

Des points seront attribués à l'écriture de vos hypothèses, à la provenance de vos équations, à la justification de vos simplifications et à la clarté des pages rendues qui comporteront votre numéro d'anonymat (présent sur l'étiquette).

Exercice n°1 - Circuit de pompage

Une pompe de surface (donc non immergeable) permet de relever de l'eau douce (de masse volumique ρ et de viscosité cinématique ν) comme schématisé sur la FIG. 1.

Un convergent fait passer le diamètre de la conduite de $5D$ (en 1) à D (en 2 : entrée de la pompe). Le coefficient de perte de charge singulière à l'entrée de la conduite est estimé par K_e ; celui dans le convergent par K_r .

Après la pompe, est installée une conduite de diamètre D et de longueur L .

A l'extrémité de cette conduite, un coude crée une perte de charge singulière caractérisée par le coefficient de perte de charge singulière K_c . L'eau tombe alors dans un réservoir.

L'air, à la sortie de la conduite (en 5) et au dessus de la surface libre du réservoir inférieur (en 0), est à la pression atmosphérique p_a : on ne considèrera pas la variation de la pression dans l'air.

Cette pompe, d'un rendement de 66%, assure un débit volumique q_v .

La rugosité des parois des conduites est ε .

On souhaite connaître la puissance électrique consommée par la pompe.

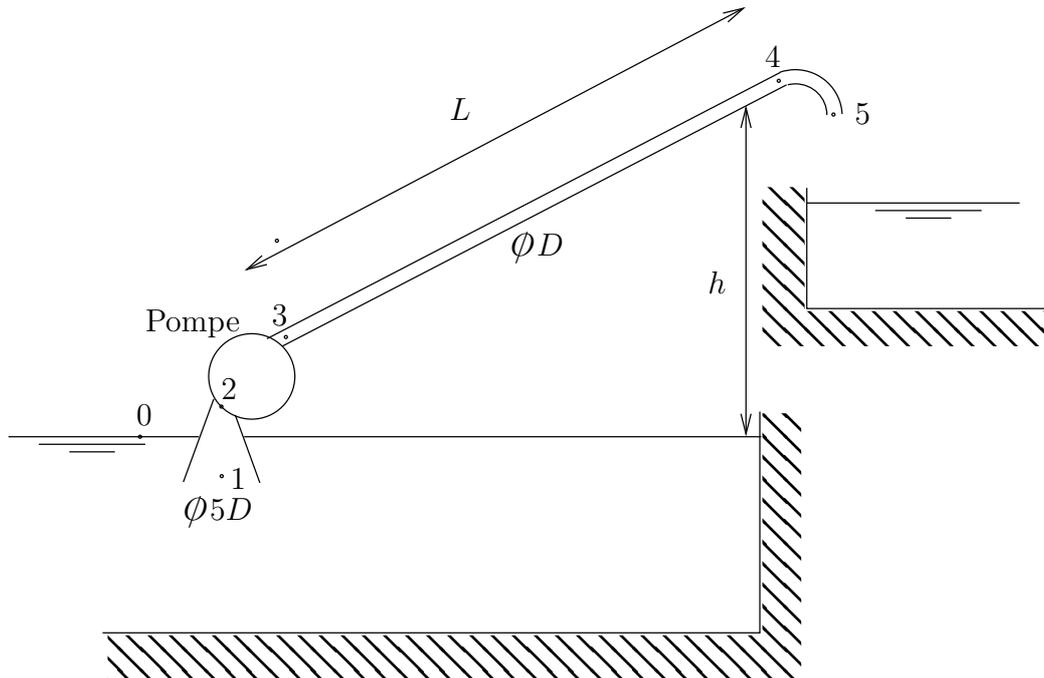


FIG. 1 - Schématisation du circuit de pompage.

L'accélération de la pesanteur est notée g et les altitudes des différents points du circuit sont :

$$z_0 = 0 \quad ; \quad z_1 = -0.2 \text{ m} \quad ; \quad z_2 = z_3 = +0.2 \text{ m} \quad ; \quad z_4 = z_5 = h = +10 \text{ m}$$

$p_a = 1.013 \text{ bar}$	$\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$	$\nu = 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$	$D = 4 \text{ cm}$	$q_v = 250 \text{ l/mn}$	$L = 40 \text{ m}$
$g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$	$K_e = 0.8$	$K_r = 0.3$	$K_c = 0.4$	$\varepsilon = 0.2 \text{ mm}$	$h = 10 \text{ m}$

Le coefficient de perte de charge régulière λ peut être évalué par l'une des équations suivantes suivant la valeur du nombre de Reynolds \mathcal{R} :

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

- 1) Calculez les vitesses moyennes à l'entrée du convergent (en 1) et à la sortie de la pompe (en 3). [1]
- 2) Calculez les nombres de Reynolds dans ces deux sections (en 1 et en 3).
Qualifiez l'écoulement. [1.5]
- 3) Calculez le coefficient de perte de charge régulière et les pertes de charge singulières et régulière dans l'écoulement. [2.5]
- 4) Quelle énergie volumique doivent fournir les parties mobiles de la pompe au fluide ?
En déduire la puissance électrique consommée par la pompe. [4]
- 5) Calculez la pression effective à l'entrée de la pompe (en 2). [2]

Exercice n°2 - Profil NACA2320

Considérons le profil d'aile NACA2320 de corde $c = 18 \text{ mm}$ et d'envergure $L = 250 \text{ mm}$ se déplaçant dans de l'eau de mer de masse volumique $\rho = 1050 \text{ kg.m}^{-3}$ et de viscosité cinématique $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$.

Le logiciel Xfoil <http://raphael.mit.edu/xfoil/> permet de calculer les coefficients de traînée ($C_x = C_D$) et de portance ($C_z = C_L$). On donne ces renseignements pour l'incidence $\alpha = 5^\circ$ et pour le nombre de Reynolds $\mathcal{R} = 10^5$ sur la FIG. 3.

- 1) A quelle vitesse relative du profil par rapport à l'eau de mer v_∞ correspond ces données? [1]
- 2) Calculez les composantes de traînée T et de portance P de la force \vec{F} exercée par l'eau de mer sur ce profil. Représentez sur la FIG. 2 - à une échelle que vous préciserez ainsi "... \equiv ... mm" - ce vecteur force, ainsi que ses composantes de portance et de traînée (sans préciser le point d'application de cette force vu que vous ne connaissez pas). [4.5]
- 3) Visualisez (sur les FIG. 3) le point d'arrêt A_r . Quelle est la pression effective en ce point d'arrêt ?
Visualisez (sur les FIG. 3) le point D où la dépression est la plus grande. Quelle est la (dé)pression effective en ce point ? [3.5]

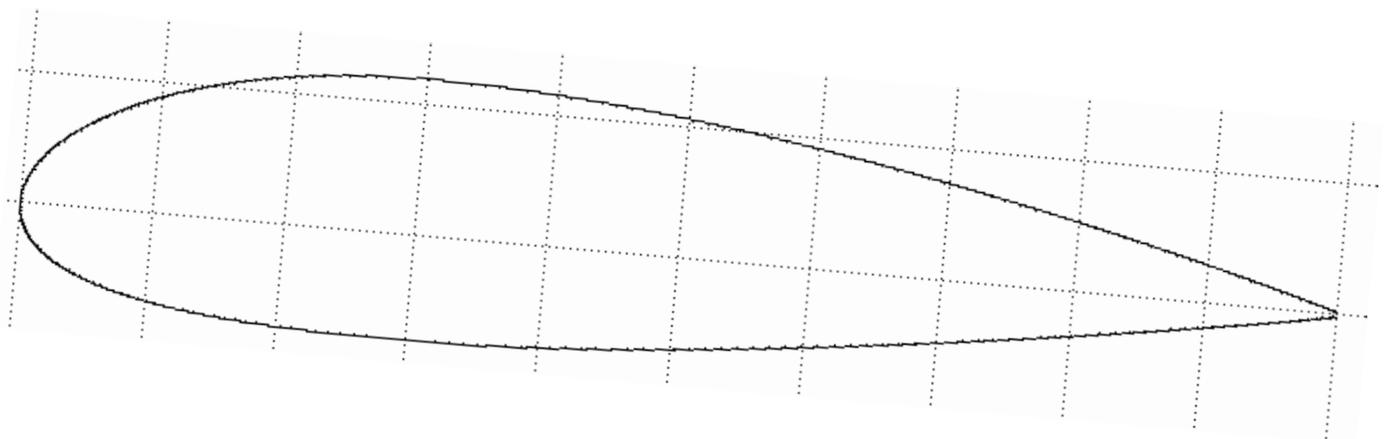


FIG. 2 – Profil NACA 2320 en incidence positive de 5° par rapport aux bords haut et bas de la feuille.

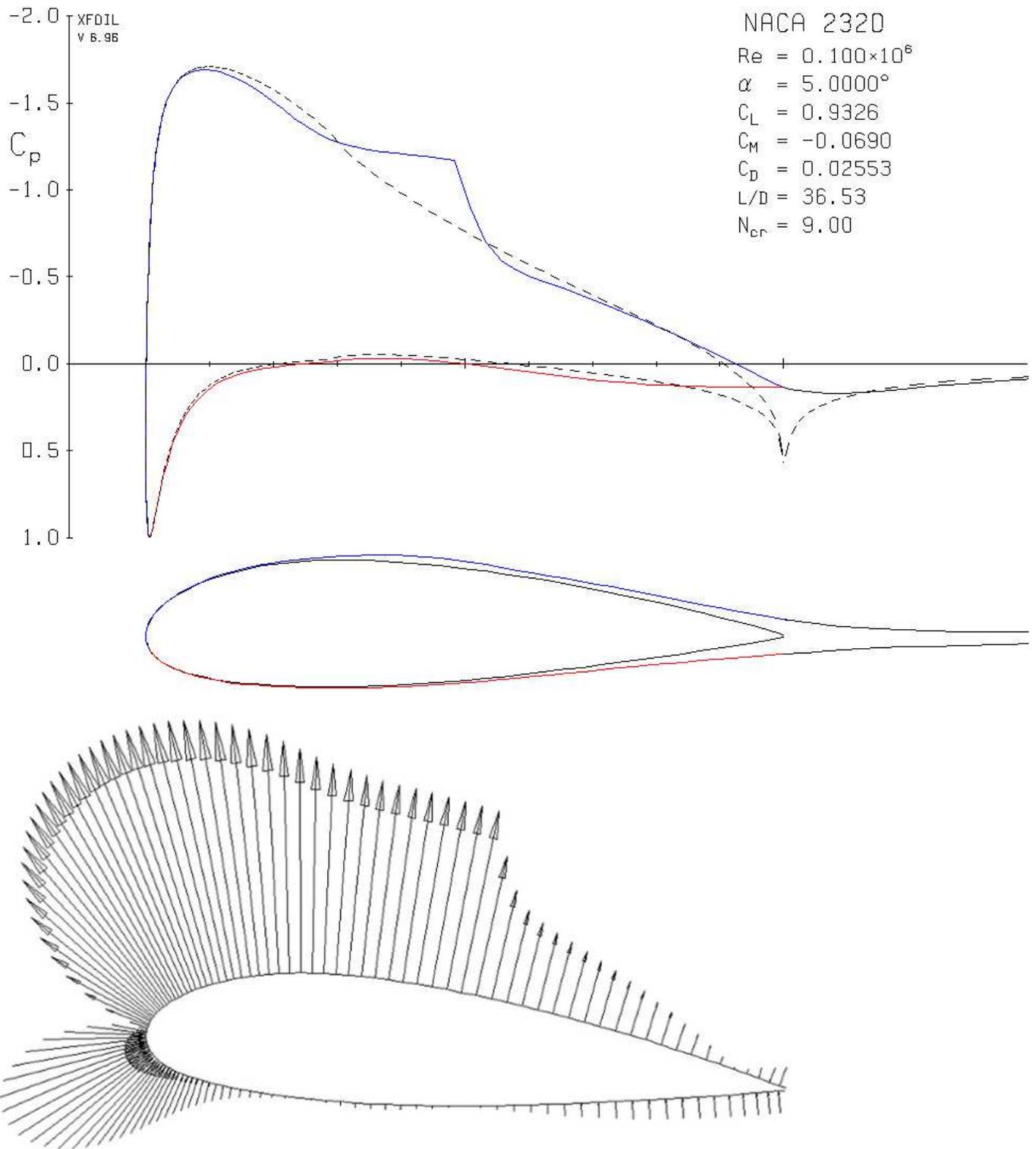


FIG. 3 – Evolution du coefficient de pression C_p sur l'intrados et l'extrados, ainsi que les coefficients aérodynamiques et enfin évolution de la force répartie de pression sur tout le contour du profil.