

On donne pour les 2 exercices :

- l'accélération de la pesanteur : $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$;
- la pression atmosphérique : $p_a = 1.013 \text{ bar} = 101.3 \text{ kPa}$.
- la masse volumique de l'eau de mer : $\rho = 1025 \text{ kg.m}^{-3}$;
- la viscosité cinématique de l'eau de mer : $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$.

Des points seront attribués à l'écriture de vos hypothèses, à la provenance de vos équations et la justification de vos simplifications.

Exercice n°1 - Flotteur de pêche - 8 pts

On s'intéresse au montage destiné pour la pêche à la ligne en eau de mer (de masse volumique ρ).

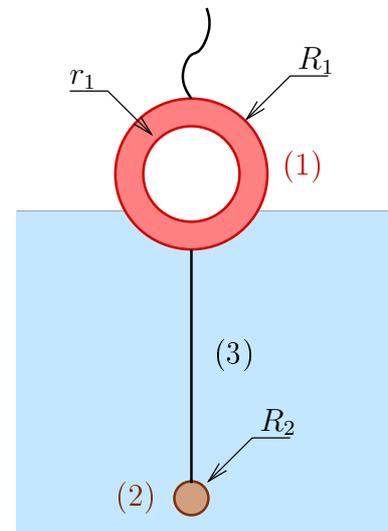
Il est composé du lest (2) qui est une sphère pleine en plomb de masse volumique ρ_2 et de rayon extérieur R_2 suspendu par l'intermédiaire d'un fil souple et léger (3), de masse négligée, à un flotteur (1) en forme de sphère creuse en matière plastique de masse volumique ρ_1 , de rayons extérieur R_1 et intérieur r_1 .

Tout ce montage est considéré immobile sur de l'eau de mer immobile.

Le fil de pêche situé entre le flotteur et la canne (non représenté) n'est pas tendu : sa masse est négligée.

On donne :

$\rho_1 = 500 \text{ kg.m}^{-3}$		$\rho_2 = 11340 \text{ kg.m}^{-3}$
$R_1 = 35 \text{ mm}$	$r_1 = 30 \text{ mm}$	$R_2 = 10 \text{ mm}$



- 1) Calculez la masse m_2 du lest (2). [0.75]
- 2) Calculez la poussée d'Archimède P_{A2} subie par le lest (2). [1]
- 3) Calculez la force du fil (3) sur le lest (2). En déduire la force exercée par le fil (3) sur le flotteur (1) : c-à-d la tension T du fil. [2]
- 4) Calculez la masse m_1 du flotteur (1). [1.25]
- 5) Déterminez la poussée d'Archimède P_{A1} subie par le flotteur (1). [2]
- 6) En déduire la fraction (en %) du volume immergé du flotteur. [1]

Exercice n°2 - Ultime "Gitana17" - 12 pts

Le "Gitana17" est un maxi-trimaran de la catégorie "Ultime" qui a débuté sa carrière de navigation en juillet 2017 ; sa masse est $M = 17$ tonnes.



Lorsque sa vitesse (par rapport à l'eau) est supérieure à 15 kts (1 kt=1 nœud=1.852 km/h), 4 de ses 6 foils lui permettent de "voler" au dessus de la mer (les 2 autres foils sont alors hors de l'eau).

Le foil en "L", situé sous le flotteur latéral, supporte à lui seul $3/4$ de la masse du trimaran.

On considérera que ce foil en "L" possède une corde $c = 91$ cm et une envergure horizontale $L = 2.9$ m ; En réalité ce foil est courbe (ce qui ne sera pas considéré par la suite).

On considérera que le profil de ce foil est le NACA 3712.

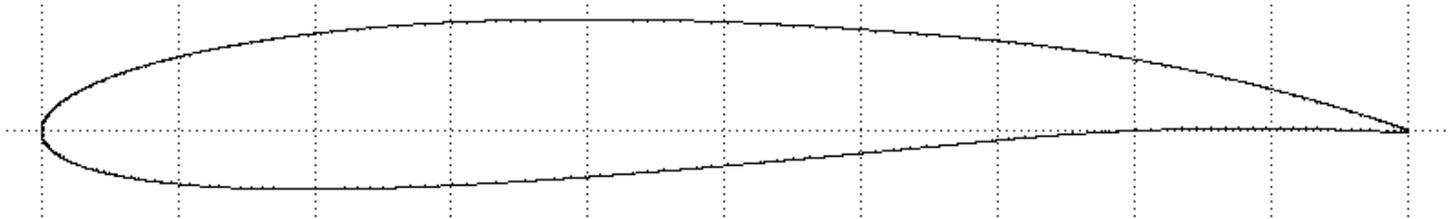


FIGURE 1 – Le profil NACA 3712.

L'évolution des coefficients de traînée $C_x = C_D$ et de portance $C_z = C_L$ de ce profil sont données par les "polaires" aux 3 nombres de Reynolds $\mathcal{R} = 7 \cdot 10^6$, $14 \cdot 10^6$ et $21 \cdot 10^6$ sur la FIG. 2.

Vous considérerez que l'eau est immobile par rapport à la terre : qu'il y a ni vague, ni courant marin. On considère une navigation horizontale.

On négligera la poussée d'Archimède sur le voilier et sur les foils.

- 1) Calculez le coefficient de portance du profil, supposé constant sur toute l'aile, qui permet de réaliser cette navigation pour la vitesse de 15 kts annoncée. [1]
- 2) Calculez le nombre de Reynolds \mathcal{R} relatif à l'écoulement autour du profil d'aile. [1]
- 3) Évaluez l'angle d'incidence α du profil qui permet d'obtenir ce coefficient de portance. La FIG. 2 sera rendue (munie de votre numéro d'anonymat) précisant les points utilisés. [1]
- 4) Pour cette incidence, estimez le coefficient de traînée du profil. [0.5]
- 5) Quelle est alors la force de traînée sur ce foil ? [1]
- 6) Quelle est la puissance perdue par cette traînée sur ce foil ? [1]
- 7) Répondez aux questions précédentes pour une vitesse du trimaran de 30 kts. [3]
- 8) Visualisez (sur les FIG. 3) le point d'arrêt A_r : soyez précis sur sa position qui devra être écrite sur les 3 figures.
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 : soyez précis sur sa position qui devra être écrite sur les 3 figures.
Quelle est la (dé)pression effective en ce point ? [3.5]

NACA 3712 $Re = 7000000$ $Ma = 0.000$ $N_{crit} = 9.000$
 NACA 3712 $Re = 14000000$ $Ma = 0.000$ $N_{crit} = 9.000$
 NACA 3712 $Re = 21000000$ $Ma = 0.000$ $N_{crit} = 9.000$

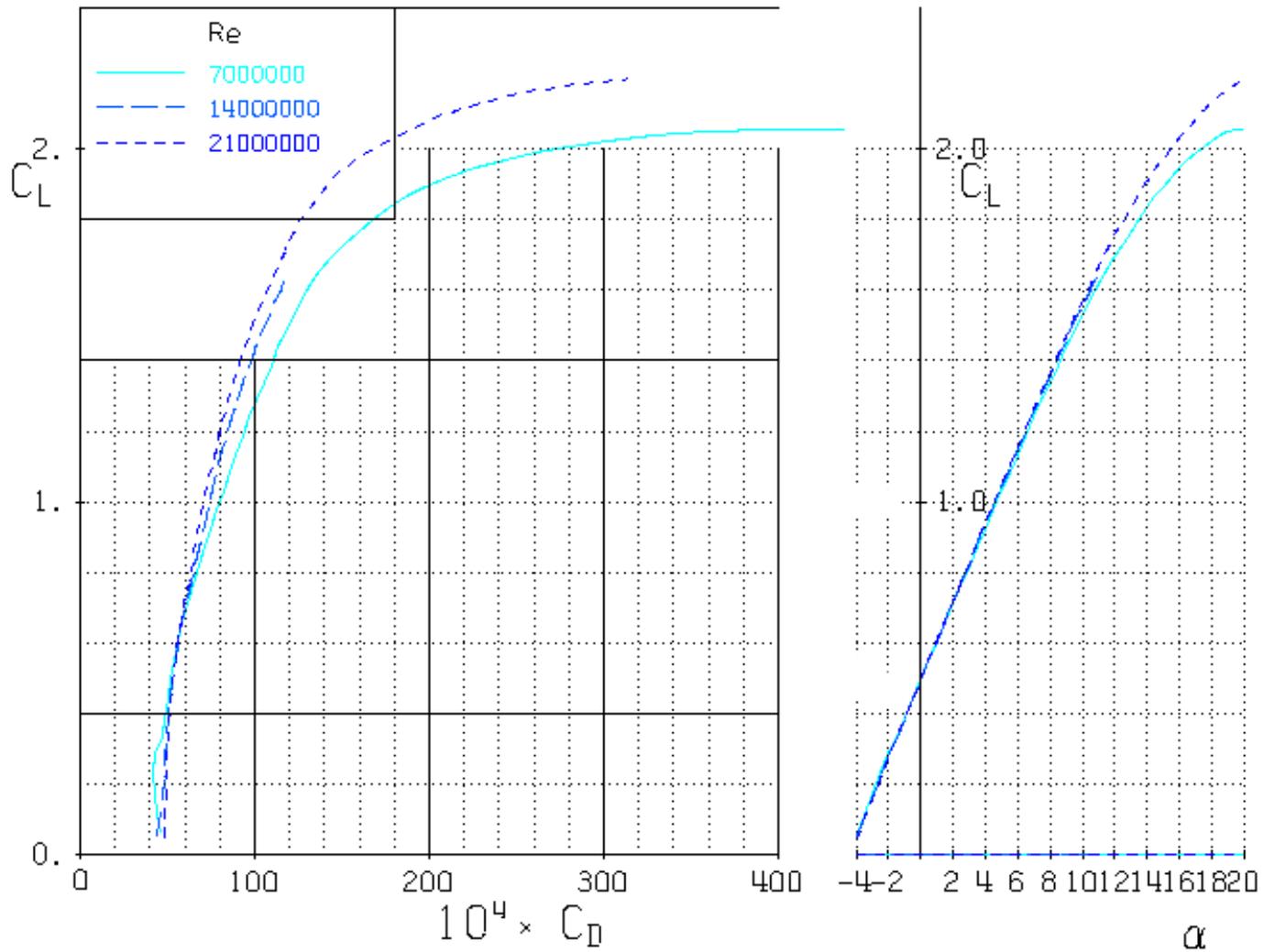


FIGURE 2 – Les "polaires" du profil NACA 3712 aux 3 nombres de Reynolds $\mathcal{R} = 7 \cdot 10^6$, $14 \cdot 10^6$ et $21 \cdot 10^6$

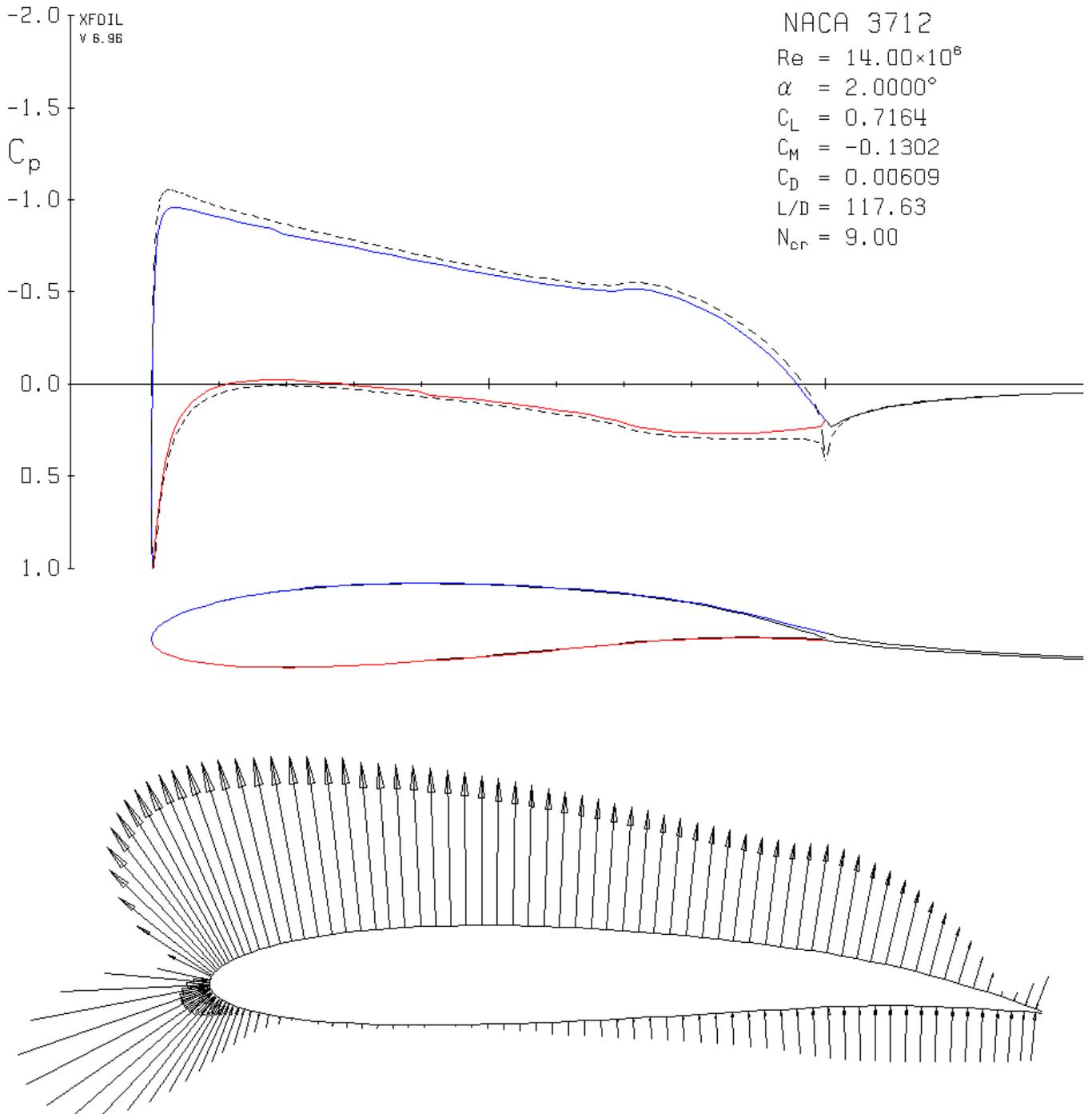


FIGURE 3 – Evolution du coefficient de pression C_p sur l'intrados et l'extrados, ainsi que les coefficients du profil NACA 3712 et enfin évolution de la force répartie de pression sur tout le contour du profil pour $\mathcal{R} = 14 \cdot 10^6$ et une incidence $\alpha = 2^\circ$.