

Introduction :

Ce chapitre de notre étude se propose de définir la section de contrôle pour des différents déversoirs à des différentes échancrures prismatiques dans un appareil didactique d'étude des déversoirs.

Nous allons également tenter d'établir une approche théorique exprimant les relations de la loi hauteur critique 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.

Cette partie se propose de présenter dans un premier temps le banc d'essai dans le quel ces dispositifs en été mis en œuvre, 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. 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. Ensuite ils seront discutés en fonction des résultats obtenus.



Figure III. 1: vue réelle de banc d'essai.

III.1. Description du banc d'essais :

décrits. Comme l'indique la photographie (III.1), le banc d'essais est constitué essentiellement d'un bassin de forme T aérodynamique pour minimiser les frottements avec les parois, il est aussi doté d'un tranquillisateur d'eau insérée au fond du bassin spécialement pour tranquilliser l'écoulement et le rendre fluvial; photographie (III.2), le bassin est 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 bassin d'essai. Le système *bassin de récupération – pompe – bassin d'alimentation* est relié par une conduite circulaire en PVC, comme le schéma ci-dessous montre :

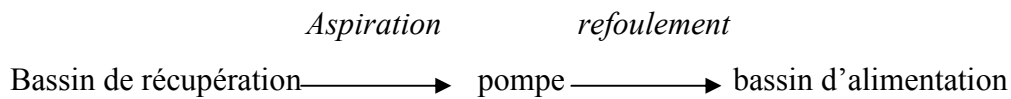


Figure III. 2: le banc d'essai mis en expérience.

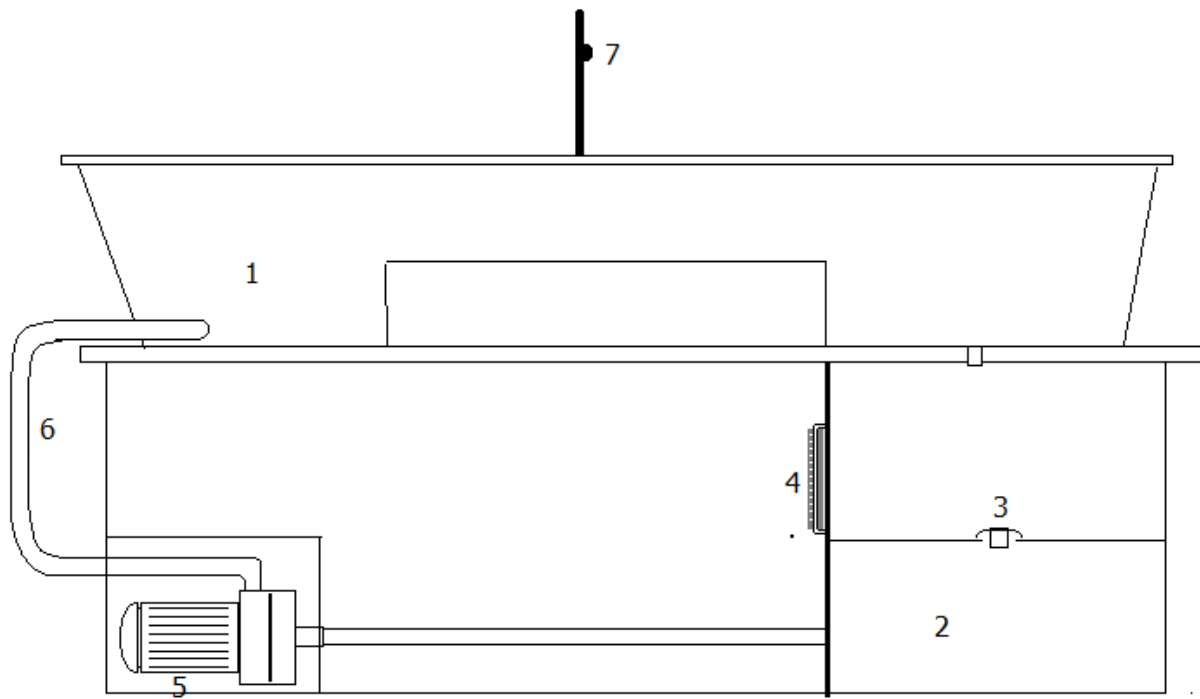


Figure III. 3: schéma représentatif du banc d'essai.

1 : bassin d'alimentation.

2 : bassin de récupération.

3 : une crépine.

4 : tube gradué pour mesure de volume d'eau.

5 : une pompe axiale.

6 : tuyau d'alimentation.

7 : limnimètre.



Figure III. 4 : vue représentante la forme aérodynamique du bassin avec la tranquilisateur d'eau au fond.



Figure III. 5: appareil didactique d'étude des déversoirs –H6.

III-1-a- appareil didactique d'étude de déversoir :

Appareil didactique d'étude des déversoirs permettant aux étudiants de mesurer le débit d'eau à l'aide d'une variété de déversoirs de différentes formes. Comme l'indique la figure (III.1) C'est un accessoire optionnel complètement compatible et interchangeable pour utilisation avec notre banc hydraulique H1 (H1 non inclus).

-Etude des déversoirs :

Le banc devra permettre les exploitations pédagogiques suivantes:

- Détermination de la relation débit - hauteur de la surface libre pour un déversoir.
- Détermination du coefficient de débit d'un déversoir.
- Etude comparative de déversoirs en V et rectangulaire.

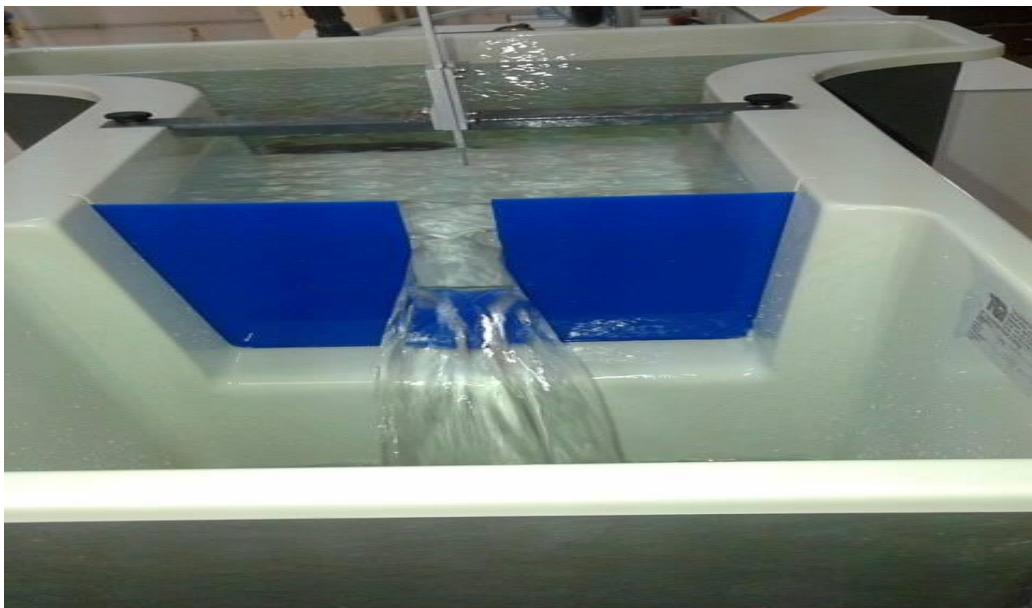


Figure III. 6: la mise en expérience du dispositif du déversoir.

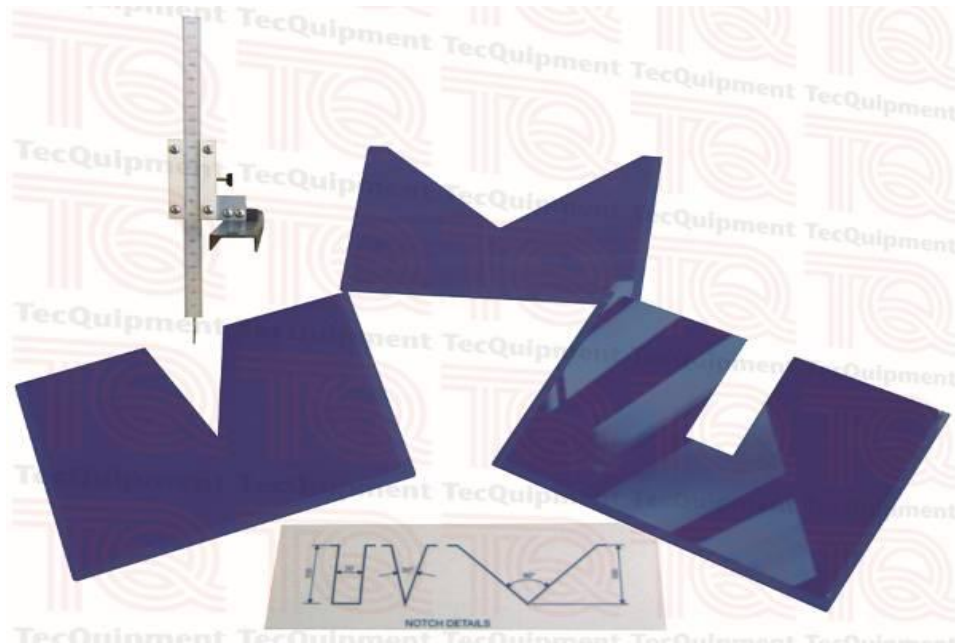
III-1-b- Jeu de déversoirs pour banc hydraulique H1D - H1D-A :

Figure III. 7: Jeu de trois différents déversoirs pour un banc hydraulique volumétrique.

-Description :

Jeu de trois déversoirs pour utilisation avec le banc hydraulique volumétrique H1D, incluant la fourniture d'une jauge de profondeur. Solution très économique.

-Exploitations pédagogiques :

Cet équipement pédagogique permet de réaliser les travaux pratiques (TP) suivants:

- Détermination de la relation débit - hauteur de la surface libre pour un déversoir.
- Détermination du coefficient de débit d'un déversoir.
- Etude comparative de trois déversoirs.

-Spécifications techniques requises:

- Jeu de déversoirs composé de 2 déversoirs en V et un déversoir rectangulaire en matière plastique résistante à la corrosion
- un limnimètre de précision.
- Les déversoirs ainsi que le limnimètre devront pouvoir être compatible et se monter facilement sur un banc hydraulique volumétrique à fournir

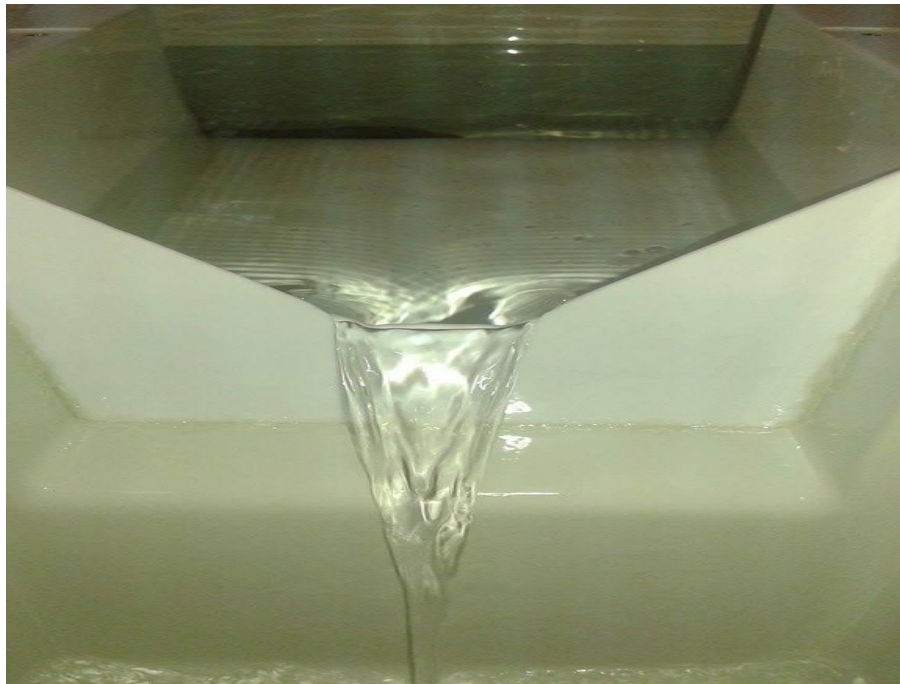


Figure III. 8: vue un déversoir a échancrure trapézoïdale.



Figure III. 9: les différents dispositifs utilisés.

III-2- Appareillage de mesure :

III-2-1- 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 ne 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, 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.



Figure III. 10: image d'un limnimètre de précision.

Le limnimètre est muni, 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.



Figure III. 11: photo du limnimètre et du déversoir mises en expérience.

III-2-2- Mesure du débit Q :

-Méthode volumique :

Cette méthode est très simple; Elle est applicable aux petits débits de quelques litres ou dizaines de litres par seconde à quelques m^3/s si l'on utilise des partiteurs de débit.

L'affichage du volume sur le tube d'affichage gradué est tributaire de la valeur du diamètre intérieur de la conduite d'alimentation.

Le procédé consiste à remplir un volume de 5l d'eau dans le tube de mesure de l'appareil en chronométrant le remplissage ; Photographie (III.12).

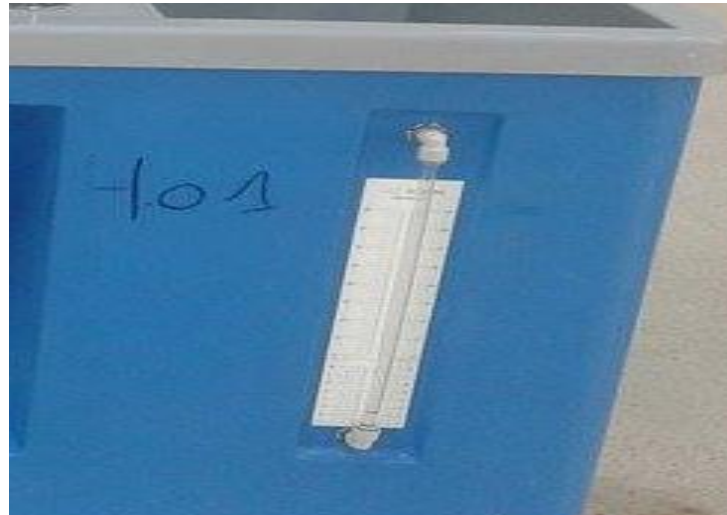


Figure III. 12: vue du tube de mesure de volume.

III-3- 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 déversoirs que nous avons décrits précédemment, dans le but de définir l'expression la section de contrôle.

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 faible débit 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, la profondeur critique, et la profondeur au point **b** qui est l'échancrure du déversoir utilisé dans l'expérience; du grâce au limnimètre.

L'analyse des résultats des nombreux essais que nous avons effectués, a montré que la profondeur mesurée correspond une valeur du débit écoulé.

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

III-4- CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES DISPOSITIFS TESTES :

La présente partie de notre étude se propose de tester quelques dispositifs, tout en considérant une large gamme de valeurs de l'échancrure b . Tous ces dispositifs sont insérés dans le même canal, ce qui permet d'obtenir une gamme assez large du taux de contraction b , θ ou m . En fait, notre étude s'est intéressée à huit (04) dispositifs en mince paroi et nous avons obtenus (11) valeurs pour chaque dispositif utilisé.

Forme d'échancrure	Rectangulaire	triangulaire		Trapézoïdale
Caractéristiques géométriques du déversoir	l= 30mm h= 100mm p=78mm	$\theta = 90^\circ$	$\theta = 30^\circ$	m= 1 h=100mm B= 60mm p= 78mm
		m= 1 h=100mm p= 78mm	m=0.267 h= 100m p=78mm	

Tableau III. 1 : caractéristiques géométriques des déversoirs testés.

III-5- Description de l'écoulement :

Cette partie de notre étude a pour but de décrire le comportement de l'écoulement d'amont. 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.

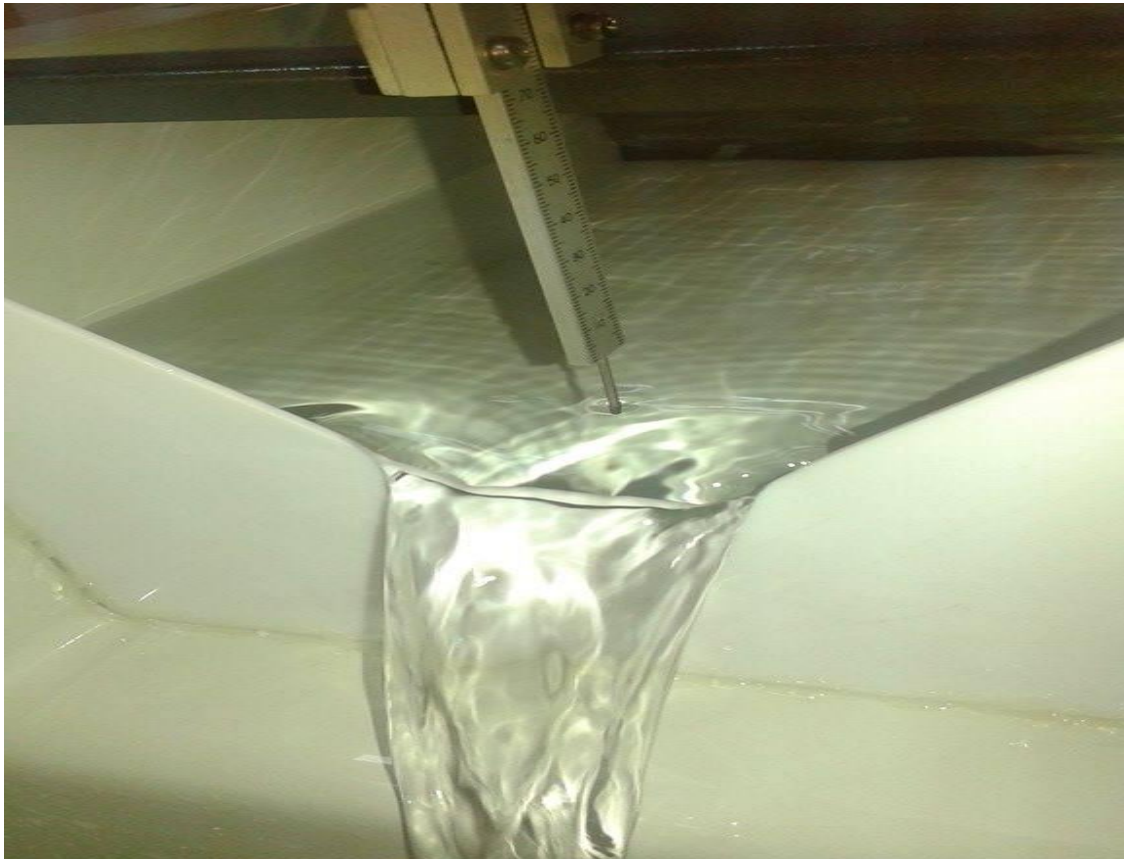


Figure III. 13: l'écoulement quasi tranquille en amont.

Dispositif en mince paroi :

Afin d'observer plus en détails l'écoulement à l'amont du dispositif, nous présentons sur les photographies (III.5) à (III.11) quelques vues de cet écoulement.



Figure III. 14: Vue de l'écoulement à l'amont et à l'aval du dispositif. Ecoulement de droite à gauche.

La photographie (III.13) montre clairement la nature fluviale de l'écoulement dans le bassin, 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. Sur la photographie (III.14).

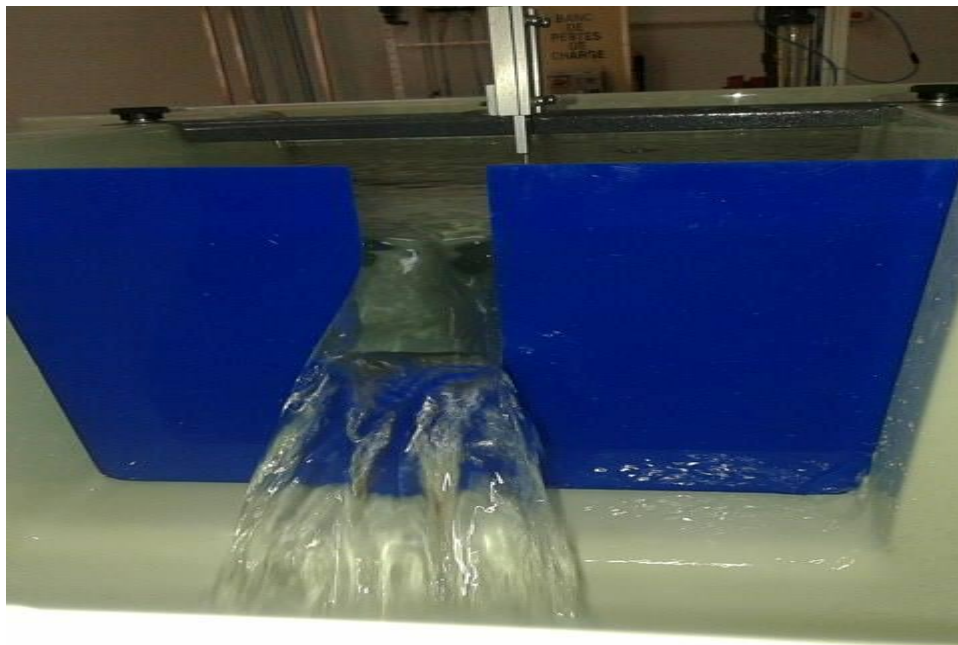


Figure III. 15: Vue de l'écoulement à travers le dispositif, montrant la lame d'eau déversée.

III-6- RESULTATS:

La présente partie a pour but de présenter les résultats des essais effectués sur les différents dispositifs testés. Ces résultats comportent la relation hauteur critique – débit écoulé.

Lors de nos essais nous avons testés quatre (04) dispositifs, nous obtenons 11 valeurs du

h_{cr} théorique, h_{cr} mesurée correspondant a chaque débit Q

III-6-1- Application n° :1

Forme : triangulaire , $m = \tan \theta/2$; $\theta = 90^\circ$

$$h_{cr} = ((2/g)(Q/m)^2)^{1/5}$$

$$A.N : ((2/9.81)((0,0532 * 0.001)/1)^2)^{1/5}$$

$$h_{cr} = 14,20\text{mm}$$

$$h_b = 0.72h_{cr}$$

$$A.N : 0.72 * 14.20$$

$$h_b = 10,2240\text{mm}$$

Résultats obtenus :

V (l)	t(s)	Q (l/s)	h_{cr} théorique (mm)	h_{cr} mesurée (mm)	xh_{cr} (mm)	$h_b=0,72$ h_{cr} (m)	xh_b	h_{bmesur} ée (mm)	h_{afluv} (m)	$h_{ha fluv}$ (cm)	h_b/h_c
5	94	0,0532	14,2	15	0	10,224	0	13	0	20	0,915
5	60	0,0833	17	17	1	12,24	0	15	2	20	0,882
5	46	0,1087	20	21	2	14,4	0	18	7	20	0,9
5	34	0,1471	20	22	3	14,4	0	22	9	20	1,1
5	28	0,1786	20	25	5	14,4	0	24	10	20	1,2
5	23	0,2174	20	26	8	14,4	0	25	12	20	1,25
5	19	0,2632	26	28	10	18,72	0	26	14	20	1
5	15	0,3333	30	30	14	21,6	0	28	19	20	0,933
5	13	0,3846	30	32	16	21,6	0	30	20	20	1
5	11	0,4545	32	35	18	23,04	0	33	25	20	1,031
5	6	0,8333	40	44	20	28,8	0	44	35	20	1,1

Tableau III. 2 : résultats obtenu par voie experimental du dispositif triangulaire

$$h_b/h_{cr} = 1.028$$

$$h_b = 1.028 h_c$$

Interprétation graphique :

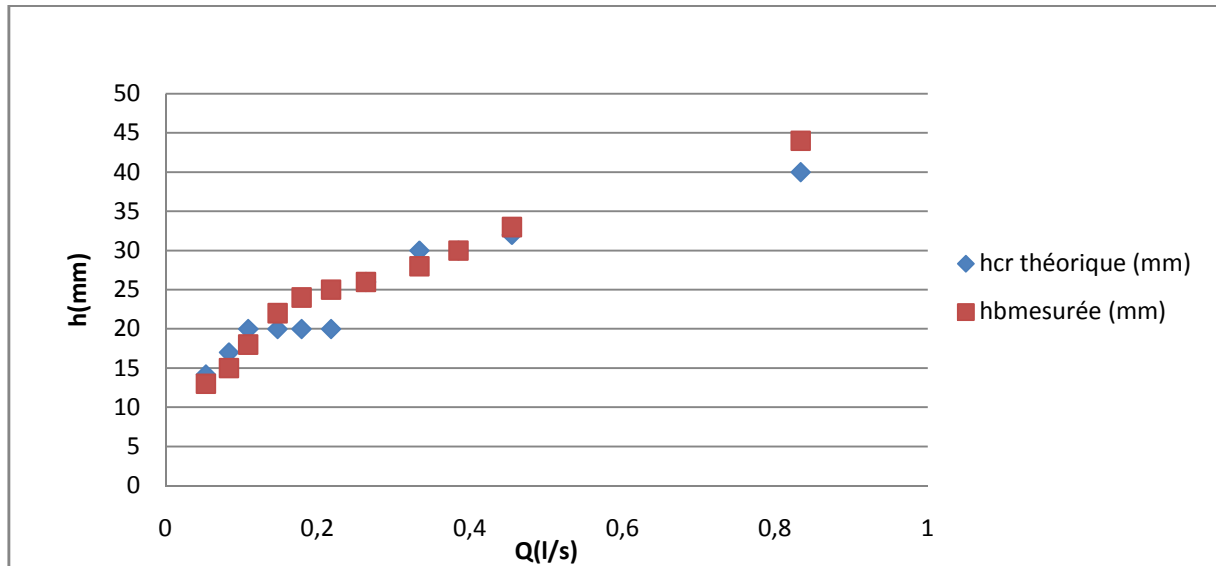


Figure III. 16 : interprétation graphique des résultats.

III-6-2- Application n° :2

Forme : triangulaire , $m = \tan \theta/2$; $\theta = 30^\circ$

$$h_{cr} = ((2/g)(Q/m)^2)^{1/5}$$

$$A.N : ((2/9.81)((0.0316 * 0.001)/0.267)^2)^{1/5}$$

$$h_{cr} = 19.5348 \text{ mm}$$

$$h_b = 0.72 h_{cr}$$

$$A.N : 0.72 * 19.5348$$

$$h_b = 14.0650 \text{ mm}$$

Résultats obtenus :

v(l)	t(s)	Q (l/s)	h_{cr} théorique (mm)	h_{cr} mesurée (mm)	x h_{cr} (mm)	$h_b=0,72$ h_{cr}	xh_b	h_b mesurée (mm)	$h_{a\text{ fluv}}$ (mm)	x $h_{a\text{ fluv}}$ (cm)	h_b/h_c
5	158	0,0316	19,5348	19	0	14,0650	0	19	7	20	0,9726
5	88	0,0568	24,6876	24	1	17,7750	0	23	13	20	0,9316
5	56	0,0893	29,5798	29	2	21,2975	0	28	18	20	0,9466
5	42	0,1190	33,1873	33	3,5	23,8948	0	32	22	20	0,9642
5	35	0,1429	35,6980	36	4	25,7026	0	37	26	20	1,0365
5	27	0,1852	39,6028	40	4,5	28,5140	0	42	30	20	1,0605
5	18	0,2778	46,5760	48	5	33,5347	0	48	38	20	1,0306
5	14	0,3571	51,5015	55	5,7	37,0811	0	52	45	20	1,0097
5	12	0,4167	54,7770	57	6	39,4395	0	56	49	20	1,0223
5	8	0,6250	64,4221	66	6,3	46,3839	0	65	55	20	1,0090
5	6	0,8333	72,2787	74	6,7	52,0407	0	72	63	20	0,9961

Tableau III. 3: résultats obtenu par voie expérimental du dispositif triangulaire

$$h_b/h_{cr} = 0.998$$

$$h_b = 0.998 h_{cr}$$

Interprétation graphique :

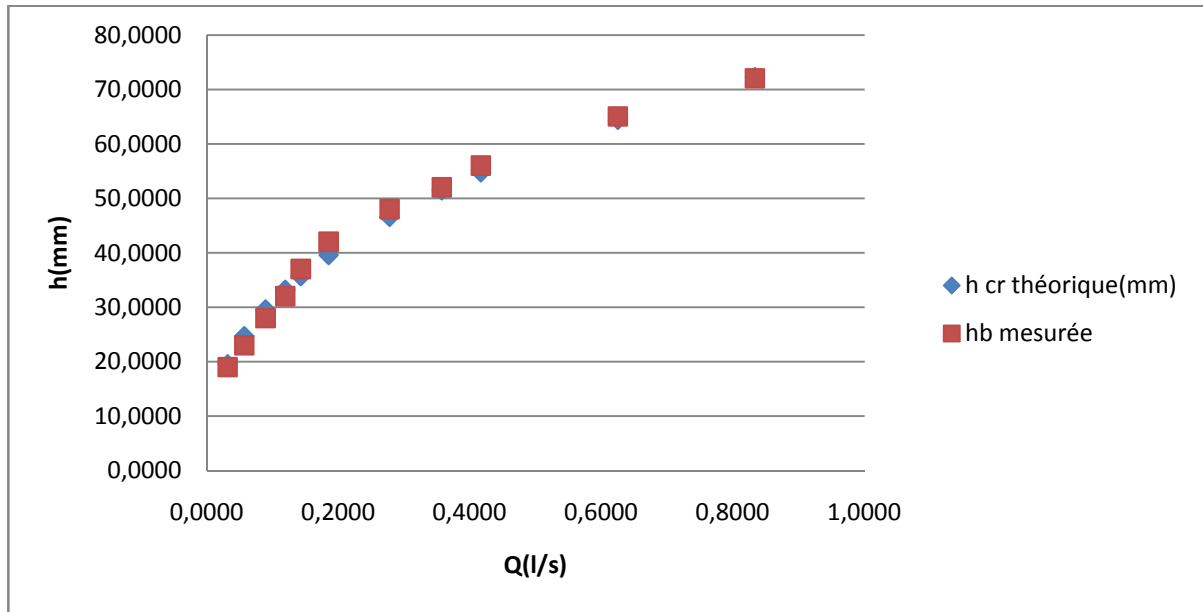


Figure III. 17: interprétation graphique des résultats.

III-6-3- Application n° :3

Forme : rectangulaire.

$$h_{cr} = ((1/g)(Q/l)^2)^{1/3}$$

$$\text{A.N : } ((1/9.81)((0,0316 * 0.001)/0.03)^2)^{1/3}$$

$$h_{cr} = 19,5348\text{mm}$$

$$h_b = 0.72 h_{cr}$$

$$\text{A.N : } 0.72 * 19.5348$$

$$h_b = 14.0650\text{mm}$$

Résultats obtenus :

v (l)	t (s)	Q (l/s)	Q/b	h _{cr} théo (mm)	h _{cr} mesuré (mm)	x _{hcr} mesuré (mm)	hb=0,72 hcr(mm)	x _{hb}	hb mesuré (mm)	ha _{fluv} (mm)	x _{ha} (cm)	hb/hcr
5	51	0,0980	0,0032	1,0284	0	an aval	0,7405	0	1,2	0	11.5	1,1668
5	41	0,1220	0,0040	1,1878	0	en aval	0,8552	0	1,3	1	11.5	1,0945
5	31	0,1613	0,0053	1,4285	0	en aval	1,0285	0	1,6	8	11.5	1,1201
5	24	0,2083	0,0069	1,6913	0	0	1,2178	0	1,9	9	11.5	1,1234
5	20	0,2500	0,0083	1,9076	1	1	1,3735	0	2,3	10	11.5	1,2057
5	19	0,2632	0,0087	1,9733	1,3	1,5	1,4208	0	2,4	14	11.5	1,2162
5	17	0,2941	0,0098	2,1236	1,5	1,7	1,5290	0	2,7	19	11.5	1,2714
5	14	0,3571	0,0119	2,4139	1,8	2	1,7380	0	2,9	29	22.5	1,2014
5	11	0,4545	0,0151	2,8304	2	2,3	2,0379	0	3	44	13.5	1,0599
5	9	0,5556	0,0185	3,2312	2,6	2,6	2,3265	0	3,4	27	11.5	1,0522
5	6	0,8333	0,0277	4,2227	3	2,8	3,0403	0	5,7	33	11	1,3498

Tableau III. 4: résultats obtenu par voie experimental du dispositif rectangulaire.

$$h_b/h_{cr} = 1,1692$$

$$h_b = 1.1692 h_c$$

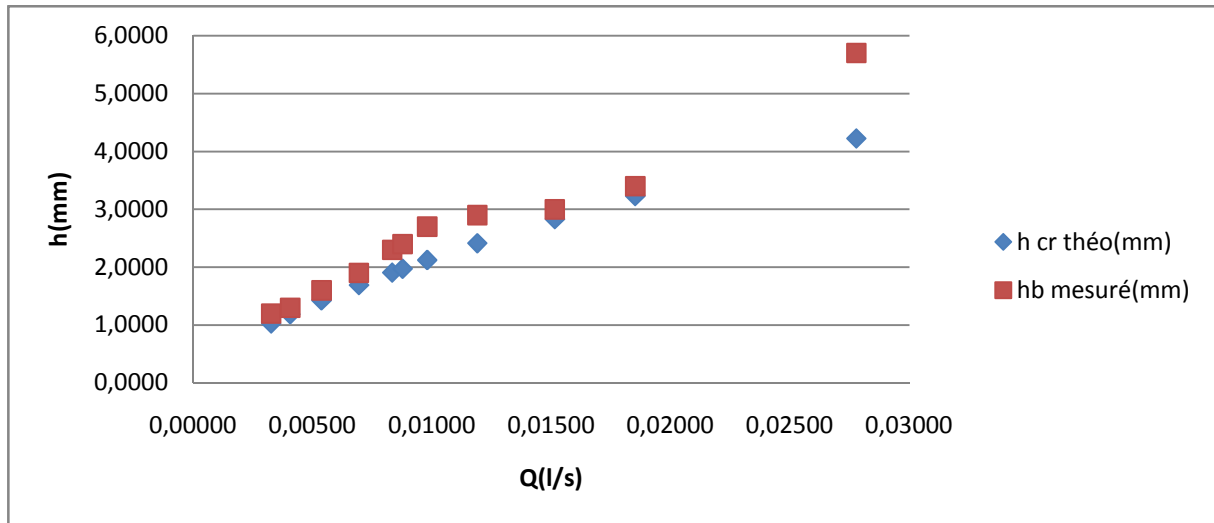
Interprétation graphique :

Figure III. 18: interprétation graphique des résultats.

III-6-4- Application n° :4

Forme : trapézoïdale

$$h_c = k \left(1 - \frac{n}{3} \right) + 0.105(n)^2$$

$$n = mk/b$$

$$k = (Q^2/gb^2)^{1/3}$$

$$m=1 ; \quad b= 0.03m$$

A.N :

$$h_{cr} = 0,008 \left(1 - \frac{0,275}{3} \right) + 0.105(0,275)^2$$

$$h_{cr} = 7,581mm$$

$$h_b = 0.72 \cdot h_{cr}$$

$$AN : 0.72 \cdot 7.581$$

$$h_b = 5.458mm$$

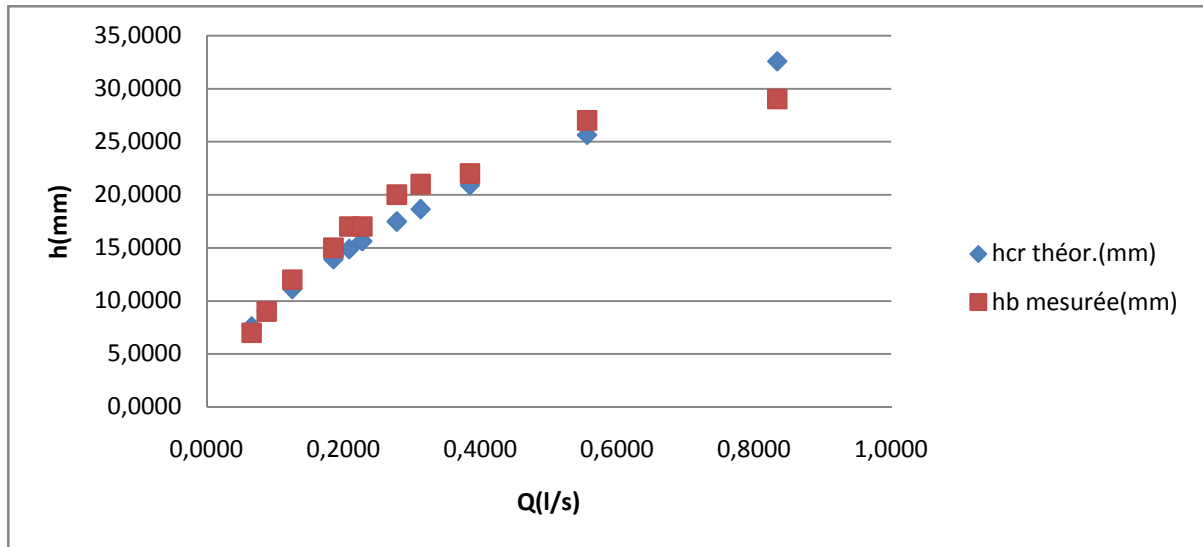
Résultats obtenus :

V (l)	T (s)	Q (l/s)	k	n	h _{cr} théor. (mm)	h _{cr} mesur (mm)	x h _{cr} mes. (mm)	h _b =0, 72h _{cr}	x h _b	h _b mesurée (mm)	h _a fluv(m m)	x h _a fluv (cm)	h _b /h _c
5	76	0,0658	0,008	0,275	7,581	8	2	5,458	0	7	0	20	0,923
5	57	0,0877	0,010	0,333	9,011	11	3	6,487	0	9	0	20	0,998
5	40	0,1250	0,012	0,421	11,10	13	4,5	7,993	0	12	0	21	1,080
5	27	0,1852	0,016	0,546	13,91	16	5	10,01	0	15	3	20	1,077
5	24	0,2083	0,017	0,590	14,87	17	7,5	10,70	0	17	5	20	1,143
5	22	0,2273	0,018	0,625	15,61	17	9	11,24	0	17	6	20	1,088
5	18	0,2778	0,021	0,713	17,46	18	13	12,57	0	20	8	20	1,145
5	16	0,3125	0,023	0,771	18,63	20	15	13,42	0	21	8	20	1,126
5	13	0,3846	0,026	0,884	20,89 7	24	20	15,04	0	22	11	20	1,052
5	9	0,5556	0,033	1,127	25,63	28	25	18,45	0	27	17	20	1,053
5	6	0,8333	0,044	1,473	32,57	30	27	23,45	0	29	18	21	0,890

Tableau III. 5 : résultats obtenu par voie expérimental du dispositif trapézoïdale.

$$h_b/h_{cr} = 1,05$$

$$h_b = 1.05 h_{cr}$$

Interprétation graphique :**Figure III. 19: interprétation graphique des résultats.****III-7- Discussion des résultats :**

Nous avons présenté dans les figures la variation des hauteurs expérimentales h_c , h_b (mm) en fonction du débit Q (l/s), ceci se traduit par la disposition des points expérimentaux. Au regard également de nos résultats nous pouvons conclure le non validité de la relation de rjaratname développée dans la partie théorique avec une faible erreur très acceptable.

Dont on remarque que la valeur de h_b établie par rjaratname est différente de celle qu'on a extraire par expérience ce qui est due à la contraction des dispositifs donc le phénomène étudié n'est une chute brusque, à cause des parois qui forment un obstacle au cours d'écoulement.

Loin de notre but on remarque que l'expérience assure que la loi théorique qui concerne la hauteur critique est valide.

III-8- Conclusion :

Dans ce chapitre on a mis en expérience les dispositifs avec les caractéristiques géométriques connus c à dire qu'il est de formé par deux parois verticales disposées de part et d'autre du canal aérodynamique et créant une ouverture de différente formes entre les deux saillie, avec une hauteur de pelle définie, l'écoulement dans le canal d'amené est de nature fluviale.

On a établie une nouvelle approximation du rapport h_b/h_c pour les déversoirs a paroi mince avec une contraction, par l'expérience $h_b = 1.05h_c$.