



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ONERA



THE FRENCH AEROSPACE LAB

www.onera.fr

Electif Intégration Avion - Structure

Dimensionnement d'une structure aéronautique

Dimensionnement Avion | Ailes - TP

Enoncé

Calculer la contrainte maximale dans le revêtement de l'aile d'un Boeing 777 en croisière.

Partie 1

- **Ecrire la liste des étapes et anticiper les difficultés**

Partie 1 (réponse)

- Trouver les chargements
 - Quels sont les efforts subis par les différents composants?
 - Quelles sont les poutres/plaques à dimensionner en flambage/plasticité?
- Trouver la géométrie
 - Forme globale de l'aile
 - Modélisation de l'aile comme une poutre
 - Comment calculer le moment quadratique?
 - Géométrie de la section
 - Quelles valeurs d'épaisseurs?

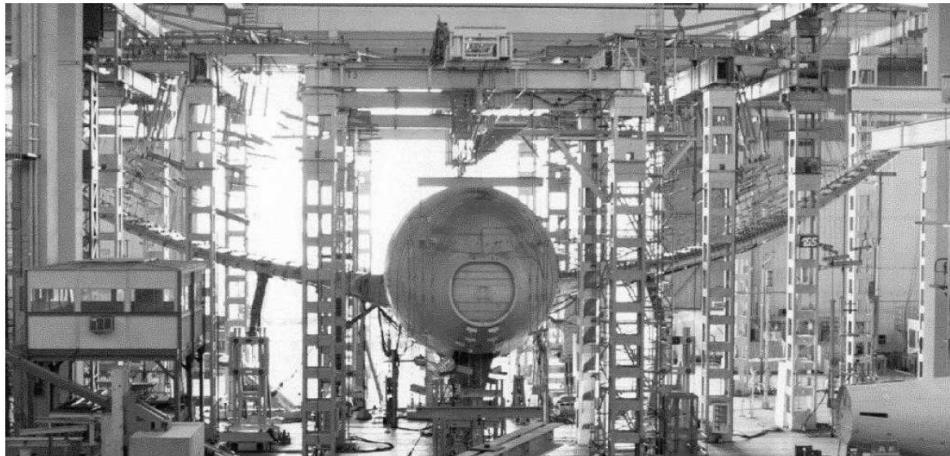
Dimensionnement Avion | Ailes - TP

Partie 2

- Faire un schéma de l'aile comme une poutre
- Représenter les conditions limites, les chargements
- Bien identifier les hypothèses
- Noter les paramètres qu'il nous manque

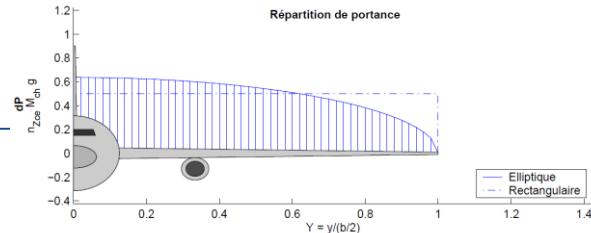
Dimensionnement Avion | Ailes - Efforts

- Efforts vus par les ailes: **flexion** provenant des forces de portance, du moteur et de sa masse propre



Dimensionnement Avion | Ailes - Efforts

Force de portance



- Hypothèses sur la forme de sa répartition le long de l'envergure.
- L'important c'est que la force totale supportée par les 2 ailes soit égale à **$n*g*MasseAvion$**
 - n : facteur de charge $=2,5*1,5=3,75$ (en croisière, $n=1$)
 - g : accélération de la pesanteur
- On prend souvent une **répartition elliptique** de la forme d'une force linéaire, à une position Y en envergure :
$$F(Y) = \frac{2ngMTOW}{\pi Y_{tip}} \sqrt{1 - \left(\frac{Y}{Y_{tip}}\right)^2} \text{ (en N/m)}$$
- Dans le projet, vous pouvez être plus précis en utilisant directement les valeurs de portance (C_l) du calcul.

Dimensionnement Avion | Ailes - TP

Partie 2 (réponse)

- Voir tableau

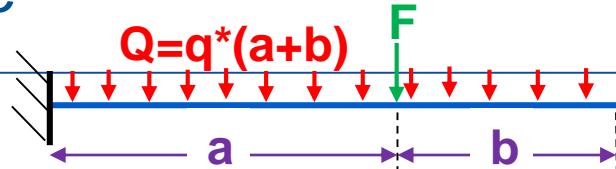
Dimensionnement Avion | Ailes - TP

Partie 3

- Modéliser la section de l'aile
- Repérer les données nécessaires, les chercher
- Propose une méthode pour calculer le moment quadratique

Dimensionnement Avion | Ailes - Modèle

Modélisation de l'aile



- On ne dimensionnera pas ni les longerons ni les nervures.
- On ne dimensionne que la partie **structure primaire**
 - Délimitée par les longerons et le revêtement
 - c'est elle qui tient les efforts
- On peut voir l'aile comme une grande poutre, encastrée au niveau du fuselage.
- Plein d'hypothèses sur sa géométrie :
 - Pas d'angle de flèche
 - Forme de sa section?

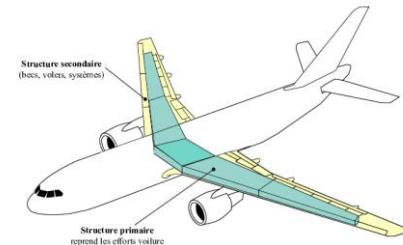
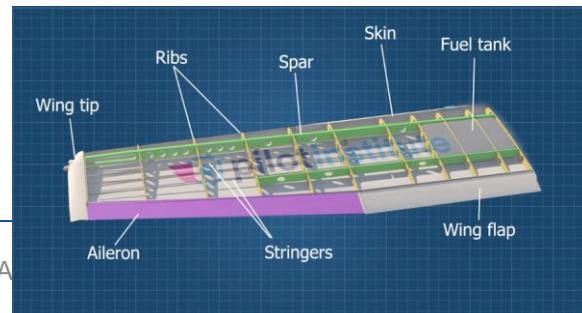


FIG. 3.1 – Structure primaire (qui reprend les efforts) et structure secondaire (dispositifs hypersustentateurs...) de l'aile.



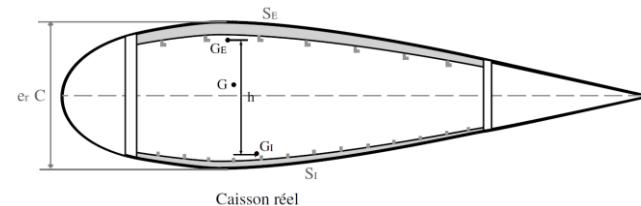
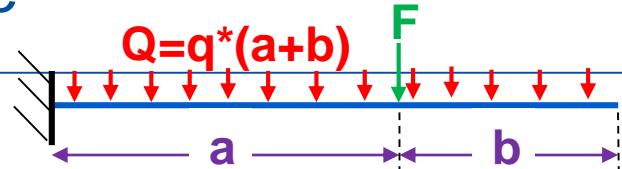
Electif A

Dimensionnement Avion | Ailes - Modèle

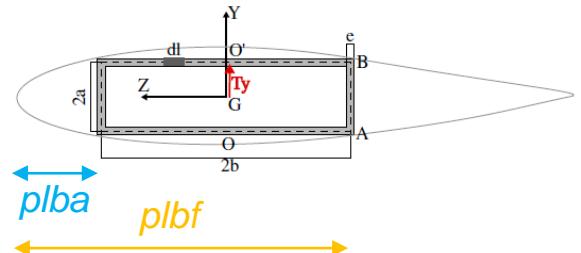
Modélisation de l'aile

Modèle de la section :

- Le but est de calculer son moment quadratique en fonction de sa géométrie
- Créer une boîte représentant fidèlement la forme réelle qui dépend du profile de l'aile.
- Choix de la **position des longerons**.
 - $plba$ entre 10 et 15% de la corde
 - $plbf$ entre 55 et 65% de la corde
- Donner une épaisseur cohérente aux **longerons**



Exemples de modélisation

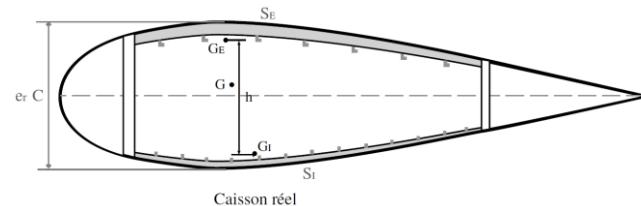
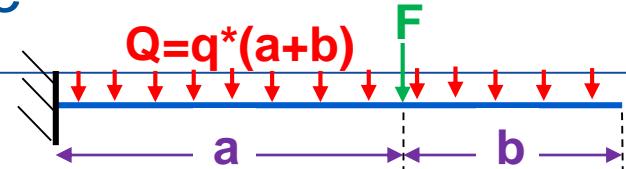


Dimensionnement Avion | Ailes - Modèle

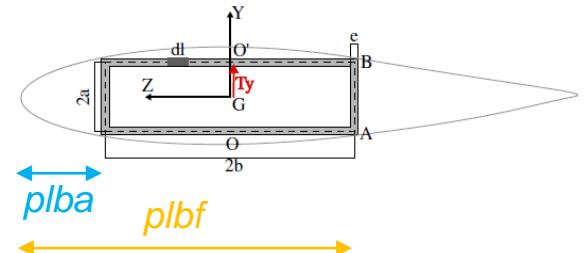
Modélisation de l'aile

Modèle de la section :

- Pour prendre en compte les lisse, on ajoute leur moment quadratique
- On remarque que les nervures n'amènent pas de raideur de flexion et n'interviennent pas dans le modèle.



Exemples de modélisation

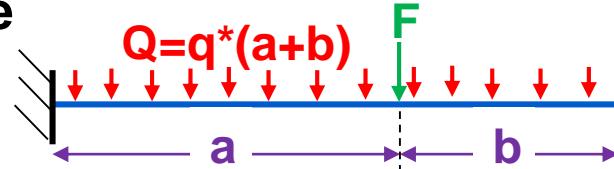


Partie 4

- Faire un schéma du processus global d'optimisation de l'aile le plus complet possible
- Comment prendre en compte la masse et son évolution au fil des itérations?

Dimensionnement Avion | Ailes - Modèle

Dimensionnement de l'aile



Minimum attendu :

- Optimisation de l'épaisseur du revêtement, du nombre et de la forme des lisses avec les efforts de portance, la masse du moteur.
- On suppose que la section est constante le long de l'envergure.
- On vérifie la tenue à la plasticité.

Suites possibles

- Tenue au flambage des lisses (selon la distance entre les nervures) et du revêtement.
- Faire évoluer la section le long de l'envergure

Dimensionnement Avion | Bibliographie

- Roux É. (2006). Modèle de Masse Voilure : Avions de transport civil, SupAéro-ONÉRA
- Cours de Jean-Fred Begue, « *Airframe Structural Design* »