

## EXERCICE DE COLLE 3

### STATIQUE – ACTIONS MECANQUES

#### Effet Magnus

L'effet Magnus est à la source de la création d'une force, créée par le flux d'un fluide visqueux sur un solide en rotation. Cette force est perpendiculaire à la direction principale de la vitesse du fluide. Cet effet permet d'expliquer les effets sur les valles ou ballons, les trajectoires en balistique, ... et un système de propulsion particulier sur un navire.

Deux rotors verticaux de 2 mètres de diamètre et de 8 mètres de hauteur, en rotation autour de leur axe à la vitesse angulaire de 200 tours par minute, sont utilisés pour la propulsion d'un navire.

Le vecteur vitesse relative  $V_0 \vec{x}$  du vent par rapport au navire est de 40 km/h et il est perpendiculaire au navire.

On montre en aérodynamique que dans un tel écoulement la répartition des pressions sur le cylindre est  $\overrightarrow{p(M)} = -\frac{1}{2} \rho V_0^2 \left( 1 - \left( \frac{\omega r}{V_0} - 2 \sin \alpha \right)^2 \right) \vec{n}$ .  $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$ .

$\rho$  est la masse volumique de l'air,  $V_0$  vitesse du vent suivant  $\vec{x}$ ,  $\omega$  vitesse de rotation du cylindre autour de l'axe  $(O, \vec{z})$ ,  $r$  rayon du cylindre (m),  $\vec{n}$  vecteur unitaire normal à la surface latérale du cylindre, orienté vers l'extérieur du cylindre  $\alpha = (\vec{x}, \vec{n})$ .

1. Donner l'expression littérale de la résultante générale des pressions aérodynamiques pour une hauteur  $h$  (m) rotor cylindrique.
2. En déduire la force propulsive théorique qui entraîne le navire.

