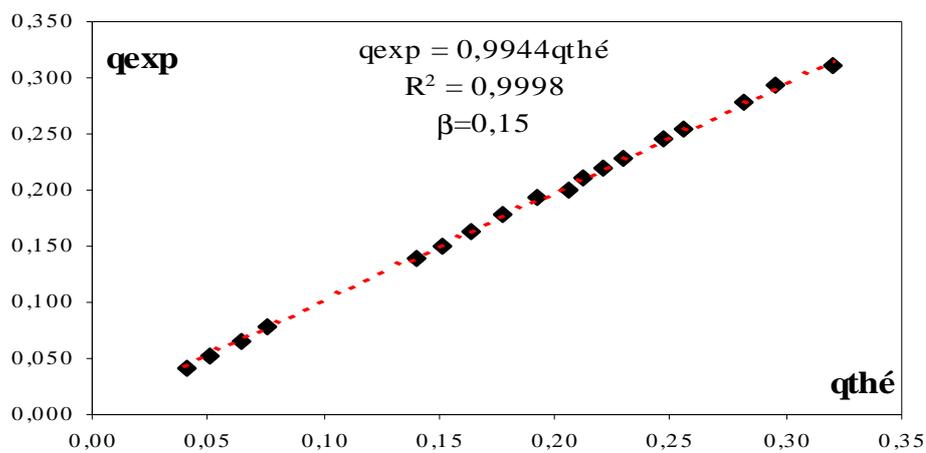


Figure 3.11.a : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,15$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.18.a.

Tableau 3.18.b Valeurs de l'écart relatif du débit unitaire expérimentale et théorique donnée par la relation (2.39)

Pour $\beta = 0,181$

$q_{exp}=Q/b$	$Q_{thé}$	$ (1-q_{th}/q_{exp}) * 100 $
0,04717	0,04756	0,81293
0,06472	0,06567	1,44638
0,10377	0,10440	0,60458
0,11918	0,11816	0,85458
0,13962	0,14003	0,28913
0,15723	0,15828	0,65933
0,17296	0,17339	0,24768
0,19403	0,19381	0,10977
0,22132	0,21700	1,95201
0,23208	0,23558	1,48564
0,24969	0,24937	0,12749
0,26824	0,26513	1,15742
0,27792	0,27548	0,87827
0,29491	0,29078	1,39738
0,30377	0,30458	0,26602
0,32107	0,32108	0,00228
0,33459	0,33366	0,27791
0,35132	0,35090	0,12072
0,36635	0,36385	0,68168

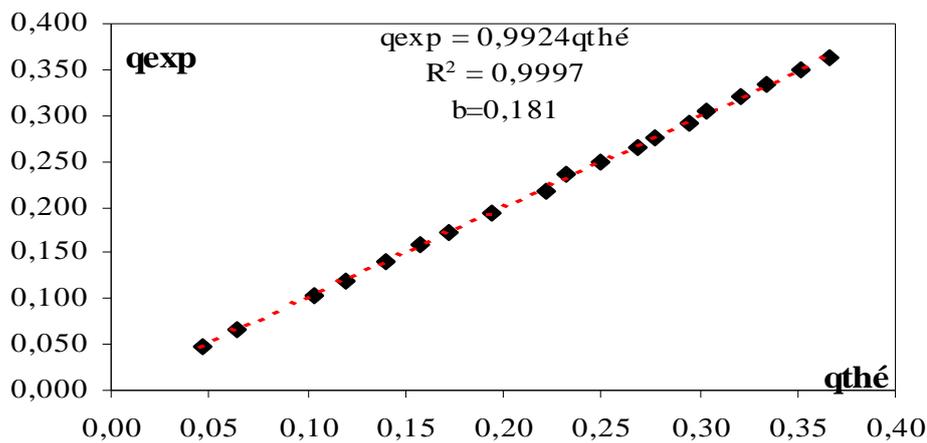


Figure 3.11.b : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b, pour $\beta = 0,181$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.18.b.

Tableau 3.18.c Valeurs de l'écart relatif du débit unitaire expérimentale et théorique donnée par la relation (2.39)

Pour $\beta = 0,201$

$q_{exp}=Q/b$	$q_{thé}$	$ (1-q_{th}/q_{exp}) * 100 $
0,03898	0,03929	0,77610
0,05028	0,05001	0,54717
0,06186	0,06091	1,55059
0,07571	0,07485	1,13643
0,10282	0,10168	1,10953
0,11836	0,11928	0,77389
0,13898	0,13927	0,20442
0,15000	0,14990	0,06367
0,15904	0,15994	0,56548
0,17373	0,17408	0,20429
0,18644	0,18668	0,13073
0,20395	0,20439	0,21533
0,21102	0,21101	0,00324
0,22994	0,22953	0,17957
0,23729	0,23652	0,32265
0,25734	0,25804	0,26766
0,26977	0,27000	0,08479
0,28503	0,28427	0,26687
0,29887	0,29847	0,13484

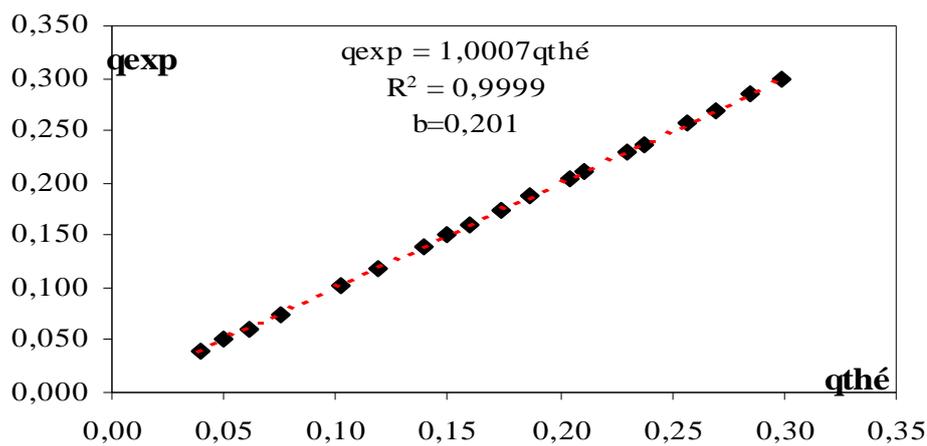


Figure 3.11.c : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,201$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.18.c.

Tableau 3.18.d Valeurs de l'écart relatif du débit unitaire expérimentale et théorique donnée par la relation (2.39)

Pour $\beta=0,253$

$q_{exp}=Q/b$	$q_{thé}$	$ (1-q_{th}/q_{exp}) * 100 $
0,02387	0,02372	0,65774
0,03311	0,03385	2,18391
0,08356	0,08456	1,18504
0,09797	0,09978	1,81417
0,11216	0,11260	0,38616
0,12477	0,12551	0,58381
0,13964	0,14090	0,89146
0,15225	0,15281	0,36808
0,16622	0,16640	0,10918
0,18153	0,18137	0,08740
0,19392	0,19519	0,65158
0,20901	0,20971	0,33534
0,22117	0,22038	0,35653
0,23919	0,23826	0,38978
0,25878	0,25788	0,35083
0,26914	0,26889	0,09305
0,28423	0,28315	0,38203
0,29279	0,29193	0,29584
0,30338	0,30283	0,18130

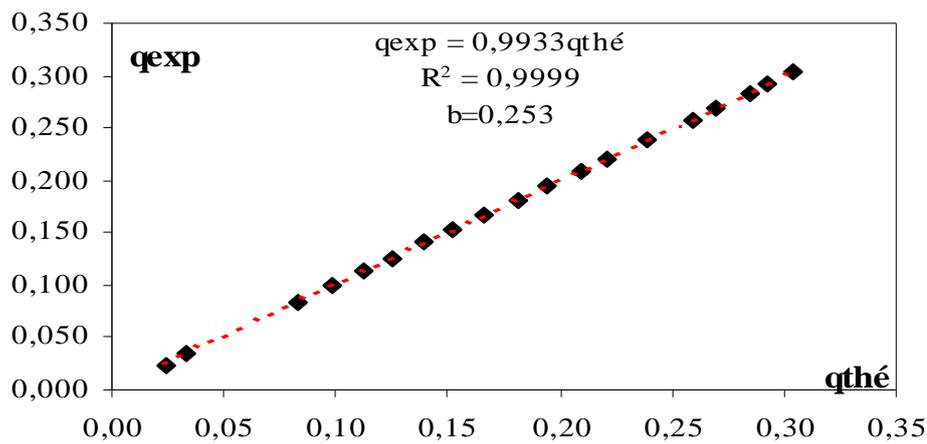


Figure 3.11.d : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,253$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.18.d.

Tableau 3.18.e Valeurs de l'écart relatif du débit unitaire expérimentale et théorique donnée par la relation (2.39)

Pour $\beta = 0,30$

$q_{exp}=Q/b$	$q_{thé}$	$ (1-q_{th}/q_{exp}) * 100 $
0,01212	0,01226	1,16825
0,01553	0,01536	1,09456
0,02292	0,02271	0,90408
0,03523	0,03482	1,16261
0,04148	0,04170	0,53293
0,05265	0,05211	1,02296
0,06629	0,06556	1,09617
0,08011	0,07953	0,73287
0,09356	0,09311	0,48074
0,10568	0,10521	0,44761
0,11837	0,11740	0,81732
0,12841	0,12821	0,15844
0,14413	0,14274	0,96178
0,15284	0,15231	0,34585
0,17595	0,17461	0,76067
0,18731	0,18647	0,44929
0,20549	0,20355	0,94724
0,21572	0,21509	0,28988
0,25379	0,25373	0,02469
0,27652	0,27656	0,01768

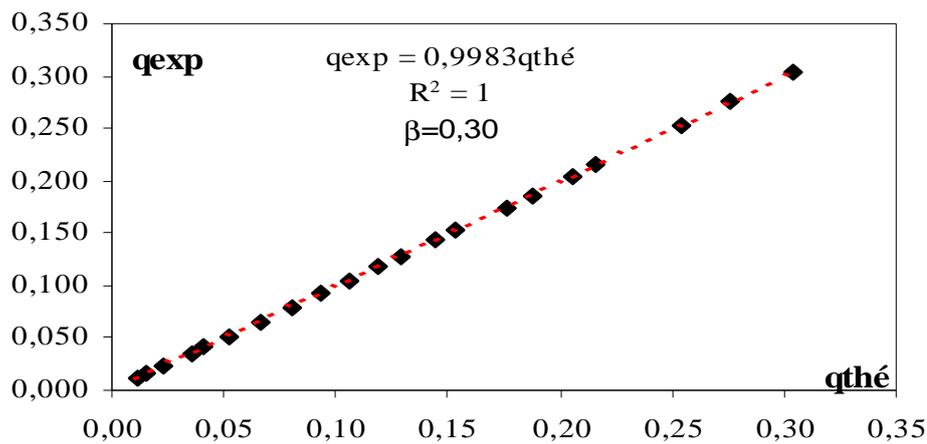


Figure 3.11.e : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,30$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.18.e.

Tableau 3.18.f Valeurs de l'écart relatif du débit unitaire expérimentale et théorique donnée par la relation (2.39)

Pour $\beta = 0,35$

$q_{exp}=Q/b$	$q_{thé}$	$ (1-q_{th}/q_{exp}) * 100 $
0,01528	0,01540	0,73688
0,02472	0,02507	1,42676
0,06374	0,06430	0,86828
0,08504	0,08563	0,69059
0,09431	0,09569	1,44661
0,10358	0,10446	0,84604
0,12325	0,12464	1,11150
0,13415	0,13446	0,23019
0,14407	0,14502	0,66028
0,15431	0,15525	0,60693
0,16325	0,16394	0,41736
0,17366	0,17595	1,29961
0,20276	0,20218	0,28960
0,22764	0,22740	0,10660
0,23935	0,24009	0,30892
0,24992	0,25079	0,34798
0,25919	0,26040	0,46410

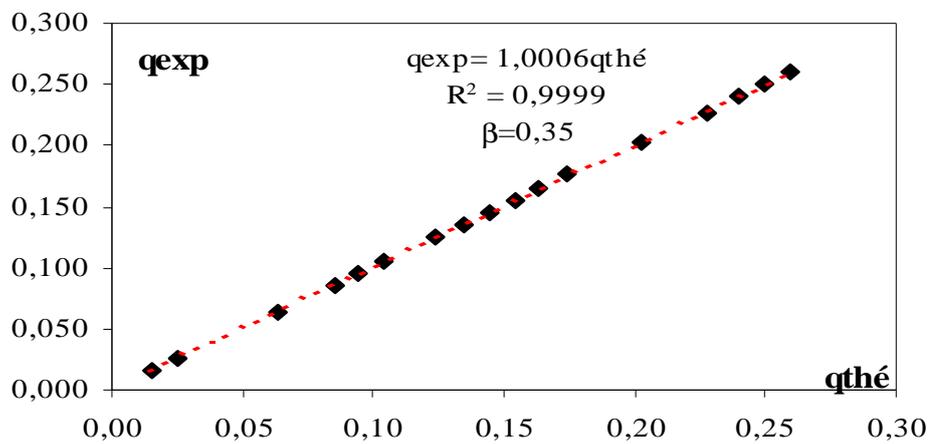


Figure 3.11.f : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,35$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.18.f.

Tableau 3.18.g Valeurs de l'écart relatif du débit unitaire expérimentale et théorique donnée par la relation (2.39)

Pour $\beta = 0,40$

$q_{exp}=Q/b$	$q_{thé}$	$ (1-q_{th}/q_{exp}) * 100 $
0,01453	0,01476	1,58193
0,02023	0,02009	0,66721
0,02479	0,02542	2,48243
0,03632	0,03653	0,55942
0,04345	0,04423	1,76533
0,05356	0,05351	0,08833
0,06937	0,07016	1,12412
0,08020	0,08094	0,91046
0,08946	0,09040	1,04664
0,10100	0,10228	1,25004
0,11382	0,11516	1,16290
0,13191	0,13329	1,03763
0,14231	0,14352	0,84683
0,15670	0,15601	0,43940
0,16667	0,16742	0,45179
0,18234	0,18142	0,50365
0,19231	0,19371	0,72626
0,20100	0,20377	1,35958
0,21325	0,21423	0,45897
0,22479	0,22603	0,54909

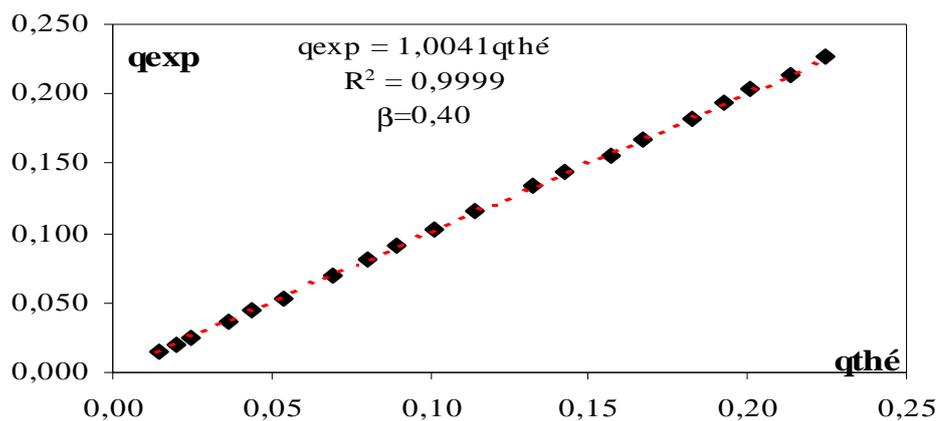


Figure 3.11.g : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,40$.

Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.18.g.

Tableau 3.18.h Valeurs de l'écart relatif du débit unitaire expérimentale et théorique donnée par la relation (2.39)

Pour $\beta = 0,45$

$q_{exp}=Q/b$	$Q_{thé}$	$ (1-q_{th}/q_{exp}) * 100 $
0,01235	0,01257	1,72607
0,01869	0,01878	0,51923
0,02336	0,02341	0,23357
0,03083	0,03026	1,85106
0,04533	0,04548	0,32299
0,05318	0,05284	0,64962
0,06237	0,06288	0,81259
0,07159	0,07164	0,07435
0,07955	0,07955	0,00662
0,08889	0,08955	0,73476
0,09861	0,09894	0,32974
0,11162	0,11172	0,08913
0,11982	0,12007	0,20571
0,13144	0,13283	1,04356
0,14596	0,14542	0,37127
0,15657	0,15714	0,36415
0,16427	0,16390	0,22445
0,17588	0,17475	0,64667
0,19078	0,19161	0,43290
0,22879	0,23013	0,58500

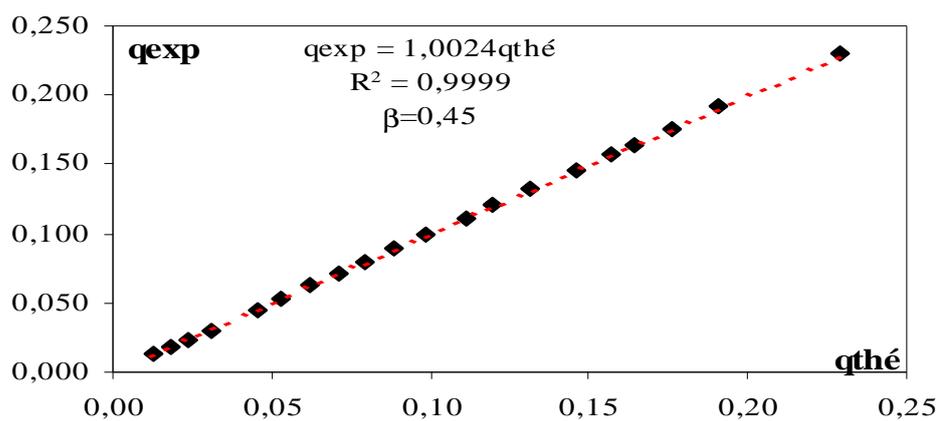


Figure 3.11.h : Variation expérimentale et théorique du débit unitaire Q/b , pour $\beta = 0,45$.
 Courbe tracée selon les valeurs du tableau 3.18.h.

Des tableau de (3.18.a) à (3.18.h) et des figures (3.11.a) à (3.11.h) il en ressort que l'écart relatif calculé entre le débit unitaire théorique et expérimentale $q = Q/b$, s'écoulant par les dispositifs testés, sont très acceptables. Les figures (3.11.a) à (3.11.h) indiquent clairement que les débits unitaires expérimentaux et calculés en application de la relation (2.39) suivent la première bissectrice, avec un coefficient de corrélation supérieur dans tous les cas à 0,9997, atteignant parfois des valeurs exceptionnelles de 1. Au regard de nos résultats, nous pouvons ainsi conclure à la fiabilité de la relation (2.39) qui permet, avec une excellente approximation, d'évaluer le débit unitaire s'écoulant par l'ouverture du dispositif que nous avons testé.

III.8. ETUDE COMPARATIVE

Notre étude s'est intéressée à l'étude et l'expérimentation de deux catégories de dispositifs de mesure de débit dans les canaux ouverts caractérisés par leur mise en oeuvre aisée, présentant les mêmes caractéristiques géométriques, l'un est en mince paroi l'autre et à paroi épaisse, et testés dans les mêmes conditions d'expérimentation au laboratoire.

Le premier type de dispositif est constitué de deux parois verticales minces placées de part et d'autre des parois du canal d'amenée de forme rectangulaire de largeur B. Une échancrure de forme rectangulaire de largeur b apparaît entre les deux saillies du dispositif. Cette échancrure est dépourvue de hauteur de pelle.

La mise en place du dispositif dans le canal d'amenée engendre une réduction ou un rétrécissement de la section de celui-ci. Le rapport $\beta = b/B$ définit le taux de contraction de la section du canal à l'endroit de la mise en place du dispositif.

Le second type de dispositif présente les mêmes caractéristiques c à dire qu'il est formé par deux parois verticales disposées de part et d'autre du canal rectangulaire et créant une ouverture rectangulaire de largeur b entre les deux saillies engendrant un taux de réduction β et démunie également d'une hauteur de pelle, mais à l'encontre du dispositif en mince paroi la paroi du second dispositif est de nature épaisse du fait que le seuil s'étend sur une certaine longueur l du paroi du canal d'amenée et l'écoulement à l'intérieur du dispositif et assimilé à un écoulement dans un canal de longueur l et de largeur b.

Par un développement théorique nous avons pu donner la relation théorique du coefficient de débit pour le cas du dispositif à paroi épaisse, cette relation a été validée par la voie de l'expérimentation au laboratoire en testant une série de dispositif englobant une large gamme du taux de contraction β . Elle s'écrit telle que

$$\mu = \mu_o (1 + \mu_o^2 \beta^2)^{3/2}$$

En ce qui concerne le dispositif en mince paroi l'élaboration d'une relation exprimant le coefficient de débit n'a été possible qu'en ayant recours à la voie de l'expérimentation au laboratoire, une série de dispositif englobant une large gamme du taux de contraction β a fin de donner la relation expérimentale du coefficient de débit.

En fonction des résultats obtenue la relation du coefficient de débit s'écrit :

$$\mu = 0,5685 \beta (1 + 0,16496 \beta^{2,0716})^{3/2}$$

les deux relations exprimant le coefficient de débit montre clairement que pour les deux types de dispositif le coefficient de débit ne dépend que du taux de contraction $\beta=b/B$. Ce qui permet de tracer en fin le graphique ci-après, exprimant la variation du coefficient de débit du dispositif à paroi épaisse en fonction de celui en mince paroi.

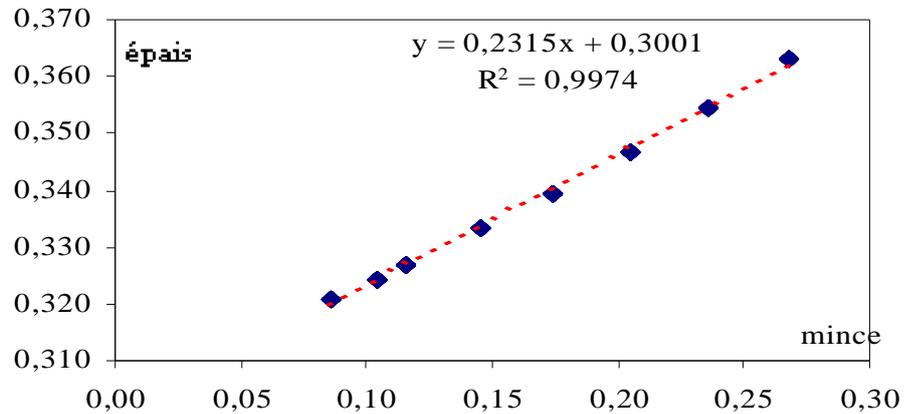


Figure 12 : Variation du coefficient de débit du dispositif à paroi épaisse en fonction de celui en mince paroi

La figure ci-dessus montre que la variation suit une droite unique. Par ajustement avec la méthode des moindres carrés linéaire avec un coefficient de corrélation de $R^2 = 0,9974$ et la relation s'écrit :

$$C_{d\text{épais}} = 0,2315C_{d\text{mince}} + 0,3001 \quad (3.11)$$

$$R^2 = 0,9974$$