

On donne pour tous les exercices :

- l'accélération de la pesanteur :  $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$  ;
- la pression atmosphérique :  $p_a = 1.013 \text{ bar} = 101.3 \text{ kPa}$ .

*Vous écrirez votre numéro d'anonymat sur la page 3 qui sera rendue.*

**Exercice n°1 - Château d'eau - 10.5 pts**

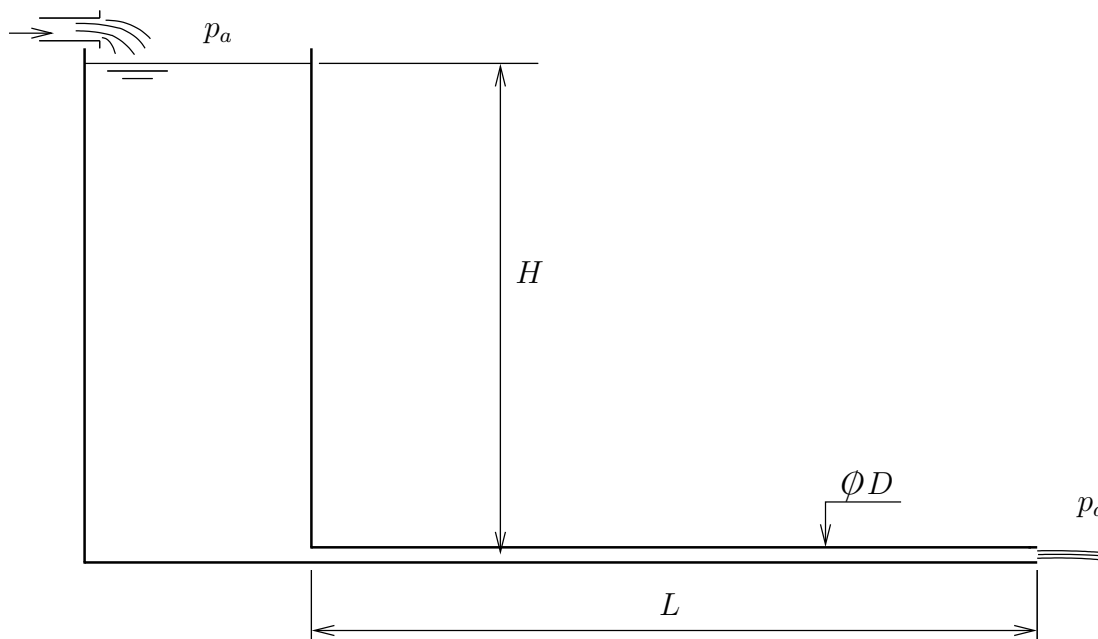
Un chateau d'eau, constamment alimenté, permet d'alimenter une conduite horizontale qui débouche à l'air libre. La surface libre du chateau d'eau est à l'air libre.

On notera :

- masse volumique de l'eau  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
- viscosité cinématique de l'eau  $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$  ;
- diamètre de la conduite :  $D = 160 \text{ mm}$  ;
- rugosité de la conduite :  $\varepsilon = 0.64 \text{ mm}$  ;
- longueur de la conduite :  $L = 30 \text{ m}$  ;
- hauteur entre la surface libre du chateau d'eau et l'axe de la conduite :  $H = 8 \text{ m}$  ;
- débit volumique circulant dans la conduite  $q_v$  ;
- coefficient de perte de charge singulière à l'entrée de la conduite  $\xi = 0.5$  ;

On donne les formules analytiques évaluant le coefficient de perte de charge à partir du nombre de Reynolds  $\mathcal{R}$  :

- si  $\mathcal{R} < 2000 \implies \lambda = \frac{64}{\mathcal{R}}$  (Hagen-Poiseuille) ;
- si  $2000 < \mathcal{R} < 10^5 \implies \lambda = (100\mathcal{R})^{-\frac{1}{4}}$  (Blasius) ;
- si  $\mathcal{R} > 10^5 \implies \lambda = \left[ 2 \log \left( 3.71 \frac{D}{\varepsilon} \right) \right]^{-2}$  (Karman-Prandtl-Nikuradse).



- 1) En l'absence de toute perte de charge, quelle est la vitesse moyenne du fluide dans la tuyauterie ?
- 2) A partir de cette précédente vitesse, calculez un nombre de Reynolds puis un coefficient de perte de charge régulière.

3) En présence des pertes de charge, quelle est la vitesse moyenne du fluide dans la tuyauterie ?  
 En déduire alors le nombre de Reynolds afin de vérifier la valeur du coefficient de perte de charge régulière.  
 En déduire le débit volumique  $q_v$ .

**Exercice n°2 – Stradale de Dallara - 9.5 pts**

On s'intéresse au modèle de voiture "Stradale" fabriquée par la marque de voiture "Dallara". Ce modèle possède, en option, un aileron arrière qui permet, d'après le constructeur, "d'accéder à des niveaux d'appuis exceptionnels" ; Les roues motrices arrières étant appuyées au sol - par l'effet de la vitesse de la voiture et de cet aileron - transmettent la puissance qui provient du moteur, sans patiner par rapport à la route. La puissance maximum du moteur de cette voiture est de l'ordre de 294 kW (400 ch) pour une vitesse de rotation moteur de 6200 tr/mn.

Cet aileron n'est ni cylindrique, ni de corde constante. Nous simplifions l'étude en considérant un aileron cylindrique de profil constant, de corde constante  $c = 388$  mm et d'envergure  $L = 1147$  mm. Le profil de cet aileron est un "AG09" ; La FIG. 2 le présente de façon habituelle en position "aile porteuse" alors qu'il est utilisé ici en déportance. L'écoulement est considéré plan ; Nous négligeons les effets de bord. La FIG. 3 présente 2 polaires de ce profil aux nombres de Reynolds  $\mathcal{R} = 10^6$  et  $2 \cdot 10^6$ .

A  $20^\circ \text{C}$ , l'air possède la masse volumique  $\rho = 1.204 \text{ kg.m}^{-3}$  et la viscosité cinématique  $\nu = 15.1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ .



FIG. 1 – Stradale de Dallara.

1) On souhaite que la déportance de cet aileron soit de 2025 N à la vitesse maxi du véhicule (qui roule en ligne droite)  $v = 280 \text{ km/h}$ .

Quel doit être le coefficient aérodynamique de (dé)portance  $C_z$  du profil ?

Calculez le nombre de Reynolds relatif à l'écoulement autour du profil de cet aileron.

Évaluez l'incidence que doit posséder le profil. Précisez le point sur la FIG. 3 qui sera rendue.

Déterminez alors le coefficient de trainée et la trainée de l'aileron ainsi que la puissance perdue correspondante. Comparez à la puissance maximum du moteur.

2) La vitesse est dorénavant divisée par 2 soit  $v = 140 \text{ km/h}$ .

L'incidence du profil n'a pas changé (c'est celle que vous avez déterminé à la question précédente).

Calculez alors le nombre de Reynolds relatif à l'écoulement autour du profil de cet aileron.

Déterminez les coefficients de (dé)portance et de trainée puis la (dé)portance et la trainée de l'aileron ainsi que la puissance perdue correspondante.

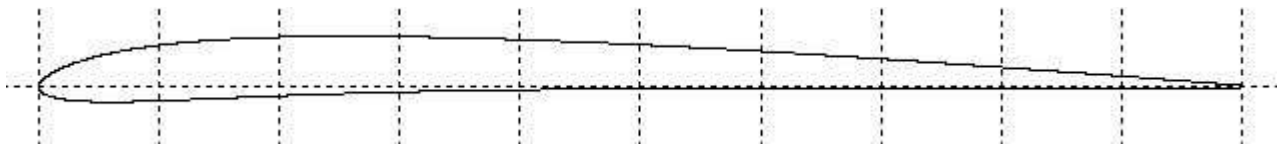


FIG. 2 – Profil AG09-Drela.

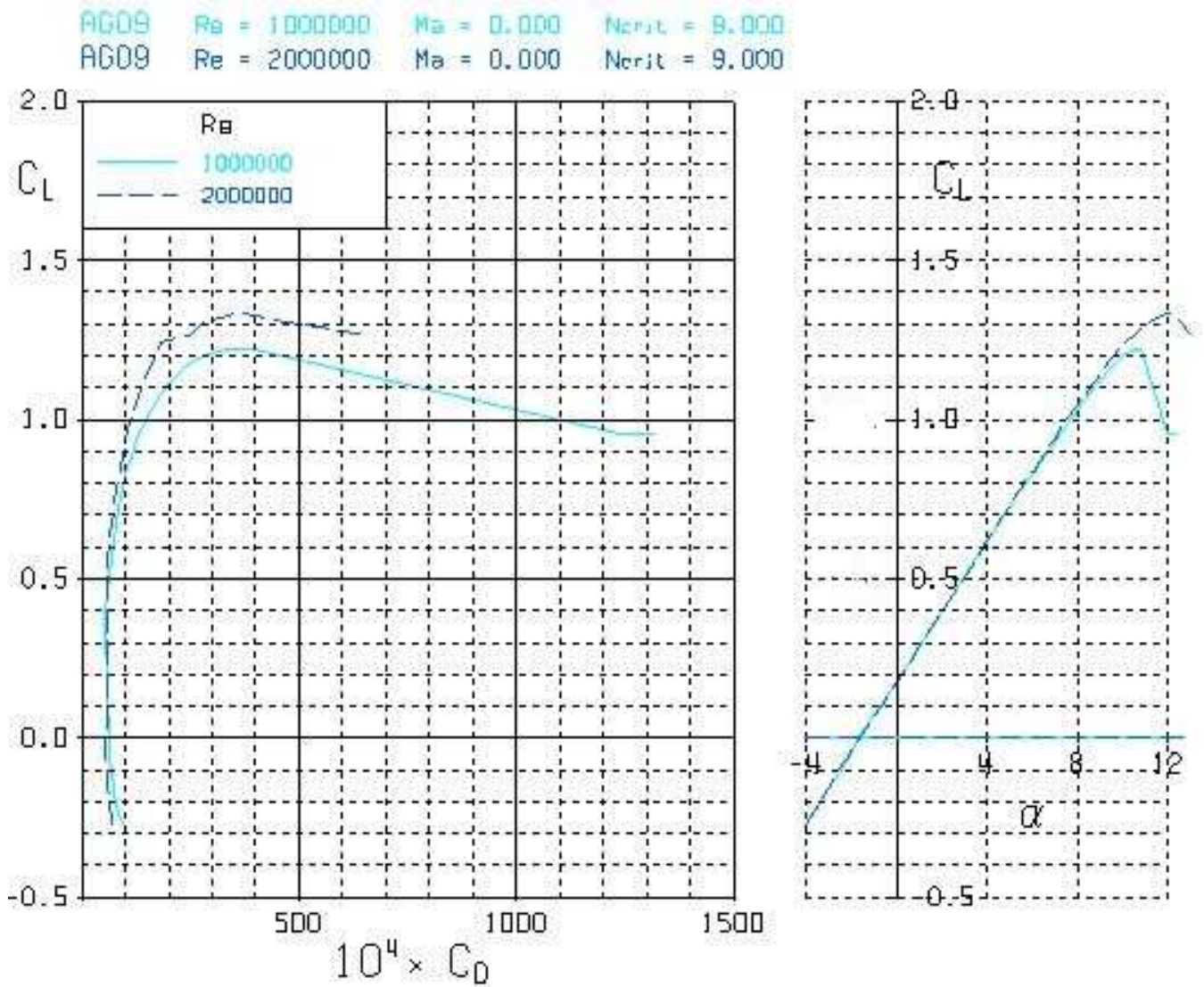


FIG. 3 – Polaires du profil AG09 aux deux nombres de Reynolds  $10^6$  et  $2 \cdot 10^6$ .