

Exercice n°1 - Pompe

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

L'eau du réservoir inférieur entre dans un convergent qui fait passer le diamètre de la conduite de $4D$ (en 1) à D (en 2 : entrée de la pompe). Le coefficient de perte de charge singulière à l'entrée du convergent 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 le réservoir supérieur.

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

Cette pompe, d'un rendement de 64%, assure un débit volumique q_v .

La rugosité des parois des conduites est ε .

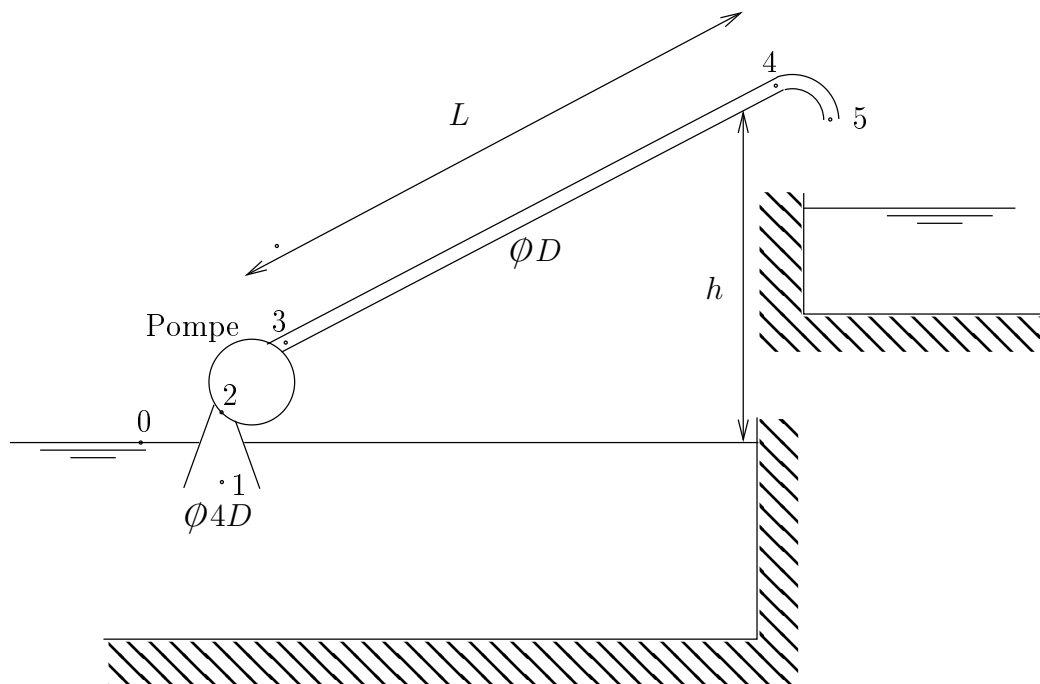


FIGURE 1 – Schématisation du circuit de pompage.

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

$$z_0 = 0 \quad ; \quad z_1 = -0.4 \text{ m} \quad ; \quad z_2 = z_3 = +0.4 \text{ m} \quad ; \quad z_4 = z_5 = h$$

$p_a = 1.013 \text{ bar}$	$\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$	$\nu = 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$	$D = 40 \text{ mm}$	$L = 120 \text{ m}$	$h = 40 \text{ m}$
$g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$	$K_e = 0.8$	$K_r = 0.3$	$K_c = 0.4$	$\varepsilon = 0.2 \text{ mm}$	

Dans un premier temps le débit volumique vaut $q_v = 37.7 \text{ l/mn}$.

- 1) Calculez les vitesses moyennes à l'entrée du convergent (en 1) et à la sortie de la pompe (en 3). [0.5]
- 2) Calculez les nombres de Reynolds dans ces deux sections (en 1 et en 3).
Qualifiez l'écoulement dans la conduite de diamètre D [0.75]
- 3) Déterminez le coefficient de perte de charge régulière et calculez les pertes de charge singulières et régulière dans l'écoulement. [2.75]
- 4) Quelle énergie volumique doivent fournir les parties mobiles de la pompe au fluide ?
Calculez la puissance fournie par les parties mobiles de la pompe au fluide.
En déduire la puissance électrique consommée par la pompe. [4.5]

Dans un second temps les parties mobiles de la pompe fournissent 500 kJ.m^{-3} au fluide.

- 5) Déterminez le débit volumique dans la conduite.
Vous calculerez également la vitesse moyenne et le nombre de Reynolds à la sortie de la pompe, la puissance fournie par les parties mobiles de la pompe au fluide ainsi que la puissance électrique consommée par la pompe. [4]
- 6) Entre les 2 calculs réalisés, calculez en % les augmentations ou diminutions de puissance consommée et de débit volumique. Concluez par la phrase complétée "On a consommé ...% de puissance en plus ou moins pour obtenir ...% de débit en plus ou moins." [0.5]

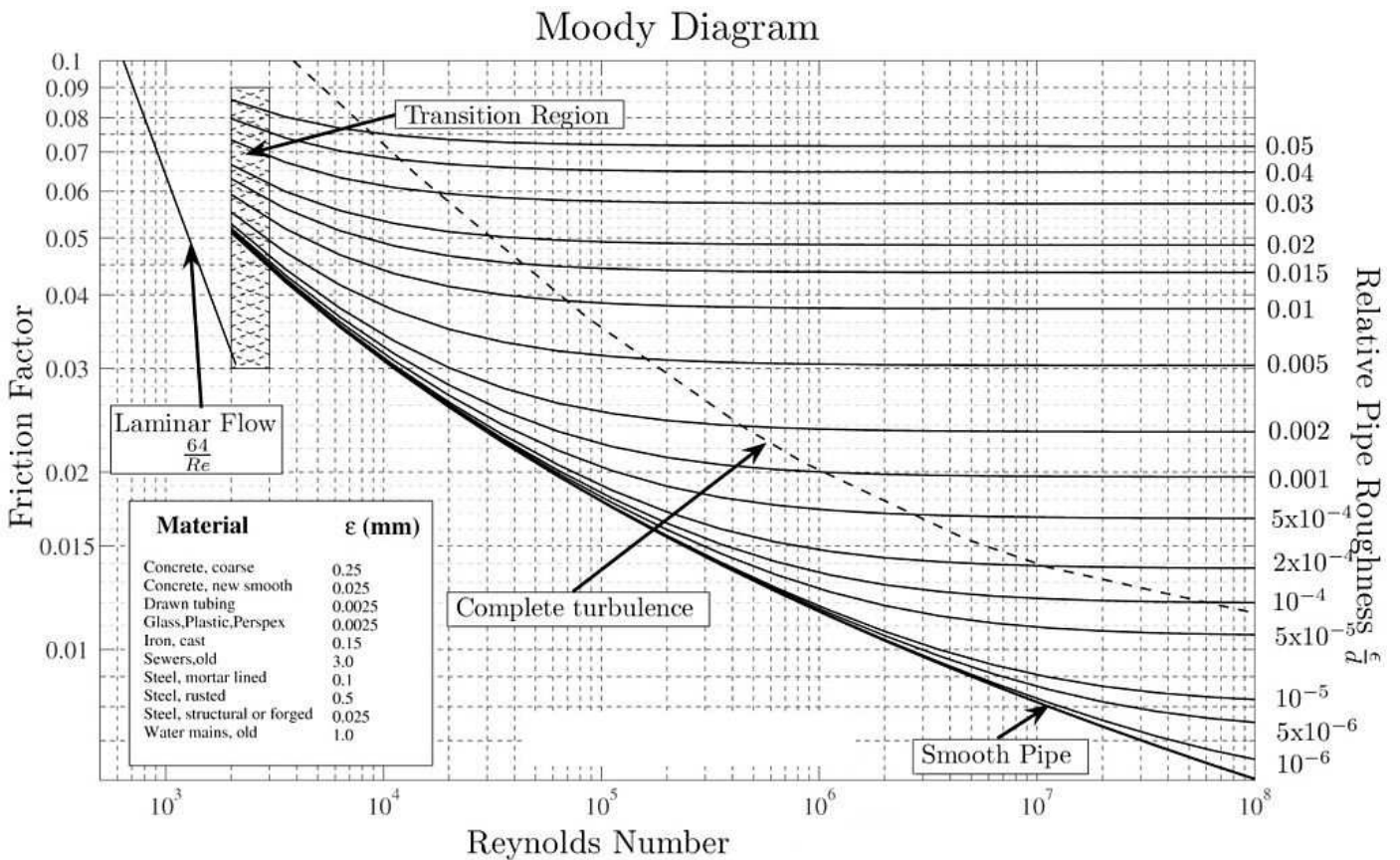


FIGURE 2 – Diagramme de Moody donnant $\lambda(\mathcal{R}, \frac{\epsilon}{d})$.

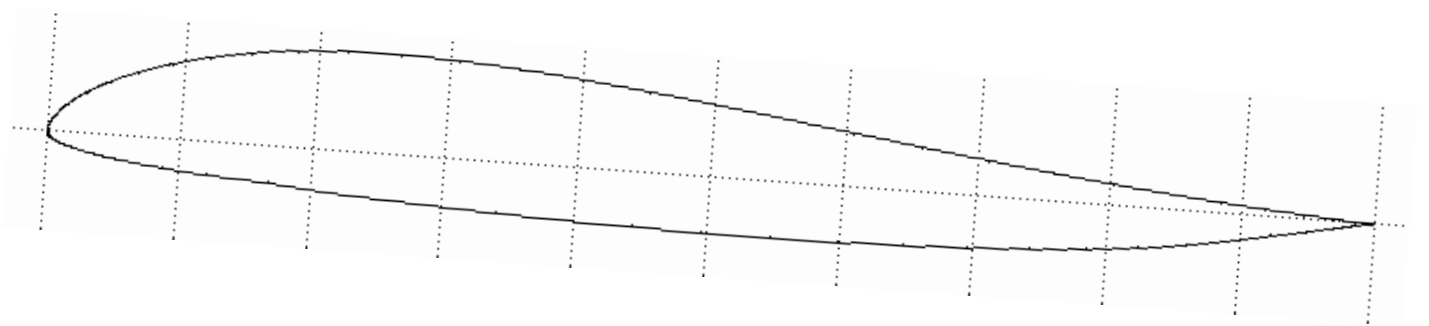


FIGURE 3 – Profil Eppler330 incliné à 4.0° par rapport aux bords horizontaux de la feuille.

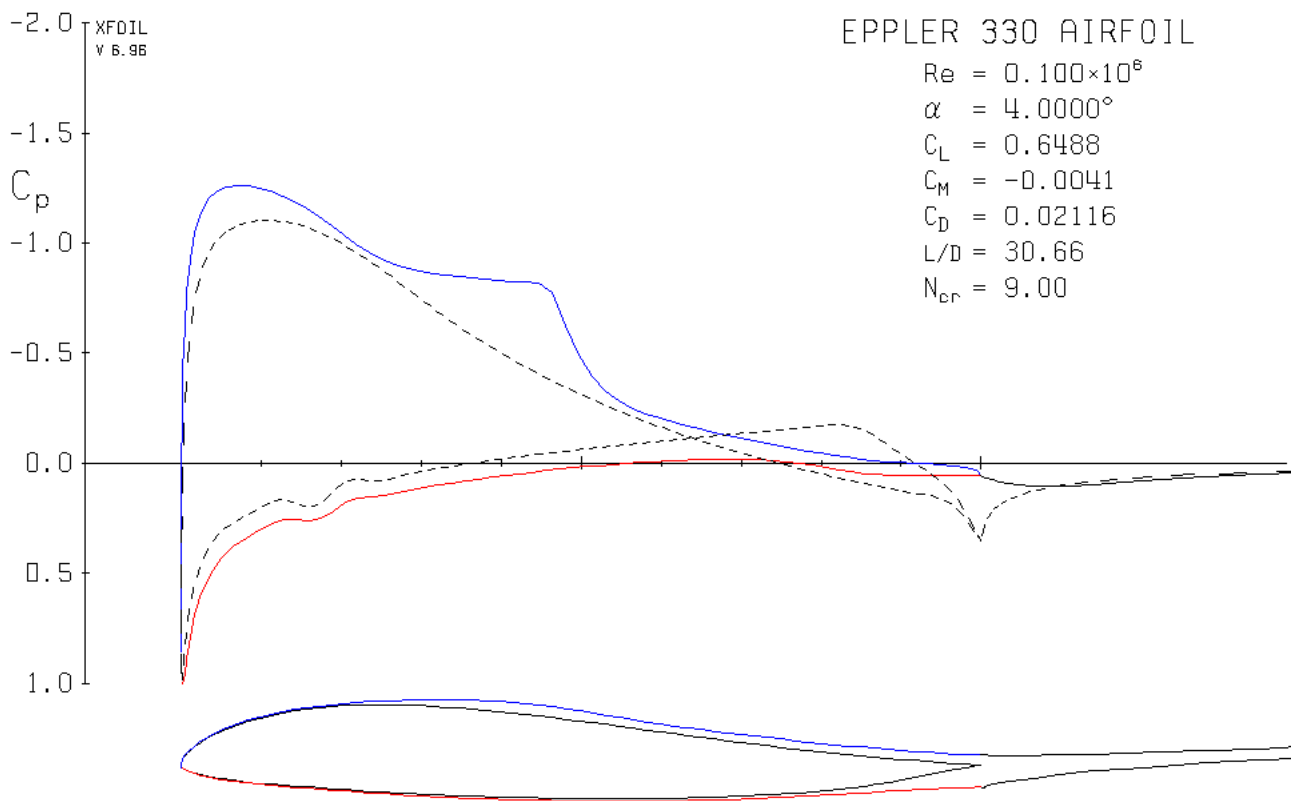


FIGURE 4 – Evolution du coefficient de pression C_p pour le profil Eppler330 , pour le nombre de Reynolds $\mathcal{R} = 10^5$ et pour l'incidence $\alpha = 4.0^\circ$.

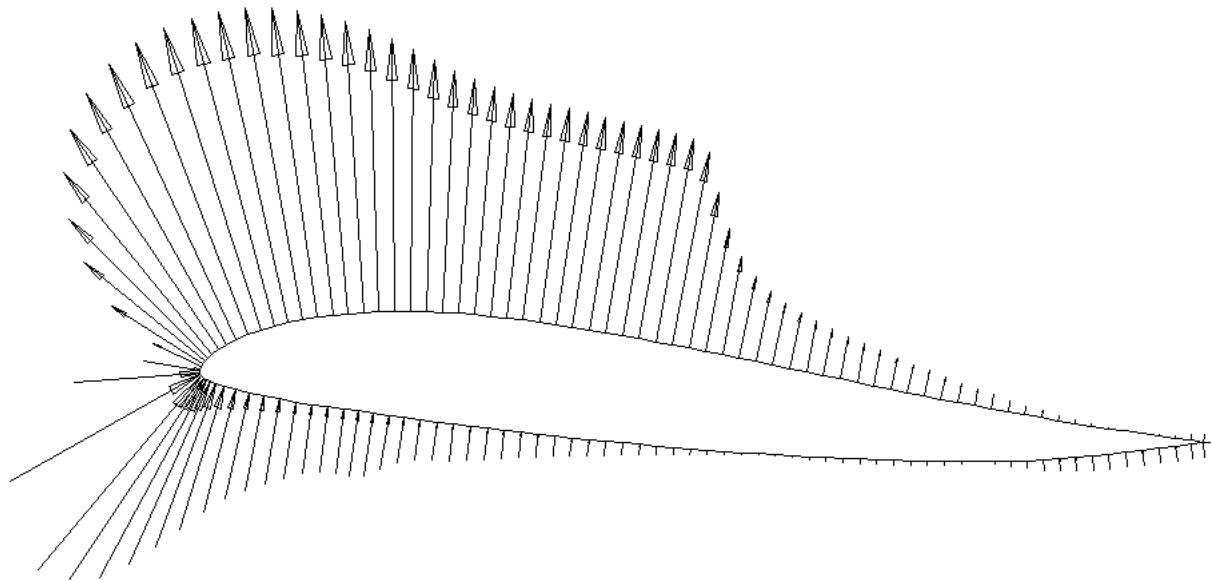


FIGURE 5 – Représentation de la force répartie de pression du fluide sur le profil Eppler330, pour le nombre de Reynolds $\mathcal{R} = 10^5$ et pour l'incidence $\alpha = 4.0^\circ$.

n°anonymat :

Exercice n°2 - Profil Eppler330

Considérons le profil cylindrique de section Eppler 330 (cf FIG. 6) de corde $c = 120$ mm avançant horizontalement à la vitesse v_∞ dans de l'air de masse volumique $\rho = 1.24 \text{ kg.m}^{-3}$ et de viscosité cinématique $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ avec une incidence $\alpha = 4^\circ$. L'écoulement est plan.

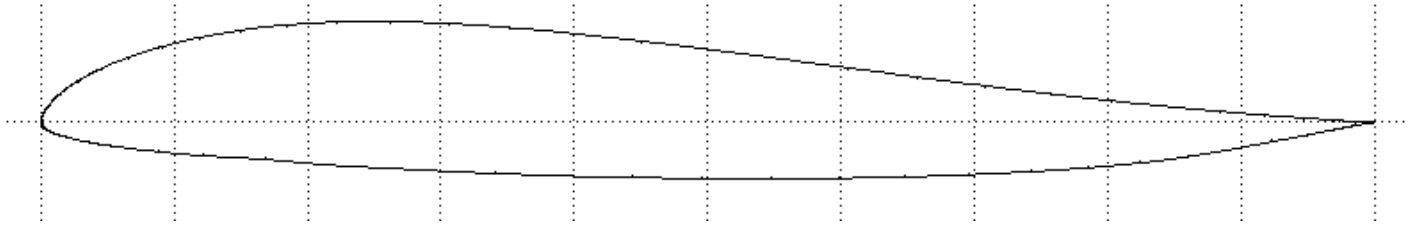


FIGURE 6 – Profil Eppler330 présenté en incidence nulle.

On donne les caractéristiques aérodynamiques de ce profil relatif à $\mathcal{R} = 10^5$ et à l'incidence $\alpha = 4^\circ$ sur les FIG. 4 et FIG. 5.

- 1) A quelle vitesse v_∞ correspondent ces données?[1]
- 2) Précisez l'équation permettant de calculer la pression effective au point d'arrêt sur ce profil et calculez cette pression.[1]
- 3) Calculez les composantes de traînée et de portance par unité d'envergure du profil. Représentez, à l'échelle, sur la FIG. 3, ces composantes de traînée et de portance et le vecteur force globale exercée par l'air sur ce profil (sans préciser le point d'application de cette force); Vous préciserez l'échelle que vous aurez utilisé en complétant et en écrivant sur la FIG. 3 "... mm \equiv ... unité" de ces composantes à préciser.[3]
- 4) Sur la FIG. 4 et sur la FIG. 5, positionnez le point d'arrêt et le point à dépression effective maxi - c-à-d le point à pression effective mini. Quelle est la valeur de cette dépression effective maxi?[2]