

II.1. INTRODUCTION

Au cours du premier chapitre de notre étude, nous avons passé en revue les divers appareils de mesure de débit dans les canaux ouverts. Nous avons également donné les relations de débit qui les régissent ainsi que les expressions du coefficient de débit pour chacun de ces dispositifs, ainsi nous avons présenté leurs conditions d'application.

Nous avons pu constater qu'ils présentent dans leurs majorités de multiples contraintes, soit constructives ou dans leurs domaine d'application.

Nous avons également constaté que les différents déversoirs étudiés sont en mince paroi ou à paroi épaisse et présentent dans leur majorité une hauteur appelée pelle, cette dernière permet d'avoir un libre déversement au-dessous de la crête de celui ci.

Ce second chapitre de notre étude se propose d'étudier les différentes caractéristiques géométriques de deux catégories de dispositifs de mesure de débit dans les canaux ouverts basé essentiellement sur une contraction latérale de l'écoulement.

Nous allons également tenter d'établir une approche théorique exprimant les relations de la loi hauteur-débit ainsi que l'expression du coefficient de débit, tout en tenant compte des différents paramètres susceptibles d'influencer le coefficient de débit, et d'exprimer ainsi les différentes équations qui régissent l'écoulement et qui y transitent pour chacun des dispositifs étudiés.

II.2. DISPOSITIF EN MINCE PAROI

II.2.1. Description du dispositif

La figure (2.1) représente, une vue en perspective, du dispositif testé. Celui-ci est inséré dans une section droite d'un canal rectangulaire de largeur B et dont on désire évaluer le débit écoulé.

Le dispositif est constitué de deux saillies à paroi mince placées de part et d'autre des parois du canal. Une échancrure de forme rectangulaire de largeur b apparaît entre les deux saillies du dispositif. Cette échancrure est dépourvue de hauteur de pelle, contrairement aux appareils classiques de mesure de débit.

La mise en place du dispositif de mesure dans le canal 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 taux de contraction peut être également défini comme étant égal à $\sigma = 1 - b/B = 1 - \beta$. Lorsque la largeur b de l'échancrure

est égale à zéro ($b = 0$), correspondant à $\beta = 0$, le taux de contraction est $\sigma = 1$, indiquant que toute la section du canal est à 100% obturée. Par contre, lorsque la largeur de l'échancrure est égale à B ($b = B$), correspondant à $\beta = 1$, le taux de contraction est $\sigma = 0$, indiquant que toute la section du canal est à 100% ouverte.

Il est donc possible de noter que le paramètre adimensionnel β est tel que $0 \leq \beta \leq 1$ ou que le paramètre σ est tel que $0 \leq \sigma \leq 1$.

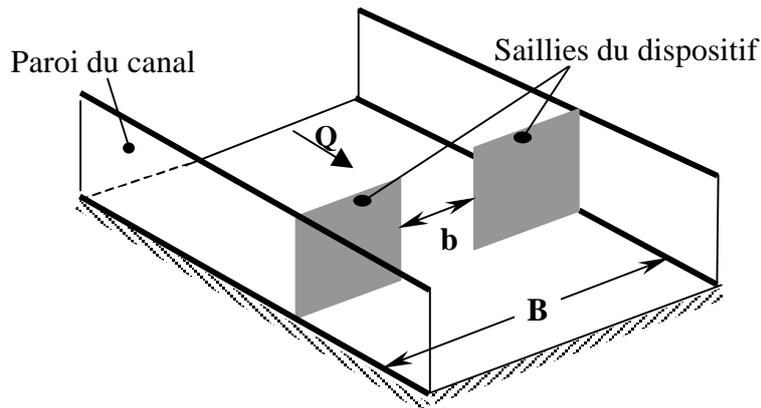


Figure 2.1 : Représentation schématique en perspective du dispositif testé.

Nous pouvons également noter que grâce à la géométrie du dispositif testé, l'axe longitudinal du canal n'est pas affecté et demeure horizontal sur toute la longueur du canal, depuis l'amont jusqu'à l'aval et à travers l'échancrure du dispositif. Cette particularité est intéressante car elle évite tout dépôt solide qui pourrait être entraîné par l'écoulement. Cette géométrie confère donc au dispositif un caractère auto-dégrevant.

II.2.2. Développement théorique

L'objectif visé par cette étude et l'établissement de la loi hauteur débit et l'expression du coefficient de débit.

Nous présentons ci-dessous les différentes équations qui régissent l'écoulement et qui y transitent. Nous établirons en particulier les expressions théoriques du débit ainsi que celle du coefficient de débit.

II.2.2.1. description de l'écoulement

La figure (2.2) représente un schéma simplifié de l'écoulement à l'amont et à l'aval du dispositif testé.

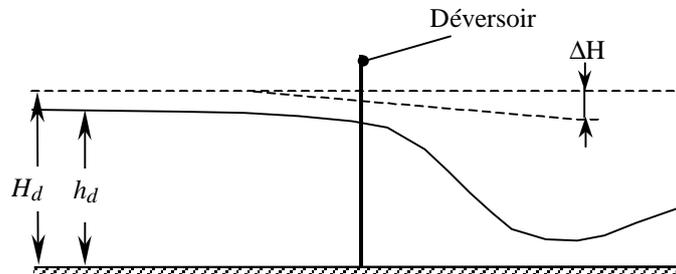


Figure 2.2 : Schéma simplifié de l'écoulement à l'amont et à l'aval du dispositif testé.

Ecoulement de gauche à droite.

La figure (2.2) montre que le plan d'eau à l'amont du débitmètre étudié est quasi horizontal. Un léger abaissement du plan d'eau peut cependant être observé à l'approche immédiate du dispositif. A l'aval du dispositif, la profondeur de l'écoulement subit une nette diminution et l'écoulement qui règne est de nature torrentielle.

II.2.2.2. Loi hauteur déversée – débit écoulé et charge déversée – débit écoulé

Nous savons, grâce à la recherche bibliographique que nous avons effectuée, que dans le cas d'une section rectangulaire le débit Q écoulé est proportionnel à la puissance $3/2$ de la profondeur déversée. La relation s'écrit de manière identique à la relation (1.39) ou (1.40) :

$$Q = m_1 B \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (2.1)$$

m_1 désigne le coefficient de débit, B est la largeur du canal d'amenée rectangulaire, h_d et la profondeur déversée à travers l'échancrure du dispositif testé et g est l'accélération de la pesanteur prise égale à $9,81 \text{ m/s}^2$.

Le débit unitaire q écoulé par le canal d'amenée est donc, en vertu de la relation (2.1) :

$$q = Q/B = m_1 \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (2.2)$$

Lors de nos essais, les paramètres mesurés sont le débit volume Q , la largeur B du canal d'amenée et par conséquent le débit unitaire q , ainsi que la profondeur déversée h_d .

Grâce à ces paramètres mesurés, nous avons pu déterminer, compte tenu de la relation (2.2), le coefficient de débit m_1 , soit :

$$m_1 = \frac{Q/B}{\sqrt{2g} h_d^{3/2}} \quad (2.3)$$

En outre, la relation (2.1) peut s'écrire, en multipliant et en divisant le second membre par la largeur b de l'échancrure du dispositif testé :

$$Q = m_1 \frac{B}{b} b \sqrt{2g} h_d^{3/2}$$

Nous faisons ainsi apparaître le paramètre adimensionnel $\beta = b/B$, et nous pouvons finalement écrire que :

$$Q = m_1 \beta^{-1} b \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (2.4)$$

D'un autre point de vue, nous pouvons exprimer le débit écoulé par l'échancrure rectangulaire de largeur b du dispositif testé en fonction de la charge totale déversé H_d . La relation s'écrit :

$$Q = m_2 b \sqrt{2g} H_d^{3/2} \quad (2.5)$$

m_2 est le coefficient de débit et H_d est la charge déversée à travers l'échancrure du dispositif. Mais la relation (2.5) peut également s'écrire, en introduisant le paramètre adimensionnel $\beta = b/B$:

$$Q = m_2 \beta B \sqrt{2g} H_d^{3/2}$$

Par suite, le débit unitaire écoulé par le canal d'amenée est :

$$q = Q/B = m_2 \beta \sqrt{2g} H_d^{3/2} \quad (2.6)$$

La charge H_d correspond également à la charge de l'écoulement à l'amont du dispositif, dans le canal d'amenée de largeur B . Nous pouvons donc écrire, selon la définition de la charge totale par rapport au fond du canal d'amenée :

$$H_d = h_d + \frac{Q^2}{2gB^2h_d^2} \quad (2.7)$$

En introduisant la relation (2.1) dans l'équation (2.7), il est aisé d'écrire :

$$H_d = h_d + \frac{m_1^2 2g B^2 h_d^3}{2g B^2 h_d^2}$$

Après arrangement et en divisant les deux membres de l'équation obtenue par h_d , nous pouvons finalement écrire que :

$$\frac{H_d}{h_d} = 1 + m_1^2 \quad (2.8)$$

L'effet de la vitesse d'approche de l'écoulement dans le canal d'amenée peut être exprimé comme étant une fraction δ de la profondeur déversée h_d . La charge totale H_d peut donc s'écrire, compte tenu de cette hypothèse :

$$H_d = (1 + \delta) h_d \quad (2.9)$$

Ainsi, la relation (2.6) devient :

$$q = Q/B = m_2 \beta \sqrt{2g} (1 + \delta)^{3/2} h_d^{3/2} \quad (2.10)$$

De même, en tenant compte de la relation (2.9), l'équation (2.8) permet d'écrire :

$$\frac{(1 + \delta) h_d}{h_d} = 1 + m_1^2$$

Soit :

$$\delta = m_1^2 \quad (2.11)$$

Par suite, le débit unitaire exprimé par la relation (2.10) devient :

$$q = Q/B = m_2 \beta \sqrt{2g} (1 + m_1^2)^{3/2} h_d^{3/2} \quad (2.12)$$

Nous pouvons également remarquer que la combinaison des relations (2.3) et (2.5) mène à écrire que :

$$m_1 / m_2 = \beta (H_d / h_d)^{3/2} \quad (2.13)$$

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

II.3.DEVERSOIR A PAROI EPAISSE

II.3.1.Description du dispositif

La figure (2.3) montre une vue en perspective du dispositif étudié.

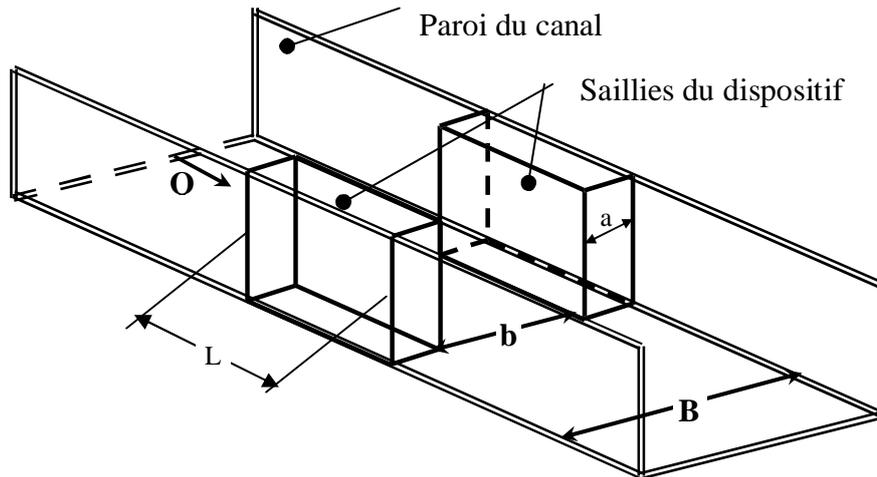


Figure 2.3 : Représentation schématique en perspective du dispositif testé

Le dispositif étudié est constitué de deux parois verticales de largeur a placé de part et d'autre d'un canal de forme rectangulaire de largeur B , et le seuil est de type large s'étendant sur longueur L des parois du canal d'amenée.

Selon la largeur de la saillie une ouverture de forme rectangulaire de largeur b est obtenue perpendiculairement à l'axe longitudinal du canal d'amenée et s'étend sur toute la hauteur de celui-ci puisqu'il est démuné d'une hauteur de pelle.

La section transversale du canal d'amenée subit un rétrécissement brusque caractérisé par le paramètre géométrique $\beta = b/B$, et l'écoulement à l'intérieur du dispositif est assimilé à un écoulement dans un canal de longueur L et de largeur b .

II.3.2. Développement théorique

Notons que l'objectif principal recherché par cette étude est de définir l'expression de la loi hauteur-débit ainsi que celle du coefficient de débit μ .

Ainsi nous présentons les différentes équations qui régissent l'écoulement et qui y transitent.

Nous établirons les expressions théoriques du débit ainsi que du coefficient de débit.

L'approche théorique tiendra compte également des différents paramètres susceptibles d'influencer le coefficient de débit tel que le paramètre géométrique β et l'effet de la vitesse d'approche.

II.3.2.1. Description de l'écoulement

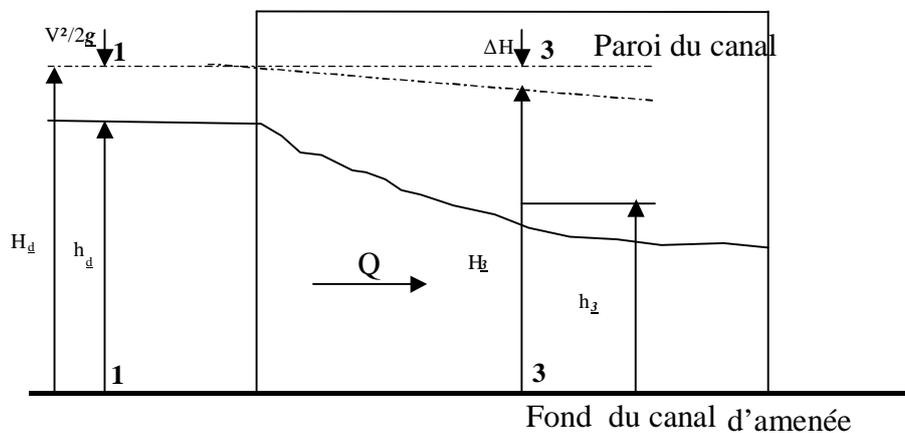


Figure 2.4 : profil en long de l'écoulement dans le débitmètre

L'écoulement est de nature fluviale à l'amont, et la ligne d'eau est quasi horizontale, à l'approche immédiate de la contraction la ligne d'eau subit un léger abaissement, puis elle diminue progressivement à l'intérieur même du dispositif jusqu'à atteindre une hauteur minimum inférieure à la hauteur critique. Cette hauteur minimale disparaît au fur et à mesure que le débit augmente.

Le régime qui règne à l'aval est de nature torrentielle. Entre les régimes fluviale à l'amont et torrentiel à l'aval la transition s'effectue par le passage à la section critique de hauteur h_c situé à une distance x à l'intérieur du dispositif. Comme pour le cas du dispositif en mince paroi la ligne longitudinale du canal n'est pas affecté par l'écoulement. Le tracé du profil en long de l'écoulement montre la nature des régimes qui règnent d'amont en aval.

La hauteur capable de la vitesse d'approche de l'écoulement amont $v^2/2g$ est considérée comme étant égale à une fraction δ de la profondeur de déversement h_d , soit :

$$v^2/2g = \delta \cdot h_d$$

Ceci permet d'écrire que la charge totale $h_d = (h_d + v^2/2g)$ est telle que :

$$h_d = (1 + \delta) h_d \quad (2.14)$$

Lorsque $\delta \rightarrow 0$, la charge totale H_d peut alors être assimilée à la profondeur de déversement h_d .

II.3.2.2. Hauteur relative de déversement

II.3.2.2.1. Définition

Nous définissons la hauteur relative de déversement h_d^* 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 de la section rectangulaire du dispositif, soit $h_d^* = h_d/h_c$. Il est à noter que la hauteur relative h_d^* est supérieure à l'unité, puisque la hauteur de déversement h_d est supérieure à la profondeur critique h_c . Il est universellement connu que la profondeur critique h_c d'un écoulement dans une section rectangulaire est telle que :

$$h_c = \left[\frac{Q^2}{gb^2} \right]^{1/3} \quad (2.15)$$

Où Q est le débit volume écoulé par le dispositif ainsi que par le canal d'amenée, g est l'accélération de la pesanteur et b est la largeur de l'échancrure.

Dans cette partie de notre étude, nous tenterons de déterminer les paramètres dont dépend la hauteur relative de déversement h_d^* en ayant recours à l'équation de la quantité de mouvement.

II.3.2.2.2. Calcul de la hauteur relative de déversement

Le calcul de la hauteur relative de déversement est possible en ayant recours à l'équation de la quantité de mouvement. L'application de cette équation repose sur le choix de deux sections et sur quelques hypothèses simplificatrices que nous allons préciser.

- Les sections choisies sont d'une part la section de l'écoulement à l'amont du dispositif, située dans le canal d'amenée et de profondeur (h_d), et la section 3-3 (Figure 2.4) à l'intérieur du dispositif et de profondeur h_c , d'autre part.

- La répartition de la pression est supposée hydrostatique en toute section de l'écoulement, que ce soit dans le canal d'amenée ou à l'intérieur du dispositif.
- La répartition de la vitesse est supposée uniforme dans les sections choisies.
- La perte de charge par frottement est supposée négligeable, sur la courte distance séparant les deux sections choisies.
- La résistance de l'air est négligeable.

En règle générale, les hypothèses ci-dessus mentionnées ont été confirmées dans un bon nombre de cas pratiques. Mais qu'en est-il de leur validité pour le dispositif faisant l'objet de la présente étude ? Seule l'expérimentation au laboratoire pourra répondre de manière définitive à cette question.

L'équation de la quantité de mouvement exprime que la variation de la quantité (ρQV) entre les deux sections choisies est égale à la somme de toutes les forces extérieures agissant sur ces mêmes sections, après les avoir projetées sur un axe longitudinal, dont le sens est généralement choisi identiquement à celui de l'écoulement. Rappelons que ρ désigne la masse volumique du liquide en écoulement. Si :

- V_c est la vitesse moyenne critique dans la section 3-3 de profondeur h_c .
- V_1 est la vitesse moyenne dans une section située à l'amont du dispositif, dans le canal d'amenée.
- F_c est la force hydrostatique agissant sur la section 3-3.
- F_1 est la force hydrostatique agissant sur la section à l'amont du dispositif, dans le canal d'amenée.
- F_x est la force de réaction de la face amont du dispositif.

Alors l'équation de la quantité de mouvement s'écrit :

$$\rho Q(V_c - V_1) = F_1 - F_c - F_x \quad (2.16)$$

Etant donné le caractère supposé hydrostatique des forces mises en jeu, nous pouvons alors écrire que :

$F_1 = \varpi \bar{h}_1 A_1$, $F_c = \varpi \bar{h}_c A_c$ et $F_x = \varpi \bar{h}_x A_x$, où $\varpi = \rho g$ désigne le poids spécifique du liquide en écoulement.

Les profondeurs \bar{h}_1 , \bar{h}_c et \bar{h}_x désignent respectivement la position du centre de gravité des sections A_1 , A_c et A_x , comptée à partir de la surface libre de l'écoulement, et s'expriment respectivement par :

$$\begin{aligned} \bar{h}_d &= h_d/2 & A_1 &= B\bar{h}_d \\ \bar{h}_c &= h_c/2 & A_c &= b\bar{h}_c \\ \bar{h}_x &= h_x/2 & A_x &= B\bar{h}_d - b\bar{h}_d \end{aligned}$$

En remplaçant dans l'équation (2.16), et après arrangement on aboutit à l'équation suivante :

$$h_d^{*3} - 3h_d^* + 2\beta = 0 \quad (3.17)$$

Où

h_d^* est la hauteur relative de déversement $h_d^* = h_d/h_c$;

β est le taux de contraction $\beta = b/B$

Nous rappelons que :

h_d est la hauteur déversée dans la section d'entrée

h_c est la hauteur critique dans la section de contrôle

b est la largeur de l'échancrure

B est la largeur du canal d'amenée

La relation (2.17) obtenu est une équation implicite de 3^{ème} degré.

La résolution de l'équation du troisième degré est obtenue par un procédé mathématique, après simplification, le calcul du discriminant aboutit à 3 racines réelles donnée par la méthode trigonométrique, ce qui permet d'écrire le résultat final suivant :

$$h_d^* = 2 \cos(\alpha - 60^\circ) \quad (2.18)$$

Avec $\cos 3\alpha = \beta$

Pour simplifier la relation obtenue on pose $(\alpha - 60^\circ) = \frac{\theta}{3}$

Avec $\cos \theta = -\beta$

A cet effet la relation de la hauteur relative s'écrit :

$$h_d^* = 2 \cos\left(\frac{\theta}{3}\right) \quad (2.19)$$

Nous constatons que la relation obtenue (2.19), exprimant la hauteur relative déversée, est une relation explicite qui ne dépend que du paramètre géométrique β , elle est également adimensionnelle a fin de lui donner un caractère d'applicabilité générale.

Ainsi la relation de la charge relative s'écrit :

$$H_d^* = h_d^* + \frac{\beta^2}{2h_d^{*2} (1+P^*)^2} \quad (2.20)$$

II.3.2.3. relation de la loi hauteur débit et du coefficient de débit

Le but visé par cette étude est d'exprimer les relations théoriques de la loi hauteur débit et du coefficient de débit, tout en tenant compte l'ensemble des paramètres influençant le coefficient de débit μ , tel que la vitesse d'approche exprimée par le terme $V^2/2g$ et du paramètre géométrique β .

II.3.2.3. Charge totale relative de déversement

II.3.2.3.1. Définition

Nous définissons la charge totale relative H_d^* de déversement, la charge totale de déversement H_d rapportée à la profondeur critique h_c de l'écoulement dans la section rectangulaire du dispositif, soit $H_d^* = H_d/h_c$. La profondeur critique h_c répond à la relation (2.15). Comme pour la hauteur relative de déversement h_d^* , il est intéressant de savoir quels sont les paramètres dont dépend la charge totale relative de déversement H_d^* .

II.3.2.3.2. Calcul de la charge totale relative de déversement

En se rapportant à la figure (2.4), nous pouvons établir l'équation suivante :

$$H_d = h_d + V^2/2g$$

En outre, la vitesse moyenne V , dans le canal d'aménée rectangulaire de la largeur B , s'écrit $V = Q/A$ où A est l'aire de la section mouillée qui s'exprime par $A = B(h_d + P)$ avec $P = 0$.

Tenant compte de ces considérations, la charge totale H_d s'écrit :

$$H_d = h_d + \frac{Q^2}{2gB^2(h_d + P)^2} \quad (2.21)$$

En éliminant le débit volume Q entre les relations (2.15) et (2.21), il vient que :

$$H_d = h_d + \frac{b^2 h_c^5}{4 B^2 (h_d + P)^2} \quad (2.22)$$

En introduisant les paramètres $H_d^* = H_d/h_c$, $h_d^* = h_d/h_c$, $\beta = \frac{b}{B}$ et $P^* = P/h_d$, la relation (2.22) peut aisément s'écrire :

$$H_d^* = h_d^* + \frac{\beta^2}{2 B^2 h_d^{*2} (1 + P^*)^2} \quad (2.23)$$

Et $P^* = 0$

Ou bien :

$$H_d^* = h_d^* + \frac{\beta^2}{2 h_d^{*2} (1 + P^*)^2} \quad (2.24)$$

Tenant compte des relations (2.20) et (2.24), il apparaît clairement que la charge totale relative de déversement H_d^* ne dépend que du paramètre β (puisque $P^* = 0$) et par conséquent des paramètres B et b .

II.3.2.4. Coefficient de débit du dispositif et expression du débit

II.3.2.4.1. Vitesse d'approche de l'écoulement négligée

Nous rappelons que lorsque la vitesse d'approche est négligée, la charge totale de déversement est assimilée à la hauteur de déversement, Cela revient à écrire que le paramètre δ , figurant dans la relation (2.1), est tel que $\delta \rightarrow 0$. $H_d \approx h_d$. Dans ce cas, le débit volume Q écoulé par le dispositif s'écrit :

$$Q = \mu_o b \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (2.25)$$

Le paramètre μ_o est le coefficient de débit du dispositif étudié, et l'indice "o" est affecté pour rappeler que $\delta \rightarrow 0$.

En éliminant le débit volume Q entre les relations (2.15) et (2.25), il est aisé de montrer que :

$$\mu_o h_d^{3/2} \sqrt{2} = h_c^{3/2}$$

En introduisant le paramètre $h_d^* = h_d/h_c$, la relation précédente permet d'écrire :

$$\mu_o = \frac{1}{\sqrt{2} h_d^{*3/2}} \quad (2.26)$$

Il est ainsi démontré que le coefficient de débit μ_o est exclusivement lié à la hauteur relative de déversement h_d^* .

Le débit volume Q écoulé par le dispositif s'écrit :

$$Q = \frac{1}{\sqrt{2} h_d^{*3/2}} b \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (2.27)$$

II.3.2.4.2. *Vitesse d'approche de l'écoulement non négligée*

Dans le cas où la vitesse d'approche de l'écoulement n'est pas négligée, il est possible de proposer deux méthodes visant à définir l'expression théorique du coefficient de débit du dispositif étudié.

a) La première méthode consiste à écrire que le débit volume Q écoulé par le canal doit s'écrire en réalité :

$$Q = \mu b \sqrt{2g} H_d^{3/2} \quad (2.28)$$

Le paramètre μ correspond au coefficient de débit lorsque $\delta \neq 0$. L'inconvénient majeur dans l'application de la relation (2.28) est que la charge totale de déversement H_d ne peut être déterminée en pratique, puisque le débit volume Q n'est pas connu. C'est d'ailleurs le paramètre que l'on cherche à déterminer lors de l'utilisation pratique du dispositif étudié. Pour exprimer le coefficient de débit μ , nous pouvons faire appel à la relation (2.15) qui exprime la profondeur critique dans la section rectangulaire du dispositif. Ainsi, en éliminant le débit volume Q entre les relations (2.15) et (2.28), nous pouvons écrire que :

$$\mu H_d^{3/2} \sqrt{2} = h_c^{5/2}$$

En introduisant le paramètre $H_d^* = H_d/h_c$, la relation précédente permet d'écrire :

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{2} H_d^{*3/2}} \quad (2.29)$$

Il est évident que lorsque $\delta \rightarrow 0$, $\mu \rightarrow \mu_o$ et $H_d^* \rightarrow h_d^*$, et la relation (2.26) est alors reproduite.

Il est à noter que cette méthode ne permet pas d'exprimer le débit volume Q en fonction de la hauteur de déversement h_d .

b) La deuxième méthode consiste à écrire que le débit volume Q s'exprime par la relation :

$$Q = \mu_o b \sqrt{2g} H_d^{3/2}$$

Il s'agit en fait de la relation (2.25) dans laquelle la hauteur de déversement h_d est remplacée par la charge de déversement H_d . En tenant compte de la relation (2.15), nous pouvons écrire :

$$Q = \mu_o b \sqrt{2g} (1 + \delta)^{3/2} h_d^{3/2} \quad (2.30)$$

Nous pouvons ainsi constater que lorsque $\delta = 0$, la relation (2.25) est alors reproduite. En outre, la relation (2.30) peut s'écrire :

$$Q = \mu b \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (2.31)$$

Dans laquelle :

$$\mu = \mu_o (1 + \delta)^{3/2} \quad (2.32)$$

μ est le coefficient de débit lorsque $\delta \neq 0$.

D'autre part, la relation (2.24) peut se mettre sous la forme :

$$H_d^* = \left(1 + \frac{\beta^2}{2h_d^3 (1+P^*)^2} \right) h_d^* \quad (2.33)$$

Il est également utile de constater que la relation (2.14) peut s'écrire, en divisant ses deux membres par h_c :

$$H_d^* = (1 + \delta) h_d^* \quad (2.34)$$

Par identification, nous pouvons déduire des relations (2.33) et (2.34) que :

$$\delta = \frac{\beta^2}{h_d^{*3} (1+P^*)^2} \quad (2.35)$$

En tenant compte de la relation (2.26), le paramètre cinétique δ , exprimé par la relation (2.35), s'écrit :

$$\delta = \mu_o^2 \beta^2 \quad (2.36)$$

En substituant (2.36) dans (2.32), le coefficient de débit μ s'exprime par la relation suivante :

$$\mu = \mu_o (1 + \mu_o^2 \beta^2)^{3/2} \quad (2.37)$$

La relation (2.37) montre que le coefficient de débit μ ne dépend que du paramètre β .

En ce qui concerne l'expression théorique du débit volume écoulé par le dispositif, tenant compte de l'effet de la vitesse d'approche de l'écoulement, elle peut être obtenue en substituant (2.37) dans (2.31). Ainsi :

$$Q = \mu_o (1 + \mu_o^2 \beta^2)^{3/2} b \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (2.38)$$

Rappelons que le coefficient de débit μ_o est donné par la relation (2.26).

Il sera aisé d'écrire que la relation du débit unitaire s'écoulant dans le canal d'amenée s'écrit :

$$q = \frac{Q}{b} = \mu_o (1 + \mu_o^2 \beta^2)^{3/2} \sqrt{2g} h_d^{3/2} \quad (2.39)$$

II.4. CONCLUSION

Au cours de ce second chapitre nous avons donné dans un premier temps les différentes caractéristiques géométriques des dispositifs étudiés, nous avons indiqué qu'ils présentent globalement les mêmes caractéristiques géométriques, mais à l'encontre de la première catégorie la seconde à un seuil plus large ζ à dire qu'il s'étend sur une longueur L à l'intérieur du canal d'amenée.

Nous avons décrit ensuite, les différents régimes d'écoulement qui règnent d'amont en aval, et nous avons mis le point sur la quasi-tranquillité de l'écoulement par la mise en place des dispositifs à l'amont et sa nature torrentielle à l'aval et transitoire à l'intérieur du dispositif pour le cas du dispositif à paroi épaisse.

Puis dans un second temps, nous nous sommes intéressés à l'établissement des relations théoriques exprimant la loi hauteur – débit et l'expression du coefficient de débit tout en exprimant les relations régissant l'écoulement et influencent le coefficient de débit pour chacun des dispositifs étudiés.

Pour le dispositif en mince paroi la relation exprimant le débit unitaire et donnée par la relation (2.12), nous avons pu constater que la relation exprimée comporte deux termes du coefficient de débit m_1 et m_2 , cependant le développement théorique n'a pu évaluer quantitativement les valeurs de m_1 et m_2 .

En ce qui concerne celui à seuil épais, nous avons donné la relation de la hauteur relative déversée $h_d^* = h_d/hc$, nous avons constaté qu'elle peut être obtenue par application de l'équation de quantité de mouvement entre les deux sections à l'amont et à l'aval, cette équation aboutie à une relation de 3^{ème} degré qui est résolue par la méthode trigonométrique. La relation de la hauteur relative déversée obtenue dépend uniquement du paramètre β .

Puis nous avons donné la relation exprimant le coefficient de débit, sans tenir compte de l'effet de la vitesse d'approche de l'écoulement, ensuite en tenant compte de l'effet de la vitesse d'approche et nous avons mis le point de la dépendance exclusive au paramètre géométrique β .

En fin nous avons donné la relation du débit unitaire dans le canal d'aménagé exprimé par la relation (2.39).