Travaux Dirigés	Restaurant sous-marin Modélisation des actions mécaniques

1. Mise en contexte

Figure 1 - Vue intérieure de la salle « Ithaa ».

Le Rangali Island Restaurant est un restaurant dans les Maldives proposant une salle sous-marine nommée Ithaa (Figure 1) pouvant accueillir 14 personnes.

La construction d'Ithaa a commencé à Singapour en mai 2004 et s'est terminée en octobre 2004, y compris l'installation d'arches en acrylique de 5 mètres de large, de la climatisation et des circuits électriques.

Le 1er novembre 2004, Ithaa a été embarqué sur une barge océanique pour être transporté aux Maldives. Le voyage a duré 16 jours. À ce moment là, Ithaa pesait 175 tonnes.

Le 19 novembre 2004, Ithaa a été "coulé" à l'aide de 85 tonnes de ballast de sable chargées dans son ventre. Il a été manœuvré avec précision sur quatre pieux en acier qui avaient été vibro-martelés de 4 à 5 mètres dans le fond marin. Il a ensuite été fixé aux pieux en acier avec du béton.

La structure principalement acrylique de 5 mètres sur 9 mètres est recouverte d'acrylique R-Cast avec un toit transparent offrant une vue sous-marine panoramique à 270. Le restaurant a été conçu et construit par M.J. Murphy Ltd - une société de conseil en design basée en Nouvelle-Zélande - et a été ouvert en avril 2005.

La durée de vie estimée du restaurant est de 20 ans.

2. Dimensionnement de la voute

***Objectif** : Déterminer le torseur de l'action de l'eau sur la baie vitrée.*

On suppose que les baies vitrées ont une structure cylindrique de rayon constant R et de longueur L (Figure 2).

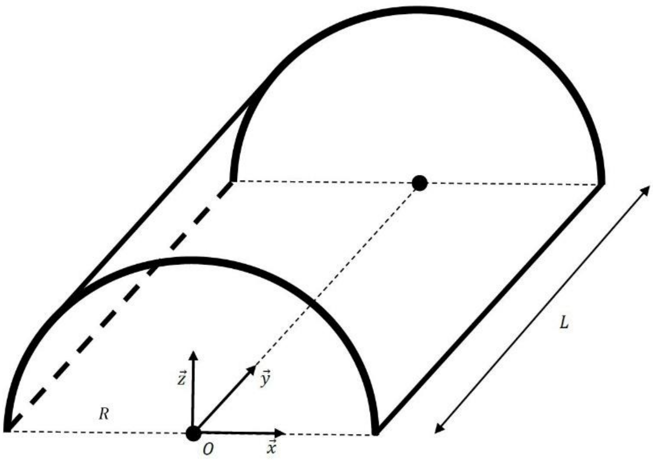

Figure 2 - Forme du modèle de la voute

Le modèle de la Figure 3 est retenu pour la densité surfacique d'effort :

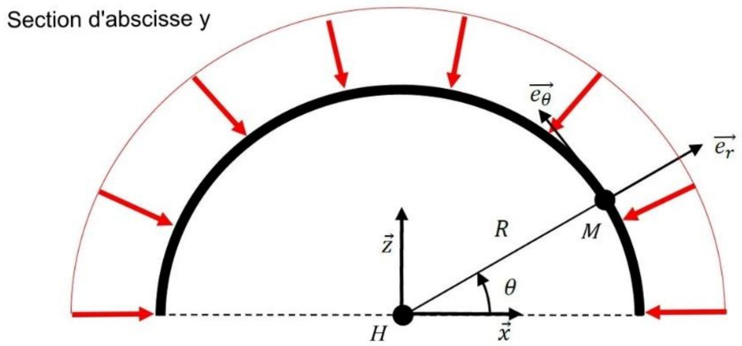

Figure 3 - Modèle pour la densité surfacique d'effort

La variation de pression entre le haut et le bas des baies vitrées est négligée. La pression est supposée constante et égale à $p(M) = p_0 = cte$.

Valeurs numériques :

$$p_0 = 101325\ Pa\ ;\ R = 2{,}5\ m\ ;\ L = 15\ m$$

1.1 Exprimer les coordonnées du point M en coordonnées cylindriques dans la base $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_y)$ puis cartésiennes dans la base $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

1.2 Exprimer l'élément de surface dS au voisinage du point M.

1.3 Exprimer l'action locale en M : $d\vec{R}(eau \to voute) = d\vec{R}(M)$.

1.4 Déterminer le torseur d'action mécanique en O de l'eau sur la voute :

$$\{\mathcal{T}(eau \to voute)\} = \begin{Bmatrix} \vec{R}(eau \to voute) \\ \vec{M}(O, eau \to voute) \end{Bmatrix}_O$$

1.5 Trouver le point A tel que $\vec{M}(A, eau \to voute) = \vec{0}$