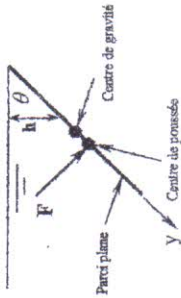


TP N°3 D'HYDRAULIQUE GENERALE 1
POUSSEE SUR UNE PAROI : CENTRE DE POUSSEE

1- Rappels théoriques

1-1- Définition du centre de poussée :

Soit une paroi plane immergée dans un liquide (figure ci-contre). Le centre de poussée est le point d'application de la résultante F de toutes les forces de pression qui s'exercent sur cette paroi.



1-2- Paroi plane

1-2-1- Calcul de la force F sur une paroi plane :

La force qui s'exerce sur le petit élément de paroi de surface dS, de profondeur h est :

$$dF = P \cdot dS = \rho g h dS$$

Où :

- P : Pression à la profondeur h
- ρ : Masse volumique du liquide

La résultante F sera :

$$F = \int \rho g h dS$$

Si la paroi est rectangulaire, de largeur l, sur une bande de hauteur dy se trouvant à la profondeur h, la force est :

$$dF = \rho g h dS = \rho g y \sin \theta dy$$

La force totale F :

$$F = \int_0^L dF = \int_0^L \rho g y \sin \theta dy = \rho g l \sin \theta \int_0^L y dy = \rho g l \sin \theta \left(\frac{1}{2} L^2 \right)$$

$$F = \rho g l L \sin \theta y_G = \rho g h_G S$$

1-2-2- Détermination du point d'application de la force F (centre de poussée) :

On considère toujours une paroi rectangulaire (l x L). Pour déterminer la position du centre de poussée, il faut chercher le moment de la force qui s'exerce sur un élément de surface dS par rapport à un axe horizontal passant par la surface libre de liquide. Ce moment dM est égal à :

$$dM = dF y$$

Pour trouver le moment total, on somme sur toute la longueur L.

$$M_1 = \int_0^L dF \cdot y = \int_0^L \rho g y \sin \theta dy \cdot y = \rho g \sin \theta \int_0^L y^2 dy$$

Ce moment est égal au moment de la résultante qui s'applique en un point distant de C de la surface :

$$M_1 = F \cdot C$$

En égalant les deux expressions du moment, on obtient :

$$M_1 = M_2 ; \quad \rho g \sin \theta l \int_0^L y^2 dy = F \cdot C$$

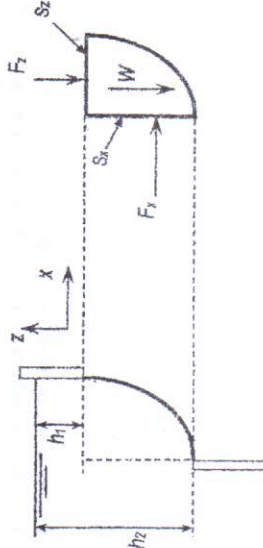
$$C = \frac{\rho g \sin \theta l \int_0^L y^2 dy}{F}$$

Donc :

1-3- Paroi courbée :

1-3-1- Calcul de la force :

La force hydrostatique sur une surface courbée peut être obtenue par le calcul des composantes horizontales et verticales.



La composante horizontale de la force, F_x , est égale à la force qui s'exerce sur la projection de la surface courbée selon x, soit S_x .

$$F_x = \rho g h_G \cdot S_x = \rho g \frac{1}{2} (h_1 + h_2)$$

La composante verticale de la force, F_z , est égale à la force hydrostatique qui agirait sur la projection de la surface selon z, soit S_z , plus le poids, W, soit :

$$F_z = \rho g h_G \cdot S_z + W$$

L'intensité de la composante verticale de la force de pression, F_z , est donc égale au poids d'une colonne verticale de fluide s'appuyant sur la surface.

II- Travail expérimental :

L'appareil de centre de poussée (figure 1) permet de mesurer le moment dû à la poussée d'un fluide sur une surface plane, partiellement ou complètement immergée. Le montage permet de faire varier l'inclinaison de la surface plane, par rapport à la verticale, afin d'étudier le problème dans toute sa généralité.

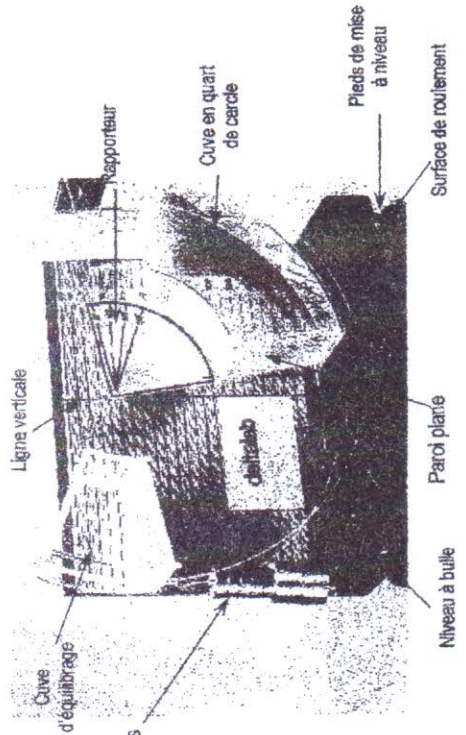


Figure 1 : Appareil d'étude du centre de poussée

L'eau est contenue dans un récipient ayant la forme d'un quart de cercle, ce qui permet de faire rouler sur une surface plane. Les axes des parois cylindriques de ce quart de cercle coïncident avec le centre de rotation du récipient ; ainsi la pression du fluide agissant sur ces surfaces, exerce un moment nul sur ce centre de poussée. Le moment mesuré correspond uniquement à la pression du liquide exercée sur la surface plane. Ce moment est mesuré à l'aide de masses marquées, suspendues à un support de poids, monté sur le bloc semi-circulaire, du côté opposé au quart de cylindre. Une deuxième cuve, située du même côté que le support de poids facilite l'équilibrage et permet de réaliser différents angles d'équilibrage.

L'angle de la surface plane avec la verticale et la distance h depuis l'axe de rotation jusqu'à la surface de l'eau dans la cuve en quart de cercle, se mesure sur un rapporteur gradué monté sur la cuve, et sur une échelle linéaire fixée au panneau arrière.

L'appareil est équipé de pieds de mise à niveau et d'un niveau à bulle. Un plateau est fourni avec l'appareil pour protéger la surface de roulement lorsqu'il n'est pas en service.

II.1. Installation et préparation :

Il est indispensable de manipuler avec beaucoup de précaution la surface et les bords de roulement de la cuve lors de l'utilisation de l'appareil et de les protéger lors de son rangement.

- Vérifier que la graduation du panneau arrière se met bien à niveau de sorte que la ligne zéro passe par le centre de rotation et s'aligne avec la ligne zéro du bac ;
- Mettre le plateau de base à niveau à l'aide des pieds, tout en surveillant le niveau à bulle ;
- Equilibrer l'appareil pour amener le plan immergé à l'angle θ avec la verticale, en versant doucement l'eau dans la cuve d'équilibrage, jusqu'à la position d'équilibre désirée. Le rapporteur se lit en fonction de la ligne zéro sur l'échelle graduée. Il est possible d'enlever l'excédent d'eau à l'aide de la pipette.
- Accrocher une masse m au support de poids
- Verser de l'eau dans le quadrant jusqu'à revenir à l'équilibre précédent ;
- Noter la masse et la hauteur h ;
- Répéter l'opération pour la masse $m/2$.
- Refaire la même chose pour un autre angle θ