

Création d'une aile à partir d'un cahier des charges

La technologie doit sans cesse relever de nouveaux défis. Dans le domaine de l'aéronautique cela se traduit par de plus grandes capacités de transport, de plus grandes vitesses de croisière et de plus grandes distances franchissables par les avions.

Ainsi l'A380 est aujourd'hui un appareil à la pointe. Il répond à de nombreux critères dans de nombreux domaines. Nous allons donc essayer de créer l'ébauche d'une aile capable de répondre à ces mêmes critères. Nous allons jouer le rôle des ingénieurs d'Airbus qui l'ont conçu.

Avant de commencer il convient de se poser les bonnes questions :

- Quels sont les critères d'une aile performante ?
- Comment créer une aile qui satisfait ces critères?

I-) Quelques notions d'aérodynamisme

On définit la portance et la traînée selon les deux formules suivantes :

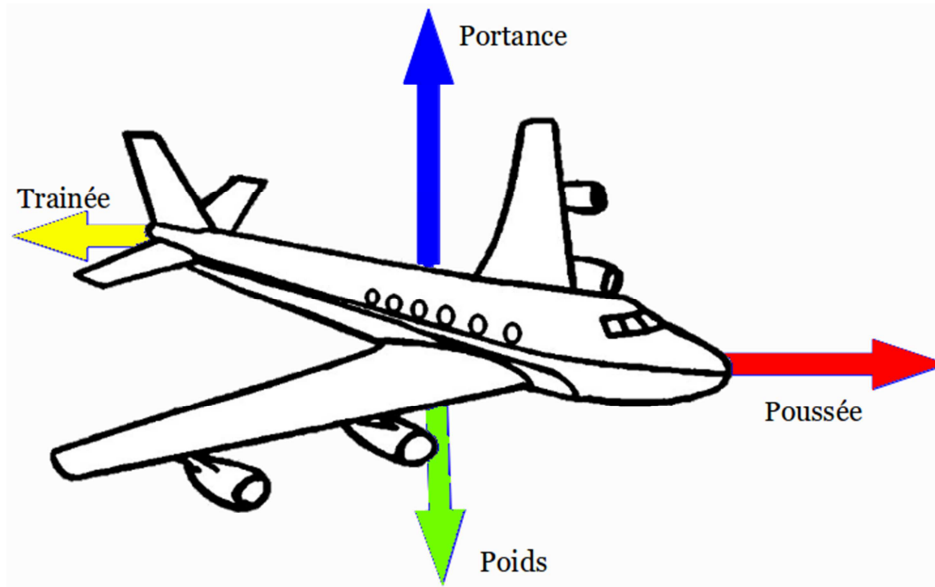
$$\underline{\text{Portance}} = \frac{1}{2} C_z \times S \times \rho \times V^2 \quad \underline{\text{Traînée}} = \frac{1}{2} C_x \times S \times \rho \times V^2$$

C_z et C_x : coefficient de portance et de traînée

S : Surface de l'aile

ρ : Masse volumique du fluide

V : Vitesse du fluide



On remarque que la portance est perpendiculaire au mouvement et que la trainée est opposée au mouvement. Dans notre recherche d'une aile performante, on peut donc définir les premiers critères de performance.

Portance FORTE et Trainée FAIBLE

On introduit donc le rapport $\frac{\text{Portance}}{\text{Trainée}}$ que l'on nomme **Finesse**

D'où l'équation : $\text{Finesse} = \frac{C_z}{C_x}$ et un autre critère : **Finesse FORTE**

On définit ensuite l'**Allongement** selon la formule suivante : $\lambda = \frac{b^2}{S}$

λ : allongement

b : envergure de l'aile

Or on a la relation $C_{xi} = \frac{C_z^2}{\pi \cdot e \cdot \lambda}$

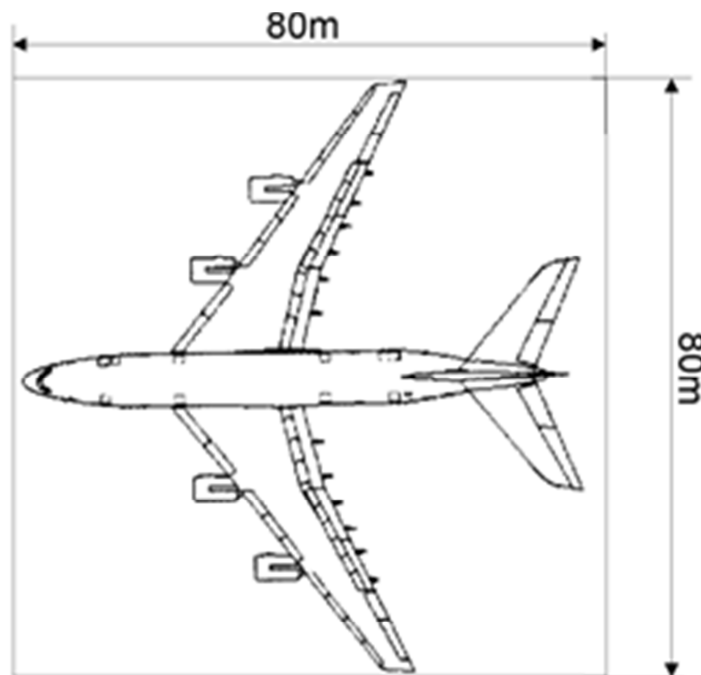
où le C_{xi} est une composante du C_x final. En effet on a $C_x = C_{xi} + C_{x\text{profil}} + C_{x\text{parasite}}$

On a donc le critère : **Allongement FORT**

II-) Le Cahier des Charges

Intéressons-nous maintenant au cahier des charges de l'A380.

- Masse maximale au décollage : 560 t
- Largeur maximale : 80m*
- Vitesse de croisière : 0.85 Mach = 1080 km/h
- Poussée possible : 311 kN x4 = 1,25 10⁶ N
- Longueur du corps : 72 m
- Largeur du corps : 6m



*L'A380 doit pouvoir être contenu dans un carré de 80x80 pour pouvoir loger dans les hangars classiques des aéroports existant sans nécessiter de travaux.

On en déduit donc quelques caractéristiques de notre aile, à savoir :

- Portance minimum = 5,6 10⁶ N
- Envergure maximale des ailes = 37 mètres

III-) Création de l'aile à l'aide de Héliciel

Avant de commencer la modélisation de l'aile nous devons encore en déterminer quelques caractéristiques. En effet nous voulons connaître l'envergure de l'aile ainsi que la largeur de la corde au pied et au bout de l'aile.

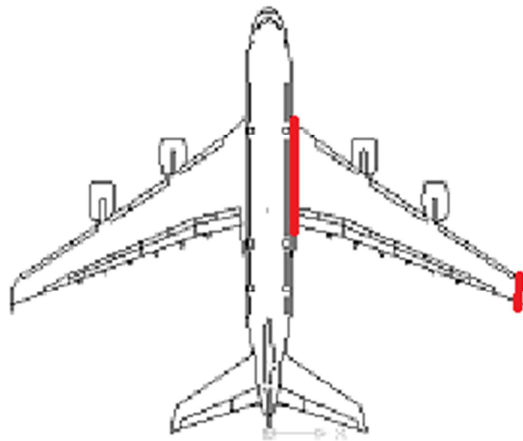
Comme nous voulons un allongement maximum, nous voulons donc une envergure maximum d'après la formule donnée précédemment. D'où **Envergure = 37 mètres**

Pour calculer cela nous allons nous inspirer du Boeing 747 qui est l'avion ayant le gabarit le plus proche. On a ainsi :

- Longueur du corps : 70,66m
- Corde au pied de l'aile : 16,3m
- Corde au bout de l'aile : 4,3m

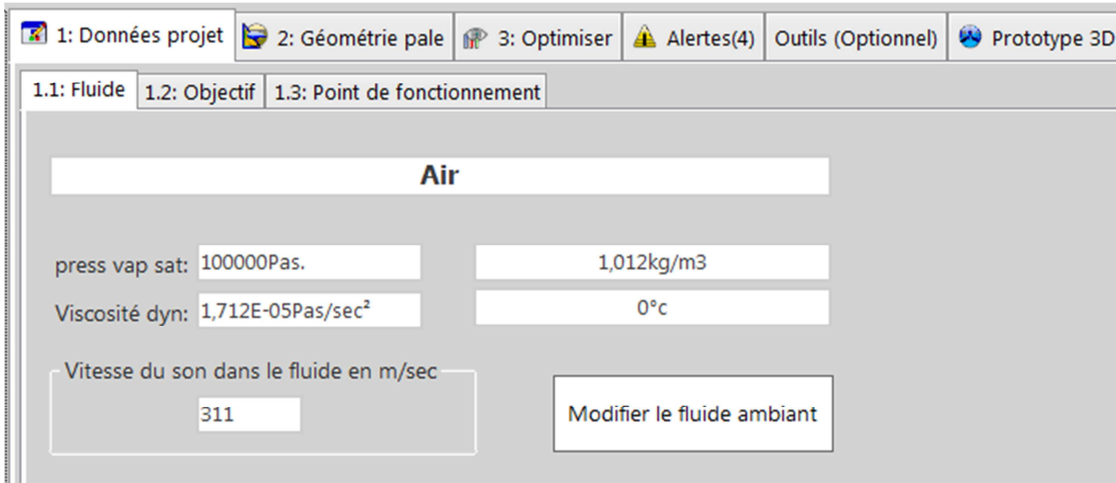
Par un simple calcul de proportionnalité on obtient :

- **Corde au pied de l'aile : 16,8m**
- **Corde au bout de l'aile : 4,4m**



Il reste maintenant à choisir le profil de notre aile. Nous allons utiliser Héliciel pour le trouver. Nous entrons les données suivantes :

- Fluide : Air

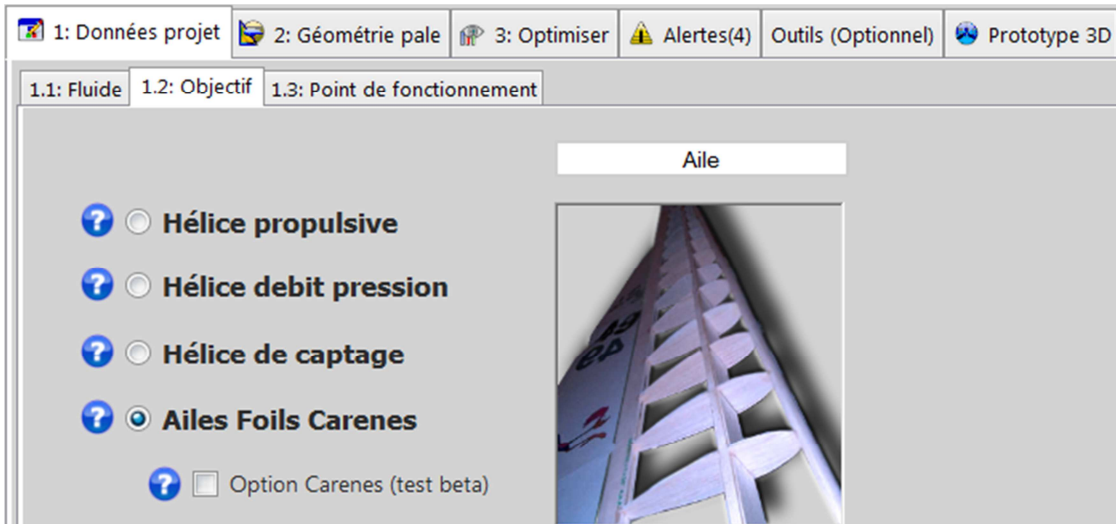


The screenshot shows the '1.1: Fluide' tab in the Héliciel software. The fluid is set to 'Air'. The following properties are displayed:

press vap sat:	100000Pas.	1,012kg/m3
Viscosité dyn:	1,712E-05Pas/sec ²	0°C
Vitesse du son dans le fluide en m/sec	311	

A button labeled 'Modifier le fluide ambiant' is located at the bottom right of the fluid properties section.

- Type d'objet : Ailes foils carennes

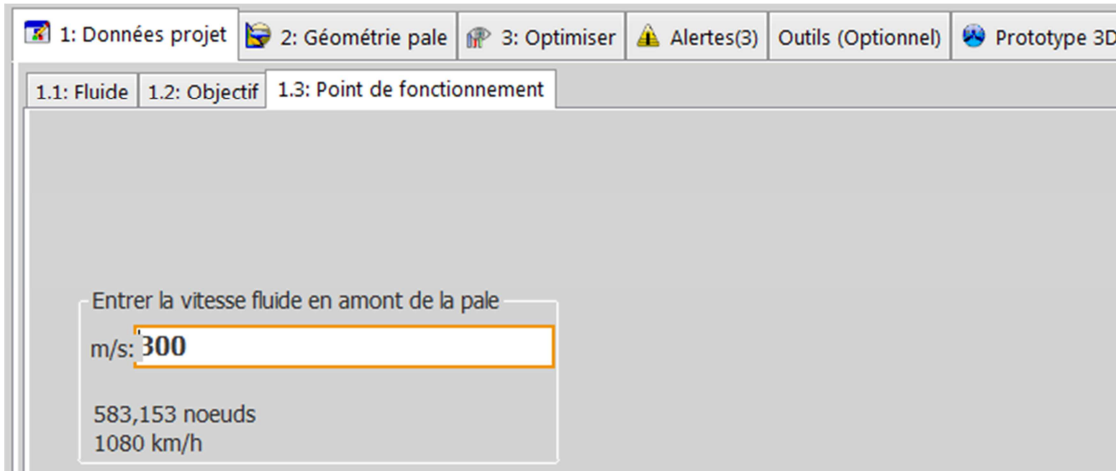


The screenshot shows the '1.1: Fluide' tab in the Héliciel software. The object type is set to 'Aile'. The following options are displayed:

- Hélice propulsive
- Hélice debit pression
- Hélice de captage
- Ailes Foils Carenes
- Option Carenes (test beta)

A 3D model of a wing is shown on the right side of the interface.

- Vitesse : 1080 km/h = 300 m/s



The screenshot shows the '1.1: Fluide' tab in the Héliciel software. The velocity input field is highlighted, showing the value '300' m/s. The following values are displayed below the input field:

Entrer la vitesse fluide en amont de la pale
m/s: 300
583,153 noeuds
1080 km/h

- Géométrie pale : Longueur de la corde au pied et en bout d'aile, Envergure,...

1: Données projet 2: Géométrie pale 3: Optimiser Alertes(3) Outils (Optionnel) Prototype 3D

2.1: Dimensions pale 2.2: Loi de Profils Options avancées géometrie

Longueur de pale

Entrer la longueur de l'aile mm

36000

Largeur de pale

Corde au pied de la pale mm: 16800

Distribution Cordes: Linéariser

Corde au bout de la pale mm: 4400,006

Equation distribution: Corde $4,219715E-11 \cdot r^2 + -0,3444458 \cdot r + 16800$ Appliquer équation

Epaisseur de pale imposée par le profil constant

Epaisseur pied pale mm: 69 Ep.Relative=0,004

Epaisseur appliquée au pied pale mm: 2016 Ep.Relative=0,12

Epaisseur bout pale mm: 1 Ep.Relative=0,000

Epaisseur appliquée au bout pale mm: 528,00 Ep.Relative=0,120

La loi de profil actuellement sélectionnée est "Profil constant".
Le profil étant de forme constante, son épaisseur est proportionnelle à sa corde.

Epaisseur relative du profil 0,12 fois la Corde

Favoriser la continuité. Exclure profils de finesse (Cz/Cx) inférieure à: 5

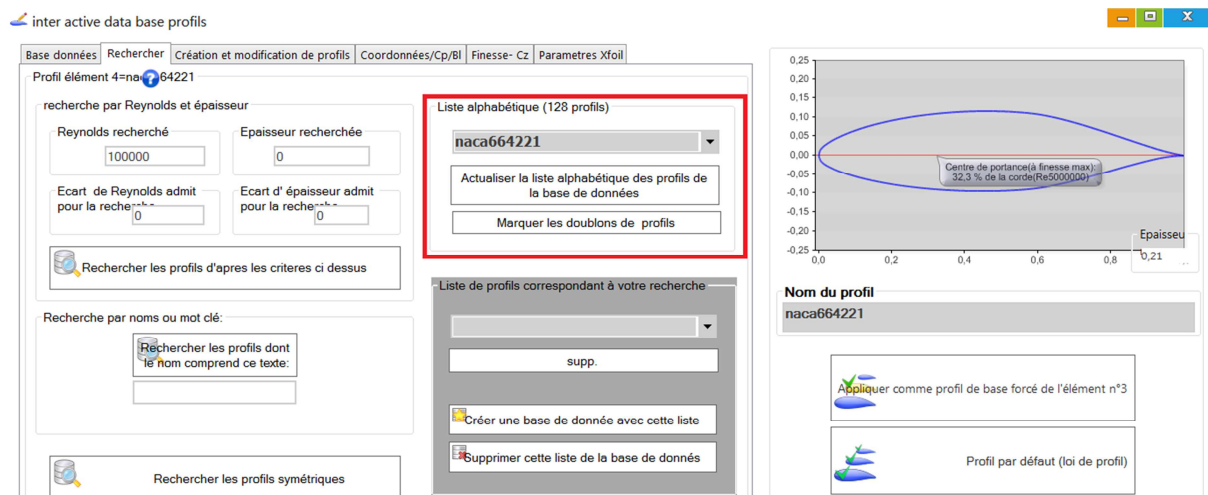
Remarque : Une fois les données entrées, il faut linéariser.

On va ensuite fixer un profil parmi ceux de la bibliothèque. On lance les calculs avec Héliciel qui va nous donner la finesse maximale du profil et l'angle associé. On répète cette opération pour tous les profils de la bibliothèque.

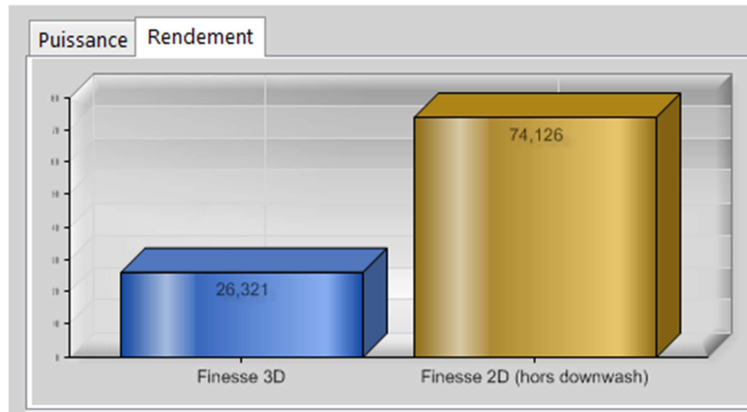
- On commence par utiliser une loi de profil « constant » en cochant l'option A dans loi de profils



- On choisit ensuite un profil parmi les 128 de la bibliothèque

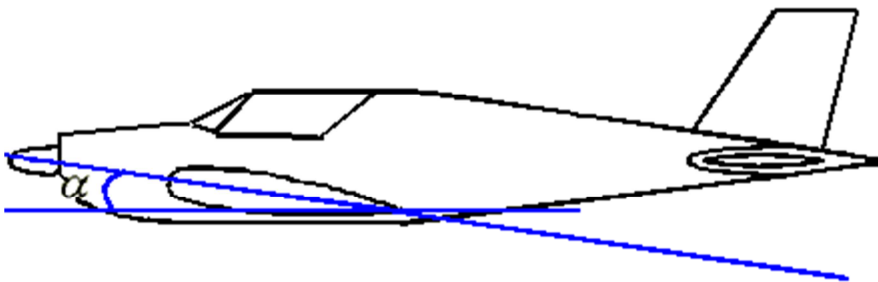


- On regarde ensuite dans l'onglet « Rendement » en bas à droite, la finesse de notre aile



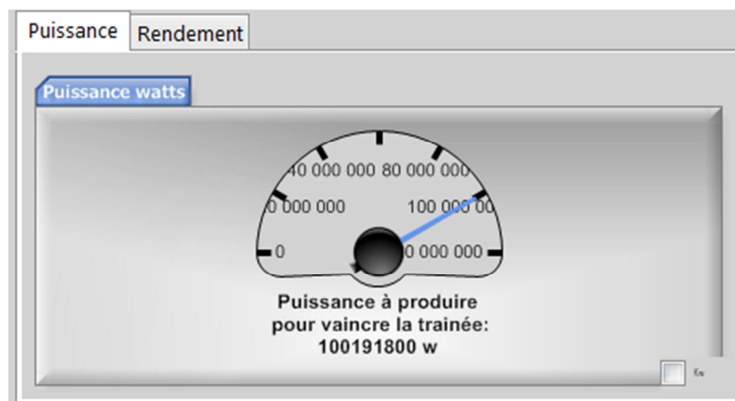
Remarque : On regarde la finesse 3D, c'est l'intérêt de Heliciel qui calcule les effets de bords.

Le profil présentant la finesse la plus élevée est le **NACA 664 221** qui possède une finesse de 26,321 pour un angle de 4° . En comparaison les autres profils ont une finesse aux alentours de 20.

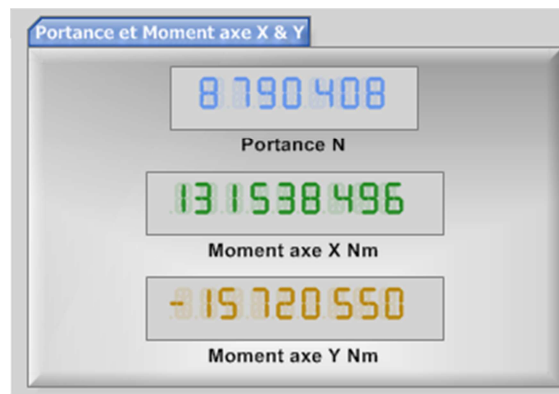


Il nous reste à voir si l'aile vérifie le cahier des charges de l'A380. Héliciel nous donne :

- Puissance nécessaire pour vaincre la traînée : $10^8 \text{ W} < 13 \cdot 10^8 \text{ W}$



- Portance : $8,8 \cdot 10^6 \text{ N} > 5,6 \cdot 10^6 \text{ N}$



➔ Le Cahier des charges est validé

Voici notre prototype :

