

FTS Foil Trim System

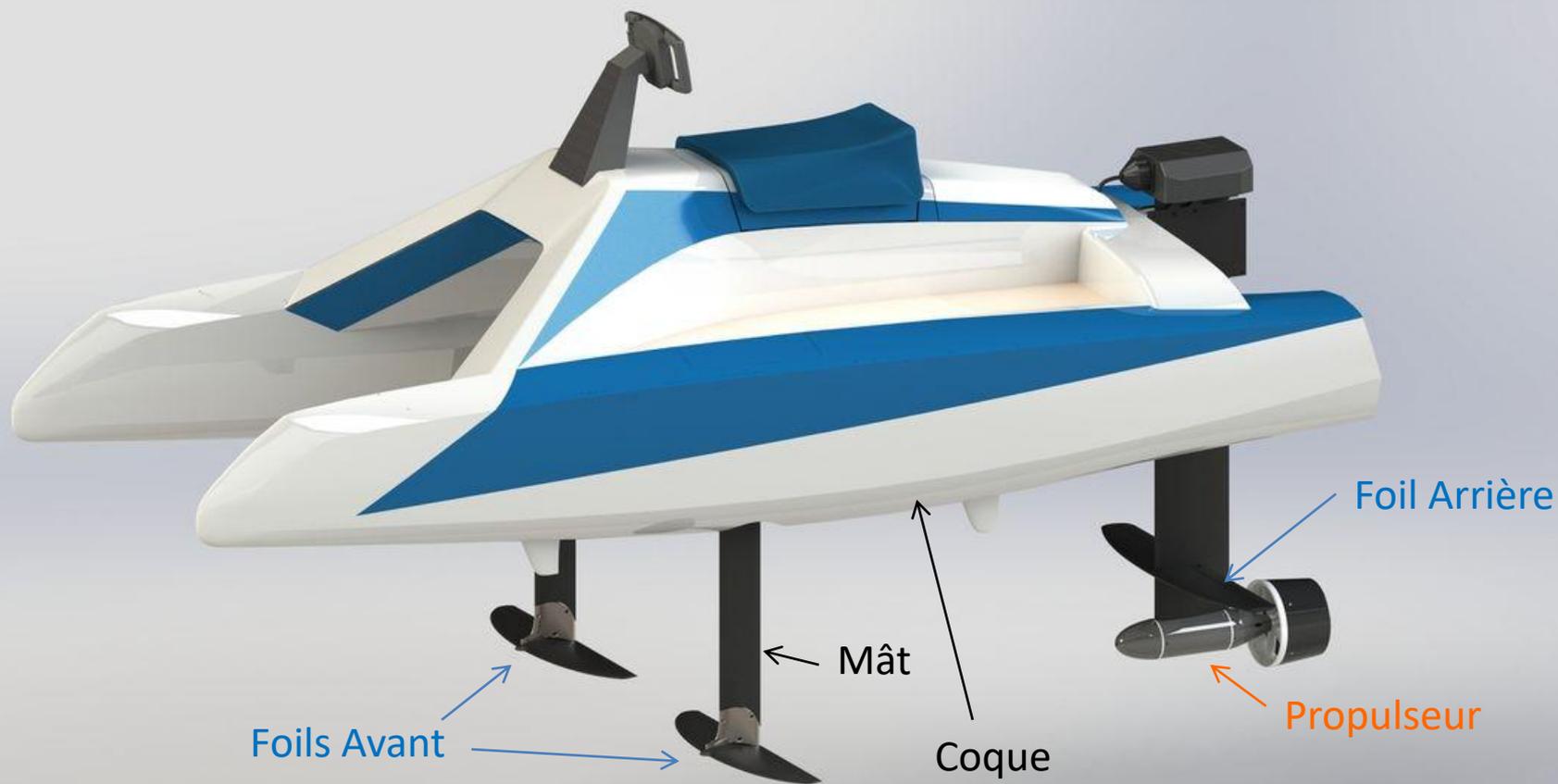
**Systeme de réglage
d'incidence de foil**

Documents techniques

DT1-A-Catamaran sur foils

Ce catamaran , l'Overboat, créé par Neocean dispose de 3 foils en T lui permettant de décoller à partir d'une vitesse de 8 nœuds

Les 3 ailes de foils s'inclinent automatiquement suivant la vitesse d'avance (variation d'incidence des foils permettant de stabiliser le bateau en déplacement au-dessus de l'eau).



DT1-B-Catamaran sur foils

Vidéo de présentation

<https://www.neocean.com/overboat/>

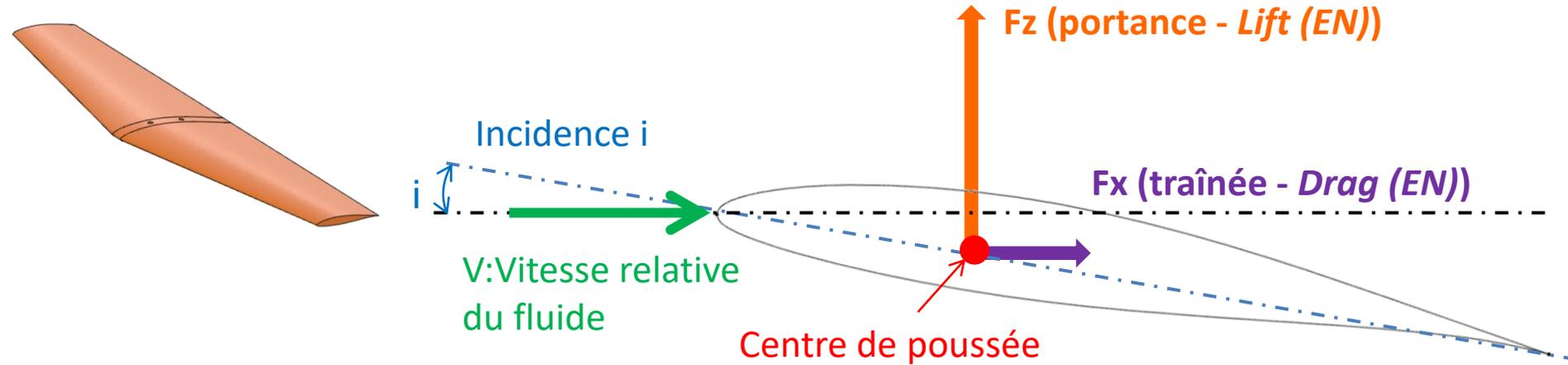


DT1-C- Catamaran sur foils



DT2-Qu'est-ce qu'un foil ?

Un **foil** est une aile profilée qui se déplace dans l'eau et transmet une force de portance à son support. Le profil choisi est un [NACA 63412](#) choisi dans une base de données de profils.



Portance : $Fz = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V^2 \cdot S \cdot Cz$

avec Cz : coefficient de portance (dépend de i)

Traînée : $Fx = \frac{1}{2} \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V^2 \cdot S \cdot Cx$

avec Cx : coefficient de traînée (dépend de i)

S : surface du foil vue de dessus

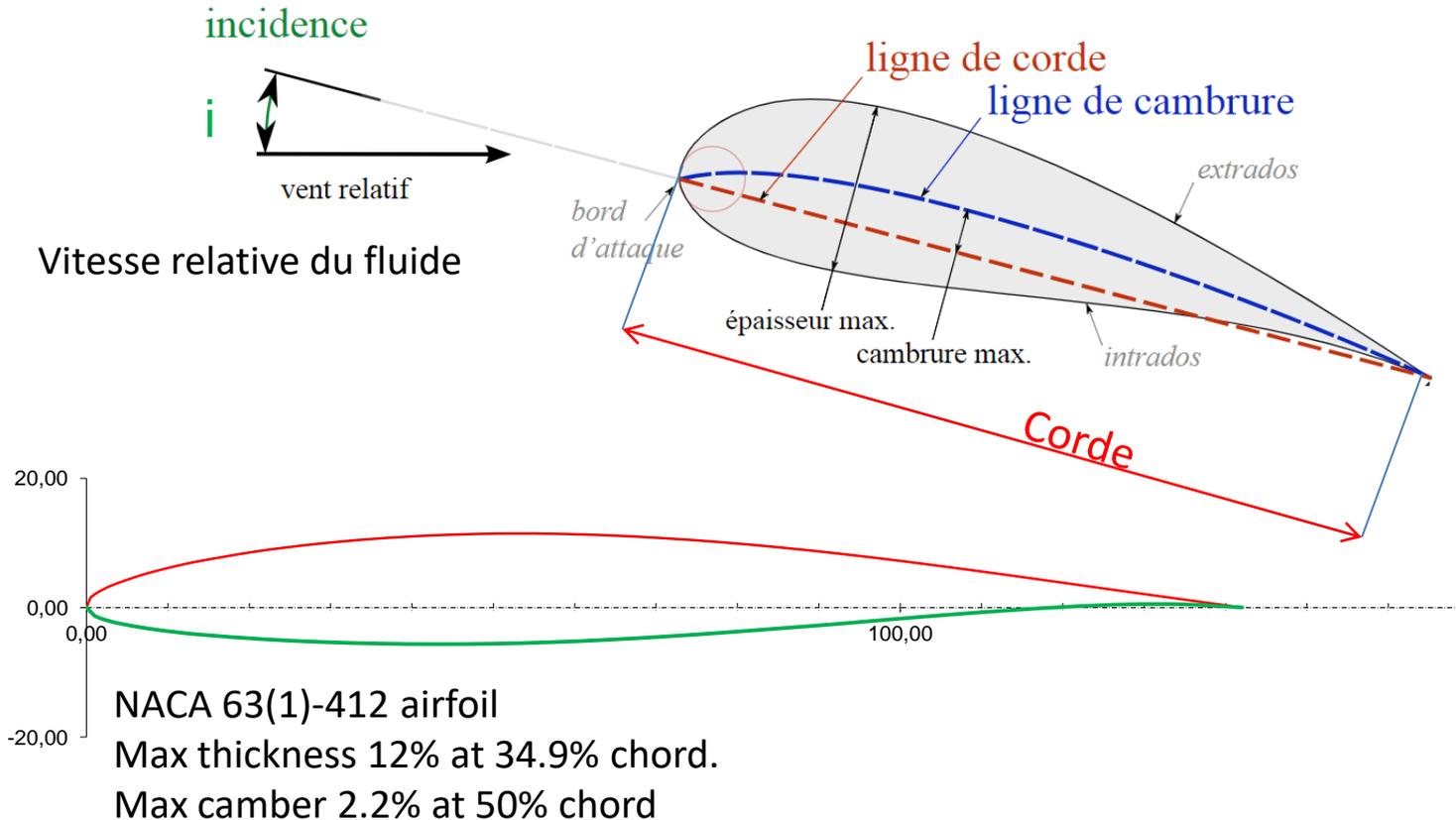


$$\text{Finesse d'un profil: } f = \frac{Fz}{Fx} = \frac{Cz}{Cx}$$

La traînée s'oppose au mouvement . Il donc est important de choisir un profil ayant la plus grande finesse pour une vitesse donnée.

DT3-Description d'un profil aéro/hydrodynamique

Les profils le plus connus sont ceux créés par le National Advisory Committee for Aeronautics (NACA), l'agence fédérale américaine chargée de la recherche dans le domaine de l'aéronautique entre 1915 et 1958, qui sera remplacée par la NASA. Voir [Profils NACA](#).

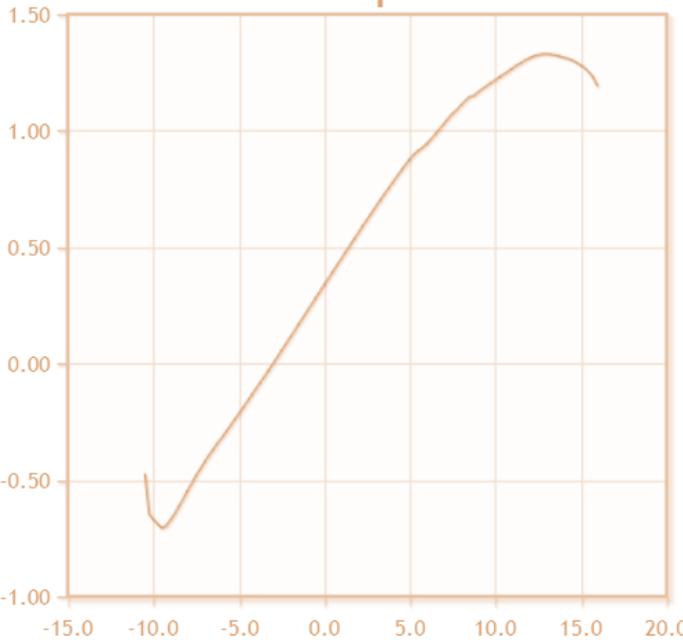


NACA 63-412 de corde $C=214$ mm d'épaisseur e égale à 12% de C ; $e=0,12 \cdot C = 26$ mm

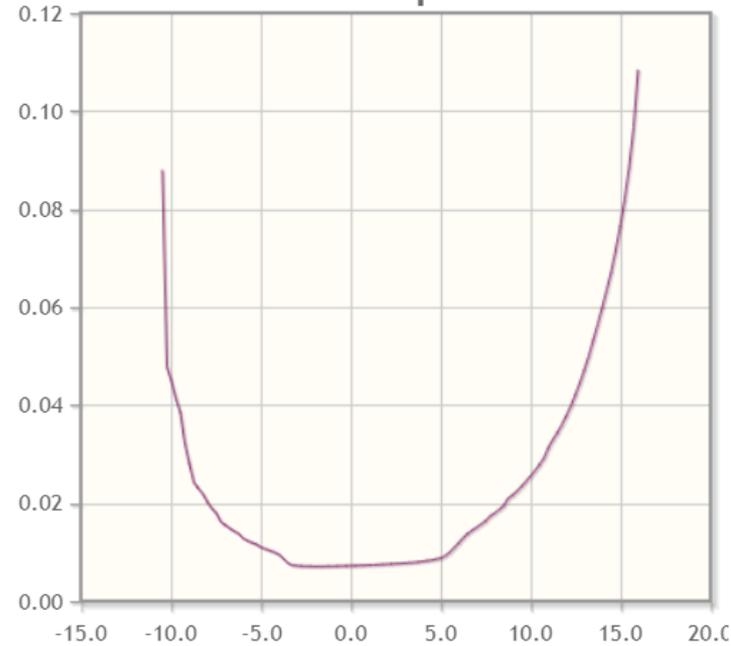
Ce profil est dissymétrique. La cambrure maximale se situe à 50% de la corde.
L'épaisseur maximale se situe à 34,9% de la corde.

DT4-Exemples de Coefficients de profil NACA 63-412 en fonction de i pour une vitesse donnée

Cz en fonction de i

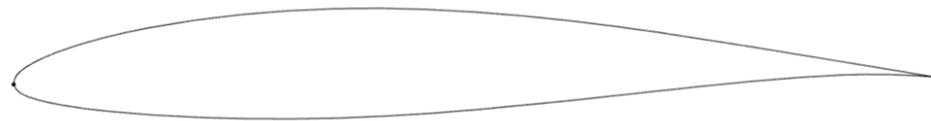
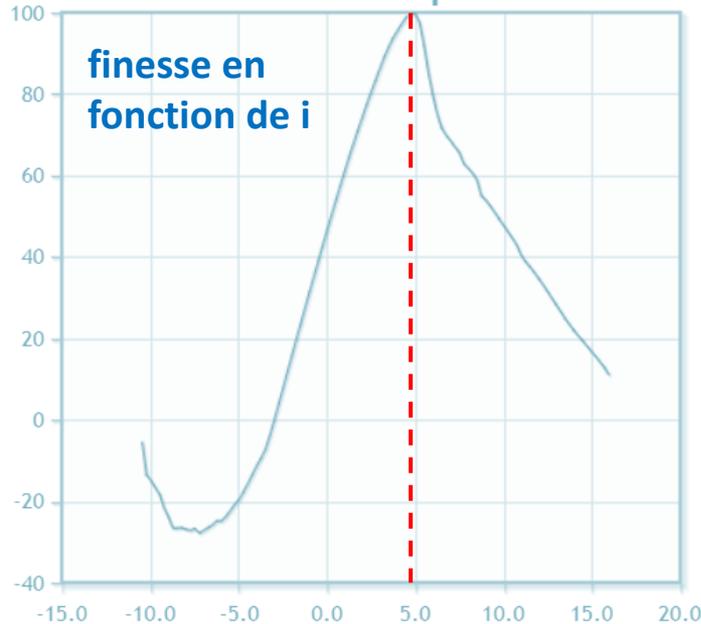


Cx en fonction de i



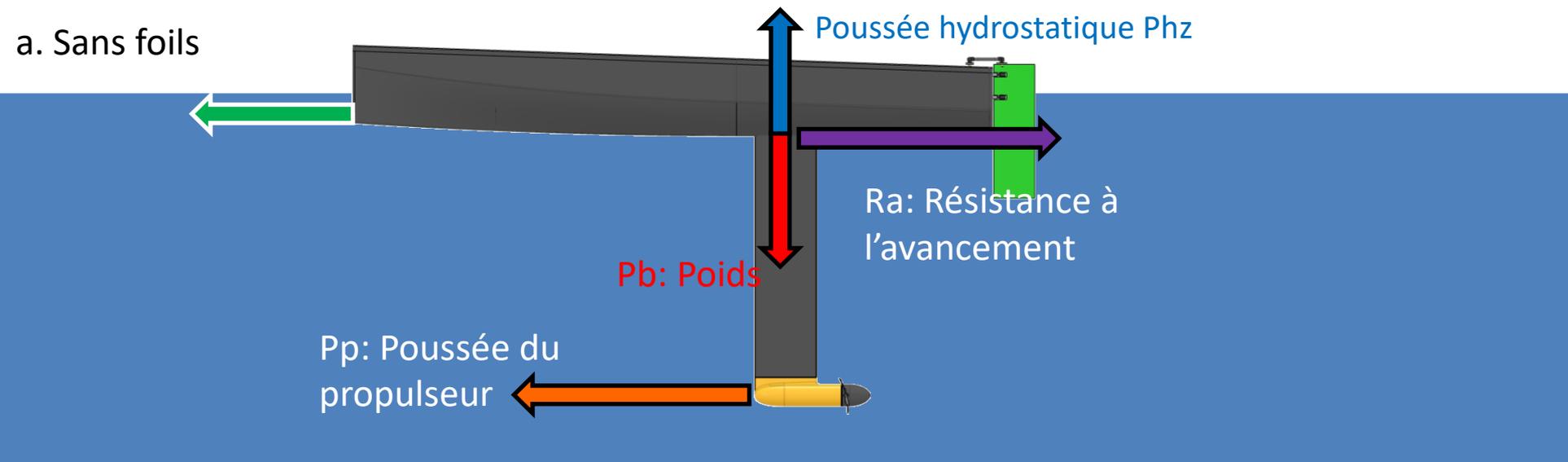
Attention: Valeurs pour un profil 2D (longueur infinie) ! Pour un profil de longueur finie, des tourbillons se créent en bout d'aile et crée de la traînée induite (par la portance). La finesse de l'aile est alors réduite.

finesse en fonction de i



Ce profil est dissymétrique. Le coefficient de portance C_z est non nul pour une incidence nulle $i=0^\circ$.

On voit que la plus grande finesse est atteinte pour une incidence de 5°



Au repos, le bateau flotte car la poussée hydrostatique (« poussée d'Archimède ») équilibre le poids du bateau.

Le propulseur électrique crée une poussée horizontale P_p qui permet le déplacement du bateau. Le bateau subit alors des forces de résistance à l'avancement dont la résultante est R_a : résistance visqueuse sur la coque et les appendices (mât, propulseur et safran) et résistance de vague (création de vagues à l'arrière du bateau qui s'opposent au mouvement). Cette résistance croît rapidement avec la vitesse (proportionnelle au carré de la vitesse).

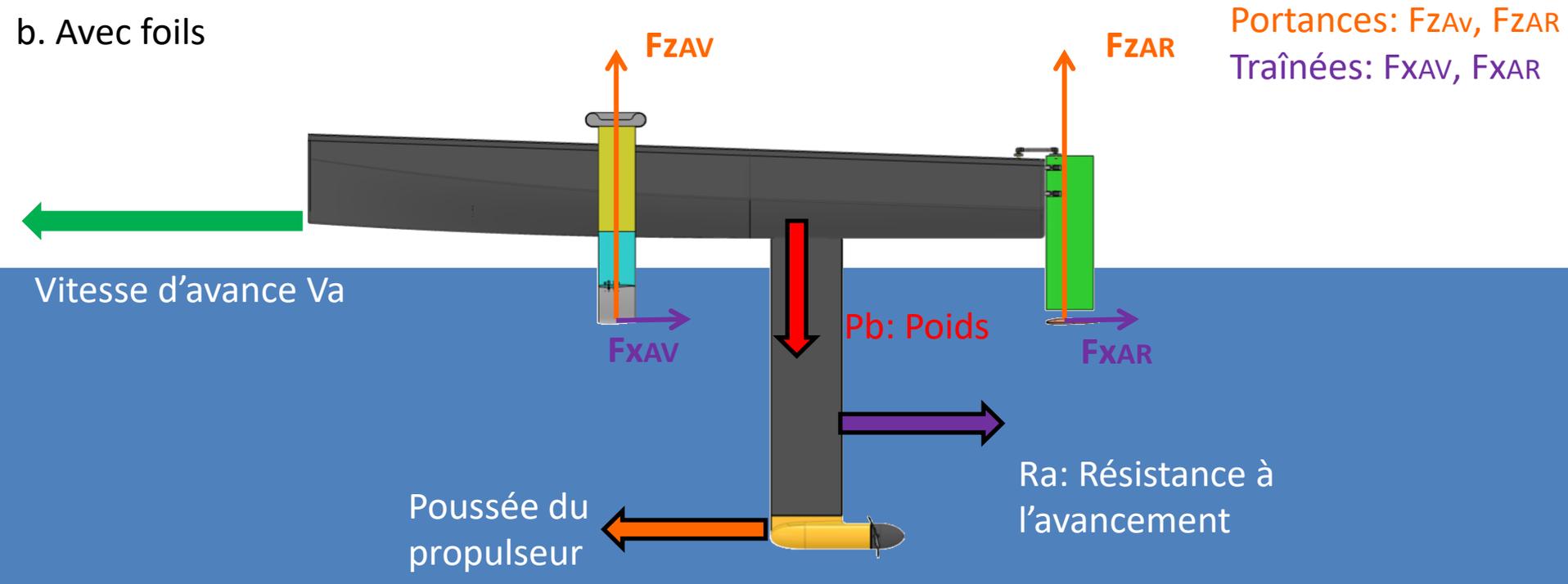
Le bateau ne peut donc dépasser une vitesse limite V_{limite} .

A la vitesse constante V_{limite} , la poussée P_p et la résistance R_a sont égales et maximales.

La puissance maximale développée par le propulseur est \mathcal{P}_p . \mathcal{P}_p ne peut donc dépasser la puissance limite: $P_{pmax} \cdot V_{limite}$

DT6-Bateau léger- Principe de fonctionnement des foils

b. Avec foils

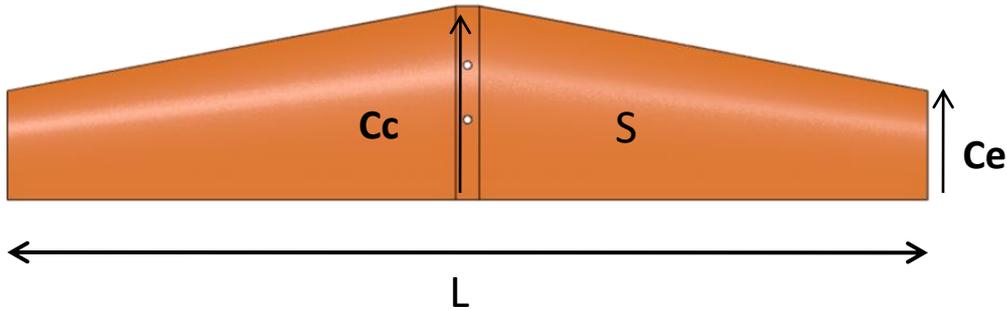


Lorsque le bateau avance, les foils créent chacun une force de portance dont la résultante permet de soulever le bateau jusqu'à ce que la coque soit au dessus de l'eau.

La résistance à l'avancement diminue alors fortement. Le bateau consomme alors moins d'énergie que précédemment à la même vitesse ou alors, sa vitesse va augmenter. Mais attention, car la portance également et les foils risquent de ne plus être en contact avec l'eau. L'objectif est de se déplacer avec la coque au dessus de l'eau (mais pas trop !).

Il faut arriver à stabiliser le bateau au dessus de l'eau à une vitesse donnée. Il faut donc pouvoir adapter la portance des foils en fonction de la vitesse. Le seul moyen est de faire varier leur incidence afin de pouvoir contrôler la portance (voir document DT8).

DT7-Design du foil

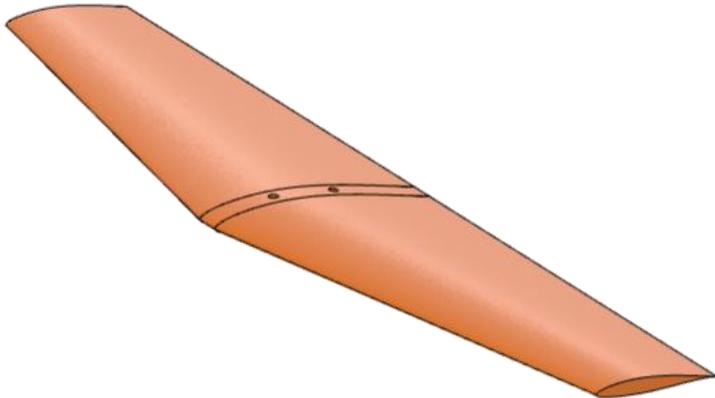


Cc : corde centrale
Ce: corde extrémité
L: longueur de l'aile
S: surface de l'aile , vue de dessus

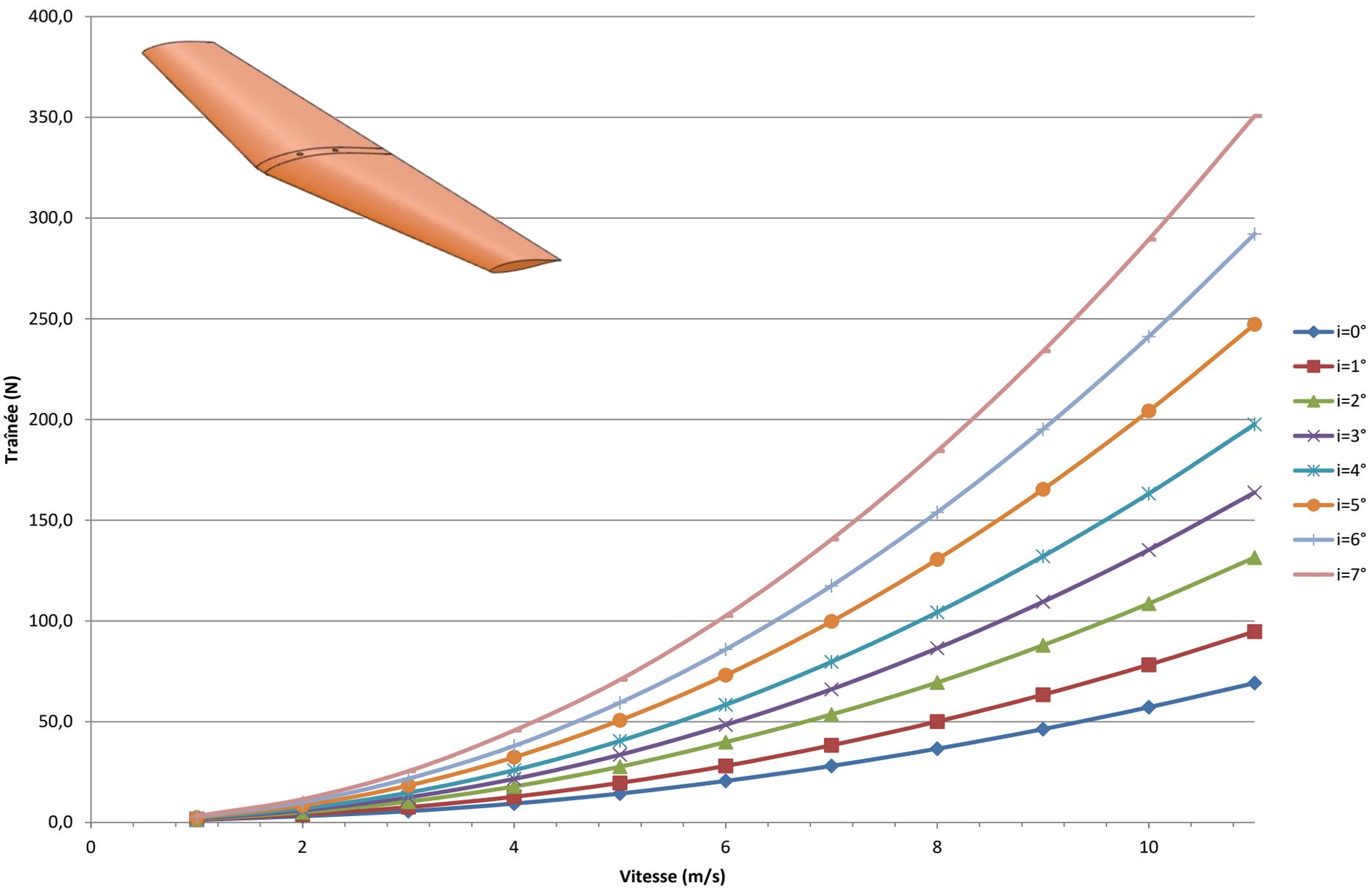
Afin de faciliter le dessin et la fabrication du foil arrière, un profil trapézoïdal a été choisi. Des études ont montré que, pour ce type de forme, la traînée induite était minimale lorsque la corde extrémité équivalait à 40% de la corde centrale.

- Cc = 214 mm
- Ce = 0,4 * Cc = 86 mm
- L = 800 mm

$$S = 0,5 * (Cc + Ce) * L = 0,12 \text{ m}^2 \text{ soit } S \sim 1200 \text{ cm}^2$$



Aile Trapézoïdale NACA 63412 L=800-Cc=214-Ce=86-S=1200 cm²



DT10-Finesse du foil en fonction de la vitesse V et de l'incidence i

Aile Trapézoïdale NACA 63412 L=800-Cc=214-Ce=86-S=1200 cm²

