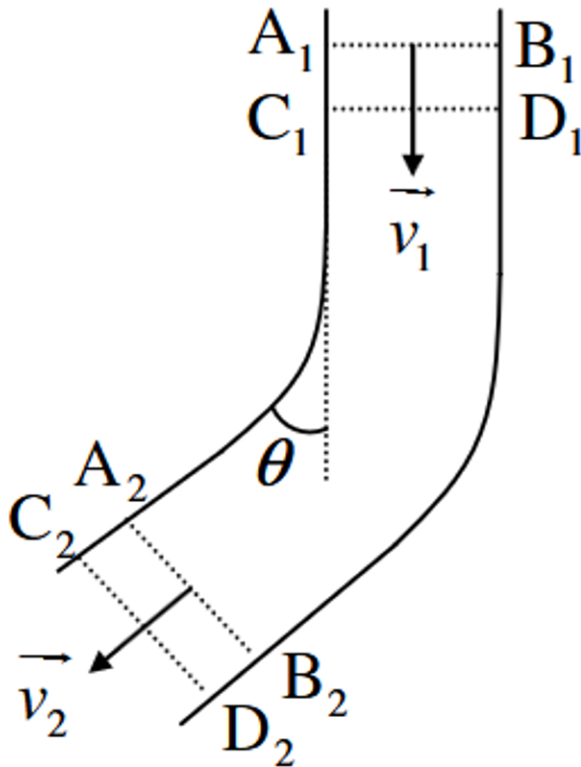


# 1 Question de cours

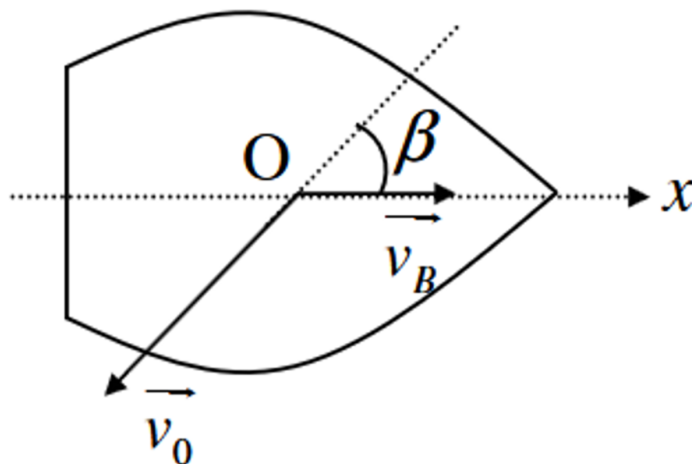
Notion d'écoulement parfait et de couche limite. Conséquences sur les conditions aux limites.

## 2 Navigation à voile

1. Soit un fluide parfait incompressible s'écoulant en régime permanent dans un tube de section constante, présentant un coude d'angle  $\theta$  et disposé horizontalement. En appliquant la conservation de la quantité de mouvement au système constitué par le fluide situé à l'instant  $t$  entre les sections  $A_1B_1$  et  $A_2B_2$ , qui se trouve à l'instant  $t + dt$  entre les sections  $C_1D_1$  et  $C_2D_2$ , montrer que la résultante des forces que le fluide exerce sur les parois du fait de son mouvement s'exprime par  $\vec{F}_{\text{fluide} \rightarrow \text{paroi}} = \frac{dm}{dt}(\vec{v}_1 - \vec{v}_2)$ . Puis, exprimer le débit massique  $\frac{dm}{dt}$  en fonction de  $\rho$  masse volumique du fluide,  $S$  section de la conduite et  $v = \|\vec{v}_1\| = \|\vec{v}_2\|$  norme de la vitesse. En déduire la norme de la force en fonction de  $\rho$ ,  $S$ ,  $v$  et  $\sin \frac{\theta}{2}$  et préciser avec soin sa direction.

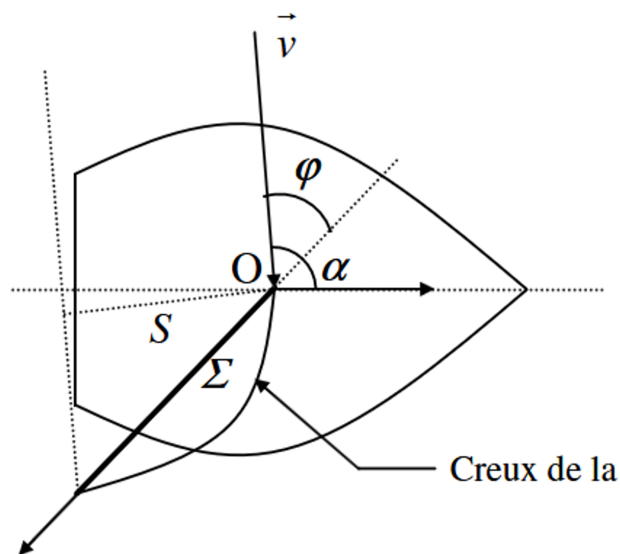


2. Un voilier se déplace à la vitesse  $\vec{v}_B$  par rapport à la mer; on supposera le vecteur vitesse  $\vec{v}_B$  porté par l'axe du bateau, la dérive étant négligeable du fait de la présence d'une quille (voilier de type monocoque). Soit  $\vec{v}_0$  la vitesse du vent par rapport à la mer, venant de la direction repérée par l'angle  $\beta$ . Déterminer la vitesse  $\vec{v}$  du vent par rapport au voilier appelé vent apparent; on précisera sa norme et sa direction notée  $\alpha$ . *Application numérique:*  $v_B = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $v_0 = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\beta = 60^\circ$ .

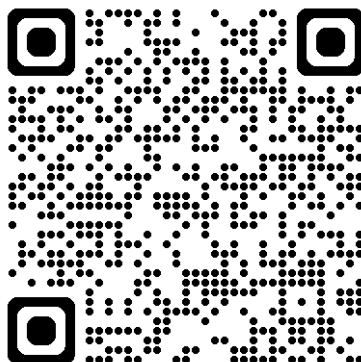


3. La grand'voile est un contour plan défini par le mât et la bôme; elle est placée dans l'écoulement apparent de l'air qui la

crée comme le coude de la question 1; le lest est supposé suffisant pour que le mât reste quasiment vertical, soit  $\alpha$  la direction du vent apparent de vitesse  $\vec{v}$  et  $\varphi$  l'angle que forme la direction du vent apparent avec le plan du contour de la voile; soit  $\Sigma$  l'aire du contour plan. Exprimer la composante  $F_x$ .



4. Montrer que pour chaque direction  $\alpha$  du vent apparent, un réglage optimal de l'angle  $\varphi$  est possible; soit  $\varphi_0$  cette valeur, calculer  $\varphi_0$  en fonction de  $\alpha$  et donner la courbe  $X(\alpha, \varphi_0)$  en fonction de  $\alpha$ .
5. Calculer numériquement la force maximum  $F_{xM}$  avec les valeurs suivantes:  $\Sigma = 20 \text{ m}^2$ ,  $v = 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\alpha = 90^\circ$  et  $\rho = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ .



Correction