

Examen partiel

Le barrage flottant

Le 20 avril 2010, une explosion dévastait *Deepwater Horizon*, la plate-forme de forage pétrolier exploitée par BP et ancrée dans le Golfe du Mexique, faisant onze victimes. La plate-forme sombrait dans les profondeurs peu après l'explosion, rompant le tuyau de remontée de brut, à sa base, à 1500 m de profondeur. Le brut jaillissant du puits menaçait aussitôt de produire l'une des plus graves marées noires de l'histoire. Le pétrole s'épanchant dans l'eau de mer est plus léger que celle-ci. Pour l'essentiel, il remonte donc à la surface, et la première mesure à prendre pour limiter l'ampleur de la catastrophe prévisible, était de tenter de confiner la nappe en formation, à l'intérieur d'un ***barrage flottant***, dans l'espoir de limiter l'impact sur l'environnement (avec un E majuscule, mais aussi, avec un e minuscule).

Un tel barrage est constitué d'un *boudin* de section circulaire, déployé en un vaste cercle, en surface, autour de la verticale du puits. L'objet de ce problème est de dimensionner ce barrage pour qu'il remplisse efficacement sa mission ; le dimensionner, c'est à dire, choisir le rayon r du boudin, le matériau le constituant (en particulier sa masse volumique ρ_b), et la longueur de boudin qu'il faudra déployer.

Nous désignerons respectivement, par ρ_p et ρ_e , les masses volumiques du pétrole et de l'eau de mer. Nous noterons Oz , l'axe vertical ascendant dont l'origine O est placée au centre d'une section droite du boudin. Les cotes des surfaces libres de la nappe de pétrole confinée et de l'eau de mer hors du barrage seront alors notées, respectivement, z_p et z_e . On désignera de même, par z_i la cote de l'interface pétrole-eau à l'intérieur du barrage. Ox (dirigé vers l'extérieur) sera utilisé comme axe horizontal dans le plan d'une section droite du boudin (Figure 1). Dans la deuxième partie, on associera aux cotes z , un angle polaire θ compté dans le sens direct, à partir de la verticale ascendante Oz , autour de l'origine O . Les valeurs (algébriques) des angles polaires α_p , α_e et α_i sont associées à z_p , z_e et z_i .

Nous admettrons que la nappe de pétrole confinée dans le barrage, tout comme l'eau de mer à l'entour, sont au repos. Nous noterons p la pression hydrostatique *relative* (par rapport à l'atmosphère) dans les liquides.

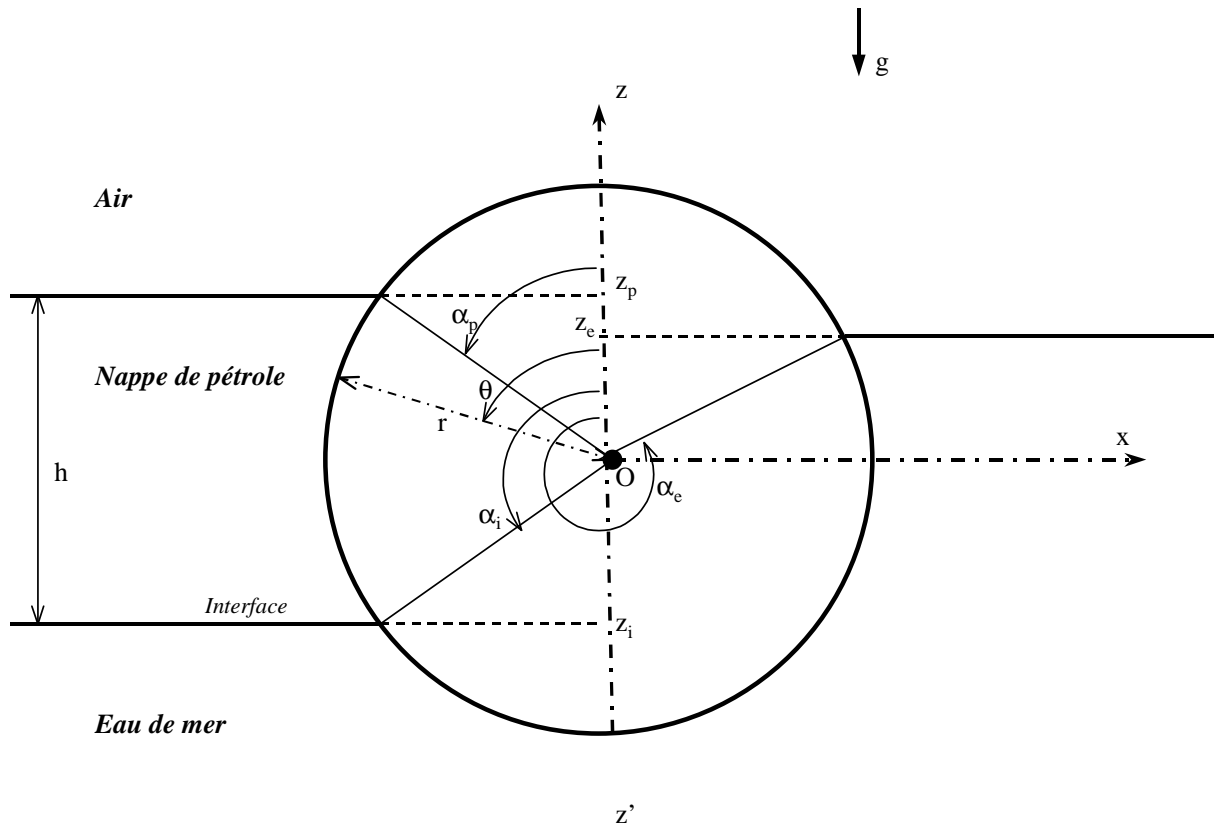


Figure 1 : Vue en coupe du boudin et de la nappe de pétrole qu'il retient.

Données :

$$\rho_p = 918 \text{ kg/m}^3 \quad \rho_e = 1020 \text{ kg/m}^3 \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2 .$$

Première partie : Les pressions et la rétention.

Deuxième partie : Equilibre vertical du boudin.