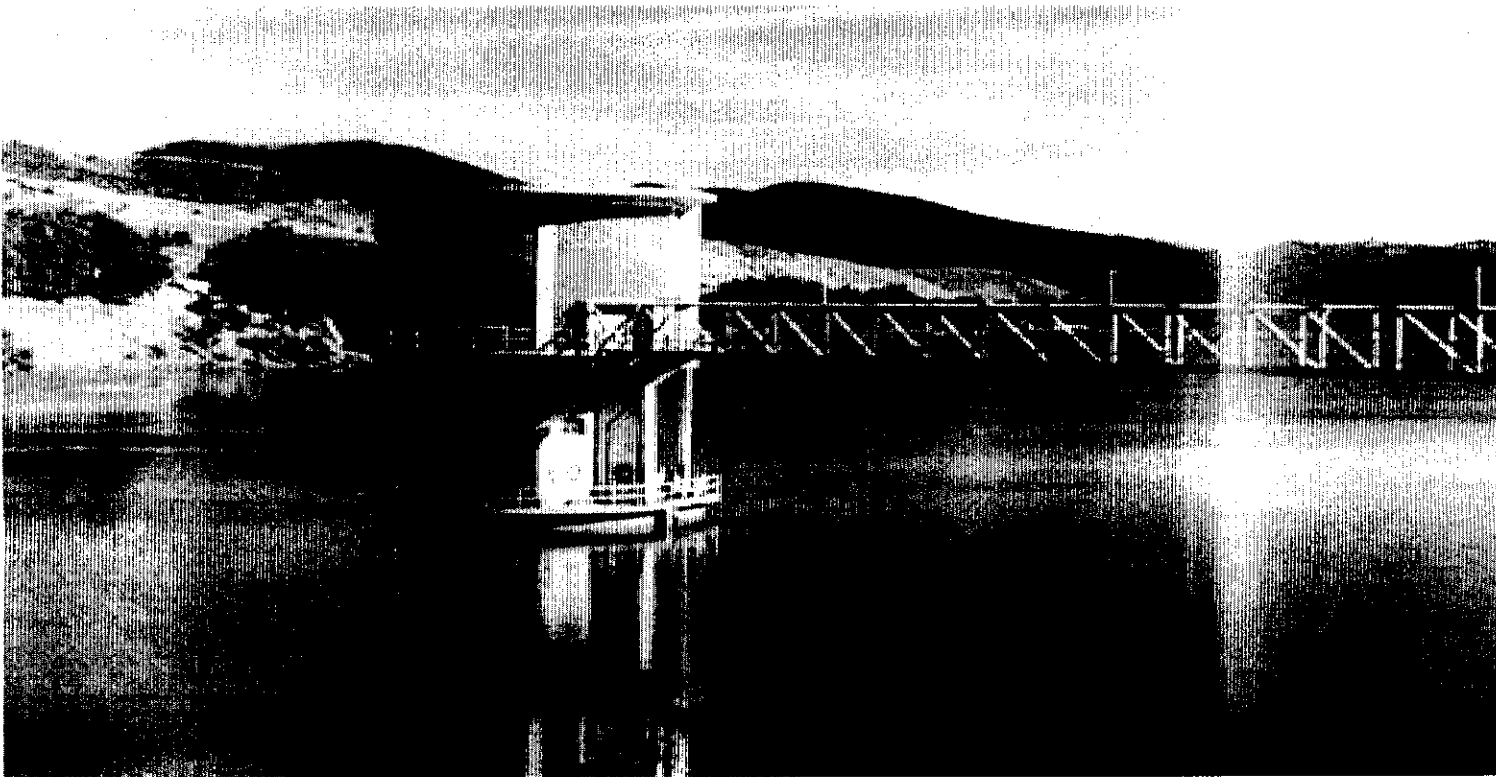


# 2008

## Travaux Pratiques de Mécanique des Fluides et d'Hydraulique Partie A



*M. Adjim*

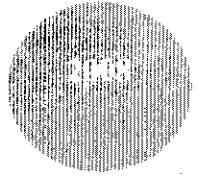
Université A.B.B. de Tlemcen  
Faculté des Sciences de l'Ingénieur  
Département d'Hydraulique

31/03/2008

CONTENU DU DOCUMENT

<b><u>GUIDE DES MANIPULATIONS</u></b> .....	1
T.P. NO. 1 POUSSEE HYDROSTATIQUE .....	3
T.P. NO.2 CENTRE DE POUSSEE HYDROSTATIQUE .....	6
T.P. NO.3 VERIFICATION DU THEOREME DE BERNOULLI .....	10
TP. NO.4 DEBITMETRES.....	14
T.P. NO.5 COEFFICIENT DE DEBIT .....	17
T.P. NO.6 COEFFICIENT DE VITESSE .....	22
T.P. NO.7 IMPACT DU JET .....	27

<b><u>FORMULAIRES POUR RESULTATS EXPERIMENTAUX</u></b> .....	31
POUSSEE HYDROSTATIQUE .....	32
CENTRE DE POUSSEE HYDROSTATIQUE .....	34
THEOREME DE BERNOULLI .....	36
LES DEBITMETRES .....	38
COEFFICIENT DE DEBIT CHARGE CONSTANTE .....	40
COEFFICIENT DE DEBIT CHARGE VARIABLE .....	42
COEFFICIENT DE VITESSE .....	44
IMPACT DU JET .....	47



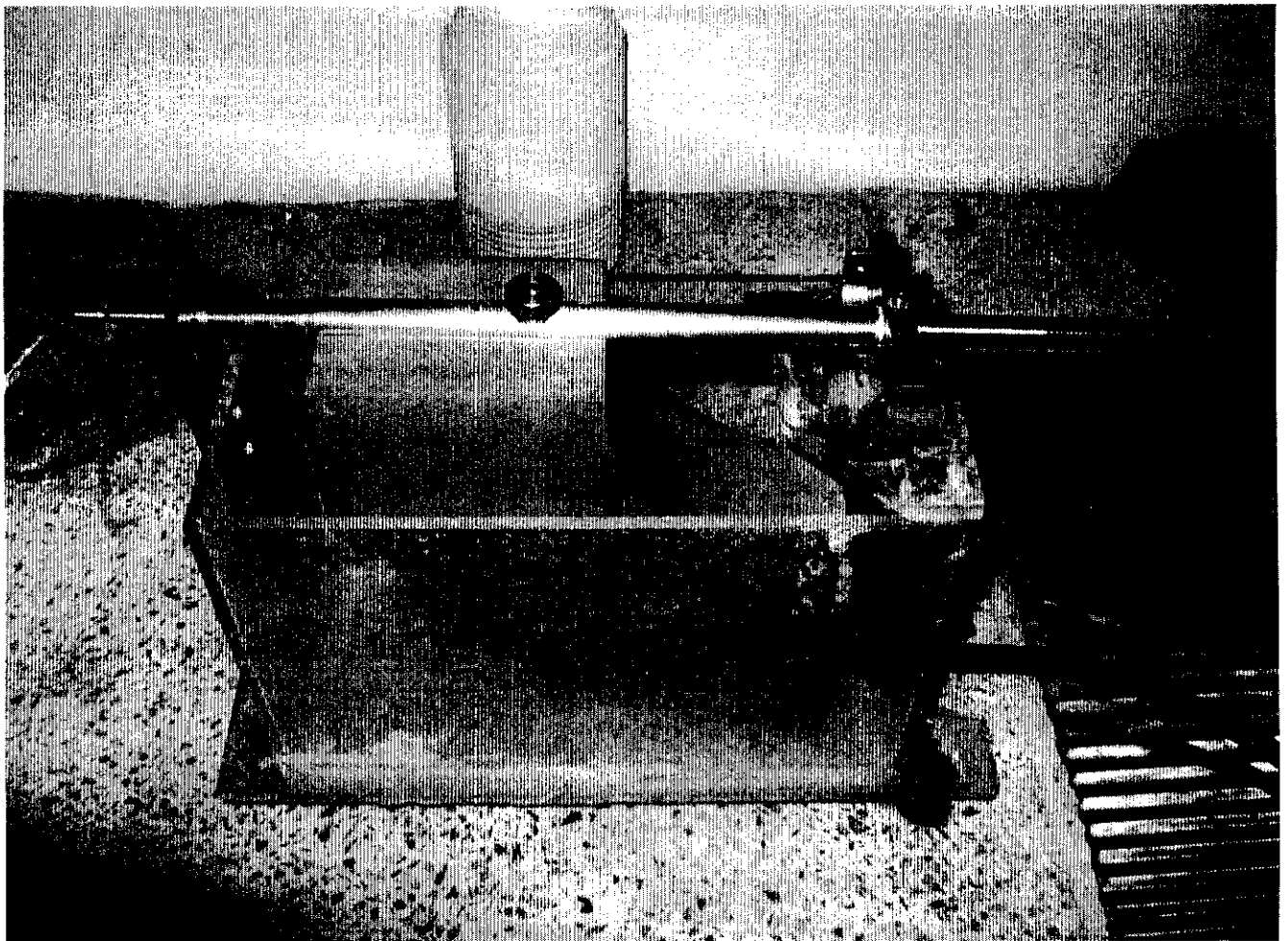
Guide des Manipulations

---

# Guide Des Manipulations

---

*Banc d'essai pour vérifier  
expérimentalement la résultante de  
l'intensité de la poussée hydrostatique et  
son point d'application*



1.1. But :

Vérifier expérimentalement l'intensité de la poussée hydrostatique sur une plaque plane partiellement submergée.

1.2. Description de l'installation

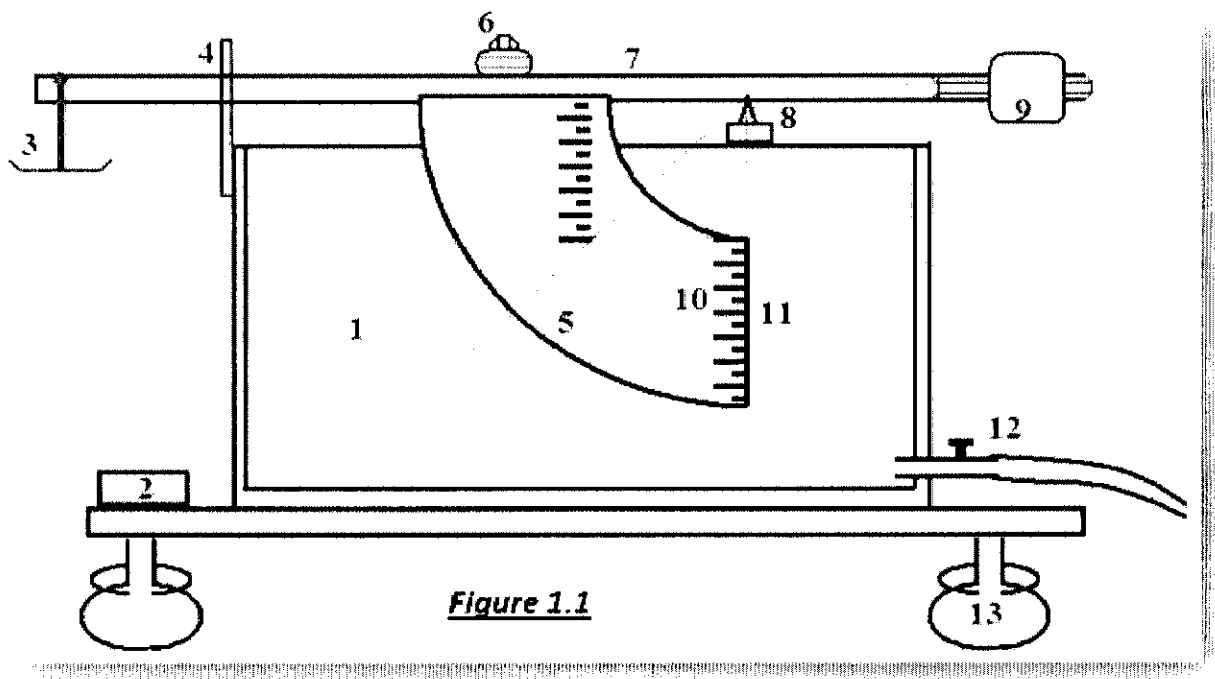
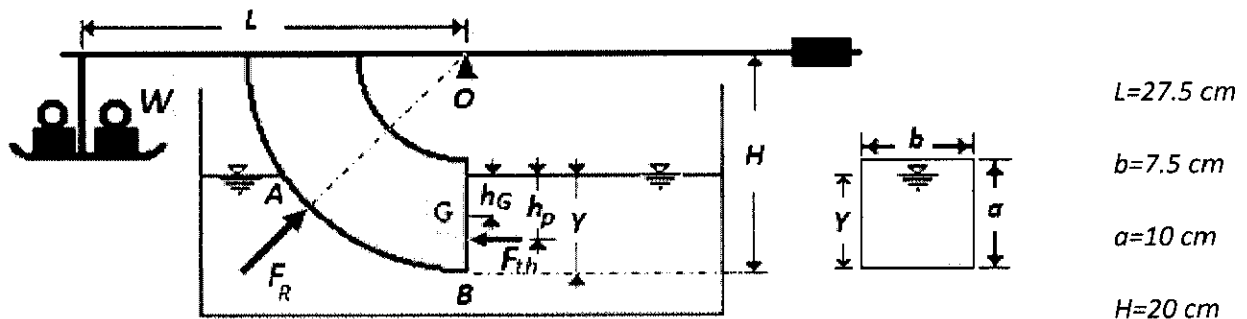


Figure 1.1

- |                       |                               |                         |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1. Réservoir          | 2. Niveau à eau               | 3. Plateau              |
| 4. Indicateur         | 5. Quadrant                   | 6. Fixation du quadrant |
| 7. Bras de la balance | 8. Pivot                      | 9. Contre poids         |
| 10. Graduations       | 11. Surface plane du quadrant | 12. Vidange             |
| 13. vis de réglables  |                               |                         |

### 1.3. Théorie



**Figure 1.2**

L'intensité de la résultante de la poussée hydrostatique sur la face  $y b$  (figure 1.2) est estimée théoriquement par

$$F_{th} = \rho g h_G y b \quad (1.1)$$

et son point d'application est situé à  $h_p = 2y/3$  à partir de la surface libre. Puisque  $AB$  appartient au cercle de centre  $O$ , donc le moment de la résultante hydrostatique  $F_R$  sur la face  $AB b$  par rapport à  $O$  est nul. Ainsi, en considérant l'équilibre autour du pivot  $O$ , on tire :

$$W_{th} = \frac{\rho g b y^2 (H - y/3)}{2L} \quad (1.2)$$

$W_{th}$ , donné par l'équation 1.2 ci-dessus, représente le poids qui doit être mis théoriquement sur le plateau pour établir l'équilibre du dispositif.

Les variables  $H, y, b, h_G$  et  $L$ , dans cette équation, sont représentées dans la figure 1.2.

Les symboles  $\rho$  et  $g$  représentent respectivement la masse volumique du liquide et l'accélération de la pesanteur.

### 1.4. Mode opératoire

1. A l'aide d'une règle graduée revérifier les valeurs de  $L, H, b$  et  $a$  donnée dans la figure 1.2.
2. Réglez l'appareil horizontalement à l'aide du niveau à eau **2** et la vis de réglage **13**,
3. Ajustez le bras de la balance **7** horizontalement à l'aide du contre poids **9** et du repère **4**,
4. Fermez le robinet de vidange **12**,
5. Posez un poids de  $10 \text{ g}$  sur le plateau de la balance,

6. Equilibrez le dispositif dans le plan horizontal en ajoutant graduellement de l'eau dans le réservoir **1**,
7. Notez dans le tableau ci-dessous la valeur du poids et la hauteur d'eau  $y$  dans le réservoir,
8. Répétez les points **5** et **6** en ajoutant graduellement des poids jusqu'à ce que l'eau atteigne le niveau haut de la face plane du quadrant (c-a-d  $y=a$ ),
9. Répétez la procédure ci-haut en diminuant graduellement les poids. Notez les valeurs de  $y$  correspondantes dans le même tableau **1**.

**Tableau 1.1: Résultats expérimentaux**

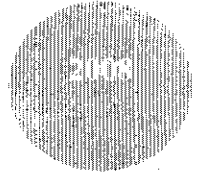
No	Phase de remplissage		Phase de vidange	
	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)
1	10			
2	20			
3	30			
etc.	...			
n		$\approx 100$		$\approx 100$

### 1.5. Calculs et résultats

1. Calculer  $W_{th}$  à partir de la formule (1.2) et complétez le tableau ci-dessous No.1.2.
2. Tracez la fonction  $W_{th}(y)$  à partir de l'équation (1.2) et comparez-la sur le même graphe avec les valeurs expérimentales.
3. Indiquez sur le même graphe (avec une échelle différente) les erreurs pourcent pour les différentes mesures effectuées et discuter les résultats.

**Tableau 1.2: Estimation des erreurs**

No	Phase de remplissage		Phase de vidange		Valeurs moyennes		Conversion et calcul			Erreur %
	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Poids $W_{exp}$ (N)	Poids $W_{th}$ (Eq.2.2) (N)	
1	10									
2	20									
3	30									
etc.	...									



## T.P. No.2

## Centre de Poussée Hydrostatique

### 2.1. But :

Vérifier expérimentalement le centre de la poussée hydrostatique sur une plaque plane complètement submergée.

### 2.2. Description de l'installation

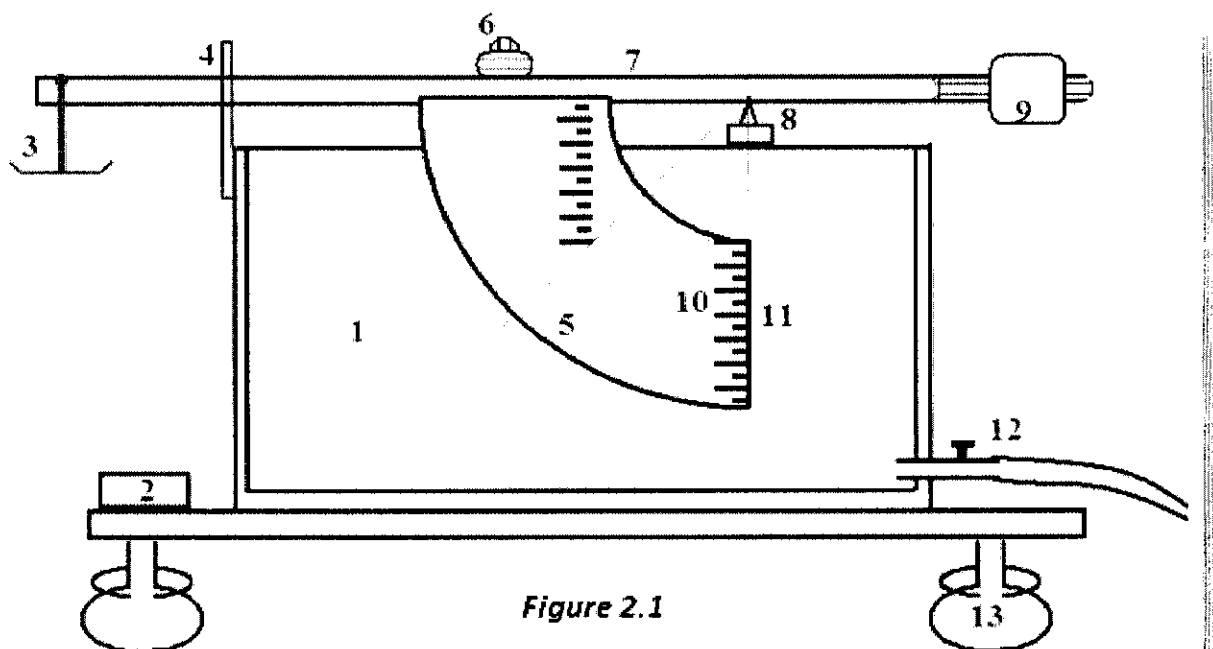
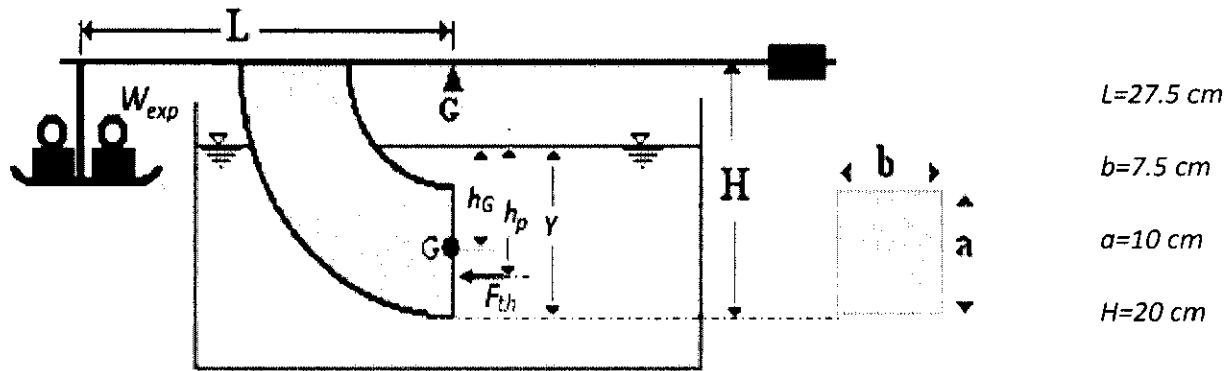


Figure 2.1

- |                       |                               |                         |
|-----------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1. Réservoir          | 2. Niveau à eau               | 3. Plateau              |
| 4. Indicateur         | 5. Quadrant                   | 6. Fixation du quadrant |
| 7. Bras de la balance | 8. Pivot                      | 9. Contre poids         |
| 10. Vis de réglage    | 11. Surface plane du quadrant | 12. Vidange             |
| 13. vis de réglables  |                               |                         |



### 2.3. Théorie



**Figure 2.2**

L'intensité de la résultante de la poussée hydrostatique sur la face  $S=ab$  est estimée théoriquement par

$$F_{th} = \rho g h_G S \quad (2.1)$$

et son point d'application est donné théoriquement par :

$$h_{p_{th}} = h_G + \frac{I}{S h_G} \quad (2.2)$$

avec

$$y \leq a : \quad h_G = y/2, \quad I = \frac{y^3 b}{12} \quad \& \quad S = yb$$

$$y > a : \quad h_G = y - a/2, \quad I = \frac{a^3 b}{12} \quad \& \quad S = ab$$

L'équilibre des forces par rapport au pivot  $O$  donne :

$$h_{p_{exp}} = \frac{W_{exp} L}{\rho g h_G S} - H + y \quad (2.3)$$

où

$I$  est le moment quadratique de la surface  $S$  par rapport à l'axe qui passe par  $G$  (fig.2.2) perpendiculairement au plan de la feuille,

$W$  est le poids expérimental posé sur le plateau pour assurer l'équilibre et  $h_{p_{exp}}$  est la position du centre de poussée par rapport à la surface libre déduit expérimentalement,

$\rho$  &  $g$  sont respectivement la masse volumique de l'eau et l'accélération de la pesanteur.

## 2.4. Mode opératoire

1. Revérifier les valeurs de  $L$ ,  $H$ ,  $b$  et  $a$  donnée dans la figure 2.2 à l'aide d'une règle graduée
2. Réglez l'appareil horizontalement à l'aide du niveau à eau 2 et la vis de réglage 13,
3. Ajustez le bras de la balance 7 horizontalement à l'aide du contre poids 9 et du repère 4,
4. Fermez le robinet de vidange 12,
5. Posez un poids de 10 *gf* sur le plateau de la balance et équilibrez cette dernière dans le plan horizontal en ajoutant graduellement de l'eau dans le réservoir 1,
6. Notez dans le tableau ci-dessous la valeur du poids et la hauteur d'eau  $y$  dans le réservoir,
7. Répétez les points 5 et 6 jusqu'à ce que l'eau atteigne le niveau maximum,
8. Répétez la procédure ci-haut en diminuant graduellement par 10 *gf* les poids. Notez les valeurs de  $y$  correspondantes dans le même tableau.

**Tableau 2.1 : Résultats expérimentaux**

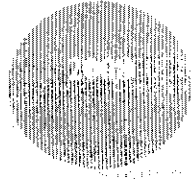
No	Phase de remplissage		Phase de vidange	
	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)
1	10			
2	20			
3	30			
etc.	...			
n		≈ 160		≈ 160

## 2.5. Calculs et résultats

1. Calculer  $hp_{th}$  et  $hp_{exp}$  à partir des équations (2.2) et (2.3) et complétez le tableau 2.2 ci-dessous.
2. Tracez la fonction  $hp_{th}(y)$  à partir de l'équation (2.2) et comparez-la sur le même graphe avec les valeurs expérimentales obtenues par l'équation (2.3).
3. Indiquez sur le même graphe (avec une échelle différente) les erreurs pourcent pour les différentes mesures effectuées et discuter les résultats.

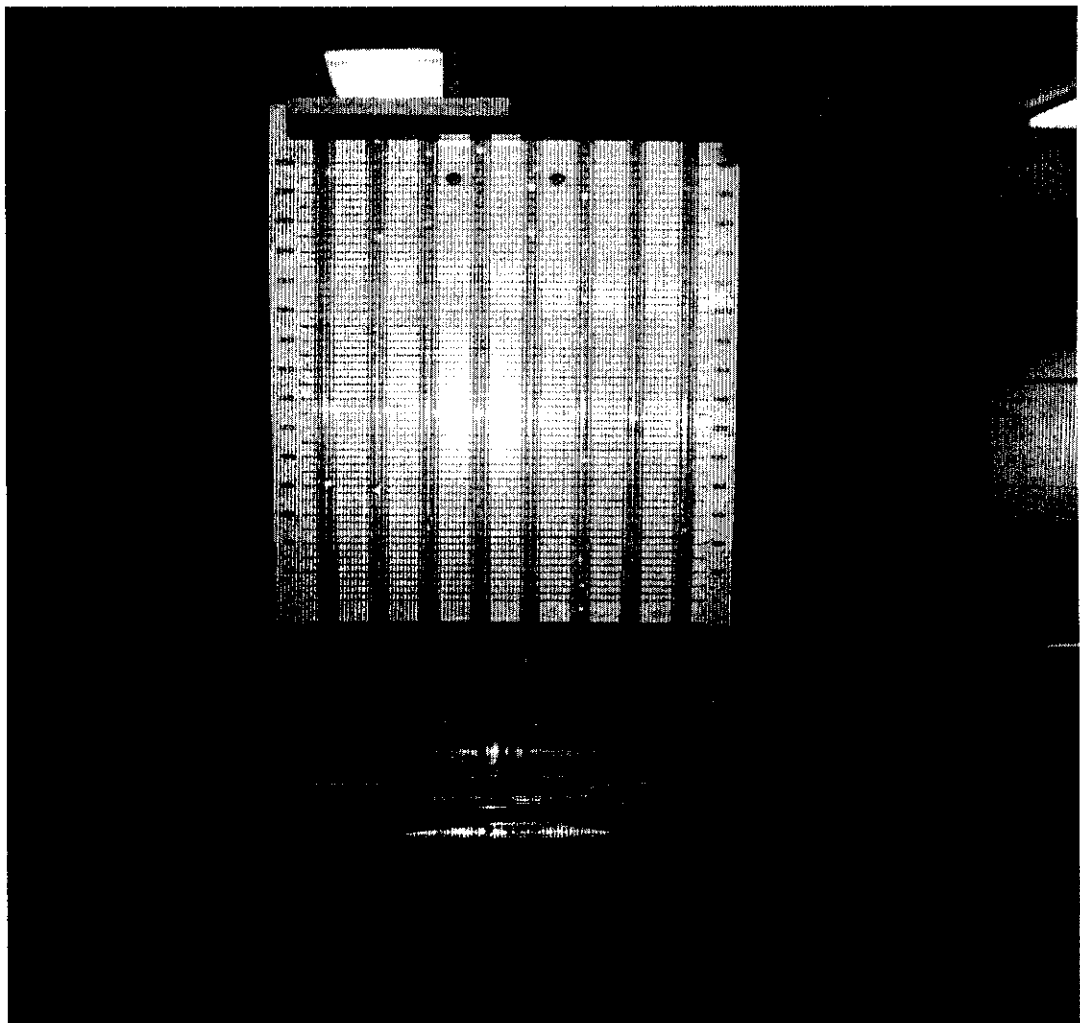
**Tableau 2.2 : Estimation des erreurs**

No	Phase de remplissage		Phase de vidange		Valeurs moyennes		Centre de poussée			Erreur %
	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)	Niveau d'eau $y$ (m)	$hp_{exp}$ (Eq.2.3) (m)	$hp_{th}$ (Eq.2.2) (m)	
1	10									
2	20									
3	30									
etc.	...									



---

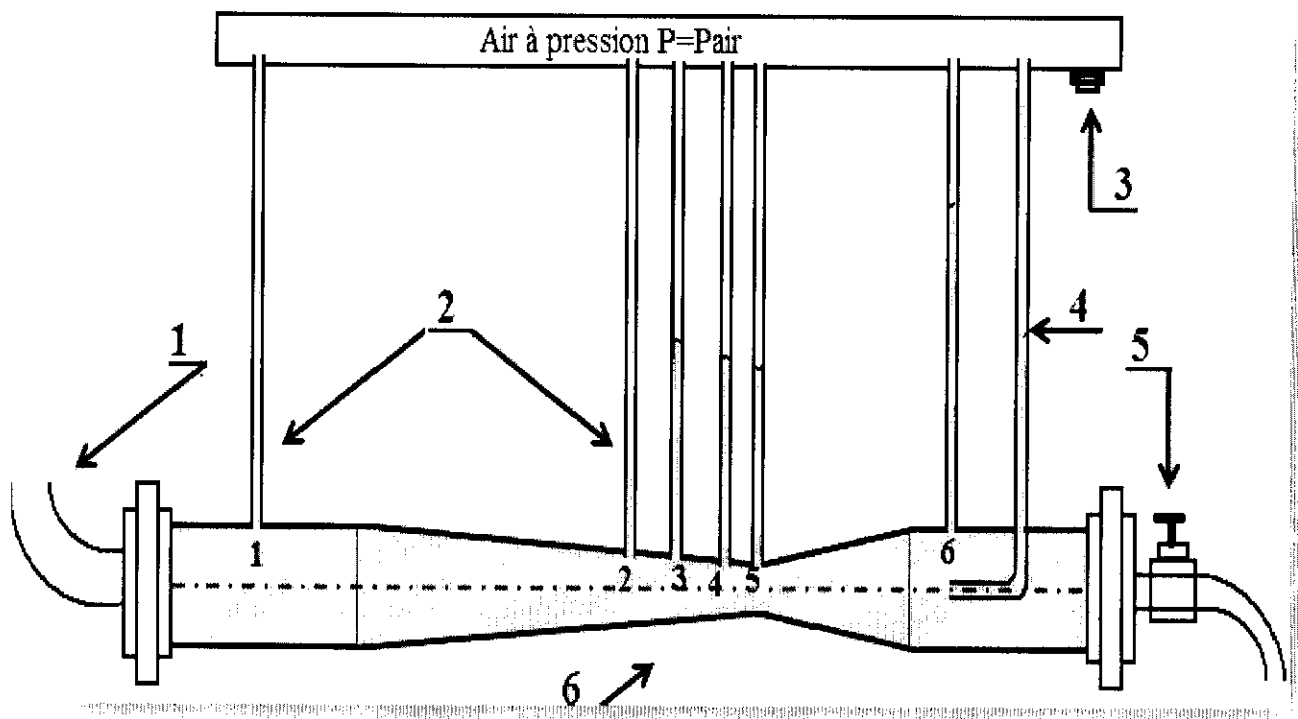
*Banc d'essai pour vérifier  
expérimentalement le théorème de  
Bernoulli*



## 3.1. But :

Vérification expérimentale du théorème de Bernoulli.

## Description de l'installation :



**Figure 3.1: Schéma de l'installation**

- |                              |                                   |                         |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1. Alimentation              | 2. Prises des pressions statiques | 3. Purgeur              |
| 4. Prise de pression d'arrêt | 5. Robinet de réglage             | 6. Convergent-divergent |

L'appareil est constitué d'une conduite test « *convergent-divergent* » fabriquée avec un matériau très lisse (pertes dues aux frottements sont négligeables). La conduite est fixée au reste de l'installation par deux brides et elle est équipée de 7 manomètres dont une prise de pression totale réglable (manomètre no.4, figure 3.1).

### 3.3. Théorie :

Le théorème de Daniel Bernoulli énonce que l'énergie mécanique totale d'un fluide en écoulement demeure constante en l'absence des pertes d'énergie par frottement. En d'autres termes, ceci peut être littéralement formulé d'une manière analytique comme suit (cf. figure 3.1) :

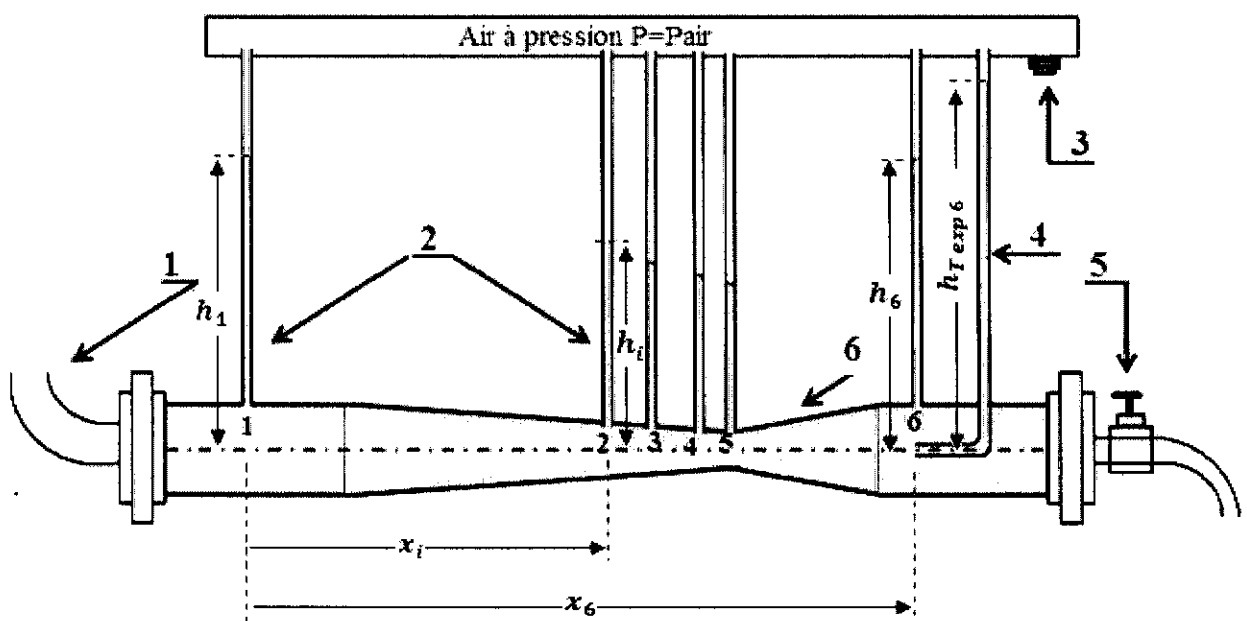
$$\frac{P_1}{\rho g} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_i}{\rho g} + Z_i + \frac{V_i^2}{2g} \quad \text{avec } i = 2..6 \quad (3.1)$$

Dans la présente expérimentation on a, (cf. figures 3.1 & 3.2):

$$\frac{P_i}{\rho g} = h_i + \frac{P_{air}}{\rho_{air}g} \quad \text{pour } i = 1..6 \quad (3.2)$$

En substituant l'équation (3.2) dans (3.1) et prenant la référence horizontale au niveau de l'axe de la conduite (*i. e.*  $Z_i = 0$ ), on tire :

$$h_{T_{th\ i}} = h_i + \frac{V_i^2}{2g} = Const \quad \text{pour } i = 1..6 \quad (3.3)$$



**Figure 3.2: Ecoulement dans un convergent-divergent**

### 3.4. Mode opératoire :

1. Ajustez l'appareil dans le plan horizontal sur le banc hydraulique,
2. Branchez l'appareil à l'alimentation et remplissez d'eau les manomètres de telle sorte à chasser toutes les bulles d'air.
3. Fermez le robinet d'alimentation et le robinet de réglage et faites descendre le niveau d'eau dans les manomètres en se servant éventuellement de la pompe à main,
4. Réglez le débit maximum en fonction de la lecture maximale dans les manomètres en manipulant les robinets d'alimentation et celui de réglage,
5. Enregistrez le débit, les niveaux d'eau dans les six manomètres, le niveau d'eau dans le manomètre no.7 pour les 6 sections et portez les valeurs dans le tableau 3.1 suivant,
6. Reprenez le point (5) pour différents débits en manipulant le robinet de réglage.

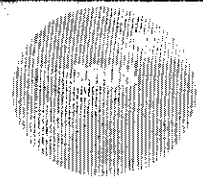
**Tableau 3.1 : Résultats expérimentaux**

Débit $Q$ (l/s)	Section	Diamètre $d$ (mm)	Lecture prise statique $h$ (mm)	Lecture prise d'arrêt $h_{Texp}$ (mm)
	1	25.00		
	2	13.90		
	3	11.80		
	4	10.79		
	5	10.00		
	6	25.00		
	1	25.00		
	2	13.90		
	3	11.80		
	4	10.79		
	5	10.00		
	6	25.00		
	1	25.00		
	2	13.90		
	3	11.80		
	4	10.79		
	5	10.00		
	6	25.00		

### 3.5. Calculs et résultats :

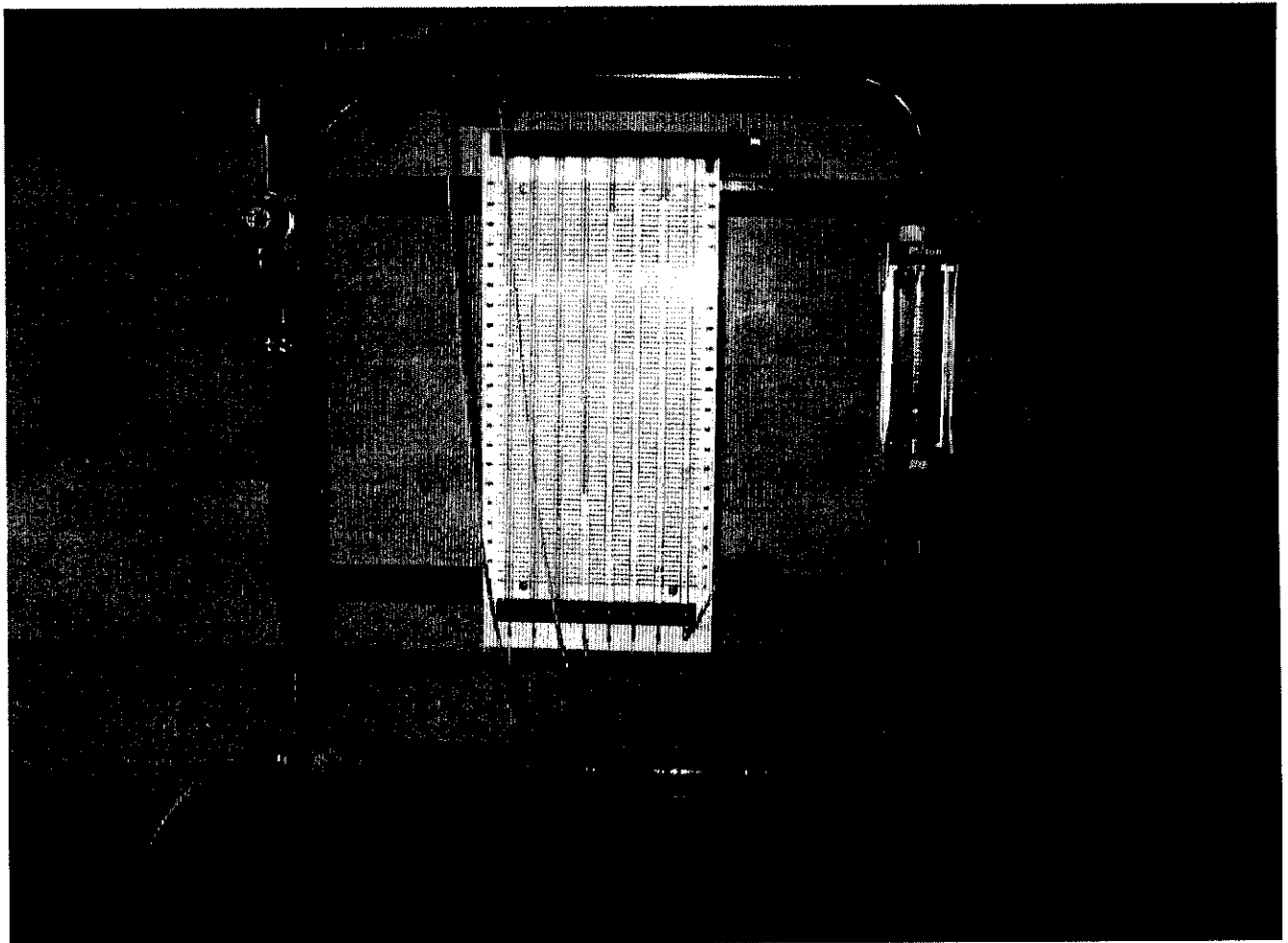
1. Pour chaque débit déterminez la vitesse d'écoulement à chaque section et estimez la charge totale théorique (diminuée de  $P_{air}/\rho_{air}g$ ) à partir de l'équation (3.3). Est-ce que la charge totale théorique est la même pour chaque section que celle mesurée expérimentalement par le monomètre 4 (figure 3.1). Si les estimations théoriques et expérimentales diffèrent dites pourquoi.
2. Discutez la validité de l'équation de Bernoulli, Eq.(3.3), pour le
  - a. Le convergent
  - b. Le divergent

*N.B. Représentez vos résultats sur des graphes pour les estimations théoriques et expérimentales (c-a-d  $h_{Tth}$  et  $h_{Texp}$  en fonction de  $x$ )*



---

*Banc d'essai pour vérifier expérimentalement l'efficacité du venturi, du diaphragme et du rotamètre pour la mesure du débit dans des conduites sous pression.*



4.1. But :

Vérifier expérimentalement l'efficacité de trois instruments différents pour la mesure de débit, à savoir, le venturi, le diaphragme et le rotamètre.

4.2. Description de l'installation

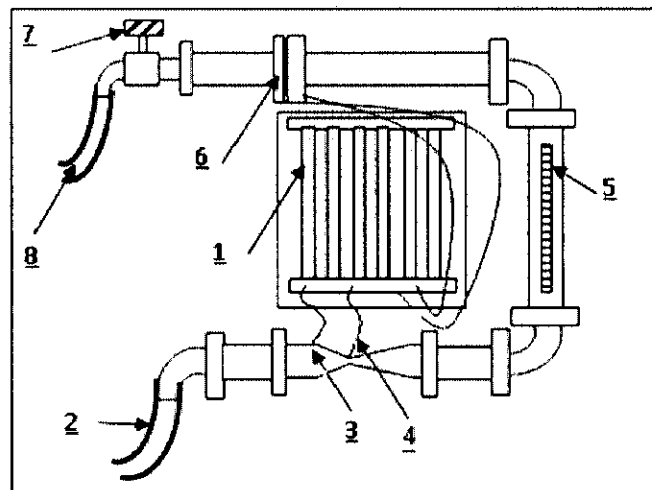


Figure 4.1

- 1. Manomètres
- 2. Alimentation
- 3. Prises de pression
- 4. Venturi
- 5. Rotamètre
- 6. Diaphragme
- 7. Vanne de réglage
- 8. Retour d'eau

4.3. Théorie

L'application de l'équation, de Daniel Bernoulli entre la section contractée de l'écoulement et la section en amont, de la loi de l'hydrostatique et l'affectation d'un coefficient de correction,  $C_d$ , de débit aux expressions ainsi obtenues, on déduit l'équation suivante pour l'estimation du débit par le venturi et le diaphragme :

$$Q = C_d S_2 \sqrt{\frac{2g(h_{am} - h_{av})}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \quad (4.1)$$

avec

Pour le venturi :  $C_d = 0.98$  ;  $S_1 = 7.92 \text{ cm}^2$  &  $S_2 = 1.77 \text{ cm}^2$

Pour le diaphragme :  $C_d = 0.63$  ;  $S_1 = 7.92 \text{ cm}^2$  &  $S_2 = 3.14 \text{ cm}^2$

où

- $S_1$ : Section en amont du rétrécissement
- $S_2$ : Section au niveau du rétrécissement
- $C_d$ : Coefficient de correction dit coefficient de débit



- $h_{am}$ : Charge statique en amont du rétrécissement  
 $h_{av}$ : Charge statique au niveau du rétrécissement

#### 4.4. Mode opératoire

1. Mettez l'appareil à l'horizontal sur le banc hydraulique
2. Mettez en marche la pompe d'alimentation
3. Purgez l'appareil
4. Réglez le débit (aux environs de 22 l/mn) en utilisant la vanne d'alimentation et la vanne de réglage
5. Notez sur le tableau 4.1, le volume d'eau recueilli par unité de temps, la lecture du rotamètre et les charges statiques en amont et au niveau des rétrécissements du venturi et du diaphragme.
6. Répétez le point (5) pour les débits mentionnés dans le tableau.

**Tableau 4.1 : Résultats expérimentaux**

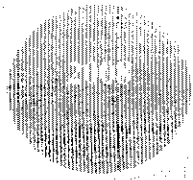
No	Rotamètre $Q_{Rota}$ (l/mn)	Mesure du débit		Venturi		Diaphragme	
		Volume (l)	temps (s)	$h_{am}$ (mm)	$h_{av}$ (mm)	$h_{am}$ (mm)	$h_{av}$ (mm)
1	22						
2	18						
3	15						
4	10						
5	5						

#### 4.5. Calculs et résultats

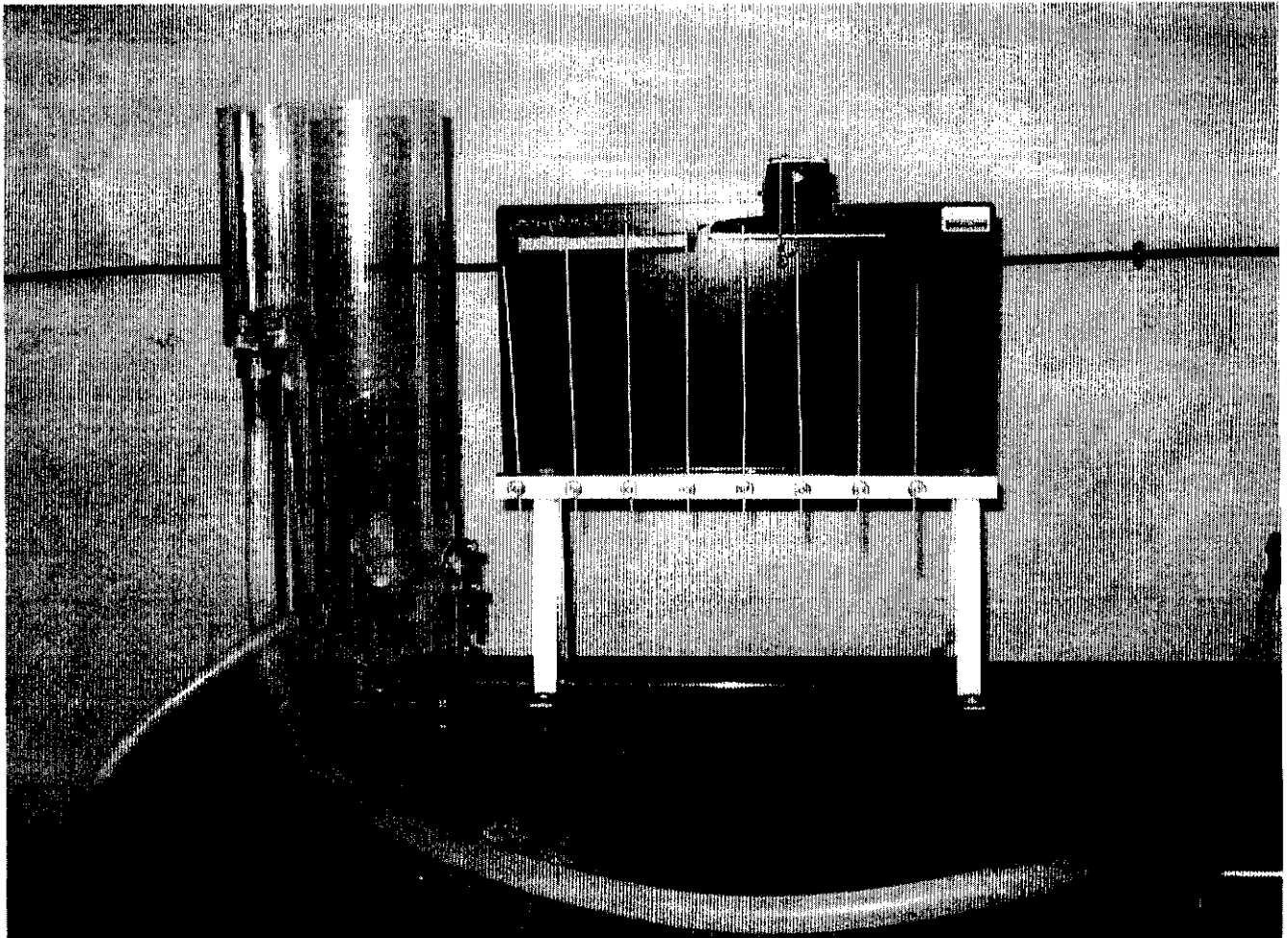
1. Complétez le tableau 4.2 en calculant le débit réel, les débits estimés par le venturi et le diaphragme en utilisant l'équation 4.1 et l'erreur relative pourcent par rapport au débit réel.
2. Tracez sur le même graphe  $Q_{Rota}$ ,  $Q_{Vent}$  et  $Q_{Diap}$  sur l'axe des ordonnées et  $Q_{rel}$  sur l'axe des abscisses. Tracez sur le même graphe (avec une échelle différente)  $Err_{Rota}$ ,  $Err_{Vent}$ ,  $Err_{Diap}$  et commentez les résultats à partir de ces graphes.

**Tableau 4.2 : Estimation des débits et erreurs**

No	Débit réel			Rotamètre			Venturi			Diaphragme	
	Volume Recueilli (l)	t (s)	$Q_{rel}$ (l/mn)	$\Delta h$ (mm)	$Q_{Rota}$ (l/mn)	$Err_{Rota}$ (%)	$\Delta h$ (mm)	$Q_{Ven}$ (l/mn)	$Err_{Vent}$ (%)	$Q_{Diap}$ (l/mn)	$Err_{Diap}$ (%)
1											
...											
5											



*Banc d'essai pour déterminer  
expérimentalement le coefficient de débit  
et le coefficient de vitesse des orifices à  
parois minces*



## 5.1. But :

Détermination du coefficient de débit  $C_d$  de deux orifices à parois minces, de 3mm et de 6mm de diamètres, par deux méthodes différentes :

- a. Ecoulement sous une charge constante
- b. Ecoulement sous une charge variable

## 5.2. Description de l'installation

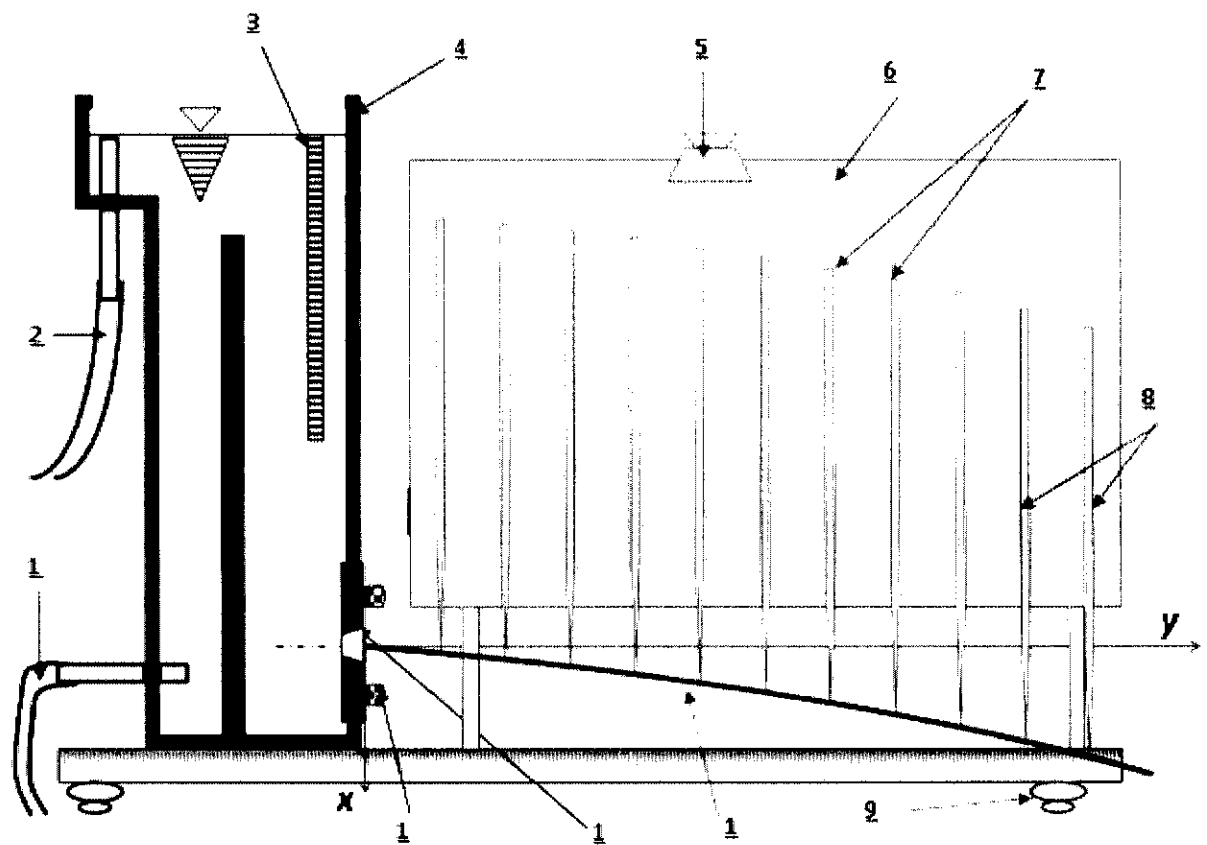


Figure 5.1

- |                 |                                    |                        |
|-----------------|------------------------------------|------------------------|
| 1. Alimentation | 2. Trop-plein                      | 3. Echelle graduée     |
| 4. Réservoir    | 5. Agrafe papier                   | 6. Tableau             |
| 7. Aiguille     | 8. Vis de fixation des aiguilles   | 9. Pieds réglables     |
| 10. Orifice     | 11. Ecrou de fixation de l'orifice | 12. Trajectoire du jet |

### 5.3. Théorie

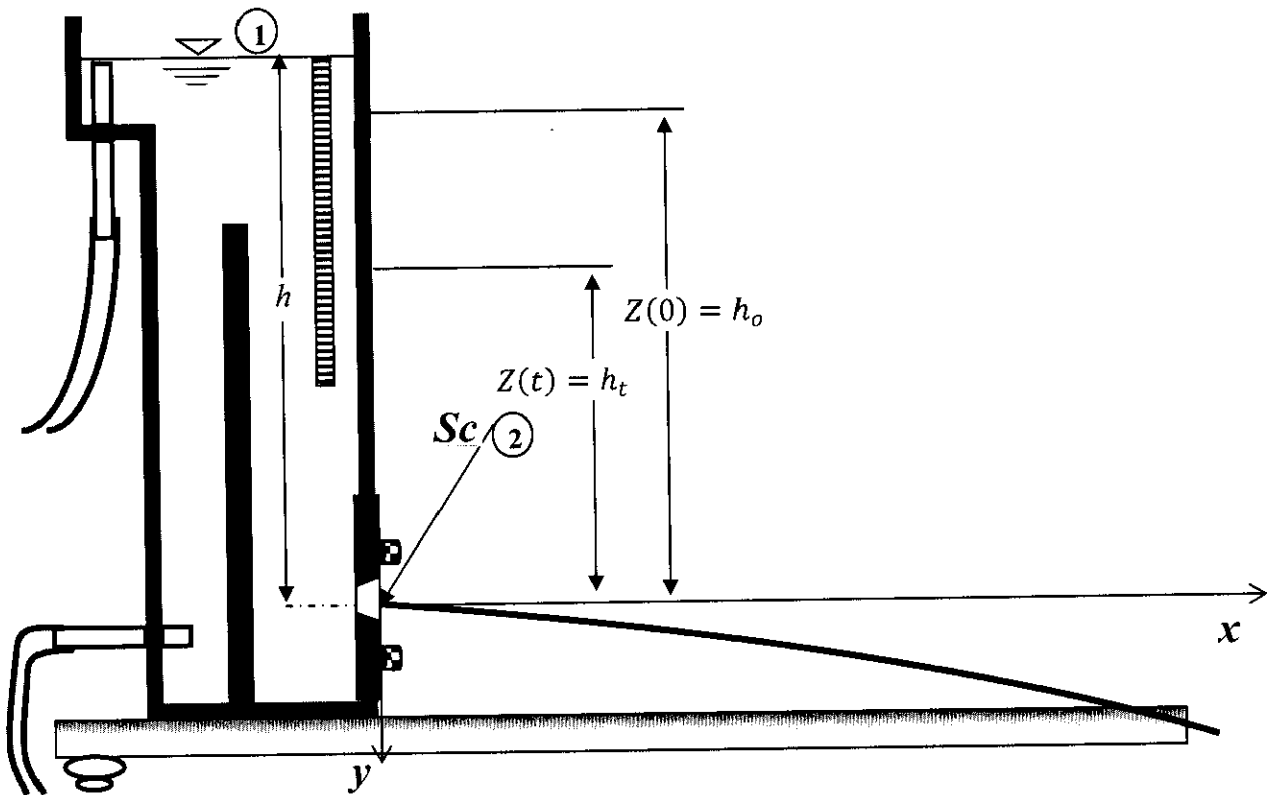


Figure 5.2

En appliquant l'équation de Bernoulli entre 1 et 2 (voir figure 5.2) pour l'écoulement d'un fluide, sous une charge constante  $h$ , à travers un orifice de section  $S_0$  et en affectant aux résultats obtenus un coefficient de correction  $C_d$ , dit coefficient de débit tenant compte des frottements et de la contraction de la veine liquide, on déduit :

$$Q_{rel} = C_d S_0 \sqrt{2gh} \quad (5.1)$$

Considérons maintenant un écoulement à travers un orifice de section  $S_0$  avec une charge  $Z(t)$  variable, fig.2. L'appliquant l'équation de Bernoulli entre la surface libre au temps  $t$  et la section contractée 2 donne  $Q_{th} = S_0 \sqrt{2gZ(t)}$ . En considérant la continuité de l'écoulement et en affectant au résultat obtenu un coefficient de correction  $C_d$ , il vient :

$$\frac{dZ}{dt} = C_d \frac{S_0}{S_R} \sqrt{2gZ} \quad (5.2)$$

L'intégration de l'équation (2) entre  $Z(0) = h_0$  et  $Z(t) = h_t$  donne :

$$t = -\frac{2}{C_d} \frac{S_R}{S_o} \frac{(\sqrt{h_t} - \sqrt{h_o})}{\sqrt{2g}} \quad (5.3)$$

où

$Q_{th}$ : Débit théorique de l'écoulement

$Q_{rel}$ : Débit réel de l'écoulement

$C_d$ : Coefficient de débit

$S_R$ : Section du réservoir

$S_o$ : Section de l'orifice

#### 5.4. Mode opératoire : charge constante

1. Installez un des deux orifices (3 ou 6 mm voir fig. 5.2) et mesurez le diamètre du réservoir 4,
2. Branchez l'appareil au banc hydraulique et mettez-le à niveau à l'aide de pieds réglables 9,
3. En manipulant le trop-plein 2 et la vanne d'alimentation du banc hydraulique réglez une charge d'eau  $h$  maximale ( $\approx 400\text{mm}$ ).
4. Notez la charge et le débit correspondant sur le tableau 5.1,
5. Répétez le point (4) ci-haut pour différentes charges (voir tableaux ci-dessous) en manipulant le trop-plein 2,
6. Répétez la même procédure pour le deuxième orifice.

**Tableau 5.1 : Résultats expérimentaux**

Orifice de 6 mm					Orifice de 3 mm				
no	$h$ (m)	Vol (l)	$t$ (s)	$Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	no	$h$ (m)	Vol (l)	$t$ (s)	$Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
1	0.40				1	0.40			
2	0.38				2	0.38			
3	0.36				3	0.36			
4	0.34				4	0.34			
5	0.32				5	0.32			
6	0.30				6	0.30			
7	0.28				7	0.28			
8	0.26				8	0.26			
9	0.25				9	0.25			

#### 5.5. Mode opératoire charge variable

1. Vidangez le réservoir uniquement à travers l'orifice entre  $h_o=410\text{mm}$  et  $h_t=390\text{mm}$  et notez le temps de vidange dans le tableau 5.2 suivant.
2. Répétez le point (1) ci-haut pour les différentes charges mentionnées sur le tableau 5.2,
3. Répétez la procédure pour le deuxième orifice

**Tableau 5.2: Résultats expérimentaux**

no	Orifice de 6 mm			no	Orifice de 3 mm		
	$h_o$ (m)	$h_t$ (m)	$t$ (s)		$h_o$ (m)	$h_t$ (m)	$t$ (s)
1	0.410	0.390		1	0.410	0.390	
2	0.390	0.370		2	0.390	0.370	
3	0.370	0.350		3	0.370	0.350	
4	0.350	0.330		4	0.350	0.330	
5	0.330	0.310		5	0.330	0.310	
6	0.310	0.290		6	0.310	0.290	
7	0.290	0.270		7	0.290	0.270	
8	0.270	0.250		8	0.270	0.250	

## 5.6. Calculs et résultats

### A. Charge constante

1. Complétez le tableau 5.3 et déduire la valeur moyenne de  $C_d$
2. Tracez  $Q(\sqrt{h})$  à partir des données du tableau 5.3 et déduire la valeur moyenne de  $C_d$  à partir de la pente de la droite lissée,
3. Comparez les valeurs obtenues par les deux méthodes et dites quelle est l'influence du diamètre et de la charge sur  $C_d$ .

**Tableau 5.3: Estimation de  $C_d$  charge constante**

Orifice de 6 mm							Orifice de 3 mm						
no	$h$ (m)	Vol ( $m^3$ )	$t$ (s)	$\sqrt{h}$ ( $m^{1/2}$ )	$Q$ ( $m^3/s$ )	$C_d$ Eq.1	no	$h$ (m)	Vol ( $m^3$ )	$t$ (s)	$\sqrt{h}$ ( $m^{1/2}$ )	$Q$ ( $m^3/s$ )	$C_d$ Eq.1
1	0.40						1	0.40					
2	0.38						2	0.38					
3	0.36						3	0.36					
4	0.34						4	0.34					
5	0.32						5	0.32					
6	0.30						6	0.30					
7	0.28						7	0.28					
8	0.26						8	0.26					
9	0.25						9	0.25					
Valeur moyenne =							Valeur moyenne =						

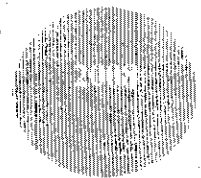
## B. Charge variable

1. Complétez le tableau 5.4 et déduire la valeur moyenne de  $C_d$
2. Tracez  $t(\sqrt{h_o} - \sqrt{h_t})$  à partir des données du tableau 4 et déduisez la valeur moyenne de  $C_d$  à partir de la pente de la droite lissée,
3. Comparez les valeurs obtenues par les deux méthodes et dites quelle est l'influence du diamètre et de la charge sur  $C_d$ .

**Tableau 4: Estimation de  $C_d$  charge variable**

Orifice 6 mm						Orifice 3 mm					
no	$h_o$ (m)	$h_t$ (m)	$t$ (s)	$\sqrt{h_o} - \sqrt{h_t}$	$C_d$ (Eq.5.3)	no	$h_o$ (m)	$h_t$ (m)	$t$ (s)	$\sqrt{h_o} - \sqrt{h_t}$	$C_d$ (Eq.5.3)
1	0.410	0.390				1	0.410	0.390			
2	0.390	0.370				2	0.390	0.370			
3	0.370	0.350				3	0.370	0.350			
4	0.350	0.330				4	0.350	0.330			
5	0.330	0.310				5	0.330	0.310			
6	0.310	0.290				6	0.310	0.290			
7	0.290	0.270				7	0.290	0.270			
8	0.270	0.250				8	0.270	0.250			
					$C_d$ moyen						$C_d$ moyen

Discutez les résultats obtenus par les 4 méthodes de calcul et comparez l'ensemble avec les données disponibles dans la littérature.



## T.P. No.6

## Coefficient de vitesse

### 6.1. But :

Détermination du coefficient de vitesse  $C_v$  de deux orifices à parois minces ; de 3mm et de 6mm de diamètres.

### 6.2. Description de l'installation

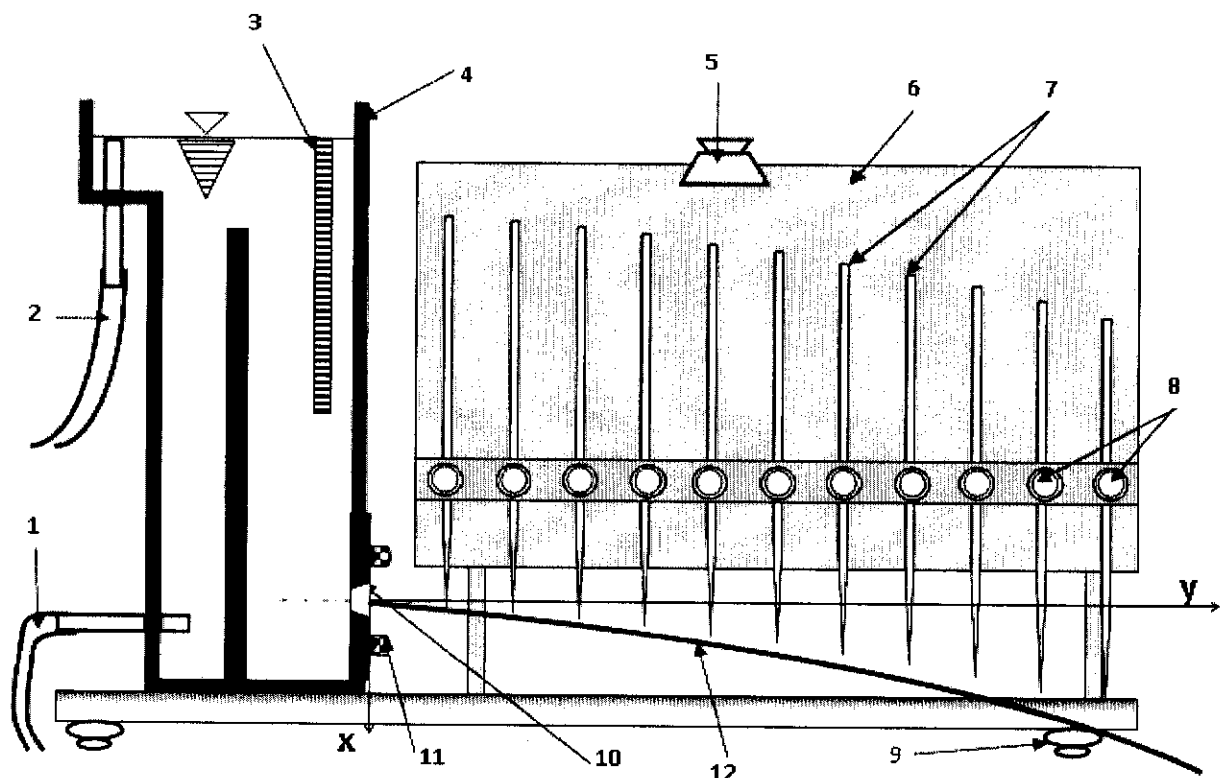
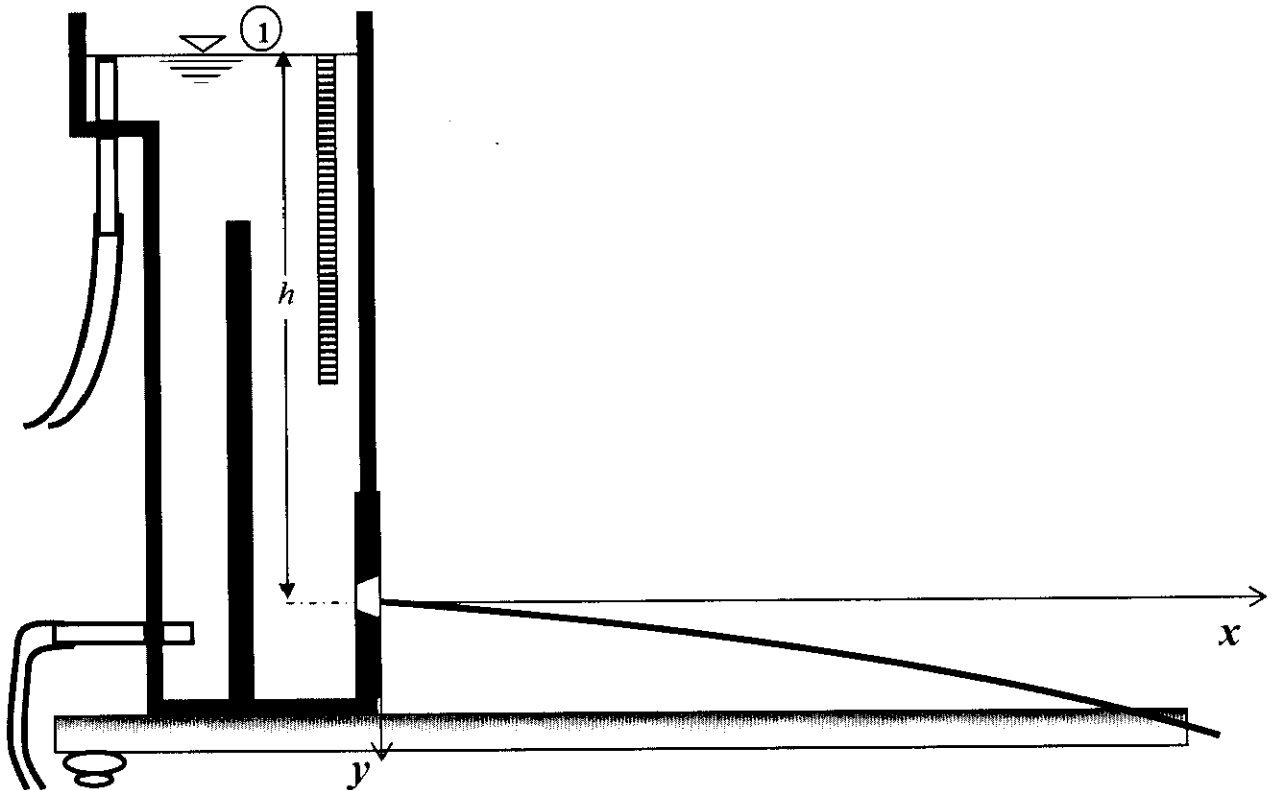


Figure 6.1

- |                 |                                   |                        |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1. Alimentation | 2. Trop-plein                     | 3. Echelle graduée     |
| 4. Réservoir    | 5. Agrafe papier                  | 6. Tableau             |
| 7. Aiguille     | 8. Vis de fixation des aiguilles  | 9. Pieds réglables     |
| 10. Orifice     | 11. Ecou de fixation de l'orifice | 12. Trajectoire du jet |



### 6.3. Théorie



**Figure 6.2**

Soit une particule fluide se situant au point  $M(0,0)$  au temps  $t = 0$  qui voyage avec une vitesse  $\vec{V} = u\vec{i} + v\vec{j}$  le long de la trajectoire du jet, figure 6.2. En négligeant la résistance de l'air, sa vitesse  $u$  le long de la direction  $\vec{ox}$  reste constante dans le temps et si  $u_c$  est sa vitesse au niveau du vena-contracta au temps  $t = 0$ , on déduit que  $u(t) = u_c = Cst = C_V\sqrt{2gh}$ . Ainsi, après intégration, on aura:

$$x = C_V\sqrt{2gh} t \quad (6.1)$$

D'autre part, sachant que sa vitesse le long de  $\vec{oy}$  est  $v = gt$ , on déduit :

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \quad (6.2)$$

En éliminant le temps  $t$  des équations (6.1) & (6.2), on déduit l'expression suivante qui permet d'estimer  $C_V$  étant donné  $x$  &  $y$  :

$$x^2/h = 4 C_V^2 y \quad (6.3)$$

## 6.4. Mode opératoire

1. Installez un des deux orifice ( 3 ou 6mm voir fig.6.1),
2. Branchez l'appareil au banc hydraulique et réglez horizontalité à l'aide des pieds réglables 9
3. En manipulant le trop-plein 4 et la vanne d'alimentation du banc hydraulique réglez une charge d'eau  $h$  maximale.
4. Attachez une feuille millimétrée sur le tableau 6 à l'aide de l'agrafe 5.
5. Alignez les aiguilles le long de la trajectoire du jet d'eau en commençant par l'aval et tracez cette dernière sur le papier millimétré,
6. Répétez le point 5 ci-haut pour différentes charges en manipulant le trop-plein 2 et notez les valeurs correspondantes de  $y$  sur le tableau 6.1 ci-dessous,
7. Répétez la même procédure pour le deuxième orifice.

**Tableau 6.1: Résultats expérimentaux**

Orifice de 3 mm			
no	$h$ (m)	$x$ (m)	$y$ (m)
0	0.400	0.000	
1		0.050	
2		0.100	
3		0.150	
4		0.200	
5		0.250	
6		0.300	
7		0.350	
8		0.400	
0	0.350	0.000	
1		0.050	
2		0.100	
3		0.150	
4		0.200	
5		0.250	
6		0.300	
7		0.350	
8		0.400	
0	0.250	0.000	
1		0.050	
2		0.100	
3		0.150	
4		0.200	
5		0.250	
6		0.300	
7		0.350	
8		0.400	

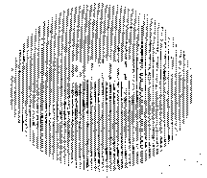
Orifice de 6 mm			
no	$h$ (m)	$x$ (m)	$y$ (m)
0	0.400	0.000	
1		0.050	
2		0.100	
3		0.150	
4		0.200	
5		0.250	
6		0.300	
7		0.350	
8		0.400	
0	0.350	0.000	
1		0.050	
2		0.100	
3		0.150	
4		0.200	
5		0.250	
6		0.300	
7		0.350	
8		0.400	
0	0.250	0.000	
1		0.050	
2		0.100	
3		0.150	
4		0.200	
5		0.250	
6		0.300	
7		0.350	
8		0.400	

## 6.5. Calculs et résultats

1. Calculer  $x^2/h$  pour les deux orifices et portez ces valeurs sur le tableau 6.2 suivant. Calculez  $C_V$  pour différents points et différentes charges puis calculez la valeur moyenne pour chaque charge.
2. Tracez  $x^2/h$  en fonction de  $y$  pour différentes charges à partir du tableau 6.2. Déterminez les coefficients  $C_V$  pour les différentes charges à partir des pentes des courbes tracées.
3. Comparez les valeurs obtenues par les deux méthodes et dites quelle est l'influence de  $h$  sur le coefficient  $C_V$ ,
4. Commentez les résultats (influence de la charge, des diamètres et erreurs diverses) et comparez les avec ceux disponibles dans la littérature.

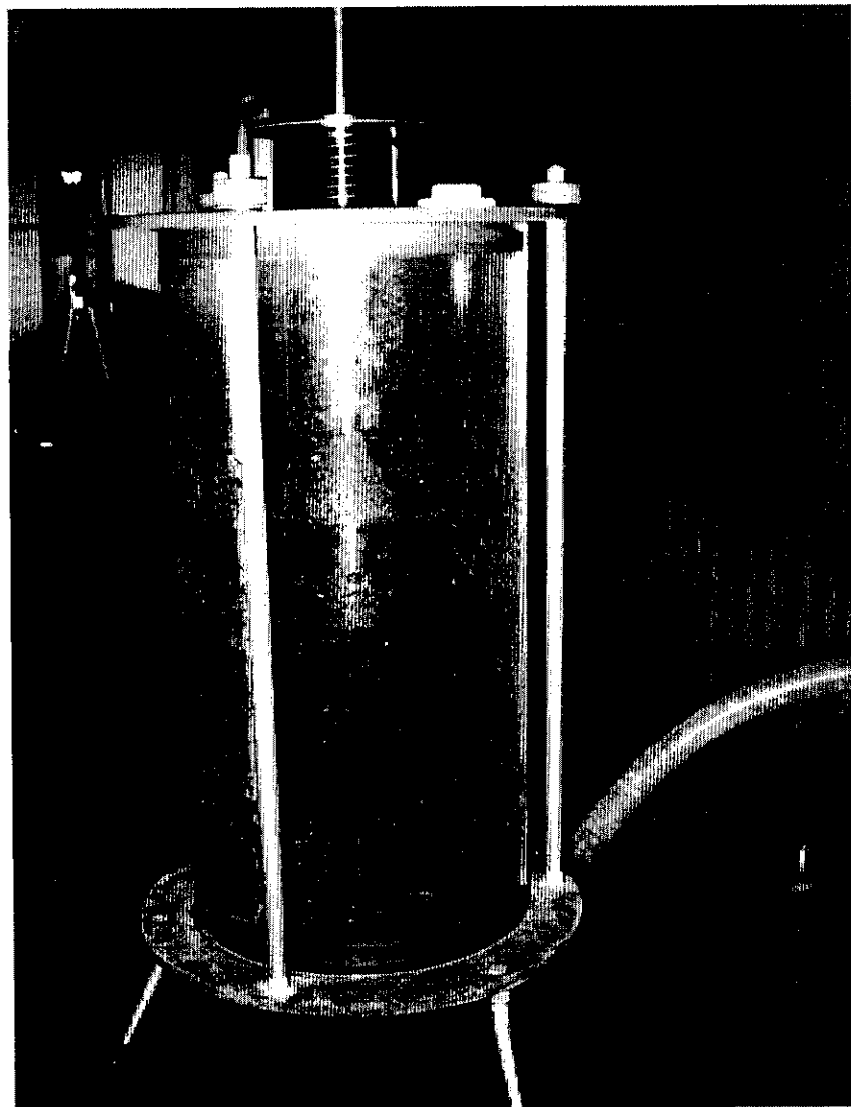
**Tableau 6.2 : Estimation de  $C_V$**

Orifice de 3 mm						Orifice de 6 mm					
No.	$h$ (m)	$x$ (m)	$y$ (m)	$x^2/h$ (m)	$C_{V_i}$ (Eq.6.3)	No.	$h$ (m)	$x$ (m)	$y$ (m)	$x^2/h$ (m)	$C_{V_i}$ (Eq.6.3)
1	0.40	0	0			1	0.40	0	0		
2		0.05				2		0.05			
...		...				...		...			
n		0.40				n		0.40			
Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$						Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$					
1	0.35	0	0			1	0.35	0	0		
2		0.05				2		0.05			
...		...				...		...			
n		0.40				n		0.40			
Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$						Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$					
1	0.25	0	0			1	0.25	0	0		
2		0.05				2		0.05			
...		...				...		...			
n		0.40				n		0.40			
Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$						Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$					



---

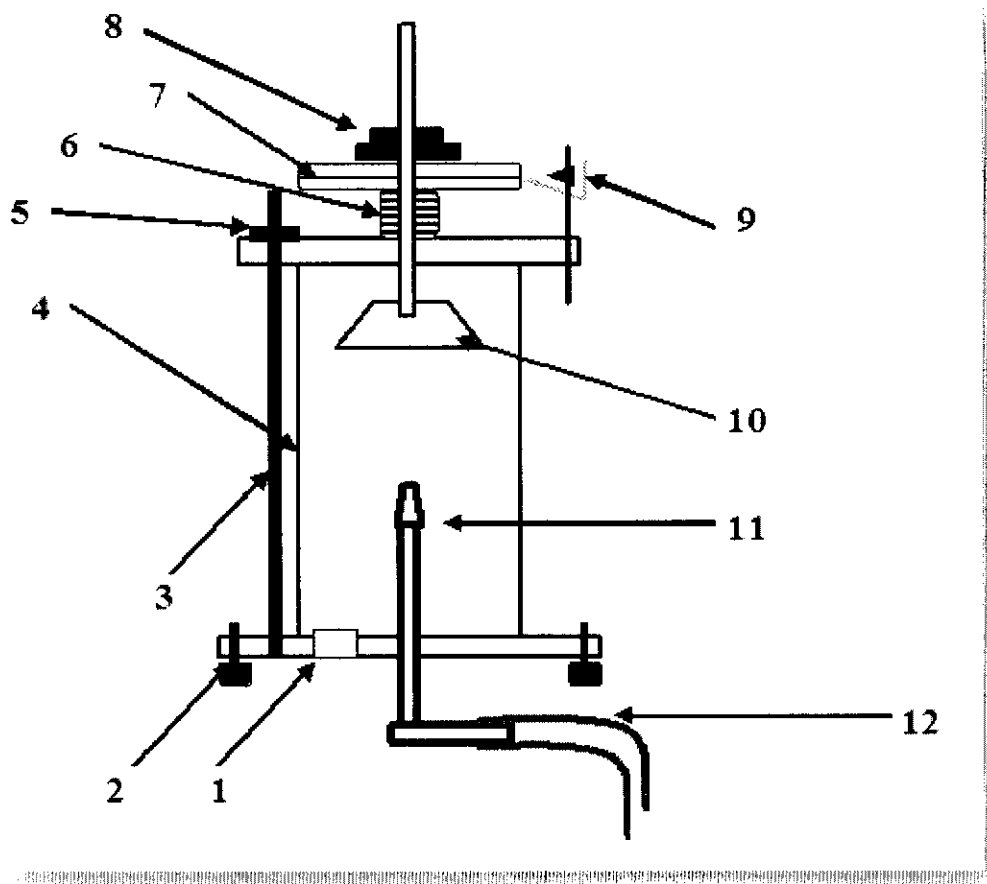
*Banc d'essai pour mesurer  
expérimentalement l'impact d'un jet sur  
différents obstacles*



### 7.1. But :

Mesurer expérimentalement l'impact d'un jet sur trois obstacles différents et comparer les résultats avec ceux estimés théoriquement.

### 7.2. Description de l'installation :



**Figure 7.1 : Schéma de l'installation**

- |                        |                               |                             |
|------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1. trou de vidange     | 2. pied de réglage            | 3. tige de fixation         |
| 4. couvercle           | 5. écrou de serrage           | 6. ressort support -plateau |
| 7. plateau avec repère | 8. poids                      | 9. réglage du repère        |
| 10. obstacle - test    | 11. embout de 8mm de diamètre | 12. alimentation            |

### 7.3. Théorie :

En appliquant le théorème d'Euler de quantité de mouvement selon  $\overline{oz}$  au volume de contrôle limité par les sections 1-1, 2-2, figure 7.2, on tire :

$$F_{th90} = \rho Q^2 / S_j \quad (7.1)$$

$$F_{th120} = \frac{3}{2} \rho Q^2 / S_j \quad (7.2)$$

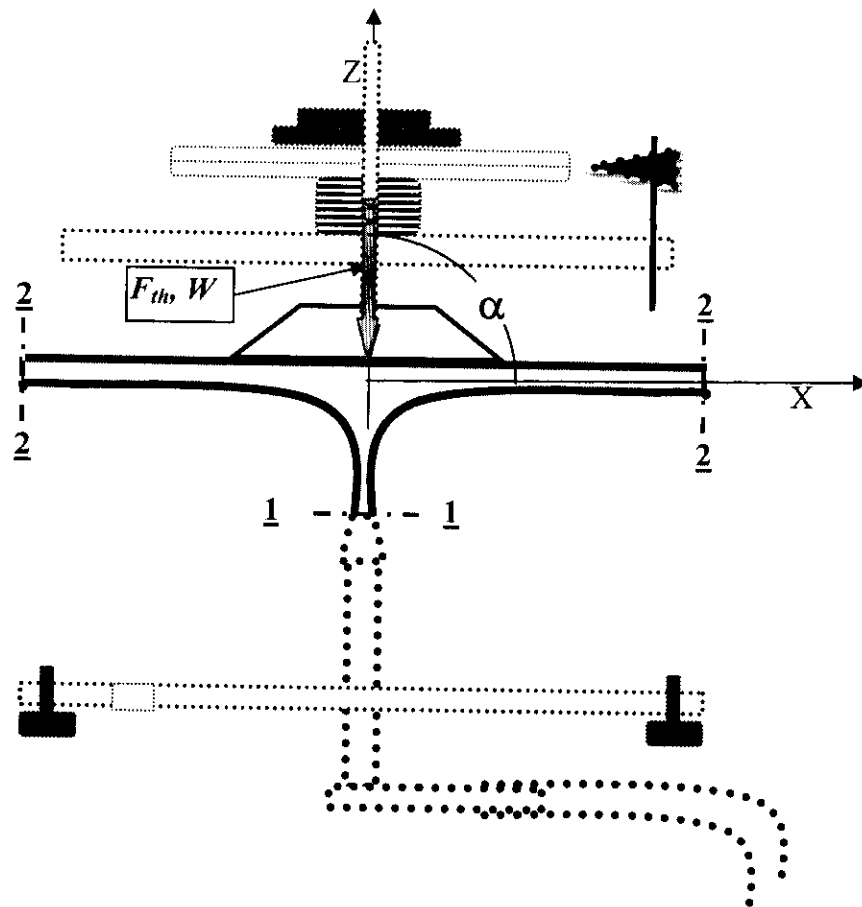
$$F_{th180} = 2 \rho Q^2 / S_j \quad (7.3)$$

avec

$\rho$  : masse volumique de l'eau ( $kg/m^3$ )

$S_j$  : section du jet ( $m^2$ )

$Q$  : débit ( $m^3/s$ )



**Figure 7.2 : Effet d'un jet sur un obstacle incliné à un angle  $\alpha$**

## 7.4. Mode opératoire :

1. Mesurez le diamètre intérieur de l'embout,
2. Mettez l'appareil à l'horizontale sur le banc hydraulique et branchez-le à ce dernier,
3. Vissez un obstacle sur l'appareil puis mettez le repère à zéro,
4. Posez une masse sur le plateau, démarrez la pompe et réglez le débit pour remettre le repère de nouveau à zéro. Notez la valeur de la masse et le débit sur le tableau 7.1,
5. Ajoutez graduellement des masses sur le plateau et remettez le repère à zéro en réglant le débit tout en notant sur le tableau 1 les masses et les débits correspondants.
6. Reprenez la même procédure pour les deux autres obstacles.

**Tableau 7.1 : Résultats expérimentaux**

Obstacle	No	Débit $Q$ (l/mn)	Poids $W$ (g)
$\alpha=90^\circ$	1		20
	2		50
	3		100
	4		150
	5		200
$\alpha=120^\circ$	1		20
	2		50
	3		100
	4		150
	5		200
$\alpha=180^\circ$	1		20
	2		50
	3		100
	4		150
	5		200

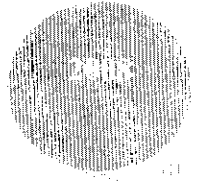
### 7.5. Calculs et résultats :

1. Complétez le tableau 7.2,
2. Tracez  $F_{th90}$ ,  $W_{90}$ ,  $F_{th120}$ ,  $W_{120}$ ,  $F_{th180}$  et  $W_{180}$  sur le même graphe en fonction du débit  $Q$
3. Tracez  $Err_{90}$ ,  $Err_{120}$ , et  $Err_{180}$  sur le même graphe avec une échelle différente,
4. Commentez les graphes.

**Tableau 7. 2: Calculs et Résultats**

$\alpha=90^\circ$	No	$Q$ (l/s)	$F_{th90}$ (Eq.1) (N)	$W_{90}$ (N)	$Err_{90}$ (%)
	1			20	
	2			50	
	3			100	
	4			150	
	5			200	
$\alpha=120^\circ$	No	$Q$ (l/s)	$F_{th}$ (Eq.2) (N)	$W_{120}$ (N)	$Err_{120}$ (%)
	1			20	
	2			50	
	3			100	
	4			150	
	5			200	
$\alpha=180^\circ$	No	$Q$ (l/s)	$F_{th}$ (Eq.3) (N)	$W_{180}$ (N)	$Err_{180}$ (%)
	1			20	
	2			50	
	3			100	
	4			150	
	5			200	





---

Formulaires pour résultats expérimentaux

---

# Formulaires

## Pour

# Données

# Expérimentales



**Formulaire à remettre obligatoirement en fin de séance de TP avec les résultats au verso**

Gr. No.	Noms	Prénoms	Emargement
Date			

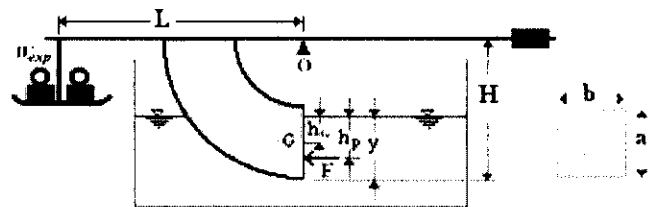
**T.P. No.1**  
**Résultats Expérimentaux**  
**Poussée Hydrostatique**

**But**

Vérifier expérimentalement l'intensité de la poussée hydrostatique sur une plaque plane partiellement submergée.

**Théorie**

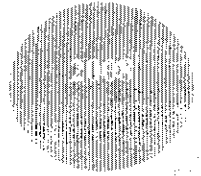
$$W_{th} = \frac{\rho g b y^2 (H - y/3)}{2L} \quad (A)$$



**Travail demandé**

1. Calculer  $W_{th}$  à partir de la formule (A) et complétez le tableau ci-après,
2. Tracez la fonction  $W_{th}(y)$  et comparez-la sur le même graphe avec les valeurs  $W_{exp}(y)$  expérimentales.
3. Indiquez sur le même graphe (avec une échelle différente) les erreurs pourcent pour les différentes mesures effectuées et discuter les résultats.

No	Poids $W_{exp}$ (g)	Niveau d'eau y (mm)		Valeur moyenne de y (m)	Poids $W_{exp}$ (N)	Eq.A $W_{th}$ (N)	Erreur %
		Phase de remplissage	Phase de vidange				
1	10						
2	20						
3	40						
4	60						
5	80						
6	100						
7	120						
8	150						
9	180						
10	200						



**Formulaire à remettre obligatoirement en fin de séance de TP avec les résultats au verso**

Gr. No.	Noms	Prénoms	Emargement	T.P. No. 2 Résultats Expérimentaux
Date				Centre de Poussée Hydrostatique

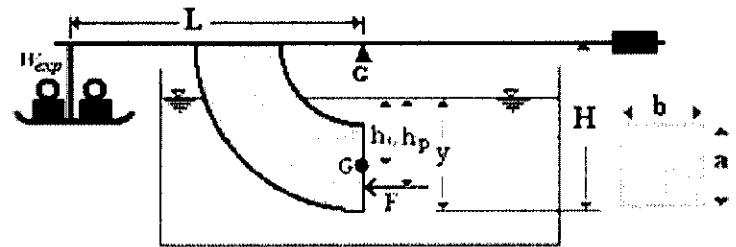
**But**

Vérifier expérimentalement le centre de la poussée hydrostatique pour une plaque plane complètement submergée.

**Théorie**

$$hp_{th} = h_G + \frac{I}{S h_G} \quad (A)$$

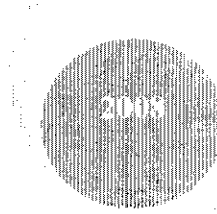
$$hp_{exp} = \frac{WL}{\rho g h_G S} - H + y \quad (B)$$



**Travail demandé**

1. Calculer  $hp_{th}$  et  $hp_{exp}$  à partir des équations (A) et (B). Complétez ensuite le tableau ci-après,
2. Tracez la fonction  $hp_{th}(y)$  et comparez-la sur le même graphe avec les valeurs expérimentales,
3. Indiquez sur le même graphe (avec une échelle différente) les erreurs pourcent pour les différentes mesures effectuées et discuter les résultats.

No	Poids $W$ (g)	Niveau d'eau $y$ (mm)		Valeur moyenne de $y$ (m)	Eq.B $h_{p_{exp}}$ (m)	Eq.A $h_{p_{th}}$ (m)	Erreur %
		Phase de remplissage	Phase de vidange				
1	10						
2	20						
3	40						
4	60						
5	80						
6	100						
7	120						
8	150						
9	180						
10	200						
11	230						
12	260						
13	300						
14	340						
15	360						
16	380						
17	400						
18	420						
19	440						
20	460						
21	470						



**Formulaire à remettre obligatoirement en fin de séance de TP avec les résultats au verso**

Gr. No.	Noms	Prénoms	Emargement	<b>T.P. No.3</b> <b>Résultats Expérimentaux</b> <hr/> <b>Théorème de Bernoulli</b>
Date				

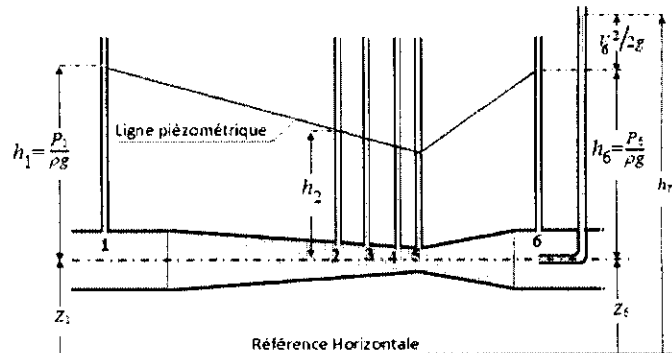
**But**

Vérification expérimentale du théorème de Bernoulli.

**Théorie**

$$h_{T_{th\ i}} = h_i + \frac{V_i^2}{2g} \quad \text{pour } i = 1..6 \quad (A)$$

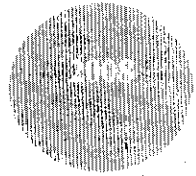
$$V_i = \frac{4Q}{\pi d_i^2} \quad (B)$$



**Travail demandé**

1. Complétez le tableau ci-après,
2. Tracez  $h_{T_{th}}(x)$  et  $h_{T_{exp}}(x)$  sur le même graphe,
3. Est-ce que la charge totale théorique  $h_{T_{th}}(x)$  est la même pour chaque section que celle mesurée expérimentalement par le monomètre no.7,  $h_{T_{exp}}(x)$ . Si les estimations théoriques et expérimentales diffèrent dites pourquoi.
4. Discutez la validité de l'équation de Bernoulli, Eq.(A) pour le :
  - a. convergent
  - b. divergent

Lecture						Calcul		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(5)+(8)
$Q$ (l/s)	Section	$x$ (mm)	$d$ (mm)	$h$ (m)	$h_{Texp}$ (m)	$V_{rel}$ Eq. B (m/s)	$V^2/2g$ (m)	$h_{Tth}$ Eq. A (m)
	1	0	25.0					
	2	60.25	13.9					
	3	68.68	11.8					
	4	73.18	10.7					
	5	81.08	10					
	6	141.56	25.0					
	1	0	25.0					
	2	60.25	13.9					
	3	68.68	11.8					
	4	73.18	10.7					
	5	81.08	10					
	6	141.56	25.0					
	1	0	25.0					
	2	60.25	13.9					
	3	68.68	11.8					
	4	73.18	10.7					
	5	81.08	10					
	6	141.56	25.0					



**Formulaire à remettre obligatoirement en fin de séance de TP avec les résultats au verso**

Gr. No.	Noms	Prénoms	Emargement	<b>T.P. No.4</b> <b>Résultats Expérimentaux</b> <hr/> <b>Les Débitmètres</b>
Date				

**But**

Vérifier expérimentalement l'efficacité de trois instruments différents pour la mesure de débit, à savoir, le venturi, le diaphragme et le rotamètre.

**Théorie**

**Le venturi**

$$Q_{vent} = 0.98 S_2 \sqrt{\frac{2g \Delta h_{vent}}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \quad (1)$$

avec

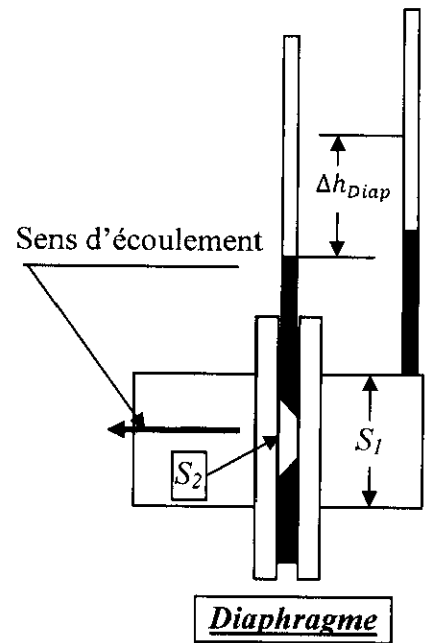
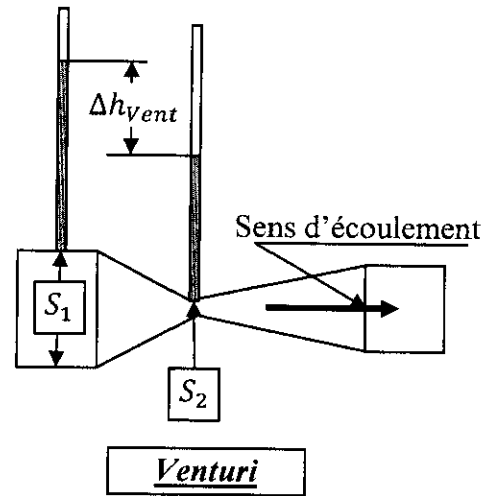
$$S_1 = 7.92 \text{ cm}^2, \quad S_2 = 1.77 \text{ cm}^2 \quad \text{et} \quad \Delta h_{vent} = h_{am} - h_{av}$$

$$Err_{vent} = \frac{|Q_{Rel} - Q_{vent}|}{Q_{Rel}} 100 \quad (2)$$

**Le diaphragme**

$$Q_{Diap} = 0.63 S_2 \sqrt{\frac{2g \Delta h_{Diap}}{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \quad (3)$$

avec





$$S_1 = 7.92 \text{ cm}^2 \quad \& \quad S_2 = 3.14 \text{ cm}^2 \quad \text{et} \quad \Delta h_{\text{Vent}} = h_{\text{am}} - h_{\text{av}}$$

$$Err_{\text{Diap}} = \frac{|Q_{\text{Rel}} - Q_{\text{Diap}}|}{Q_{\text{Rel}}} 100 \quad (4)$$

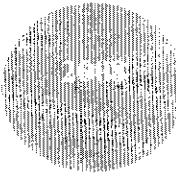
### Le rotamètre

$$Err_{\text{Rota}} = \frac{|Q_{\text{Rel}} - Q_{\text{Rota}}|}{Q_{\text{Rel}}} 100 \quad (5)$$

### Travail demandé

1. Complétez le tableau ci-dessous en calculant le débit réel, le débit estimé par le venturi et le diaphragme en utilisant l'Eq.1 et l'erreur relative pourcent par rapport au débit réel.
2. Tracez sur le même graphe  $Q_{\text{Rota}}(Q_{\text{rel}})$ ,  $Q_{\text{Vent}}(Q_{\text{rel}})$  et  $Q_{\text{Diap}}(Q_{\text{rel}})$ .
3. Tracez sur le même graphe  $Err_{\text{Rota}}(Q_{\text{rel}})$ ,  $Err_{\text{Vent}}(Q_{\text{rel}})$  et  $Err_{\text{Diap}}(Q_{\text{rel}})$ .
4. Commentez les résultats à partir des graphes tracés.

No	Rotamètre		Débit mesuré			Venturi					Diaphragme				
	$Q_{\text{Rota}}$ (l/min)	$Err_{\text{Rota}}$ Eq.5 (%)	Volume recueilli (l)	temps (s)	$Q_{\text{Rel}}$ (l/min)	$h_{\text{am}}$ (mm)	$h_{\text{av}}$ (mm)	$\Delta h_{\text{Vent}}$ (mm)	$Q_{\text{Vent}}$ Eq.1 (l/min)	$Err_{\text{Vent}}$ Eq.2 (%)	$h_{\text{am}}$ (mm)	$h_{\text{av}}$ (mm)	$\Delta h_{\text{Diap}}$ (mm)	$Q_{\text{Diap}}$ q.3 (l/min)	$Err_{\text{Diap}}$ Eq.4 (%)
1	22														
2	18														
3	15														
4	10														
5	5														



**Formulaire à remettre obligatoirement en fin de séance de TP avec les résultats au verso**

Gr. No.	Noms	Prénoms	Emargement	<b>T.P. No.5-a</b> <b>Résultats Expérimentaux</b>  <b>Coefficient de débit</b> <b>charge constante</b>
Date				

**But**

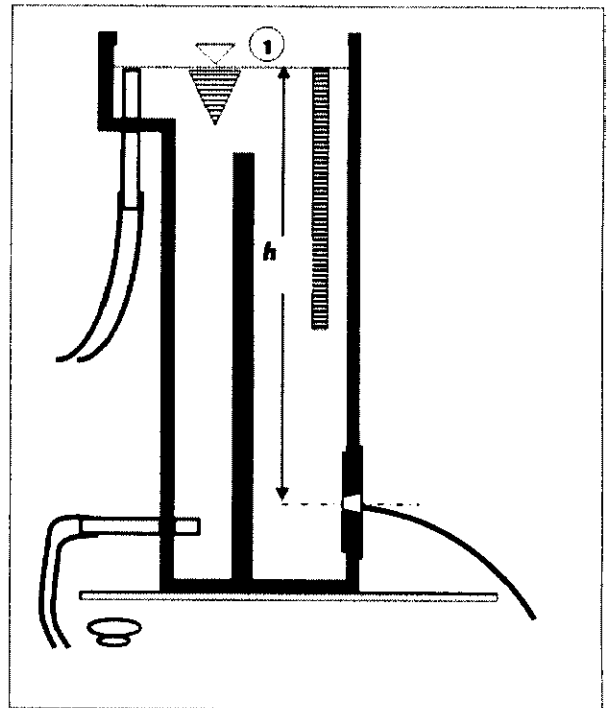
Détermination du coefficient de débit  $C_d$  de deux orifices à parois minces, de 3mm et de 6mm de diamètres, par mesure du débit réel sous une charge constante.

**Théorie**

$$Q_{rel} = C_d S_o \sqrt{2gh} \quad (A)$$

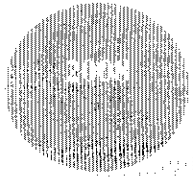
où

- $Q_{rel}$ : Débit réel de l'écoulement
- $h$ : charge constante
- $C_d$ : Coefficient de débit
- $S_R$ : Section du réservoir
- $S_o$ : Section de l'orifice



**Travail demandé**

1. Complétez le tableau ci-après et déduire valeur moyenne de  $C_d$
2. Tracez  $Q(\sqrt{h})$  à partir du tableau et déduire la valeur moyenne de  $C_d$  à partir de la pente de la droite lissée (voir figure ci-après),
3. Comparez les valeurs obtenues par les deux méthodes et dites quelle est l'influence du diamètre et de la charge sur  $C_d$ .
4. Comparez les résultats avec ceux obtenus par la méthode à charge variable et comparez l'ensemble avec les données disponibles dans la littérature.



**Formulaire à remettre obligatoirement en fin de séance de TP avec les résultats au verso**

Gr. No.	Noms	Prénoms	Emargement	<b>T.P. No.5-b</b> <b>Résultats Expérimentaux</b>  <b>Coefficient de débit</b> <b>charge variable</b>
Date				

**But**

Détermination du coefficient de débit  $C_d$  de deux orifices à parois minces, de 3mm et de 6mm de diamètres, par mesure du temps de vidange:

**Théorie**

$$t = - \frac{2}{C_d} \frac{S_R}{S_O} \frac{\sqrt{h_t} - \sqrt{h_o}}{\sqrt{2g}} \quad (A)$$

où

$t$ : temps de vidange entre  $h_t$  &  $h_o$

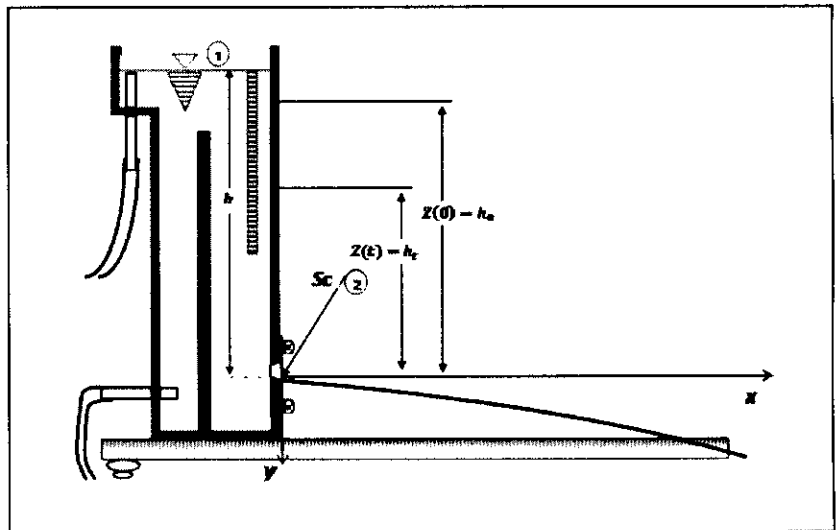
$h_t$ : charge au temps  $t$

$h_o$ : charge au temps  $t = 0$

$C_d$ : Coefficient de débit

$S_R$ : Section du réservoir

$S_O$ : Section du réservoir



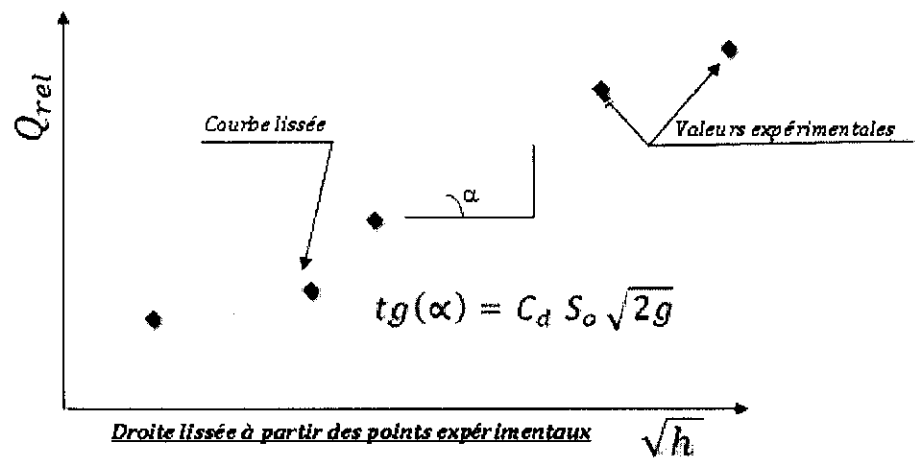
**Travail demandé**

1. Complétez le tableau suivant et déduire la valeur moyenne de  $C_d$
2. Tracez  $t(\sqrt{h_o} - \sqrt{h_t})$  à partir du tableau et déduisez la valeur moyenne de  $C_d$  à partir de la pente  $a$  de la droite lissée, i.e.

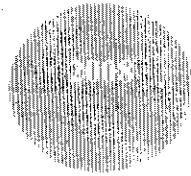
$$a = \frac{2}{C_d} \frac{S_R}{S_O \sqrt{2g}} \Rightarrow C_d = \frac{2}{a} \frac{S_R}{S_O \sqrt{2g}}$$

3. Comparez les valeurs obtenues par les deux méthodes et dites quelle est l'influence du diamètre et de la charge sur  $C_d$ .
4. Comparez les résultats avec ceux obtenus par la méthode à charge variable et comparez l'ensemble avec les données disponibles dans la littérature.

			Orifice diamètre de 6 mm				Orifice diamètre de 3 mm			
No	$h$ (m)	vol (l)	$t$ (s)	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$\sqrt{h}$ (m <sup>1/2</sup> )	$Cd_i$ Eq.A	$t$ (s)	$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	$\sqrt{h}$ (m <sup>1/2</sup> )	$Cd_i$ Eq.A
1	0.4									
2	0.38									
3	0.36									
4	0.34									
5	0.32									
6	0.30									
7	0.28									
8	0.26									
9	0.25									
Valeur moyenne $= \sum_{i=1}^8 Cd_i / 9$						Valeur moyenne $= \sum_{i=1}^8 Cd_i / 9$				
Valeur obtenue à partir de la pente de $Q_{rel}(\sqrt{h}) \equiv \text{Eq.A}$						Valeur obtenue à partir de la pente de $Q_{rel}(\sqrt{h}) \equiv \text{Eq.}$				



			Orifice de 3 mm de diamètre			Orifice de 6 mm de diamètre		
No	$h_0$ (m)	$h_t$ (m)	$t$ (s)	$\sqrt{h_t} - \sqrt{h_0}$ (m <sup>1/2</sup> )	$Cd_i$ (Eq.A)	$t$ (s)	$\sqrt{h_t} - \sqrt{h_0}$ (m <sup>1/2</sup> )	$Cd_i$ (Eq.A)
1	0.410	0.390						
2	0.390	0.370						
3	0.370	0.350						
4	0.350	0.330						
5	0.330	0.310						
6	0.310	0.290						
7	0.290	0.270						
8	0.270	0.250						
			Valeur moyenne $= \sum_{i=1}^8 Cd_i / 8$			Valeur moyenne $= \sum_{i=1}^8 Cd_i / 8$		
			Valeur obtenue à partir de la pente de $t(\sqrt{h_0} - \sqrt{h_t})$ Eq.A			Valeur obtenue à partir de la pente de $t(\sqrt{h_0} - \sqrt{h_t})$ Eq.A		



**Formulaire à remettre obligatoirement en fin de séance de TP avec les résultats au verso**

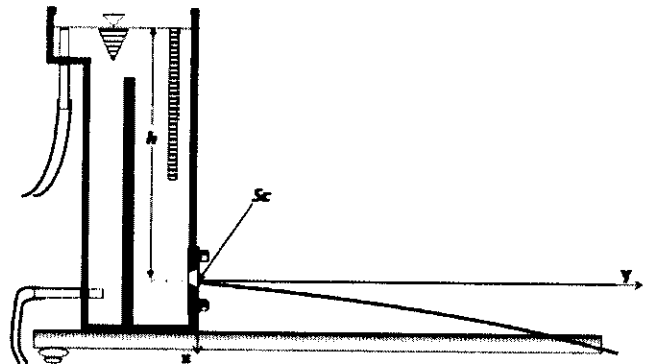
Gr. No.	Noms	Prénoms	Emargement	<b>T.P. No.6</b> <b>Résultats Expérimentaux</b> <hr/> <b>Coefficient de vitesse</b>
Date				

### But

Détermination du coefficient de vitesse  $C_v$  de deux orifices à parois minces, de 3mm et de 6mm de diamètres.

### Théorie

$$x^2 / h = 4 C_v^2 y \quad (A)$$



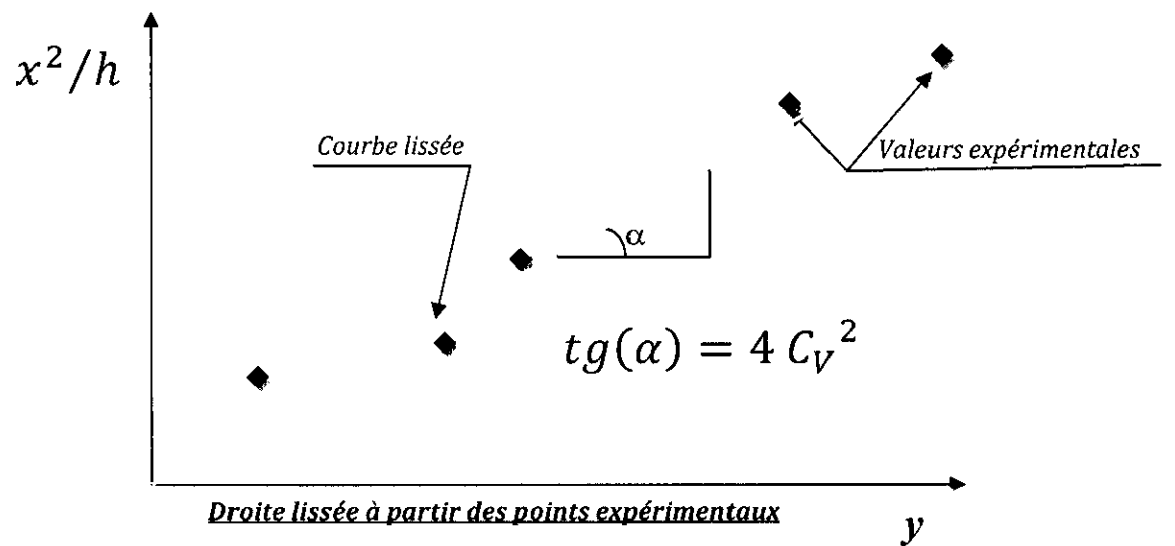
### Travail demandé

1. Notez les valeurs de  $y$  sur les tableaux suivants pour trois charges différentes, à savoir  $h = 400\text{mm}$ ,  $h = 350\text{mm}$  &  $h = 250\text{mm}$
2. Calculez  $C_v$  à partir de l'équation (A) pour différents points  $x, y$  et complétez le tableau au verso.
3. Calculez la valeur moyenne de  $C_v$  à partir du tableau,
4. Tracez les points  $x^2 / h$  en fonction de  $y$  et déduire la valeur de  $C_v$  à partir de la pente de la droite lissée (voir figure ci-dessous).
5. Commentez les valeurs de  $C_v$  obtenues par les deux méthodes pour les deux orifices (origine des erreurs et influence du diamètre et de la charge sur  $C_v$ , entre autres).

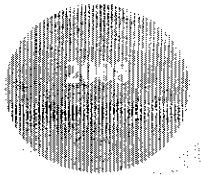
Charge h= 400 mm									
Orifice de 3 mm					Orifice de 6 mm				
No.	x (m)	y (m)	x <sup>2</sup> /h (m)	C <sub>V<sub>i</sub></sub> (Eq.A)	No.	x (m)	y (m)	x <sup>2</sup> /h (m)	C <sub>V<sub>i</sub></sub> (Eq.A)
0	0.00	0.00			0	0.00	0.00		
1	0.05				1	0.05			
2	0.10				2	0.10			
3	0.15				3	0.15			
4	0.20				4	0.20			
5	0.25				5	0.25			
6	0.30				6	0.30			
7	0.35				7	0.35			
8	0.4				8	0.4			
Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$					Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$				

Charge h= 350 mm									
Orifice de 3 mm					Orifice de 6 mm				
No.	x (m)	y (m)	x <sup>2</sup> /h (m)	C <sub>V<sub>i</sub></sub> (Eq.A)	No.	x (m)	y (m)	x <sup>2</sup> /h (m)	C <sub>V<sub>i</sub></sub> (Eq.A)
0	0.00	0.00			0	0.00	0.00		
1	0.05				1	0.05			
2	0.10				2	0.10			
3	0.15				3	0.15			
4	0.20				4	0.20			
5	0.25				5	0.25			
6	0.30				6	0.30			
7	0.35				7	0.35			
8	0.4				8	0.4			
Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$					Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$				

Charge h= 250 mm									
Orifice de 3 mm					Orifice de 6 mm				
No.	x (m)	y (m)	x <sup>2</sup> /h (m)	C <sub>V<sub>i</sub></sub> (Eq.A)	No.	x (m)	y (m)	x <sup>2</sup> /h (m)	C <sub>V<sub>i</sub></sub> (Eq.A)
0	0.00	0.00			0	0.00	0.00		
1	0.05				1	0.05			
2	0.10				2	0.10			
3	0.15				3	0.15			
4	0.20				4	0.20			
5	0.25				5	0.25			
6	0.30				6	0.30			
7	0.35				7	0.35			
8	0.4				8	0.4			
Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$					Valeur moyenne : $\sum_{i=1}^{n-1} C_{V_i}$				







**Formulaire à remettre obligatoirement en fin de séance de TP avec les résultats au verso**

Gr. No.	Noms	Prénoms	Emargement	<p style="text-align: center;"><b>T.P. No.7</b> <b>Résultats Expérimentaux</b></p>
Date				
				<p><b>Impact du jet</b></p> <hr style="border: 1px solid black;"/>

**But**

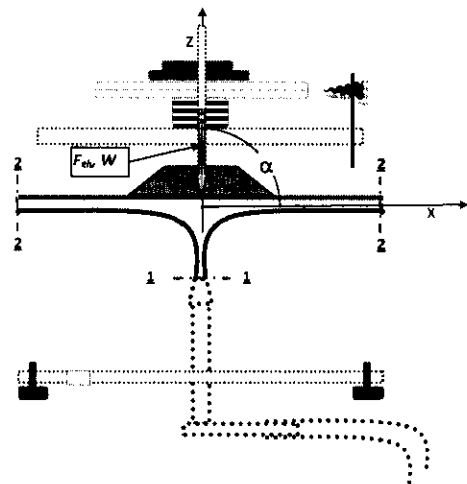
Mesurer expérimentalement l'impact d'un jet sur trois obstacles différents et comparer les résultats avec ceux estimés théoriquement.

**Théorie**

$$F_{th90} = \rho Q^2 / S_j \quad (1)$$

$$F_{th120} = \frac{3}{2} \rho Q^2 / S_j \quad (2)$$

$$F_{th180} = 2 \rho Q^2 / S_j \quad (3)$$



avec

$\rho$  : masse volumique de l'eau [ $kg/m^3$ ]

$S_j$  : section du jet [ $m^2$ ]

$Q$  : débit ( $m^3/s$ )

**Travail demandé**

1. Complétez le tableau au verso,
2. Tracez  $F_{th90}(Q)$ ,  $W_{90}(Q)$ ,  $F_{th120}(Q)$ ,  $W_{120}(Q)$ ,  $F_{th180}(Q)$ , et  $W_{180}(Q)$  sur le même graphe,
3. Tracez  $Err_{90}(Q)$ ,  $Err_{120}(Q)$ , et  $Err_{180}(Q)$  sur le même graphe,
4. Commentez les graphes.

	No	$Q$ (l/mn)	$W_{90}$ (g)	$W_{90}$ (N)	$F_{th90}$ (Eq.1) (N)	$Err_{90}$ (%)
$\alpha=90^\circ$	1		20			
	2		50			
	3		100			
	4		150			
	5		200			

	No	$Q$ (l/mn)	$W_{90}$ (g)	$W_{90}$ (N)	$F_{th90}$ (Eq.1) (N)	$Err_{90}$ (%)
$\alpha=120^\circ$	1		20			
	2		50			
	3		100			
	4		150			
	5		200			

	No	$Q$ (l/mn)	$W_{90}$ (g)	$W_{90}$ (N)	$F_{th90}$ (Eq.1) (N)	$Err_{90}$ (%)
$\alpha=180^\circ$	1		20			
	2		50			
	3		100			
	4		150			
	5		200			