

2.8 Les forces hydrostatiques appliquées sur les surfaces

2.8.1 Force de pression sur une surface plane

Sur un plan horizontal dans un liquide au repos la pression est la même.

$$F = \rho \cdot g \cdot h \cdot S \quad (S : \text{est la surface})$$

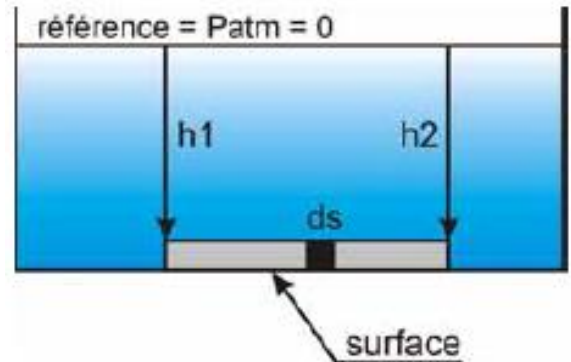


Fig. 2.11: force de pression sur une surface plane.

La force de pression du liquide correspond au poids de la colonne du liquide à une hauteur « h » au-dessus de lui. Donc la force dépend de la hauteur « h » et de la surface du fond, et ne dépend ni du volume, ni du fond du réservoir.

2.8.2 Force de pression sur une surface verticale ou inclinée

Chaque point d'une surface inclinée en contact avec le liquide est soumis à une pression différente en fonction de la profondeur d'immersion.

$$F = \rho \cdot g \cdot h_{c.g} \cdot S$$

avec, $h_{c.g}$: hauteur du centre de gravité de la surface « S »

Donc pour calculer l'intensité (grandeur) de la force de pression « F » agissant sur une paroi, on doit connaître la position de son centre de gravité.

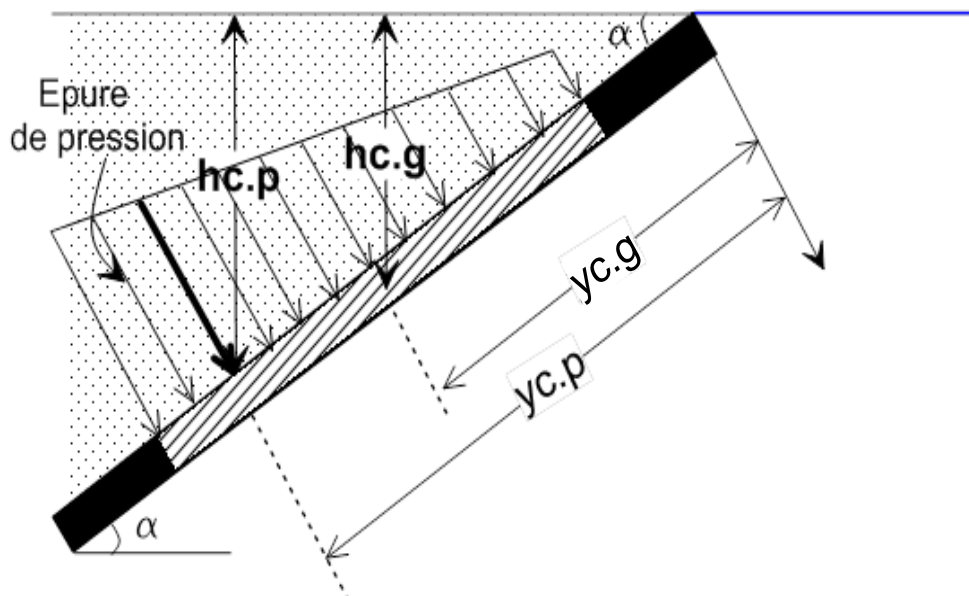


Fig. 2.12: Force de pression et centre de poussée d'un liquide sur un plan incliné.

Pour déterminer le point d'application de la force « F », on doit déterminer la hauteur du centre de poussée « hc.p ». Pour cela on utilise un principe de la mécanique (principe de moment par rapport « x », soit :

$$y_{c.p} = \frac{I_x}{y_{c.g} \cdot S}$$

Avec, S : surface de la paroi ;

$y_{c.g}$: la distance entre le bord de l'eau et le centre de gravité ;

I_x : le moment d'inertie de la surface de la paroi par rapport au bord de l'eau.

Pour le calcul de « I_x », on remplace le moment d'inertie par rapport au bord de l'eau par le moment d'inertie « $I_{c.g}$ » par rapport à l'axe parallèle à celui-ci qui passe par le centre de gravité.

$I_x = I_{c.g} + y_{c.g}^2 \cdot S$, donc on obtient $y_{c.p} = y_{c.g} + \frac{I_{c.g}}{S \cdot y_{c.g}}$

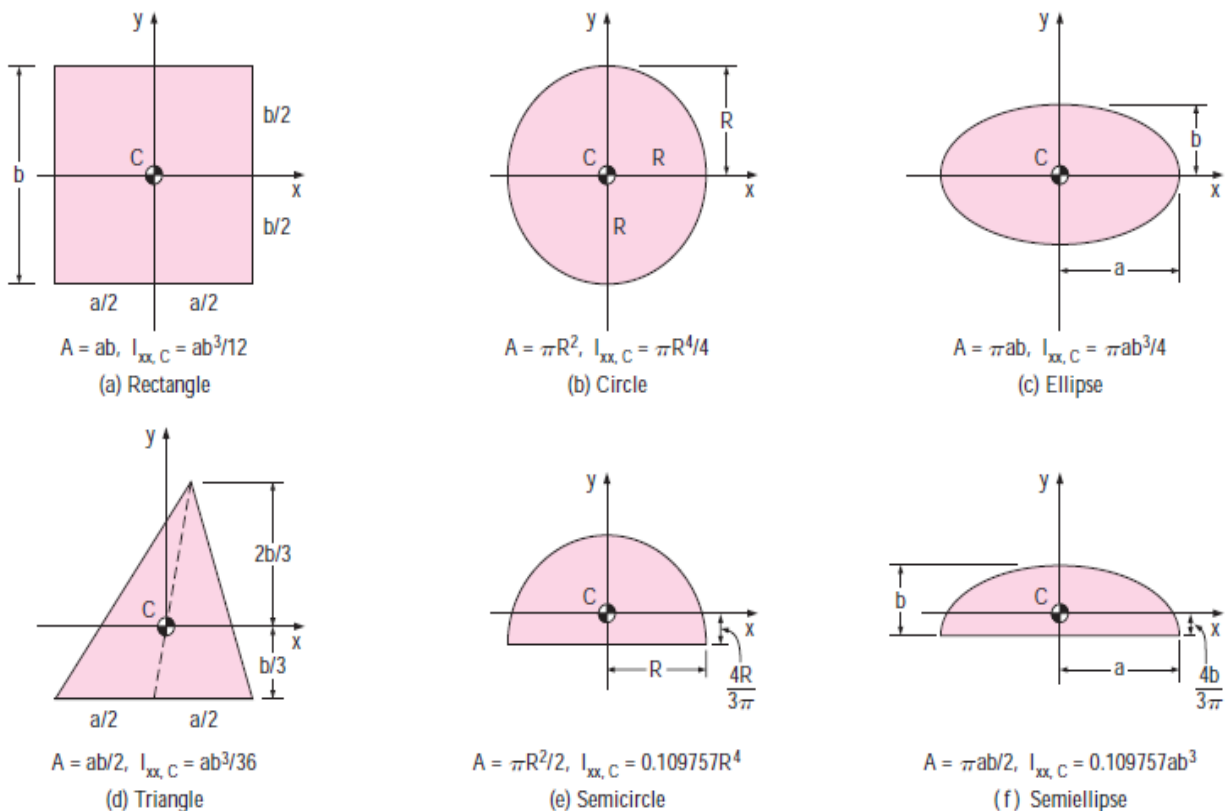


Fig. 2.13 : Moment d'inertie, surface et centre de gravité de quelques formes géométriques (Yunus et al. 2006).

2.8.3 Force de pression sur une surface courbe

La force de pression ou la force hydrostatique « F_R » appliquée sur une surface courbe est égale la résultante entre la forces de poussée horizontale « F_H » et verticale « F_v ».

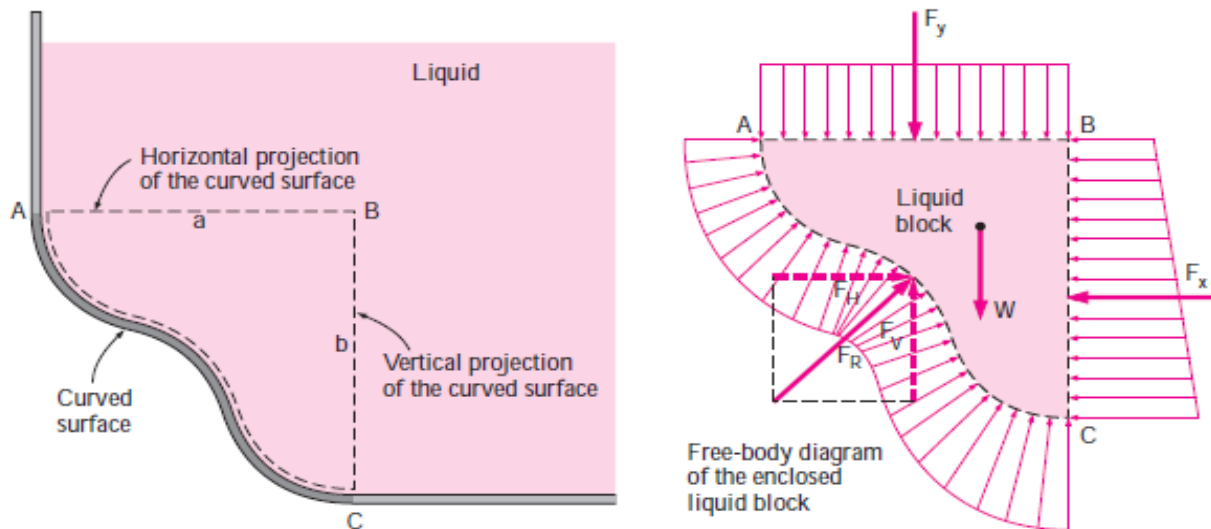


Fig. 2. 14 : Détermination de la force hydrostatique agissant sur une surface incurvée immergée (Yunus et al. 2006).

La composante horizontale de poussée est égale au produit de cette pression « P » et de la projection verticale de cette surface.

$$F_H = F_x = \rho \cdot g \cdot h_{c.g} \cdot S_v \quad \text{avec } S_v : \text{surface sur la projection verticale}$$

$$F_v = F_y + W = F_y + \rho \cdot g \cdot V \quad \text{avec } V: \text{volume du liquide de la surface ABC.}$$

$$F = \sqrt{F_H^2 + F_v^2}$$

$$\beta = \text{Arctg} (F_v / F_H)$$

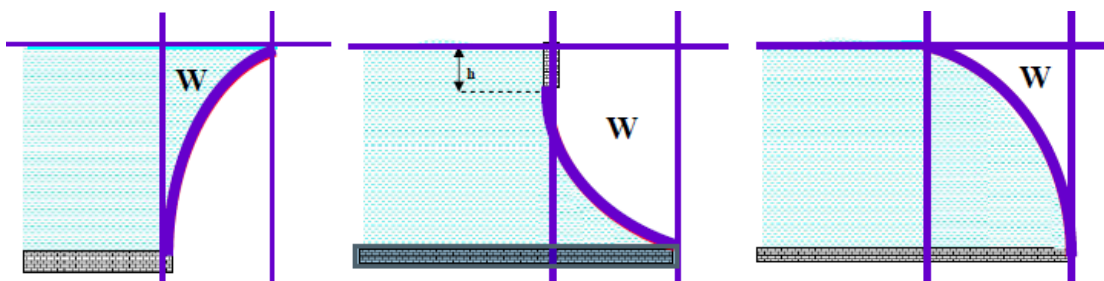
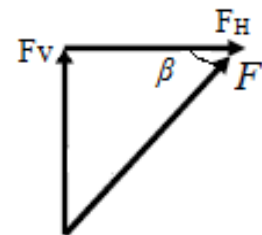


Fig. 2. 15 : Exemples de détermination du poids « W » dans le cas d'une surface courbe

Exemple de calcul

Déterminer la force résultante F pour une hauteur de remplissage d'eau $R=4\text{m}$ dans les trois cas.