

Dessin d'un avion - Procédure détaillée

Etude et conception avion

SIAE - Tianjin

Nicolas PETEILH
ENAC

3 décembre 2015

Numéro du groupe : ...

Noms des membres du groupe :

– >

– >

– >

– >

– >

Choix des premiers paramètres, à partir des spécifications données dans l'énoncé :

– Configuration avion : ...

– Mach de vol : ...

– Altitude de vol : ...

– Nombre de passagers : ...

– Rayon d'action : ...

Attention aux unités :

– W_0 est souvent exprimée en lb . Il faut donc penser à faire la conversion :

$$1kg = 2,2046lb$$

– le rayon d'action est souvent exprimé en NM .

$$1NM = 1852m$$

- des longueurs peuvent être exprimées en ft .

$$1ft = 0,3048m$$

- dans la formule de Breguet-Leduc, TSFC est exprimé en $kg/s/N$.
- dans le document, W désigne le poids de l'avion et M sa masse.
- on note q la pression dynamique de l'écoulement donc $q = 1/2\rho V^2$.

1 Première estimation de la masse

Soit M_0 la masse totale au décollage. Elle est exprimée en kg .

Rappel de l'équation de décomposition de la masse totale avion :

...

1.1 Calcul de $M_{Equipage}$

Description de la composition de l'équipage :

...

- Choix du nombre de PNT : ...

- Choix du nombre de PNC : ...

Masse à considérer par membre de l'équipage : ...

Après calcul :

$$M_{Equipage} = ...$$

1.2 Calcul de M_{Utile}

Description de la composition de la charge utile :

Masse à considérer par passager : ...

Après calcul :

$$M_{Utile} = ...$$

1.3 Calcul de M_{Vide}

Rappel de l'équation permettant d'exprimer M_{Vide} en fonction de M_0 :

...

Comme M_0 n'est pas encore connue, garder cette relation pour la réutiliser plus tard (cf partie 1.5).

1.4 Calcul de $M_{Carburant}$

1.4.1 Définition du profil de la mission

Liste des segments d'une mission type (NOTA : l'attente potentielle en vol due au trafic aérien ou à la météo est comptabilisée dans les réserves) :

- Segment 1 : ...
- Segment 2 : ...
- Segment 3 : ...
- Segment 4 : ...
- Segment 5 : ...
- Segment 6 : ...
- Segment 7 : ...

1.4.2 Calcul des ratio de masse pour chaque segment de la mission

Ratio des masses entre la fin et le début du segment : M_i/M_{i-1}

- Segment 1 : M_1/M_0 : ...
- Segment 2 : M_2/M_1 : ...
- Segment 3 : M_3/M_2 : ...
- Segment 4 : M_4/M_3 : ...
- Segment 5 : M_5/M_4 : ...
- Segment 6 : M_6/M_5 : ...
- Segment 7 : M_7/M_6 : ...

NOTA : Pour le ratio correspondant à la croisière (ou au survol) :

Rappel de l'équation de Bréguet-Leduc correspondant à la croisière (ou au survol) :

...

Pour les résultats suivants, si un graphique a été utilisé, le tracé est présenté en annexe :

– TSFC trouvé : ...

– S_{wet}/S_{ref} trouvé : ...

– $(L/D)_{max}$ trouvé : ...

– L/D utilisé : ...

1.4.3 Calcul du ratio $M_{Carburant}/M_0$

Rappel de la formule permettant de calculer $M_{Carburant}/M_0$:

...

Après calcul :

$$\frac{M_{Carburant}}{M_0} = \dots$$

1.5 Première estimation de M_0

Rappel de l'équation utilisée :

...

Après calcul :

$$M_0 = \dots$$

2 Choix d'un profil aérodynamique

Profil aérodynamique choisi : ...

Explications :

...

Epaisseur relative (t/c) trouvée (*voir tracé sur le schéma en annexe*) : ...

3 Analyse préliminaire de la voilure

Pour les résultats suivants, les schémas sont en annexe avec les tracés :

- Allongement A choisi : ...
- Flèche du bord d'attaque choisie : ...
- Effilement (ou *taper ratio* λ) trouvé : ...
- Flèche au quart de corde trouvée : ...
- Vrillage choisi : ...
- Calage choisi : ...
- Position de l'aile choisie : ...
- Dièdre choisi : ...
- Extrémité de voilure choisie : ...

4 Estimation du ratio poussée/poids T/W

4.1 Méthode statistique

T/W trouvé : ...

4.2 Méthode en fonction de la vitesse

Rappel de l'équation utilisée :

...

Après calcul, T/W trouvé : ...

4.3 Méthode - meilleure efficacité en croisière

Rappel de l'équation utilisée pour calculer $(T/W)_{croisière}$:

...

Après calcul, $(T/W)_{croisière}$ trouvé : ...

Rappel de l'équation utilisée pour calculer $(T/W)_{dcollage}$:

...

– $W_{croisière}/W_{dcollage}$ trouvé : ...

- $T_{maxcroisiere}/T_{maxdcollage}$ trouvé : ...
 - Réglage de la poussée en croisière utilisé : ...
- Après calcul, $(T/W)_{dcollage}$ trouvé : ...

4.4 Bilan pour T/W

T/W choisi finalement : ...

5 Estimation de la charge alaire

5.1 Vitesse de décrochage

Rappel de l'équation utilisée pour calculer $(M/S)_{decrochage}$:

...

- C_{Lmax} trouvé : ...
- $V_{decrochage}$ trouvé : ...

Après calcul, $(M/S)_{decrochage}$ trouvé : ...

Résultat exprimé en conditions au décollage : ...

5.2 Distance au décollage

Rappel de l'équation utilisée pour calculer $(M/S)_{decollage}$:

...

- C_{LTO} trouvé : ...
- Distance au décollage choisie : ...
- TOP trouvé : ...
- Altitude maximale choisie pour le décollage : ...

Après calcul, $(M/S)_{decollage}$ trouvé : ...

5.3 Distance à l'atterrissage

Rappel de l'équation utilisée pour calculer $(M/S)_{atterrissage}$:

...

– d_α utilisé : ...

– Avion équipé de reverse? ...

Après calcul, $(M/S)_{atterrissage}$ trouvé : ...

Résultat exprimé en conditions au décollage : ...

5.4 Croisière

Rappel de l'équation utilisée pour calculer $(M/S)_{croisiere}$:

...

– q calculé : ...

– C_{L0} utilisé : ...

– Coefficient d'efficacité d'Oswald e choisi : ...

Après calcul, $(M/S)_{croisiere}$ trouvé : ...

Résultat exprimé en conditions au décollage : ...

5.5 Choix de la charge alaire $(M/S)_{finale}$

Rappel de la règle pour choisir la M/S finale :

...

$(M/S)_{finale}$ trouvé : ...

6 Deuxième estimation de la masse M_0

6.1 Nouveau calcul de M_{Vide}

Rappel de la nouvelle équation permettant d'exprimer M_{Vide} en fonction de M_0 :

...

Valeurs utilisées pour les différents paramètres :

- Allongement A utilisé : ...
- (T/W_0) utilisé : ...
- (M_0/S) utilisé : ...
- M_{max} utilisé : ...
- a utilisé : ...
- b utilisé : ...
- C_1 utilisé : ...
- C_2 utilisé : ...
- C_3 utilisé : ...
- C_4 utilisé : ...
- C_5 utilisé : ...

Comme précédemment, garder cette relation pour la réutiliser ci-après.

6.2 Nouveau calcul de $M_{Carburant}$

6.2.1 Définition du profil de la mission

La mission reste-t-elle la même? ...

6.2.2 Nouveau calcul des ratio de masse pour chaque segment de la mission

Ratio des masses entre la fin et le début du segment : M_i/M_{i-1}

- Segment M_1/M_0 : ...
- Segment M_2/M_1 : ...
- Segment M_3/M_2 : ...
- Segment M_4/M_3 : ...
- Segment M_5/M_4 : ...
- Segment M_6/M_5 : ...
- Segment M_7/M_6 : ...

NOTA1 : Pour le ratio correspondant à la montée : Rappel de la nouvelle formule à utiliser :

...

NOTA2 : Pour le ratio correspondant à la croisière (ou au survol) :
Rappel de la nouvelle relation à utiliser pour le calcul de L/D :

...

Valeurs utilisées pour les différents paramètres :

- q : ...
- C_{D0} : ...
- (W/S) : ...
- Allongement A : ...
- Coefficient d'efficacité d'OSwald e : ...

6.2.3 Nouveau calcul du ratio $M_{Carburant}/M_0$

Rappel de la formule permettant de calculer $M_{Carburant}/M_0$:

...

Après calcul :

$$\left(\frac{M_{Carburant}}{M_0} \right)_{nouveau} = \dots$$

6.3 Deuxième estimation de M_0

Rappel de l'équation utilisée :

...

Après calcul :

$$M_{0nouveau} = \dots$$

Comparaison avec la première estimation de la masse :

...

7 Estimation de la longueur et du diamètre du fuselage

7.1 Méthode 1 : estimation empirique

Rappel de l'équation permettant d'estimer la longueur du fuselage :

...

Valeurs utilisées pour les différents paramètres :

- Coefficient A (ATTENTION : ici A ne représente pas l'allongement de l'aile) : ...
- Coefficient C : ...

Après calcul, la longueur du fuselage est estimée à :

$$L_{fuselage} = \dots$$

Rappel de la définition de l'*allongement du fuselage* :

...

Valeur de l'*allongement du fuselage* choisie : ...

Après calcul, le diamètre du fuselage est estimé à :

$$D_{fuselage} = \dots$$

7.2 Méthode 2 : estimation à partir du nombre de passager maximal - *Facultative*

Si cette partie est traitée, les calculs sont présentés en annexe.

Longueur du fuselage trouvée : ...

Diamètre du fuselage trouvée : ...

8 Premier dessin de la voilure

Rappel des valeurs utilisées dans les calculs suivants :

- M_0 : ...
- M_0/S_{ref} : ...
- T_{max}/W_0 : ...

Calcul des dimensions de voilure :

- Surface de référence de la voilure S_{ref} :
 - Equation pour calculer S_{ref} :
 - ...
 - S_{ref} trouvé : ...
- Envergure de la voilure b :
 - Equation pour calculer b :
 - ...
 - b trouvé : ...
- Longueur de la corde à l'emplature $C_{emplature}$:
 - Equation pour calculer $C_{emplature}$:
 - ...
 - $C_{emplature}$ trouvé : ...
- Longueur de la corde au saumon C_{saumon} :
 - Equation pour calculer C_{saumon} :
 - ...
 - C_{saumon} trouvé : ...
- Longueur de la corde aérodynamique moyenne CAM :
 - Equation pour calculer CAM :
 - ...
 - CAM trouvé : ...
- Positionnement de la corde aérodynamique moyenne par rapport au point du bord d'attaque de la voilure situé sur l'axe longitudinale de l'avion X_{CAM} :
 - Equation pour calculer X_{CAM} :
 - ...
 - X_{CAM} trouvé : ...

Choix de la position de la voilure par rapport au fuselage = position $X_{Voilure}$ du point du bord d'attaque de la voilure situé sur l'axe longitudinale de l'avion.

Position choisie $X_{Voilure}$: ...

9 Choix et dessin d'un empennage

Description de l'empennage choisi :

...

Rappel de l'hypothèse sur son positionnement par rapport au fuselage :

...

9.1 Empennage horizontal

Calcul des dimensions de l'empennage horizontal :

– Coefficient d'empennage horizontal C_{HT} :

– Rappel de la définition de C_{HT} :

...

– C_{HT} choisi : ...

– Allongement de l'empennage horizontal A_{HT} :

– A_{HT} choisi : ...

– Effilement de l'empennage horizontal λ_{HT} choisi : ...

– Flèche du bord d'attaque de l'empennage horizontal choisie : ...

Description de la méthode utilisée pour calculer, pour l'empennage horizontal :

– la surface S_{HT} ,

– l'envergure b_{HT} ,

– la corde à l'emplanture $C_{emplanture_{HT}}$, et

– la corde au saumon $C_{saumon_{HT}}$.

...

...

...

...

...

Après calcul :

- Surface S_{HT} : ...
- Envergure b_{HT} : ...
- Longueur de la corde à l'emplature $C_{emplature_{HT}}$: ...
- Longueur de la corde au saumon $C_{saumon_{HT}}$: ...
- Longueur de la corde aérodynamique moyenne CAM_{HT} : ...
- Positionnement du bord d'attaque de la corde aérodynamique moyenne de l'empennage horizontal par rapport au point du bord d'attaque de l'empennage horizontal situé sur l'axe longitudinal de l'avion $X_{CAM_{HT}}$: ...
- Distance entre le quart de la corde aérodynamique moyenne de la voilure et celle de l'empennage horizontal L_{HT} : ...

9.2 Empennage vertical

Calcul des dimensions de l'empennage vertical :

- Coefficient d'empennage vertical C_{VT} :
 - Rappel de la définition de C_{VT} :
 - ...
 - C_{VT} choisi : ...
- Allongement de l'empennage vertical A_{VT} :
 - A_{VT} choisi : ...
- Effilement de l'empennage vertical λ_{VT} choisi : ...
- Flèche du bord d'attaque de l'empennage vertical choisie : ...

Description de la méthode utilisée pour calculer, pour l'empennage vertical :

- la surface S_{VT} ,
- l'envergure b_{VT} ,
- la corde à l'emplature $C_{emplature_{VT}}$, et
- la corde au saumon $C_{saumon_{VT}}$.

...

...

...

...

...

Après calcul :

- Surface S_{VT} : ...
- Envergure b_{VT} : ...
- Longueur de la corde à l'implanture $C_{implanture_{VT}}$: ...
- Longueur de la corde au saumon $C_{saumon_{VT}}$: ...
- Longueur de la corde aérodynamique moyenne CAM_{VT} : ...
- Positionnement du bord d'attaque de la corde aérodynamique moyenne de l'empennage vertical par rapport au point du bord d'attaque de l'empennage vertical situé sur l'axe longitudinal de l'avion $X_{CAM_{VT}}$: ...
- Distance entre le quart de la corde aérodynamique moyenne de la voilure et celle de l'empennage vertical L_{VT} : ...

10 Dessin de l'avion

Joindre le dessin de l'avion en annexe.

11 Comparaison avec l'avion de référence

...

...

...

...

...