

**Contrôle continu (20 points)**  
**mercredi 8 novembre 2018**  
*2h sans document. Calculatrice autorisée.*

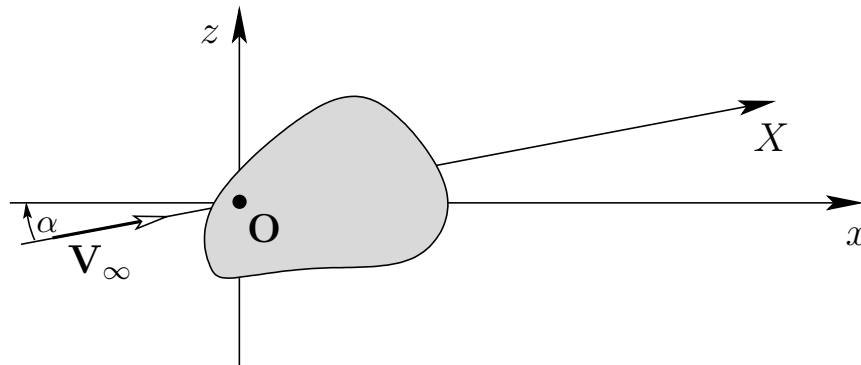
**REDIGER PARTIE 1 ET PARTIE 2 SUR DEUX COPIES SEPARÉES**

On demande de bien justifier les réponses aux questions (nom des relations, théorèmes, hypothèses d'applicabilité...).

**PARTIE 1 : Aérodynamique incompressible (1h, 10 points)**

**1. Questions de base**

On considère un corps tri-dimensionnel *de forme quelconque*, fixe, placé dans un écoulement uniforme amont de vitesse  $V_\infty = V_\infty e_X$  suivant un axe  $OX$ . L'horizontale  $Ox$  fait un angle  $\alpha > 0$  petit avec  $OX$ .



Sous l'effet de cet écoulement, il se crée une distribution d'efforts  $d\mathbf{F}$  à la surface du corps. Définir les notions suivantes, et en donner une expression mathématique :

- (a) effort aérodynamique total (résultante, moment en  $O$ ),
- (b) composante de traînée,
- (c) composante de portance.

Dans la suite on se place en configuration **bi-dimensionnelle**, et on considère des efforts par unité d'envergure. Définir les notions suivantes :

- (d) coefficient de portance 2D,
- (e) coefficient de moment 2D au point  $O$ ,
- (f) centre de pression (définir, et donner la position).

## 2. Cylindre tournant et profil aérodynamique

On a vu en TD qu'un cylindre fixe de 5 mm de diamètre produit autant de traînée en écoulement bi-dimensionnel qu'un profil NACA 23015 de corde 1 m à son minimum. On compare ici la portance d'un cylindre tournant de rayon  $R$  à celle d'un profil NACA 0012 de corde  $c = 1$  m, placé dans un écoulement à vitesse  $V_\infty$ , en incidence  $0 < \alpha < 10^\circ$ .

On s'intéresse tout d'abord au profil NACA 0012.

- (a) Faire un schéma du profil et de quelques lignes de courant.
- (b) Donner l'expression du coefficient de portance en fonction de  $\alpha$  (justifier les hypothèses).

On s'intéresse maintenant au cylindre.

- (c) Le cylindre tourne à la vitesse angulaire constante  $\Omega > 0$ . En l'absence d'écoulement extérieur, on suppose qu'il est capable d'entraîner le fluide en rotation par adhérence : exprimer la circulation de cet écoulement autour du cylindre.
- (d) Maintenant, le cylindre est arrêté, mais l'écoulement extérieur est présent, avec une vitesse amont  $V_\infty$ . Quelle est la circulation de cet écoulement autour du cylindre ? Justifier.
- (e) Quand le cylindre tourne et qu'il est placé dans l'écoulement extérieur, pourquoi peut-on sommer les circulations obtenues dans les deux questions précédentes pour obtenir la circulation totale  $\Gamma$  ?
- (f) Quel théorème permet d'en déduire la portance par unité d'envergure ?
- (g) En déduire le coefficient de portance du cylindre en fonction de sa vitesse de rotation  $\Omega$ . *Attention, prendre comme longueur de référence le diamètre  $2R$  du cylindre.*

On compare maintenant cylindre et profil.

- (h) Quelle relation doit être vérifiée pour obtenir **la même portance** pour le cylindre et le profil ?
- (i) En déduire le rayon  $R$  du cylindre en fonction des autres paramètres.
- (j) On essaie un cas où le cylindre ne tourne pas trop vite, dans le régime pour lequel  $\Gamma \ll 4\pi R V_\infty$ . Faire un schéma en positionnant (approximativement) les points d'arrêt. Qu'est-ce que cela implique pour  $\Omega$  ? (on demande une relation du type  $\Omega \ll \dots$  ; utiliser la question précédente pour éliminer  $R$ .)
- (k) Qu'est-ce que cela implique pour  $R$  ? Faire l'application numérique. Commenter vis-à-vis de la traînée.