

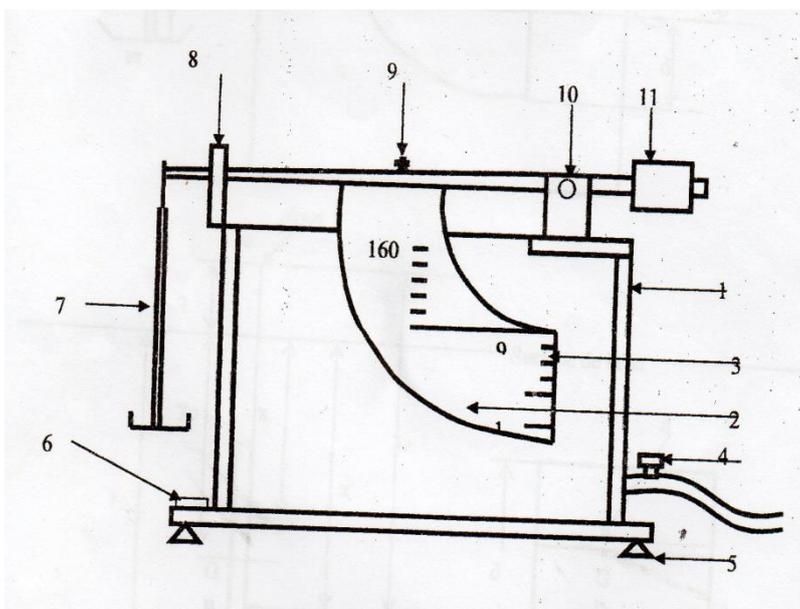
TP N°2 ETUDE DU CENTRE DE POUSSEE

2.1 But de l'expérience:

- Détermination de la force de pression
- Détermination du centre de poussée.

2.2 Description du dispositif expérimental:

Le dispositif (voir figure1) est constitué d'un bac en plastique transparent dont le bâtis s'appuie sur la table de travail par l'intermédiaire de vis qui servent aussi pour la mise à niveau à bulle permet de vérifier l'horizontalité de l'appareil. Le bac est ouvert à sa partie supérieure. Ce qui permet le remplissage en eau et le montage des accessoires du dispositif expérimental. Le bac est muni d'une vanne de vidange. La surface sur laquelle agit la poussée hydrostatique est constituée d'un plongeur ayant la forme d'un quart de couronne, sur l'autre extrémité est fixé le dispositif qui permet de réaliser l'équilibre de la surface verticale sur laquelle agit la poussée hydrostatique en fonction du niveau d'eau dans le bac. L'ensemble peut pivoter autour d'un axe horizontal.

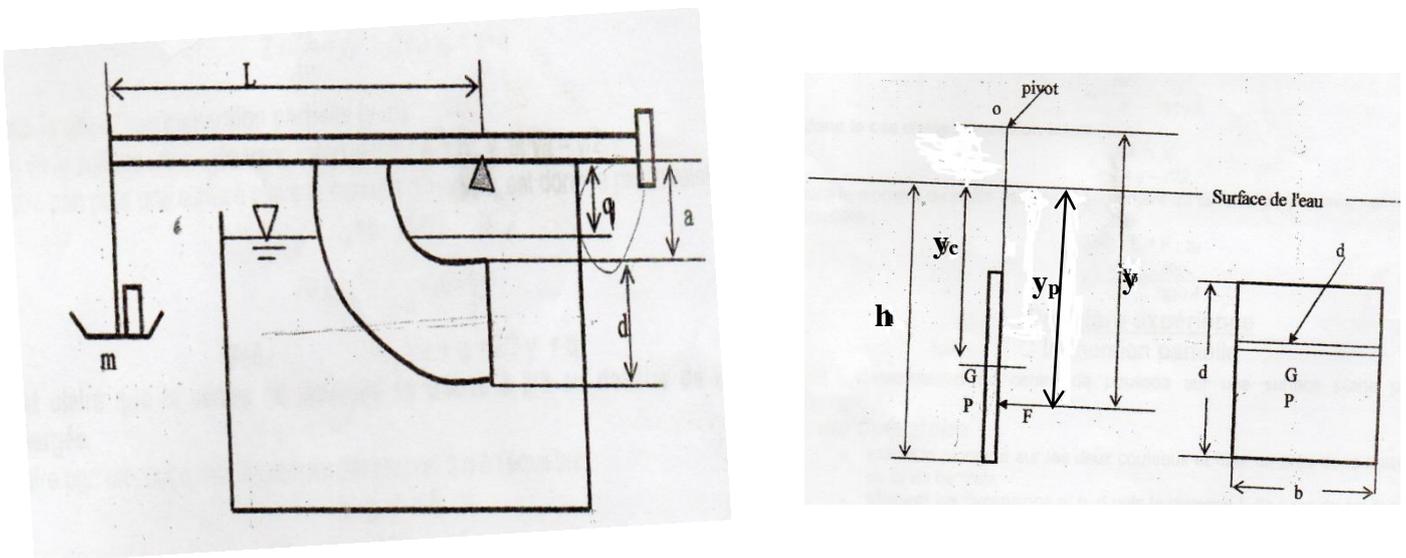


- 1- bac
- 2- plongeur
- 3- échelle
- 4- vanne de vidange
- 5- pieds
- 6- voyant de niveau
- 7- plateau de balance
- 8- indicateur de niveau
- 9- vis de serrage
- 10- pivot
- 11- contre poids d'équilibrage

Figure 1. Dispositif expérimental

L'immersion partielle ou totale de la surface entraine un changement de la valeur de la force de poussée ainsi que le point d'application de cette force ce qui provoque le déséquilibre de la position du plongeur en forme de quart de couronne. La position adéquate de la tige est obtenue en plaçant une masse adéquate dans le plateau de la balance. Des graduations sont imprimées sur le plongeur permettent d'effectuer des divers essais pour des niveaux d'eau différents pour le cas de l'immersion partielle ou totale de la paroi plane. Ce dispositif permet de déterminer directement le moment dû à la poussée d'un liquide sur une paroi plane verticale totalement ou partiellement immergée et de comparer avec les résultats obtenus par le calcul.

Le moment de la force exercée par la pression hydrostatique est mesuré à l'aide des masses masquées.



2.3 Rappels de la théorie:

Théorème d'Archimède:

Tout corps plongé dans un fluide reçoit de la part de ce fluide une force (poussée) verticale dirigée vers le haut et dont l'intensité est égale au poids du volume de fluide déplacé (ce volume est donc égal au volume immergé du corps)

$$F_{\text{poussée}} = \rho_{\text{fluide}} \cdot V_{\text{imm}} \cdot g$$

3 Immersion partielle

3.1 Calculs expérimentaux:

a. La force de pression:

$$F = \rho \cdot g \cdot y_c \cdot A, \quad y_c = \frac{h}{2}, \quad A = h \cdot b \Rightarrow F = \rho \cdot g \cdot y_c \cdot A = \frac{1}{2} \rho \cdot g \cdot b \cdot h^2$$

A: est la surface immergée

b. Le centre de poussée:

Le moment de poussée par rapport à l'axe du pivot est donné par:

$$\sum M/o = y.F = P.L \Rightarrow y.F = m.g.L$$

$$\Rightarrow y = \frac{m.g.L}{F}$$

$$y_p = a + d - \frac{h}{3}$$

Où (m) est la masse placée dans le plateau de la balance

(L): est la distance entre l'axe de la balance et l'axe du pivot.

3.2 Calculs théoriques:

a. Centre de poussée:

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c.A}$$

$$I_x = \frac{b.h^3}{12}, \quad A = b.h$$

I_x : représente le moment d'inertie de la surface

$$\text{Pour une surface rectangulaire: on a } y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c.A} = \frac{h}{2} + \frac{\frac{bh^3}{12}}{\frac{bh^2}{2}} = \frac{h}{2} + \frac{h}{6} = \frac{2h}{3}$$

$$\text{Donc } y_p = \frac{2h}{3}$$

b. Force de pression:

$$y = d + a - (h - y_p)$$

$$F = \frac{m.g.L}{y}$$

4. Immersion totale

4.1 Calculs expérimentaux:

a. La force de pression:

$$F = \rho.g.y_c.A, \quad y_c = h - \frac{d}{2}, \quad A = b.d$$

$$\sum M/o = y.F = P.L \Rightarrow y.F = m.g.L$$

b. Le centre de poussée:

$$y = \frac{m.g.L}{F}$$

$$y_p = y - a$$

4.2 Calculs théoriques:

$$y_p = y_c + \frac{I_x}{y_c \cdot A} \quad y_p = y_c + \frac{bd^3/12}{b \cdot d \cdot y_c} = y_c + \frac{d^2}{12 \cdot y_c}$$

$$I_x = \frac{b \cdot d^3}{12}, \quad A = b \cdot d$$

b. Force de pression

$$y = a + \frac{d}{2} + (y_p - y_c) \quad \text{Et} \quad F = \frac{m \cdot g \cdot L}{y}$$

F: la force de pression(N)

ρ : la masse volumique de l'eau ($\rho=1000\text{kg/m}^3$)

h: la hauteur de l'eau (mm)

m: masse (g)

y_c : centre de gravité

g: l'accélération de la pesanteur ($g=9.81\text{m/s}^2$)

A: la surface mouillée (m^2)

y: point d'application de la force de pression(m)

y_p : centre de poussée (m)

I_x : moment d'inertie de la paroi

On donne les dimensions: **L=275mm, a=100mm, b=75mm, d=100mm**

2.4 Mode opératoire

- Placer le plongeur sur les deux couteaux et fixer au bras de la balance à l'aide de la vis centrale.
- Mettre à niveau la cuve de plexiglas, ce dernier est ajusté grâce à ses pieds réglables.
- Equilibrer les bras de la balance en déplaçant les contre poids.
- Introduire de l'eau dans la cuve jusqu'à ce que le niveau de l'eau arrive au bas du plongeur.
- Placer une masse sur la balance (qui est devenue déséquilibrée) .
- Introduire de l'eau dans la cuve jusqu'à équilibre de la balance et relever ainsi la hauteur de l'eau d'après l'échelle de mesure.
- Répéter l'opération plusieurs fois en ajoutant des masses.

Dans cette expérience, deux cas sont à envisager :

L'immersion partielle

L'immersion totale

| Masse(g) | Imm.partielle(h)(mm) |
|----------|----------------------|
| 50 | |
| 100 | |
| 150 | |
| 200 | |
| 250 | |

| Masse(g) | Imm.totale (h)(mm) |
|----------|--------------------|
| 300 | |
| 350 | |
| 400 | |
| 450 | |
| | |

2.4 Travail demandé

1. Compléter les tableaux 2.1 et 2.2 du calcul expérimental pour le cas de l'immersion partielle et totale.
2. Compléter les tableaux 2.3 et 2.4 du calcul théorique pour le cas de l'immersion partielle et totale.
3. Tracer les graphes y_{th} et $y_{exp}=f(h)$ ainsi que F_{the} et $F_{exp}=f(h)$.
4. Comparer les résultats et conclure.

1. Calcul expérimental:

Tableau 2.1 Immersion partielle

| M(Kg) | h(m) | $y_c(m)$ | A(m ²) | F(N) | y(m) | $y_p(m)$ |
|-------|------|----------|--------------------|------|------|----------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Tableau 2.2 Immersion totale

| M(Kg) | h(m) | $y_c(m)$ | A(m ²) | F(N) | y(m) | $y_p(m)$ |
|-------|------|----------|--------------------|------|------|----------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

2. Calcul théorique:

Tableau 2.3 Immersion partielle

| M(Kg) | h(m) | y_c(m) | A(m²) | I_x | y_p(m) | y(m) | F(N) |
|--------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Tableau 2.4 Immersion totale

| M(Kg) | h(m) | y_c(m) | A(m²) | I_x | y_p(m) | y(m) | F(N) |
|--------------|-------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |