

Dedicate

Que ce modeste travail ou j'ai tous donné en mettant mes connaissances, ma curiosité, ma patience et surtout mes espoirs et mon amour aussi, vous apporte toutes la joie du monde, toutes les satisfactions et tout le bonheur que vous désirez et que vous méritez parfaitement.

A vous ceux que j'aime et qui savez m'entrouvrez de toute l'affection véritable et sincère dont j'ai besoin.

A :

- ♥ Ma très chère mère qu'attend avec impatience ma soutenance comme elle attendait ma naissance et à qui je souhaite un prompt rétablissement, elle est la lumière et l'oxygène pour moi. Que dieu la protège.
- ♥ Mon cher père, mon guide et mon ami depuis mon enfance, que dieu m'aide à lui rendre un petit peu de ce qui m'a donné.
- ♥ Mon grand père **Ahmed** et ma grand-mère : **Aicha** qu'ils étaient toujours derrière moi.
- ♥ Mes chers frères : **Abdelkader, Oussama, Walid, Abdelmonaïme et Abdessamed.**
- ♥ Ma chère sœur : **Khadija**, dont sa place est spéciale dans mon cœur.
- ♥ Ma binôme pour sa patience et sa compréhension ainsi qu'à toute sa famille.
- ♥ Mes oncles : **Abdelkader, Mohamed et Belkacem**
- ♥ Mes tantes : **Yamina, Farida, Zoulikha, Wahiba et Fatma.**
- ♥ Mes beaux frères : **Ahmed, Mourad et Berrichi.**
- ♥ Mes cousins et cousines : **Moussa, Med, Mustapha, Hamid, Houari, Amine, Khaira, Fadhila, Chaimaa, Fatima, Hind, Imane, Farah, Hiba et la petite : Khawla.**

- ♥ Tous qui m'ont cesse de manifesté pendant ces trois belles années études une sincère amitié : **Walid, Mehdi, Mustapha, Khaireddine, Ferrah, Bourass, Samir, Sofiane, Feriele Et Ghania.**
- ♥ Mes amis d'étude : **Adel, Hamoud, Ihsen, Hayat, Nezha, Rosa, Leila, Zoulikha** et toute la promo.
- ♥ Ma fidèle clique : **Apido, Abdelhak, Kader, Nono, Douz, Domdom, Hamza, Yacine Et Amin**
- ♥ Touts les gens de **Khemis Miliana**, ma ville natale que j'adore.

Je dédie ce modeste travail

M'HAMED

Remerciement

Avant d'exposer notre modeste travail nous remercions le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la vie, le courage et la santé pour finir notre mémoire.

Il nous tient à cœur de remercier aussi nos chers parents pour leur soutien durant toute la période de travail.

Nous remercions ainsi notre promoteur **Mr : Kirad** qui a bien voulu diriger notre travail et aussi pour les conseils qu'il n'a pas cessé de nous prodiguer.

Nous adressons également nos vifs remerciements et notre profonde gratitude au :

Président et membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail

A tous les enseignants qui ont contribué à notre formation du primaire jusqu'à l'université

Des spéciaux remerciements à **Hayet, Ihsene, Nezha et Redha** pour leur aide

Pour toute personne ayant participé de loin ou de près de notre mémoire de fin d'études

II.3.1.2- EXPLICATION PHYSIQUE	12
II.3.1.3- CENTRE DE POUSSE	13
II.3.1.4. LE DECROCHAGE	13
II.3.1.5- I 'EXPRESSION DE LA PORTANCE	14
II.1.2.6- CALCUL DE C_z ET PRESENTATION DE COURBE $C_z = F(\alpha)$	15
II.3.2- LA TRAINEE	16
II.3.2.1- DEFINITION	16
II.3.2.2- TYPES DE TRAINEE	16
1- TRAINEE DE FORME	16
2- TRAINEE DE FROTTEMENT	17
3- TRAINEE INDUITE	17
II.3.2.3. L'EXPRESSION DE LA TRAINEE	18
II.3.2.4- CALCUL DE C_x ET PRESENTER DE SA COURBE $C_x = F(\alpha)$	18
II.4- LE RENDEMENT AERODYNAMIQUE	19
II.4.1- LA POLAIRE DE L'AILE	19
II.4.2. LA FINESSE	19
II.5- LE MOMENT DE TANGAGE	21
II.6- FOYER DE L'AILE	22

CHAPITRE III. Généralité sur l'Airbus A 330-200

III.1. Histoire de la firme	23
III.2. Dirigeants d'Airbus industrie	23
III.2.1. Administrateurs gérants	23
III.2.2. Présidents directeurs généraux	24
III.3. Compétition avec Boeing	24
III.4. Airbus aujourd'hui	25
III.5. Avions de la gamme Airbus	26
III.6. La famille A330	28
III.6.1. A330-300	28
III.6.1.1. Caractéristiques techniques de l'Airbus A330-300	28
A. Dimensions	28
B. Masses de calcul	29
C. Principales caractéristiques d'exploitation	29
III.6.2. A330 MRTT	29
III.6.3. Airbus A330-200	30
III.6.3.1. Caractéristiques techniques de l'Airbus A330-200	31
A. Dimensions	31
B. Masses de calcul	32
C. Principales caractéristiques d'exploitation	32
III.6.3.2. LE FUSELAGE	33
III.6.3.2.1. Les éléments constitutifs du fuselage sont	33

A. Nez De Fuselage	33
B. La partie avant de fuselage	33

C. La partie centrale du fuselage.....	35
D. Partie Arrière du fuselage	35
E. Cône arrière du fuselage	35
III.6.3.3. Les portes	35
A. Généralités	35
B. Localisation	38
III.6.3.4. L'empennage	38
III.6.3.5. Train d'atterrissage	38

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUS

CHAPITRE I : Comment vole un avion

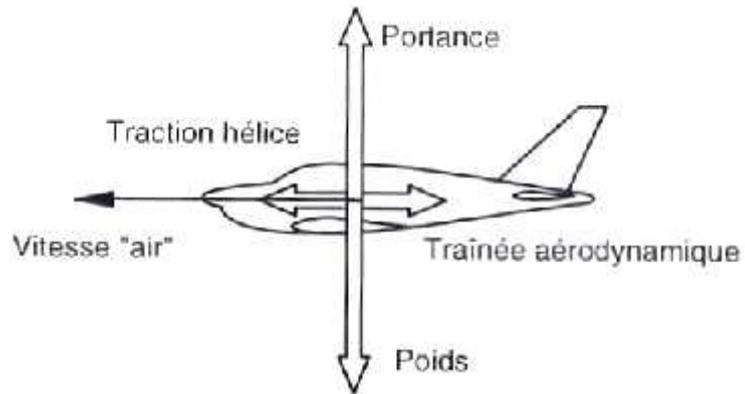


Fig. I-1 : EQUILIBRE DES FORCES CRI ROI HORIZONTAL STABILISE

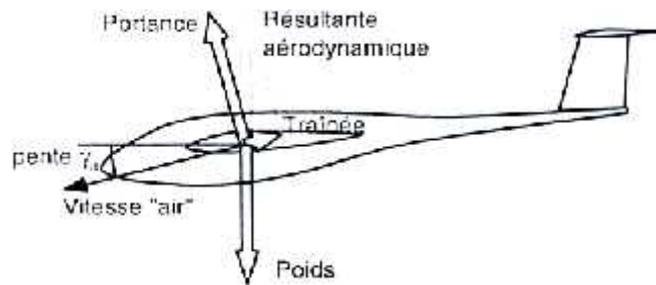


Fig. I-2 : EQUILIBRE DES FORCES AGISSANT SUR UN PLANEUR

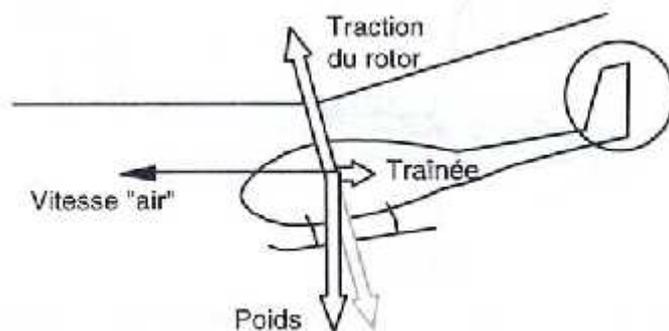


Fig. I-3 : VOL D'AVANCEMENT DE L'HELICOPTERE

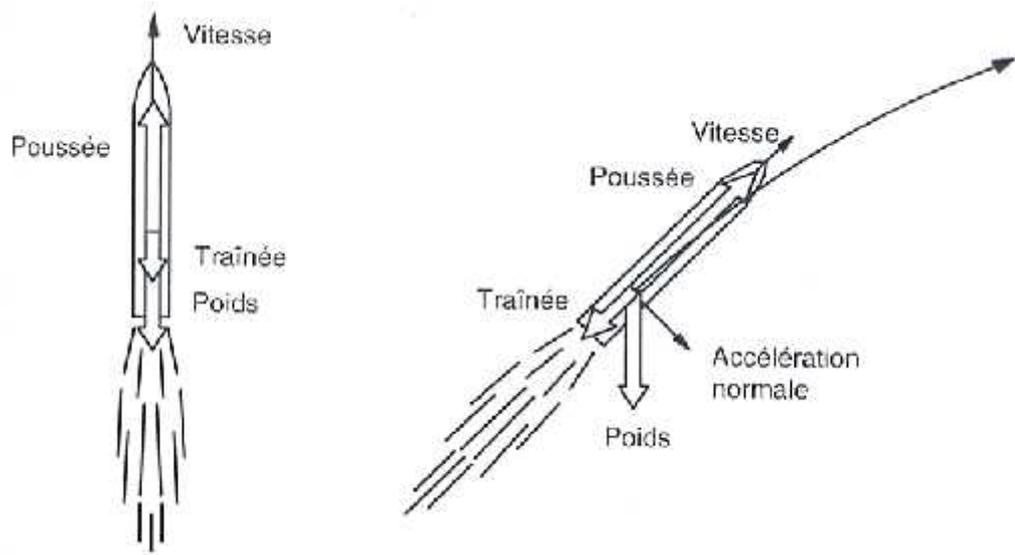


Fig. I-4 : Fusée en accélération verticale (à gauche), et en vol oblique (à droite)

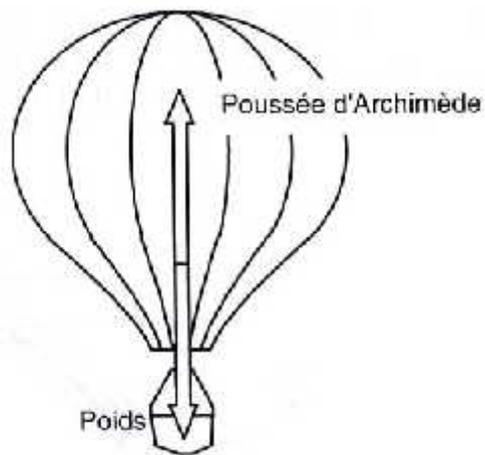


Fig. I-5 : LA MONTGOLFIERE

CHAPITRE II : L'aérodynamique des structures

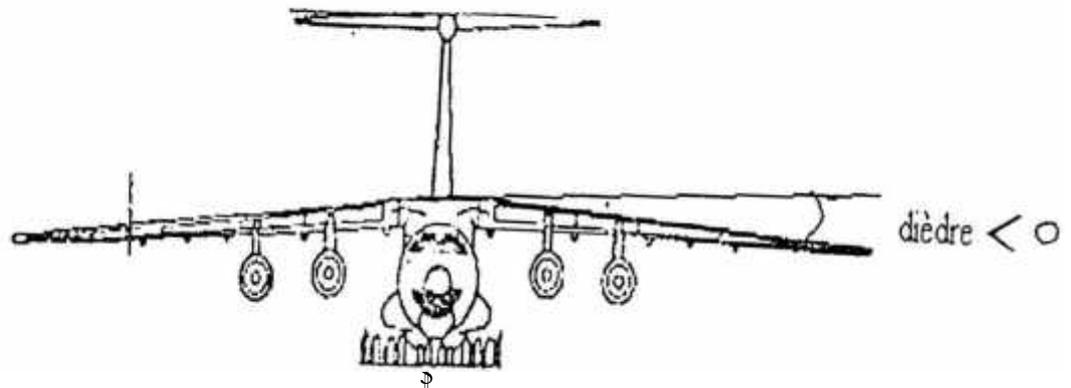


Figure II-1 : DIEDRE D'UNE VOILURE

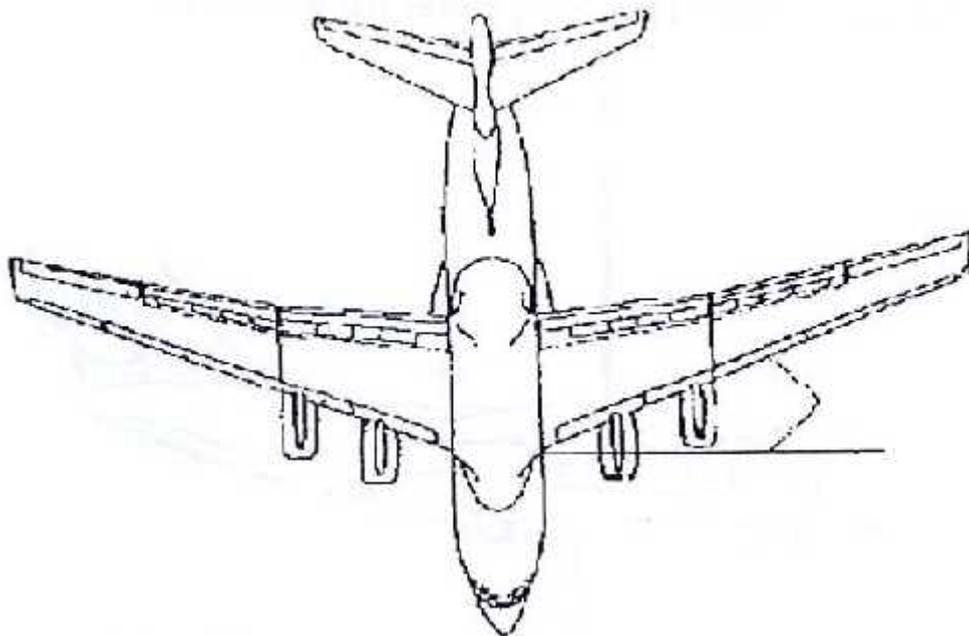


Figure II-2 : FLECHIF D'UNE VOILURE

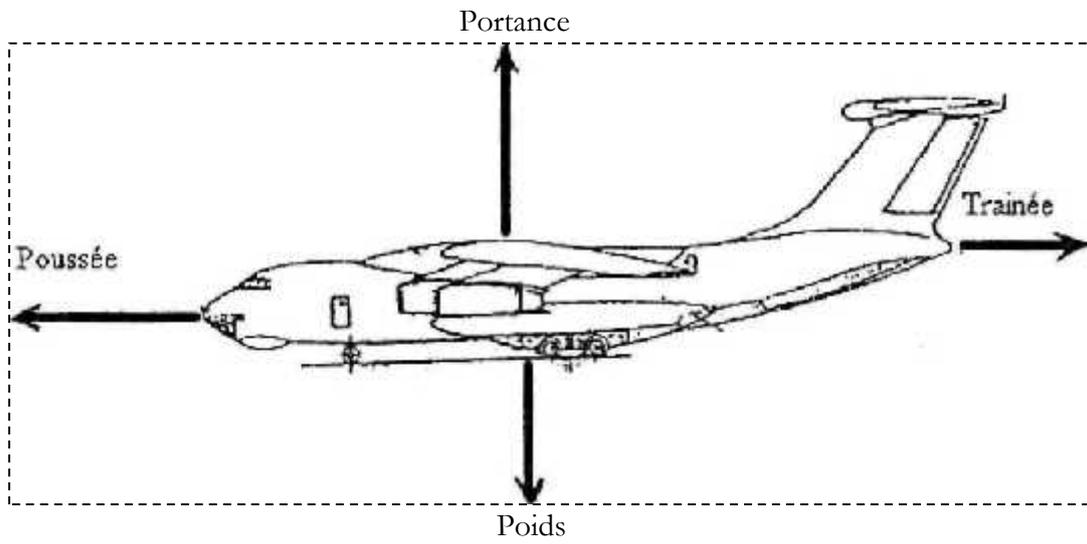


Figure II-3 : Principales forces qui agissent sur un avion en vol

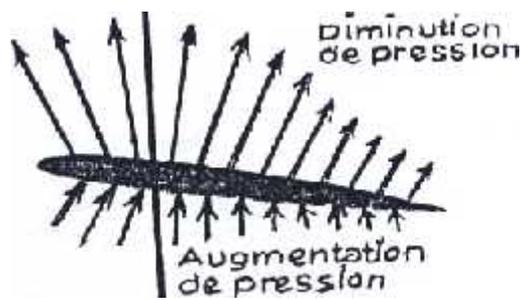


Fig. II-4 : REPARTITION DE LA PRESSION

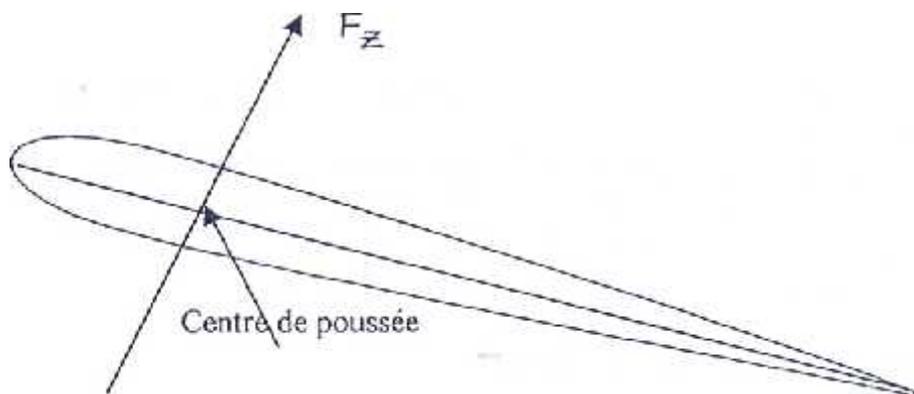


Fig. II-5 : CENTRE DE POUSSEE

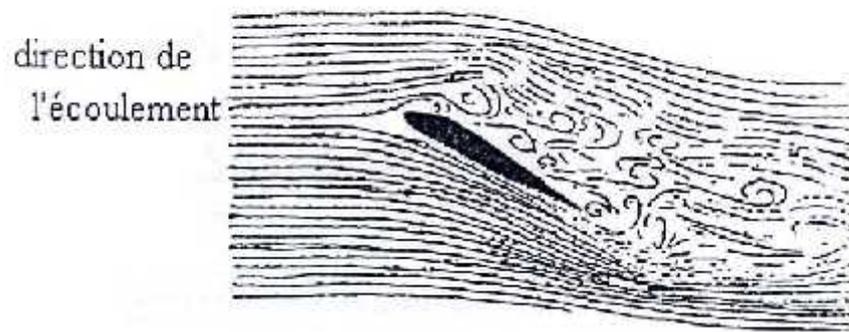


Fig. II-6 : DECROCHAGE

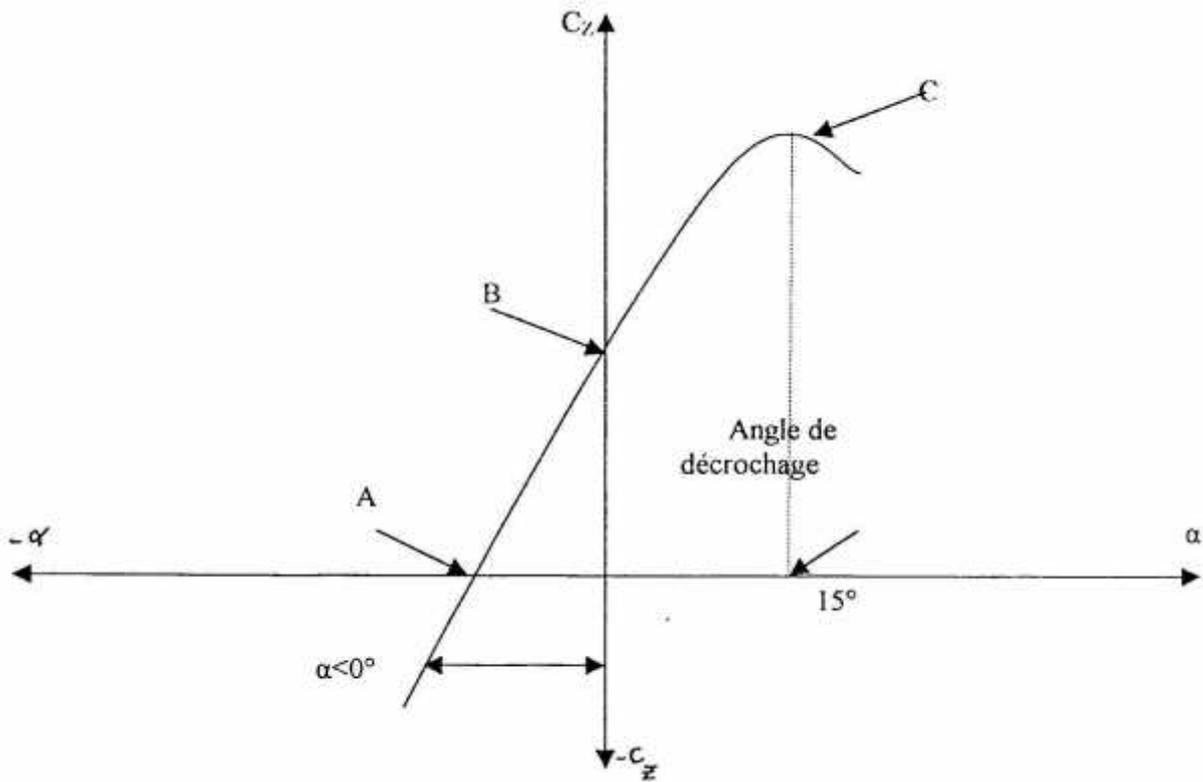


Fig. II 7 : COURBE DE C_x

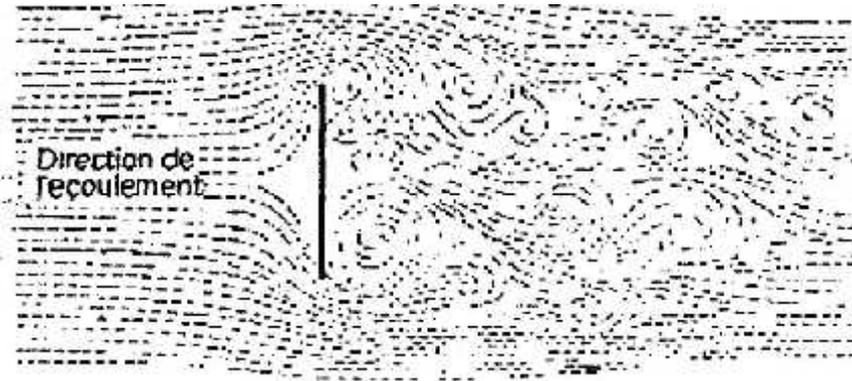


Fig. II-8 : TRAINÉE DE FORME

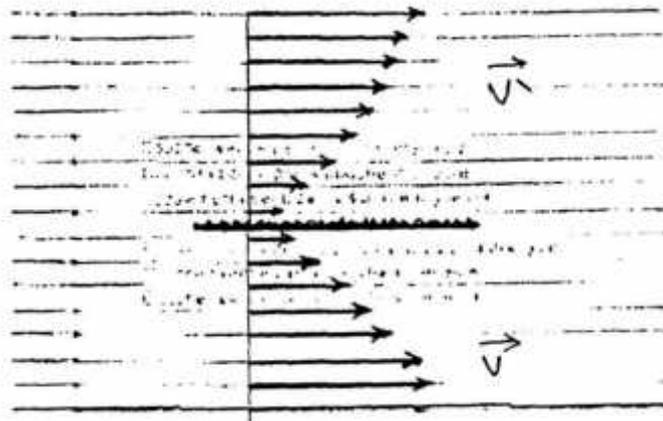


FIGURE II-9 : TRAINÉE DE FROTTEMENT

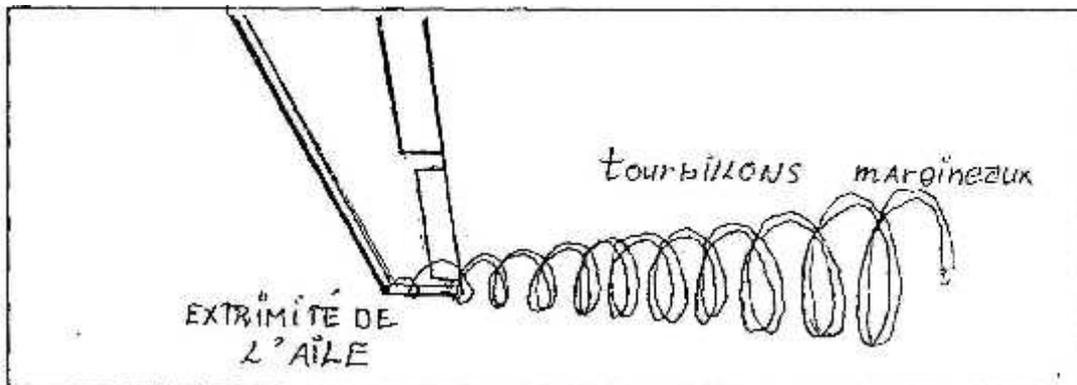


Fig. II-10 : TRAINÉE DE INDUITE

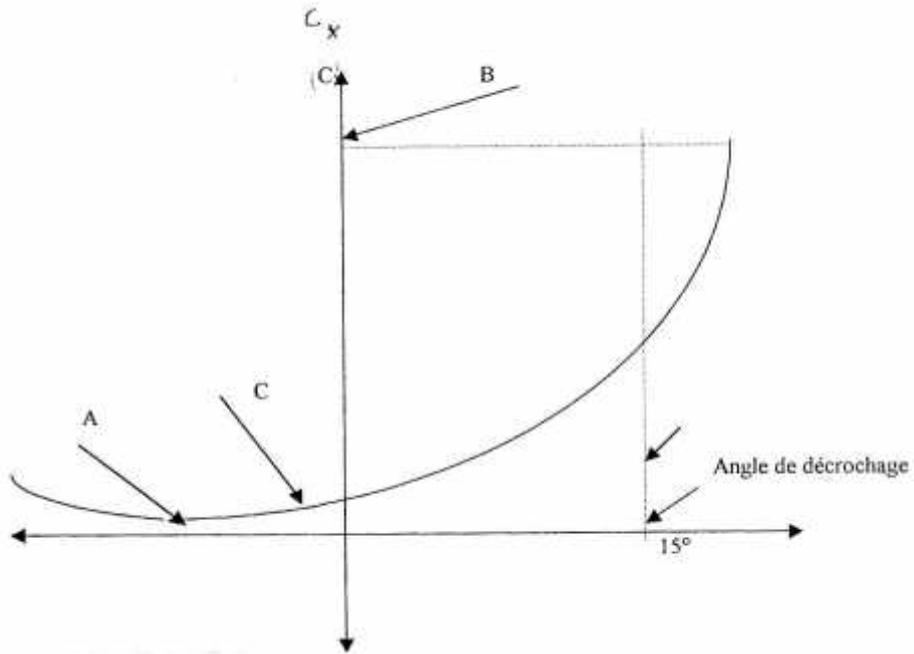


Fig. II-11 : COURBE DE C_x

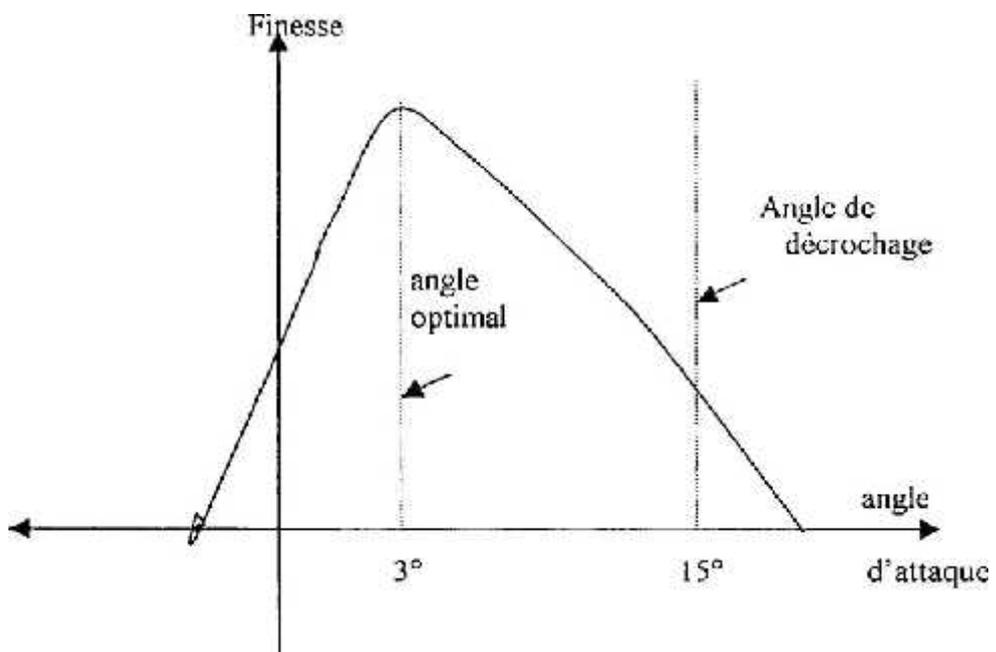


Fig. II-12 : COURBE DE FINANCE

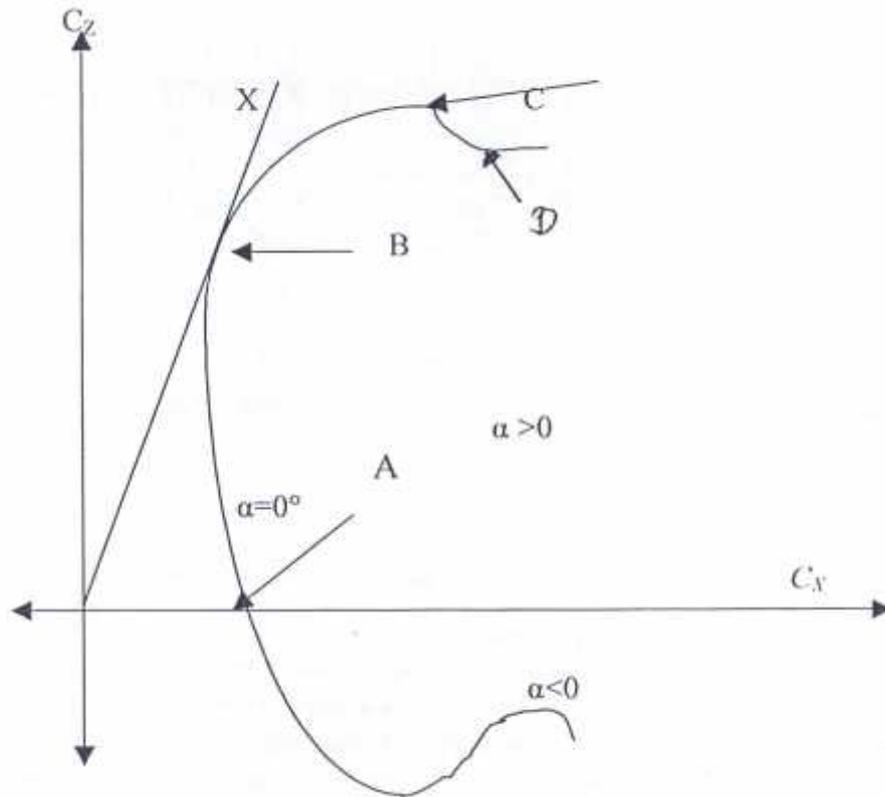


Fig. II-13 : POINTS CARACTERISTIQUE DE LA POLAIRE DE L'AILE

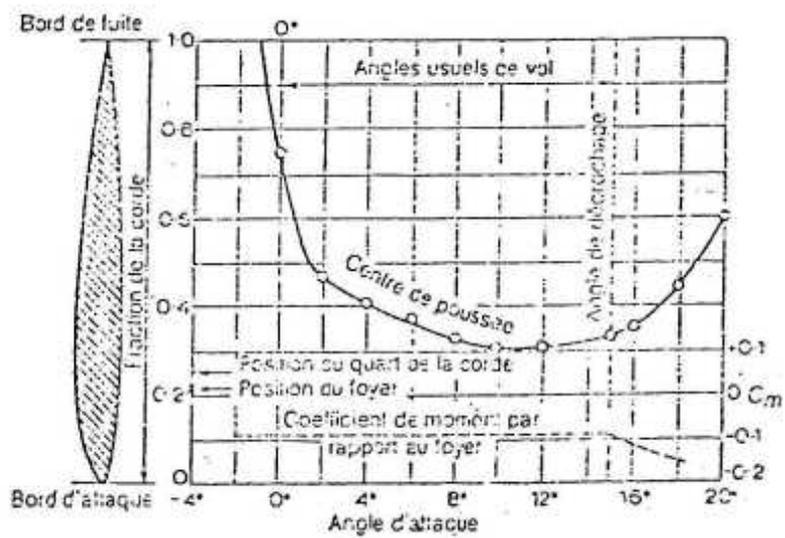


Fig. II-4 : COURBE DU CENTRE DE POUSSEE ET DU COEFFICIENT DE MOMENT

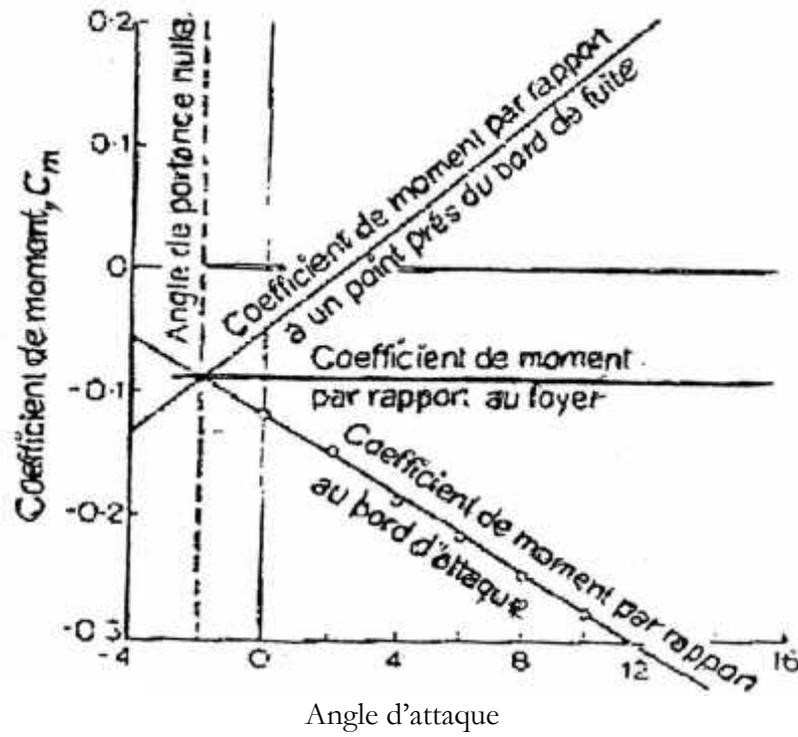


Fig. II-15 : COEFFICIENT DE MOMENT PAR RAPPORT A DIFFERENTS POINTS DE REFERENCE

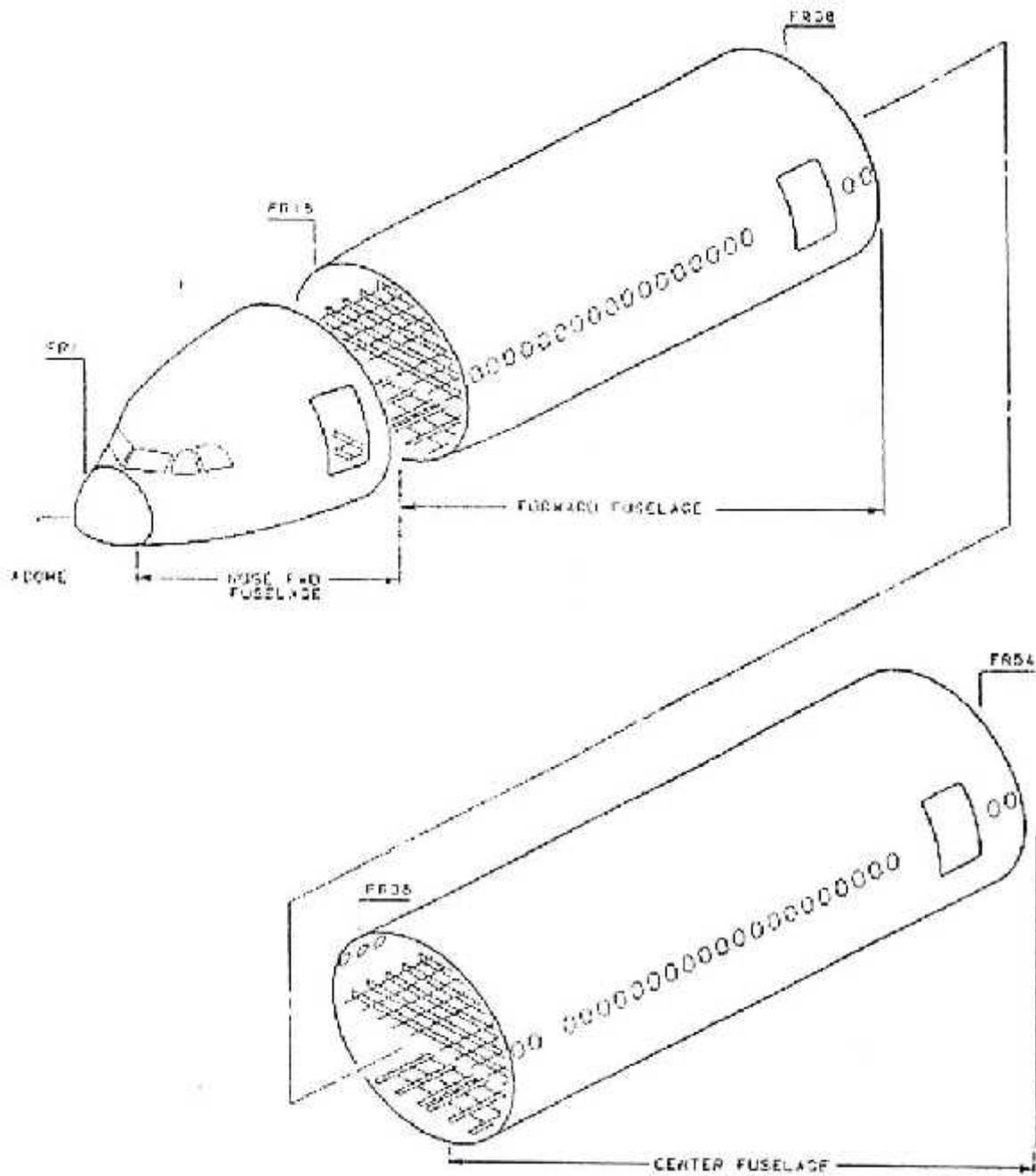
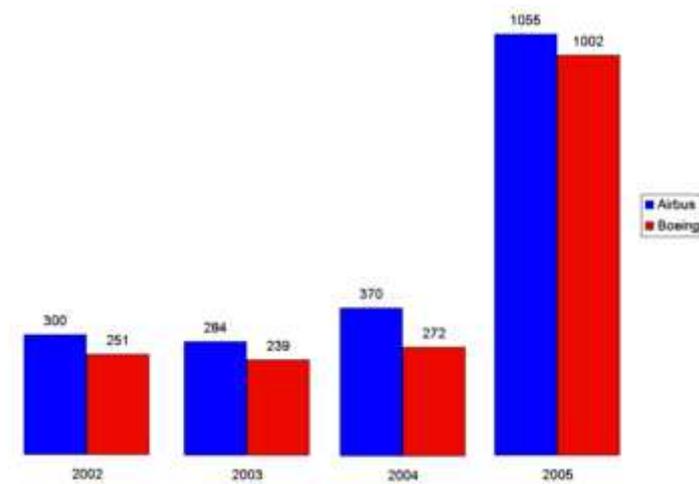


Fig. III.2 : partie avant de fuselage (nez, avant, centrale)



Compétition Airbus - Boeing: Commandes nettes 2002-2005

Caractéristiques techniques de l'Airbus A330-300 :

A. Dimensions :

	ft	m
Longueur hors tout	208ft 1in	63,6
Longueur de la cabine	165ft 3in	50,35
Diamètre du fuselage	18ft 6in	5,64
Hauteur totale (gouverne comprise)	55ft 3in	16,85
Envergure (géométrique)	197ft 10in	60,3

B. Masses de calcul :

	lb X 1000	tonnes
Masse maxi. au parking	509,0 (515,7)	230,9 (233,9)
Masse maxi. au décollage	507,0 (513,7)	230,0 (233,0)
Masse maxi. à l'atterrissage	407,9 (412,3)	185,0 (187,0)
Masse maxi. à vide	381,4 (385,8)	173,0 (175,0)
Masse à vide en ordre d'exploitation type	267,2 (271,0)	122,2 (122,9)

C. Principales caractéristiques d'exploitation :

Motorisation	deux CF6-80E1 ou deux PW 4000 ou deux RR Trent 700
Plage de puissance	68 000-72 000 lb slst
Configuration typique en cabine	335
Autonomie (à pleine charge)	5 650 nm 10 500 km

Caractéristiques techniques de l'Airbus A330-200 :

A. Dimensions :

	ft	m
Longueur hors tout	193ft 12in	58,8
Longueur de la cabine	147ft 8in	45,0
Diamètre du fuselage	18ft 6in	5,64
Hauteur totale (gouverne comprise)	57ft 1in	17,40
Envergure (géométrique)	197ft 10in	60,3

B. Masses de calcul :

	lb X 1000	tonne
Masse maxi. au parking	509,0 (515,7)	230,9 (233,9)
Masse maxi. au décollage	507,0 (513,7)	230,0 (233,0)
Masse maxi. à l'atterrissage	396,8 (401,2)	180,0 (182,0)
Masse maxi. à vide	370,4	374,8
Masse à vide en ordre d'exploitation type	263,7	119,6

. Principales caractéristiques d'exploitation :

Motorisation	deux CF6-80E1 ou deux PW 4000 ou deux RR Trent 700
Plage de puissance	68 000-72 000 lb slst
Configuration typique en cabine	293
Autonomie (à pleine charge)	6 750 nm 12 500 km

Abréviation

Rib : nervure

LE : leading edge : bord d'attaque

TE : trailing edge : bord de fuite

MLG : main landing gear : train d'atterrissage principal

FR : frame : cadre

D : nose : le nez

CHAPITRE I

COMMENT VOLE UN AVION



I.1- L'AVION ET LES AUTRES VEHICULES AERIENS :

I.1.1- LE VOL EN PALIER STABILISE DE L'AVION :

En vol en palier stabilisé, le cap, l'altitude et la vitesse sont constants l'avion léger est soumis à trois forces qui s'équilibrent

- Son poids,
- La poussée.
- La résultante aérodynamique, conséquence de l'action du vent relatif sur la surface extérieure de l'avion.

Les deux composantes principales de la résultante aérodynamique sont (voir fig. I-1)

- La traînée, opposée à la vitesse, qui est équilibrée par la poussée en vol en palier stabilisé,
- La portance, normale à la précédente, qui dans ce cas équilibre le poids.

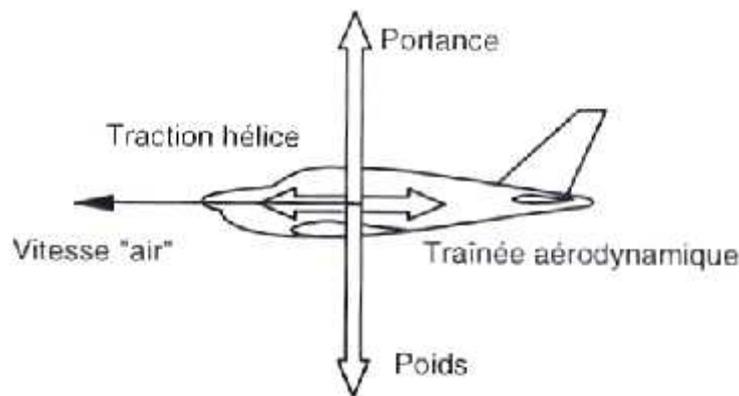


Fig. I-1 : EQUILIBRE DES FORCES CRI ROI HORIZONTAL STABILISE

L'avion est donc caractérisé par :

- Une surface portante, la voilure,
- Les propulseurs.

I.1.2- LES AUTRES VEHICULES AERIENS :

A. LE PLANEUR :

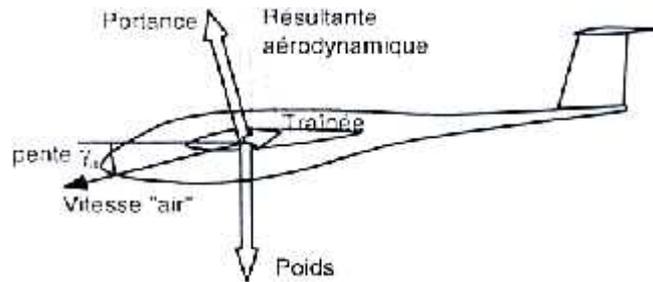


Fig. I-2 : EQUILIBRE DES FORCES AGISSANT SUR UN PLANEUR

Le planeur est un avion sans moyen de propulsion. Il n'est pas capable d'envol autonome, ni de vol stabilisé en palier (en atmosphère calme). En descente stabilisée par rapport à la masse d'air, la résultante aérodynamique équilibre le poids, la traînée étant équilibrée par la composante du poids parallèle à la vitesse.

La pente (ou pente-air) de la trajectoire, notée γ_a , est l'angle entre le vecteur vitesse-air (relative à la masse d'air) et l'horizontale, elle est positive en montée et négative en descente (voir fig. I-2). On peut également définir une pente-sol (définie avec la vitesse par rapport au sol, en tenant compte du vent), notée γ_k , qui est confondue avec la pente aire par vent nul.

On peut démontrer que dans le cas d'un planeur, en vol à vitesse constante, la tangente de la pente est égale, en valeur absolue, au rapport entre la traînée et la portance, inverse de la finesse, qu'est le rapport entre la portance et la traînée. La pente de descente est donc d'autant plus faible (en valeur absolue) que la finesse est élevée.

En vol en descente, l'équilibre des forces appliquées à l'avion est similaire. La traction de l'hélice est inférieure à la traînée, elle peut éventuellement être négative aux vitesses élevées, l'hélice se comportant, comme un aérofrein.

B. L'HELICOPTERE :

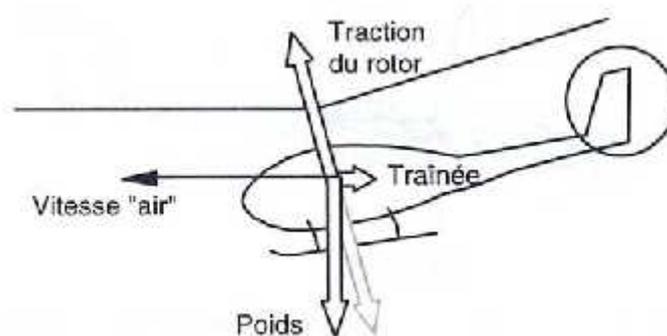


Fig. I-3 : VOL D'AVANCEMENT DE L'HELICOPTERE

Le rotor d'hélicoptère peut être considéré comme une « grosse hélice », qui produit une traction, ou comme une voiture tournante, c'est-à-dire une surface portante. La traction du rotor doit équilibrer le poids et la d'avancement (en vol stationnaire la vitesse de l'hélicoptère est nulle et la traction du rotor équilibre le poids).

REMARQUE :

Les avions à décollage vertical s'apparentent à l'hélicoptère dans leur principe la traction du rotor est remplacée par la poussée verticale de réacteurs. Des véhicules hybrides tels que les convertibles, s'apparentent à l'avion en vol horizontal et à l'hélicoptère pour le décollage, l'atterrissage et le vol stationnaire. L'autogire est doté d'un rotor non motorisé, entraîné par le vent relatif, qui comme une voilure développe une portance et une traînée, il est également doté d'une hélice pour la propulsion, afin d'équilibrer la traînée. C'est un véhicule plus simple que l'hélicoptère mais qui est incapable de vol stationnaire ou de vol vertical.

C. LA FUSEE :

La fusée « classique » n'est pas dotée de surface portante, la résultante aérodynamique se résume en général à une traînée par ce que un corps cylindrique en incidence également une portance, mais qui est insuffisante pour assurer l'équilibre du vol. En vol vertical stabilisé, la poussée des moteurs doit être suffisante pour équilibrer le poids et la traînée. Ce type de vol stabilisé est en théorie possible, mais en pratique, le vol vertical est initialement accéléré. Si le vol n'est pas vertical, la composante du poids normale à la vitesse n'est plus équilibrée, d'où une accélération tangentielle : la trajectoire se courbe, la pente diminuant progressivement. Après l'arrêt des propulseurs, les seules forces en présence sont le poids et la résultante aérodynamique, le vol est « balistique », similaire à la trajectoire d'un obus.

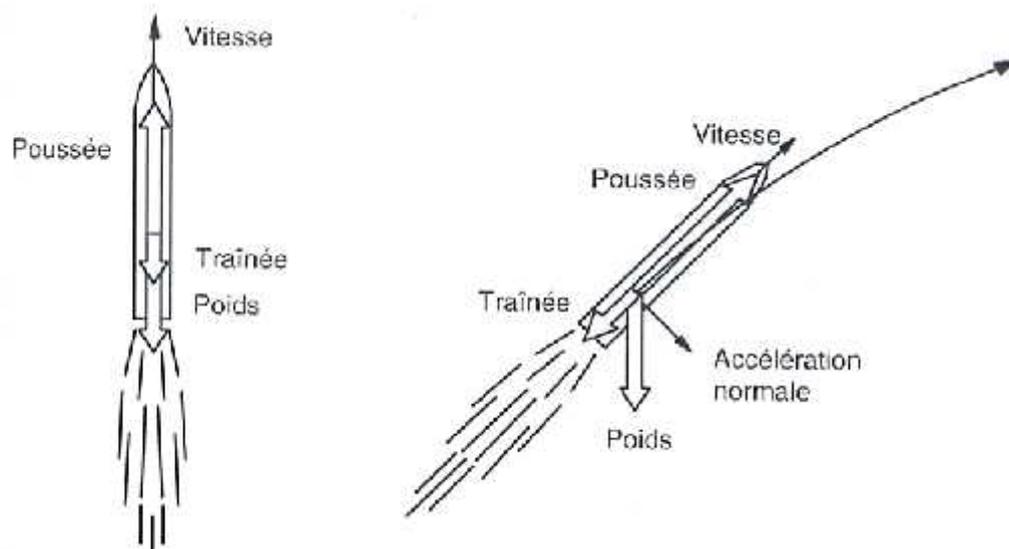


Fig. I-4 : Fusée en accélération verticale (à gauche), et en vol oblique (à droite)

REMARQUE :

L'accélération normale, qui résulte du poids est égale au carré de la vitesse divisé par le rayon (le courbure de la trajectoire (accélération centripète)). Le rayon de courbure de la trajectoire augmente donc avec le carré de la vitesse. Si la vitesse est suffisante, le rayon de courbure peut dépasser le rayon terrestre, l'engin est alors en orbite.

La trajectoire oblique de la fusée se courbe car aucune force ne vient équilibrer le poids. On peut observer un phénomène similaire dans le cas de l'avion en vol horizontal : si la portance est inférieure au poids, la trajectoire se courbe vers le bas et au contraire si la portance est supérieure au poids, la trajectoire se courbe vers le haut.

REMARQUE :

On a utilisé à dessein le terme « fusée », qui peut sembler désuet. Ce terme désigne une formule de véhicules qui peuvent avoir des vocations différentes (lanceur spatial, missile stratégique, fusée sonde,...). Le terme « missile » est utilisé pour qualifier des engins qui peuvent être des fusées classiques ou s'apparenter à des avions sans pilote (missiles de croisière par exemple).

D. LES « PLUS LEGERS QUE L'AIR »

Les ballons libres, montgolfières et dirigeables ne sont pas dotés de surface portante. C'est la poussée d'Archimède qui équilibre le poids. Cela suppose un volume de gaz plus léger que l'air ambiant (air chaud, hélium, ...) contenu dans une enveloppe.

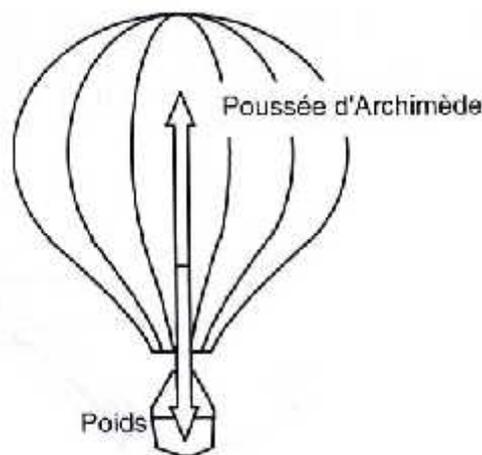


Fig. I-5 : LA MONTGOLFIERE

CHAPITRE II

L'AÉRODYNAMIQUE DES STRUCTURES



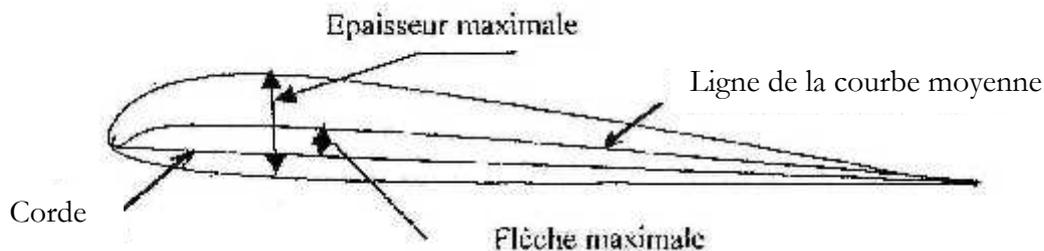
DEFINITION DE L'AERODYNAMIQUE :

C'est une branche de la mécanique des fluides qui s'intéresse à l'étude des phénomènes résultants des mouvements relatifs des corps par rapport à l'air, l'étude du déplacement d'une voiture, ou d'un avion en vol, l'analyse des forces exercées par le vent sur un bâtiment, ou encore le fonctionnement d'applications de l'aérodynamique.

Pour qu'il ait réaction, il faut qu'il ait mouvement, soit de l'air autour des corps, soit des corps dans l'air. Dans les deux cas, l'effet est le même.

11.2- CARACTÉRISTIQUE GEOMETRIQUE DU –PROFIL :

11.2.1- DEFINITIONS GEOMETRIQUES :

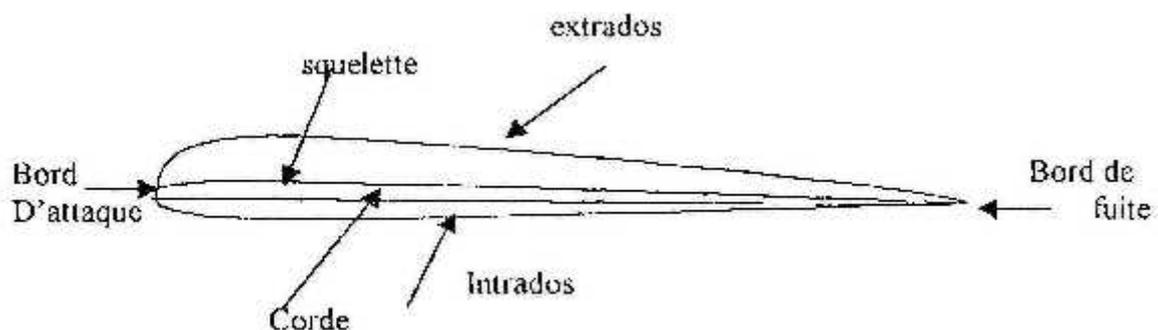


Un profil d'aile est une section d'une aile d'avion qui a la forme représentée par le dessin ci-dessus.

- Corde : distance entre le bord d'attaque et le bord de fuite
- Angle d'incidence : c'est l'angle formé par la corde de profil et le vecteur vitesse. Il est positif dans le sens trigonométrique.
- Angle de portance nulle : c'est l'angle d'incidence correspondant à une portance nulle
- Angle de calage

est définie comme étant l'angle formé par la corde du profil et l'axe longitudinal de l'avion, il est généralement de l'ordre de 2° à 3° .

11.2.2- CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DU PROFIL :



II.2.2.1- L'ÉPAISSEUR MAXIMALE

C'est le plus grand segment perpendiculaire à la corde et qui est noté par la lettre e^{MAX}

II.2.2.2- L'ÉPAISSEUR RELATIVE

C'est le rapport de l'épaisseur maximale et la corde du profil et elle est notée par la lettre e .

REMARQUE :

L'épaisseur relative est comptée en pour-cent de Ici corde, elle permet aussi de classer les profils :

- Si $e < 6\%$ le profil est mince
- Si $6\% < e < 12\%$ le profil est dit semi-épais.
- Si $e > 12\%$ le profil est dit épais.

II.2.2.3- FLECHE MAXIMALE

C'est la distance maximale entre la ligne de courbe moyenne et la corde du profil.

II.2.2.4- COURBURE RELATIVE

C'est le rapport de la flèche maximale et la corde de profil.

II.2.3- DIFFERENTES FORMES DE PROFILS

II.2.3.1- PROFIL BICONVEXE SYMETRIQUE



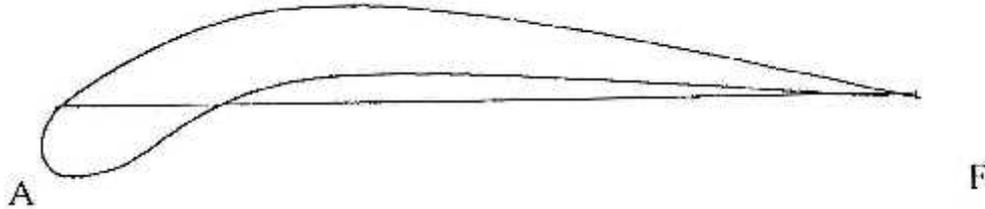
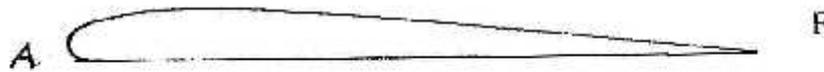
II.2.3.2- PROFIL BICONVEXE DISSYMETRIQUE:



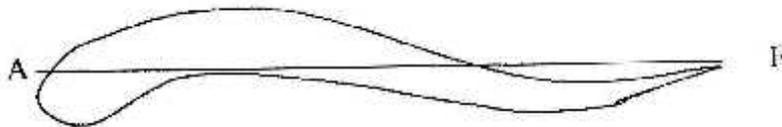
II.2.3.3- PROFIL CREUX :

Sur ce type de profil l'extrados est convexe par contre l'intrados est concave.

Ce type de profil généralement utilisé pour les planeurs, aubes de turbine et dispositifs de bord d'attaque.

**II.2.3.4- PROFIL PLAN CONVEXE :****II-2-3-5. PROFIL A DOUBLE COURBURE :**

Ces profils sont auto-stable, contrairement aux autres types qui sont instables et nécessitant un empennage horizontal pour la stabilité longitudinale de l'avion.

**II.2.3.6- PROFIL LAMINAIRE :**

C'est un profil mince, biconvexe symétrique, bord de fuite à lame couteau. Il est utilisé aux grandes vitesses.



II.2.4- DESIGNATION D'UN PROFIL :

Les principaux pays constructeurs d'avion disposent de toute une gamme de profil :

- En Allemagne les profils GOTTINGEN (GOT).
- En France les profils EIFFEL.
- En grande Bretagne les profils RAF.
- Au U.S.A. les profils CLARCK et NACA.

Parmi les profils ci-dessus, les profils NACA sont les plus utilisés dans la recherche en aéronautique.

II.2.5- CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES D'UNE VOILURE-AILÉ :

- ❖ PROFIL DE REFERENCE.
- ❖ ENVERGURE D'UNE AILE (B)
- ❖ CORDE MOYENNE OU PROFONDEUR MOYENNE (l_m)

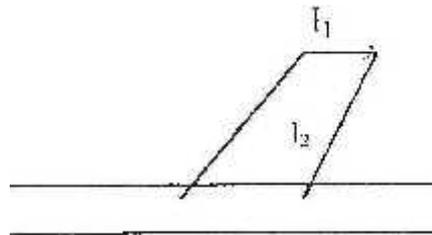
La profondeur étant plus grande à l'emplanture qu'aux extrémités on définit une profondeur moyenne l_m par le rapport

$$l_m = S/B = \text{surface de référence/envergure}$$

II.2.5.4- EFFILEMENT :

$$\text{Effilement} = l_1 / l_2$$

En générale, corde et épaisseur relative varient de l'emplanture à l'extrémité de l'aile.



II.2.5.5- ALLONGEMENT :

L'allongement d'une voilure est définie par le rapport :

$$\lambda = B / l_m$$

	Concorde	Airbus	NIMBUS
B (m)	25.6	45.0	24.5
S (m ²)	420	260	16.7
λ	1.6	7.8	35.9

II.2.5.6- DIEDRE GEOMETRIQUE D'UNE VOILURE :

C'est l'angle que fait le plan des cordes de chaque aile (plan de l'aile) avec le plan horizontal perpendiculaire au plan de symétrie de l'avion. Le dièdre géométrique peut être :

- Positif $\delta > 0$
- Négatif $\delta < 0$
- Nul $\delta = 0$

Le dièdre a une influence sur la stabilité latérale d'un avion. Nous étudierons plus loin l'effet de dièdre.

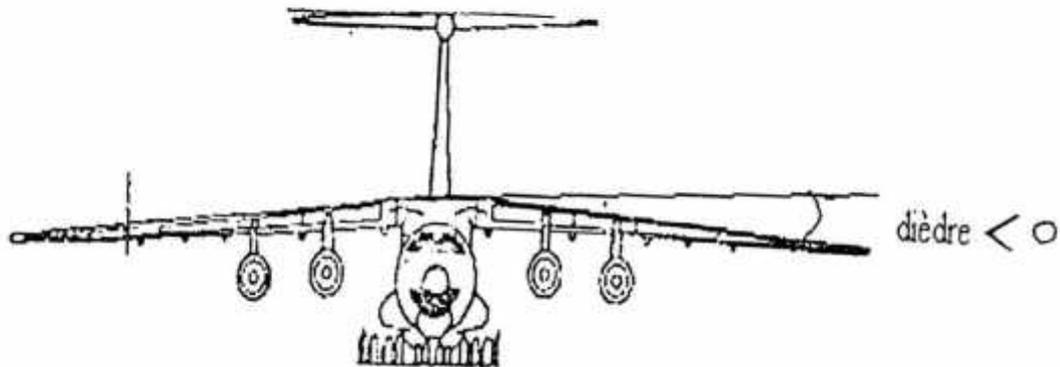


Figure II-1 : DIEDRE D'UNE VOILURE

II.2.5.7- FLECHE D'UNE VOILURE (Φ)

C'est l'angle formé entre une ligne de référence longitudinale de la voilure (par exemple le bord d'attaque) et la perpendiculaire au plan de symétrie de l'avion.

La flèche, exprimée en degrés, peut être > 0 ou < 0 , ou nulle.

Dans le cas de la figure, la flèche est > 0 . la flèche a une influence sur la stabilité de route d'un avion.

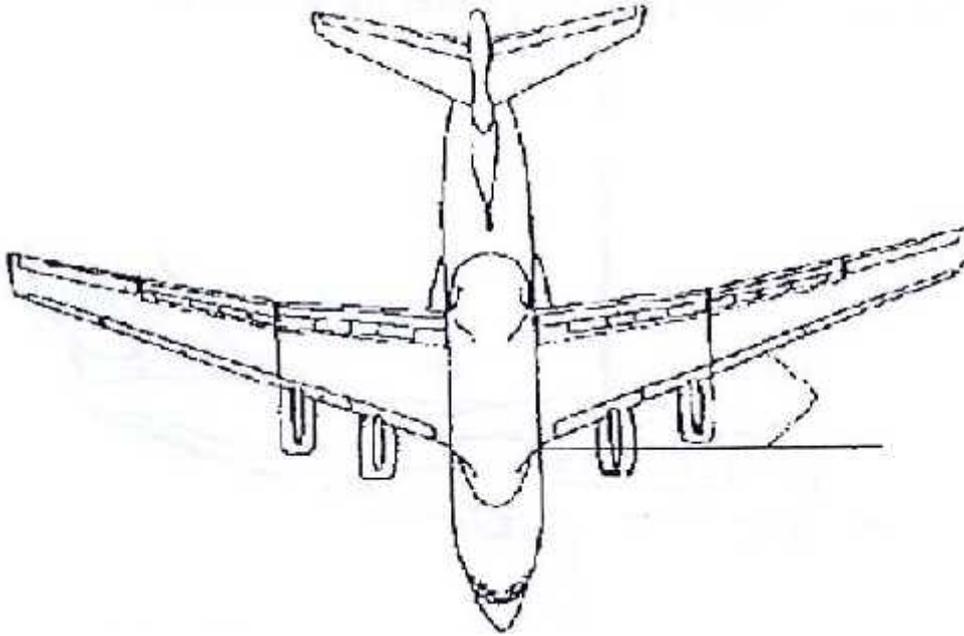


Figure II-2 : FLECHIF D'UNE VOILURE

II.3- PRINCIPAUX FORCES QUI AGISSENT SUR UN AVION :

Quelles sont les forces qui maintiennent un avion en vol uniforme ?

La portance vient en premier ; elle agit verticalement vers le haut puisque la direction du mouvement est horizontale. L'objet de cette force est de s'opposer à la force produite par l'accélération g de la masse, c'est-à-dire le poids. Mais on ne peut produire de la portance que si l'avion se déplace vers l'avant ; c'est pourquoi il faut qu'il y ait une force propulsive fournie par le moteurs. Nous savons aussi que la traînée s'oppose au déplacement vers l'avant. Par conséquent, l'avion est soumis à quatre forces principales.

- La force des ailes F_z qui agit verticalement vers le haut et dont le point d'application est le centre de poussée.
- Le poids de l'avion P qui agit verticalement vers le bas et dont le point d'application est le centre de gravité.
- La force propulsive T qui agit horizontalement vers l'avant.
- La traînée F_x qui agit horizontalement vers l'arrière.

On appelle R la résultante aérodynamique engendrée par les forces de portance et de la traînée.

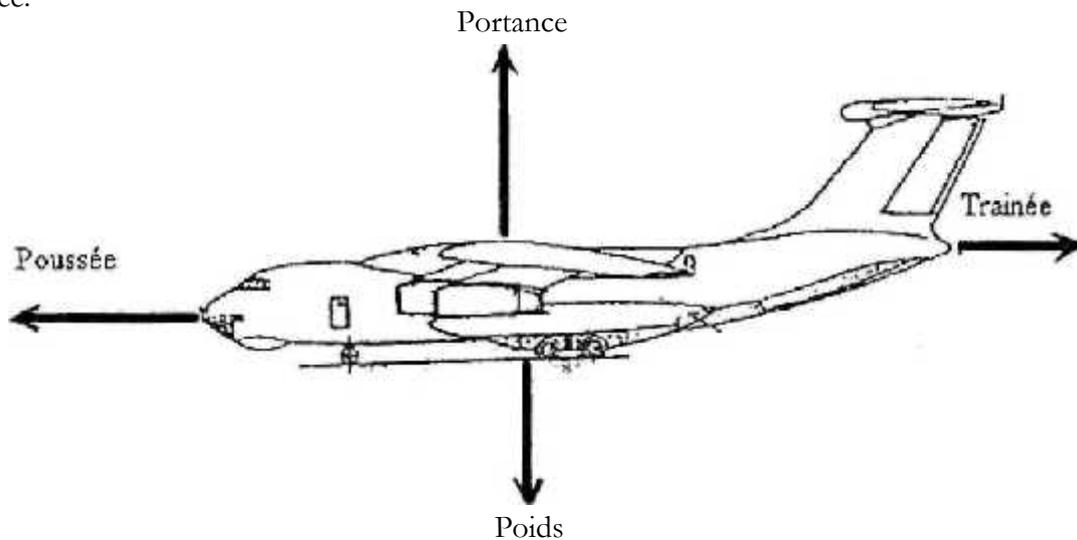


Figure II-3 : Principales forces qui agissent sur un avion en vol

II.3.1- LA PORTANCE :

II. 3.1.1-1- DEFINITION :

L'action de l'air sur un corps en mouvement (vent relatif) provoque une force, la résultante aérodynamique, et un moment.

La portance est la force la plus importante qui agit sur un avion. Elle présente une particularité des avions, car c'est cette force aérodynamique qui assure la sustentation et maintient l'avion dans l'atmosphère, c'est la composante normale à la vitesse, qui permet le vol stabilisé en équilibrant le poids.

II.3.1.2- EXPLICATION PHYSIQUE :

Lorsque l'aile est plongée dans un écoulement d'air sous une certaine incidence, les lignes de l'écoulement se séparent en même moment au niveau de bord d'attaque, et doivent se rejoindre aussi en même moment au bord de fuite.

De ce fait ; les particules passant par la partie supérieure doivent faire le plus grand tour parce que l'extrados est cambré et effilé vers le bord de fuite.

Donc elles doivent aller plus vite, et leurs pressions diminuent. Ce phénomène a été découvert par le physicien suisse « Daniel Bernoulli ». Tandis que l'écoulement sous l'intrados est freiné, provoquant une augmentation de pression (voir fig. II-4)

La différence de pression ainsi créée entre les deux parties du profil aspire l'aile de côté où la pression est négative aidée par la pression positive générée par la forme de l'intrados. C'est la portance. Il est entouré par une couche très mince qui s'appelle « la couche limite ». Cette dernière est définie comme suite :

La couche limite est la mince pellicule entourant un corps en mouvement dans un fluide (air par exemple), dans cette mince pellicule les forces de viscosité sont importantes et l'on note des variations importantes de vitesse lorsque l'on s'éloigne perpendiculairement à la paroi. La couche limite conditionne directement la résistance de frottement du corps en mouvement dans le fluide (fig. a) des corps, soit des corps dans l'air. Dans les deux cas, l'effet est le même.

II.3.1.3- CENTRE DE POUSSE :

La figure nous montre précisément un diagramme de la répartition des pressions sur un profil ayant un angle d'attaque de 4° . Nous pouvons distinguer deux particularités remarquables :

- la diminution de pression sur l'extrados est supérieure, c'est-à-dire la valeur absolue à l'augmentation de pression sous l'intrados. Cela veut-dire que la plus grande partie de la portance est produite sur l'extrados par la dépression.

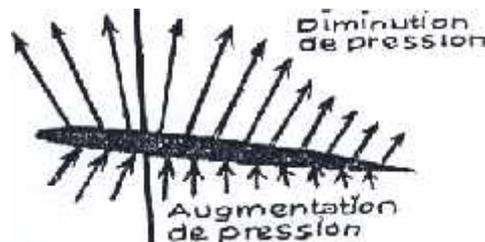


Fig. II-4 : REPARTITION DE LA PRESSION

- les pressions ne sont pas réparties également ; signifie que si toutes les pressions étaient remplacées par une simple force résultante, le point d'application de cette force serait situé à une distance du bord d'attaque inférieure à la moitié de la corde. L'emplacement sur la corde du point d'application de cette force s'appelle le centre de poussée (voir fig.).

Reste à dire que l'emplacement du centre de poussée sur la corde varie selon l'angle d'attaque.

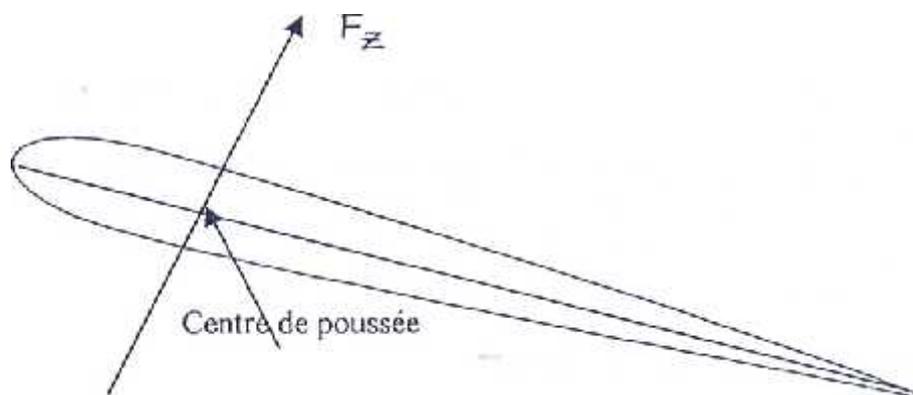


Fig. II-5 : CENTRE DE POUSSEE

11.3.1.4. LE DECROCHAGE :

Après une augmentation assez uniforme de la portance avec l'angle d'attaque, on atteint un point où toute augmentation ultérieure de l'angle d'attaque se traduit par une perte de portance. Cet angle limite s'appelle l'angle décrochage du profil. Mais observons ce qui se passe : tant que l'angle d'incidence est relativement petit, l'air est défléchi par le profil et l'écoulement reste collé à la surface.

Mais devient de plus en plus turbulent avec l'augmentation de l'angle d'attaque. Soudain, quand on atteint l'angle critique d'environ 15° , l'écoulement change d'apparence : il se sépare

(le l'extrados pour fermer des tourbillons violant fig. N°6, il n'y a pas de déflexion vers le bas au bord de fuite et par conséquent, il n'y a plus beaucoup (le portance, le d'écoulement est la cause de la perte de portance.

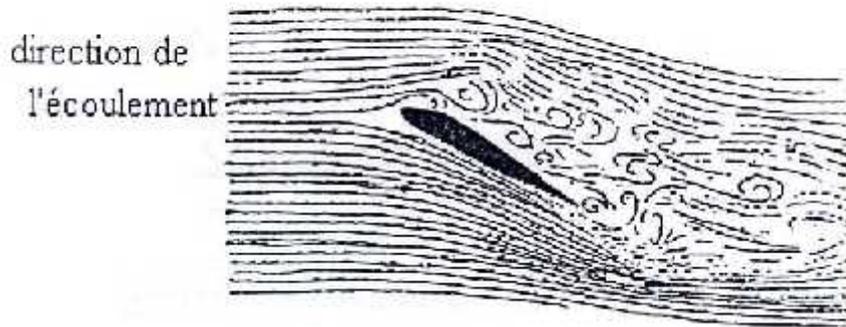


Fig. II-6 : DECROCHAGE

En défini l'angle de décrochage comme étant l'angle d'attaque pour lequel ce coefficient de portance commence à décroître parce que l'écoulement devient de plus en plus turbulent.

REMARQUES :

- On constate que l'angle de décrochage est à peu près le même quelle que soit la forme de profil.
- Une aile avec un dispositif hypersustentateur à fente permet un angle de décrochage et un coefficient de portance max. plus élevés (volets et bec avec fente α° de $15^\circ \rightarrow 28^\circ$ et C_z de $1.6 \rightarrow 4.0$)
- La vitesse a très peu d'effet sur l'angle de décrochage.

II.3.1.5- I 'EXPRESSION DE LA PORTANCE :

Comme les autres composantes aérodynamiques, la portance peut s'écrire en faisant apparaître un coefficient sans dimension, le coefficient de portance C_z :

La force de portance notée F_z est proportionnel à :

- la densité locale de l'air (ρ)
- la surface de la voilure (S)
- le carré de la vitesse (v^2)
- le coefficient de portance (C_z) qui est propre à chaque profil d'aile. On donne l'expression de la traînée par :

$$F_z = 1/2 \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_z \longrightarrow \text{(II-1)}$$

Sans justifier en détail cette expression, il est logique que les efforts aérodynamiques s'expriment sous la forme d'une pression exercée sur une surface.

La surface de référence évidente pour un avion est la surface de référence de la voiture.

La pression cinétique est représentative de l'énergie cinétique des particules d'air en mouvement (c'est le produit de la masse volumique de l'air, notée ρ et du carré de la vitesse) et donc de la pression qui s'exerce sur un corps soumis au vent relatif. L'anémomètre (ou « Badin ») fournit une indication de vitesse au pilot qui est, à basse vitesse, représentative de la pression cinétique.

La portance dépend non seulement de la surface de la voilure et de la pression cinétique mais également de la forme de l'avion et de la direction du vent relatif : d'où l'intervention du coefficient de portance C_z , qui est sans dimension (sans unités). Ce coefficient est en première approximation, essentiellement fonction de l'incidence, définie ci-dessous.

Pour que la portance équilibre le poids, il faut que :

- le coefficient de portance C_z soit positif,
- la pression, fonction du coefficient de portance C_z et de la masse volumique de l'air à l'altitude considérée.

II.1.2.6- CALCUL DE C_z ET PRESENTATION DE COURBE $C_z = F(\alpha)$

Pour un profil déterminé et à une position donnée, on peut établir la valeur du coefficient de portance C_z qui correspond à cette position. D'après l'expression (N.1)

$$C_z = F_z / \frac{1}{2} \rho V_z^2 \longrightarrow \text{(II - 02)}$$

Pour un profil déterminé, on peut ainsi établir la valeur de C_z pour chaque valeur de l'angle d'attaque (α) ce qui permet de construire la courbe de $C_z = f(\alpha)$. (fig.)

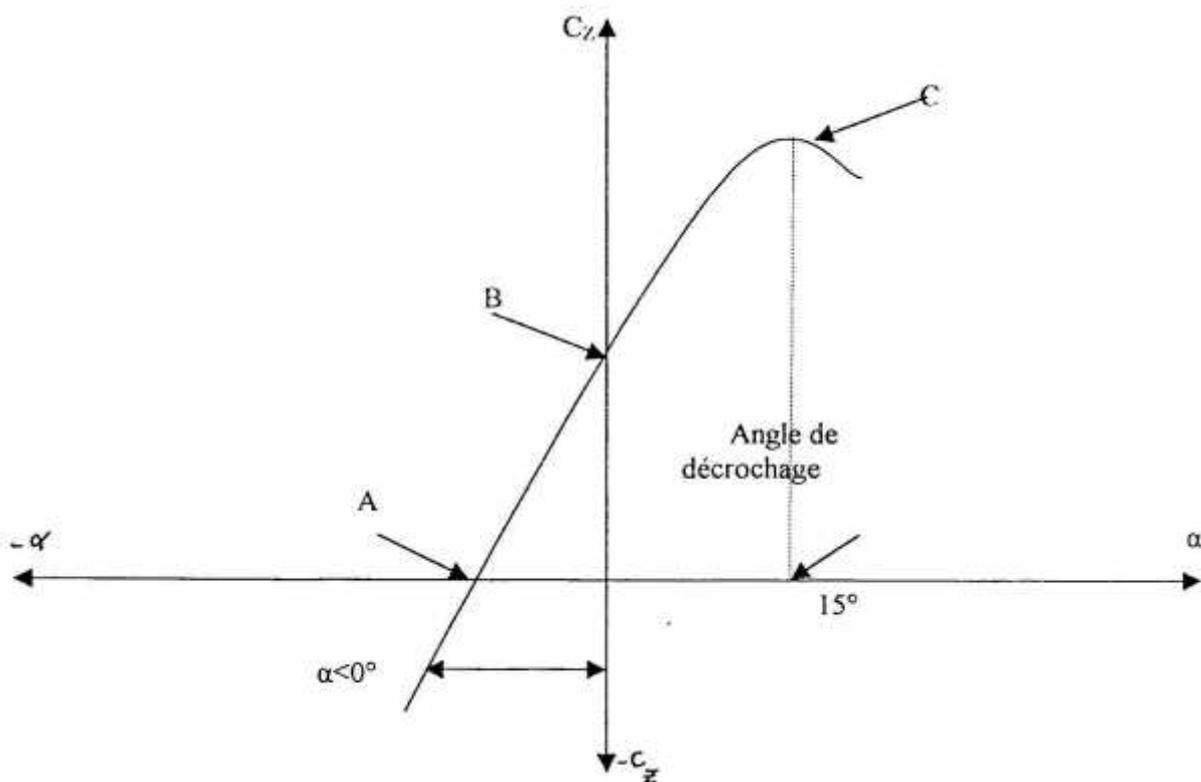


Fig. II : COURBE DE C_z

A: angle de portance nul.

B : C_z correspondant à $\alpha = 0^\circ$

C : $C_{z \text{ MAX}}$ correspondant à l'angle de décrochage

REMARQUES :

- Selon la courbe, si $C_m < 0$ la portance est dirigé vers le bas. Et pour des raisons de commodité on l'appelle « déportance »
- Pour un profil .Symétrique, le point (0, 0) représente l'angle de portance nul ainsi qu'un point de symétrie pour la courbe.

II.3.2- LA TRAINÉE :**II.3.2.1- DEFINITION :**

La progression de l'avion dans l'air, et aussi la portance qui lui permet de voler, engendrent une force qui tend à freiner son mouvement et qui a reçu le nom de traînée. Cette dernière représente la force engendrée par la résistance de l'air, qui tend à empêcher l'avion de se déplacer dans l'atmosphère, elle doit être équilibrée par la poussée des moteurs.

II.3.2.2- TYPES DE TRAINÉE :

Les résultats des expériences en soufflerie ont démontré qu'il était possible de diviser la résistance d'un corps qui passe à travers un fluide en deux parties, et dans notre cas qui est l'aile en trois parties :

1- TRAINÉE DE FORME :

C'est cette partie de la résistance qui est due au fait que lorsque un fluide visqueux s'écoule autour d'un objet solide, il se forme des tourbillons et les filets de l'écoulement ne sont plus lisses. Un exemple pour pousser à l'extrême de ce type de résistance serait d'exposer une plaque plan perpendiculairement à l'écoulement (voir fig. n).

La traînée de forme est très grande, tandis que la traînée de frottement est négligeable. Ce type de traînée est peut être réduite en donnant au corps la forme plus profilée possible.

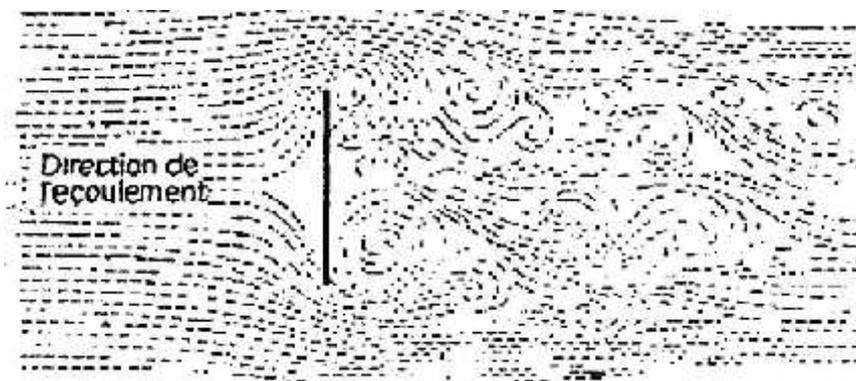


Fig. II-8 : TRAINÉE DE FORME

2- TRAINEE DE FROTTEMENT :

C'est la résistance à l'écoulement que présente une plaque fine et plate parallèle au vent relatif. L'air est ralenti, même immobilisé dans certains cas, dans le voisinage immédiat de la surface. Les couches d'air proches de la surface ralentissent les couches plus éloignées à cause de la viscosité. Ce qui produit une augmentation graduelle de la vitesse maximale, celle de l'écoulement libre au-dessus d'une surface lisse qu'au-dessus d'une surface rugueuse.

Alors il est évident qu'une surface lisse présente moins de résistance qu'une surface rugueuse. Il est donc important que les surfaces d'un avion soient rendues aussi lisse que possible.

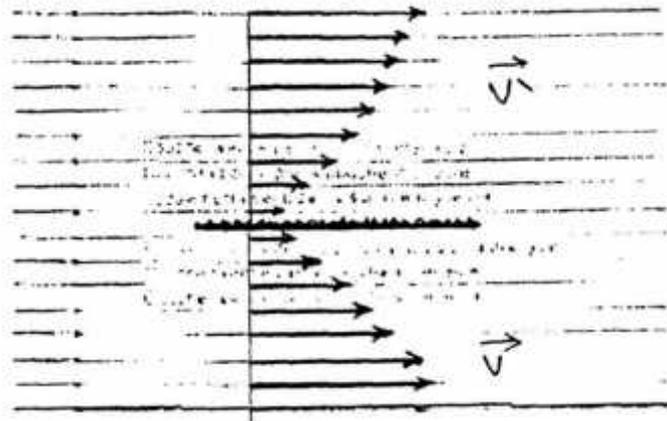


FIGURE II-9 : TRAINEE DE FROTTEMENT

3- TRAINEE INDUITE :

Sur une aile en mouvement, l'écoulement de l'air dont la pression s'est abaissée est dévié vers le fuselage ; inversement l'écoulement de l'air à plus haute pression le long de l'intrados est dérivé vers l'extérieur (voir fig.). Le flux projeté vers l'extérieur remonte, se rabat sur l'extrémité de l'aile et du fait de sa vitesse de déplacement, amorce un mouvement tourbillonnaire, qui aspire en partie le flux s'écoulant sur l'extrados (voir fig. II-10).

L'énergie dépensée par un avion pour créer la portance nécessaire.
Les tourbillons d'extrémité d'aile sont appelés les tourbillons marginaux.

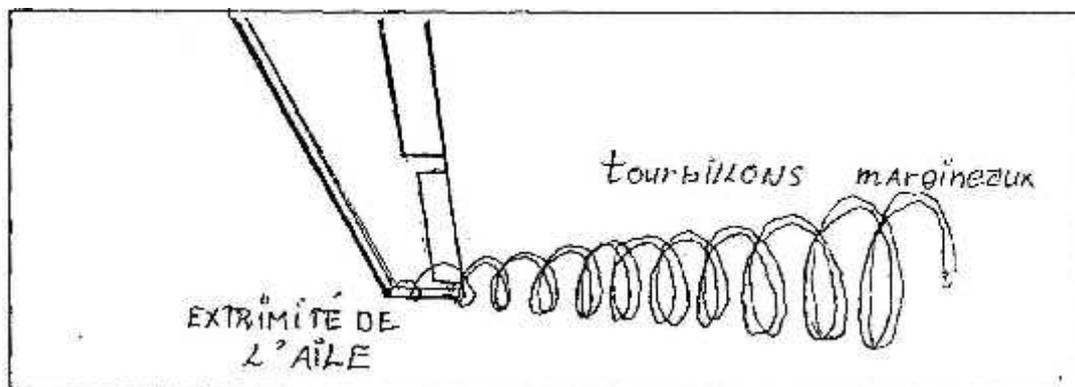


Fig. II-10 : TRAINEE DE INDUITE

REMARQUE :

- Il existe un autre genre de traînée que l'on ne peut considérer comme fondamentale car elle n'apparaît que sur certains appareils ; cette traînée est propre aux avions qui volent à la vitesse du son ou à des vitesses approchantes, c'est la traînée due à la formation d'ondes de choc.

II.3.2.3. L'EXPRESSION DE LA TRAÎNÉE :

La traînée dépend de plusieurs variables

- La masse spécifique de l'air (ρ)
- La surface de l'aile (S)
- Le carré de la vitesse (V^2)
- Le coefficient de traînée (C_x) qui est fonction de :
 - la géométrie de profile (courbure)
 - l'angle (α)

On donne l'expression de la traînée par (Sans ??? traînée induite)

$$F_x = (1/2) \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_x \longrightarrow \text{(II-03)}$$

11.3.2.4- CALCUL DE C_x ET PRESENTATION DE SA COURBE $C_x = f(\alpha)$

Pour un profil déterminé et à une position donnée, on peut établir la valeur du coefficient de traînée C_x qui correspond à cette position à l'aide de l'expression (II-03)

On peut ainsi déterminer la valeur de C_x pour chaque valeur de l'angle d'attaque (α), ce qui permet de construire la courbe de $C_x = f(\alpha)$ figure N (II-11)

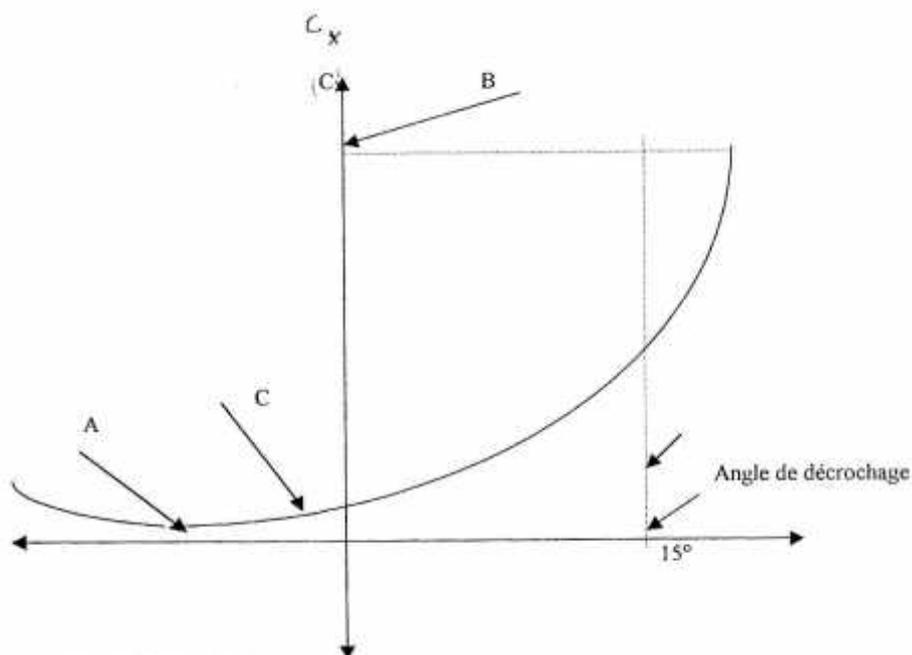


Fig. II-11 : COURBE DE C_x

- A : $C_{X\text{ MIN}}$ \longrightarrow $\alpha \approx 0^\circ$
 B : $C_{X\text{ MAX}}$ \longrightarrow $\alpha \approx 90^\circ$
 C : C_X correspondant à $C_z = 0$ (pour un angle de portance nulle).

REMARQUE :

Pour un profil symétrique $\alpha = 0^\circ$ représente un point de symétrie pour la courbe, et de ce fait $\alpha = 0^\circ$ est l'angle qui correspond à $C_{X\text{ MIN}}$.

II.4- LE RENDEMENT AERODYNAMIQUE :**II.4.1- LA POLAIRE DE L'AILE :**

La polaire est la représentation graphique des coefficients aérodynamique d'un profil d'aile, elle est obtenue à partir des courbes C_X et $C_{\%}$ en fonction de l'incidence .

La construction de la courbe se fait point par point en prenant pour chaque angle d'attaque les valeurs correspondantes C_X et $C_{\%}$ (voir fig.II-13)

Les quatre points caractéristiques de la courbe de la polaire de l'aile sont :

- Le point a : l'angle de portance nul ($C_z = 0$)
- Le point b : angle de finesse maximum
- Le point c : l'angle de $C_{\% \text{ MAX}}$
- Le point d : l'angle de décrochage

La finesse donc est égale à la pente ou cette pente sera maximum lorsque (ox) sera tangente à la courbe, le point (b) obtenu nous donnera l'angle d'attaque ou la finesse est maximum

II.4.2. LA FINESSE :

La finesse de l'aile est le rapport entre la force portante et la traînée, et puisque ces deux forces ont les mêmes expression, il sera suffisent de donner l'expression de la finesse de la façon suivante :

$$F = C_{\%} / C_x \longrightarrow \text{(II-4)}$$

La finesse caractérise le rendement aérodynamique d'un profil d'aile, plus la finesse est importante, plus l'aile donne des bonnes performance. La finesse est maximale pour un angle d'attaque d'environ 3° à 4° . C'est à cet angle que l'on appelle parfois optimal que le profil donne ses meilleurs performances (voir fig. 12). Les concepteurs d'avions tentent de concevoir des appareils avec une finesse aussi élevée que possible, mais se trouvent limités par des facteurs tels que la vitesse.

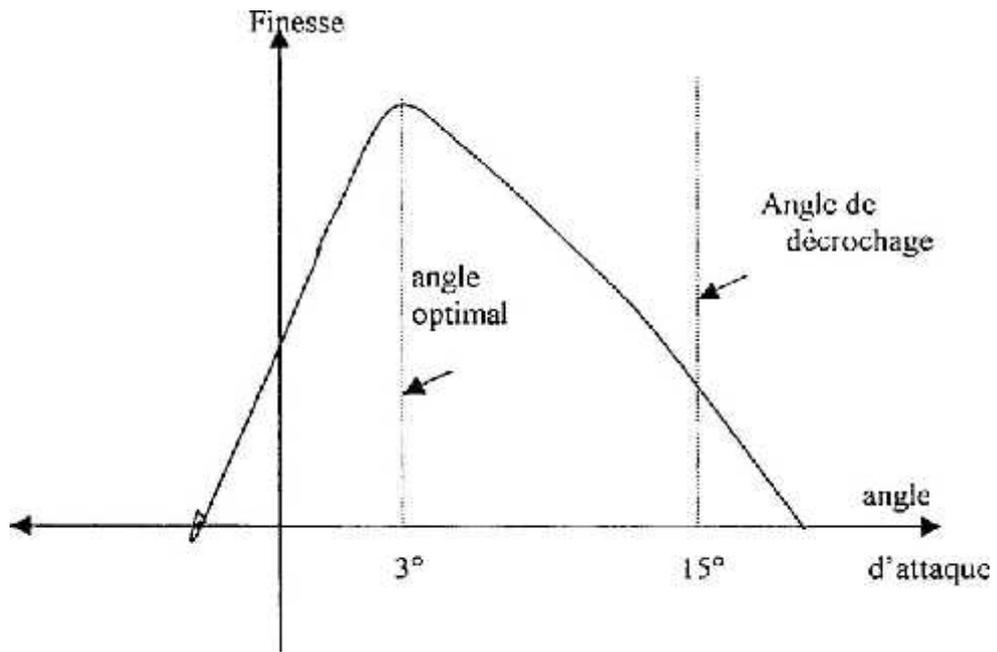


Fig. II-12 : COURBE DE FINESSE

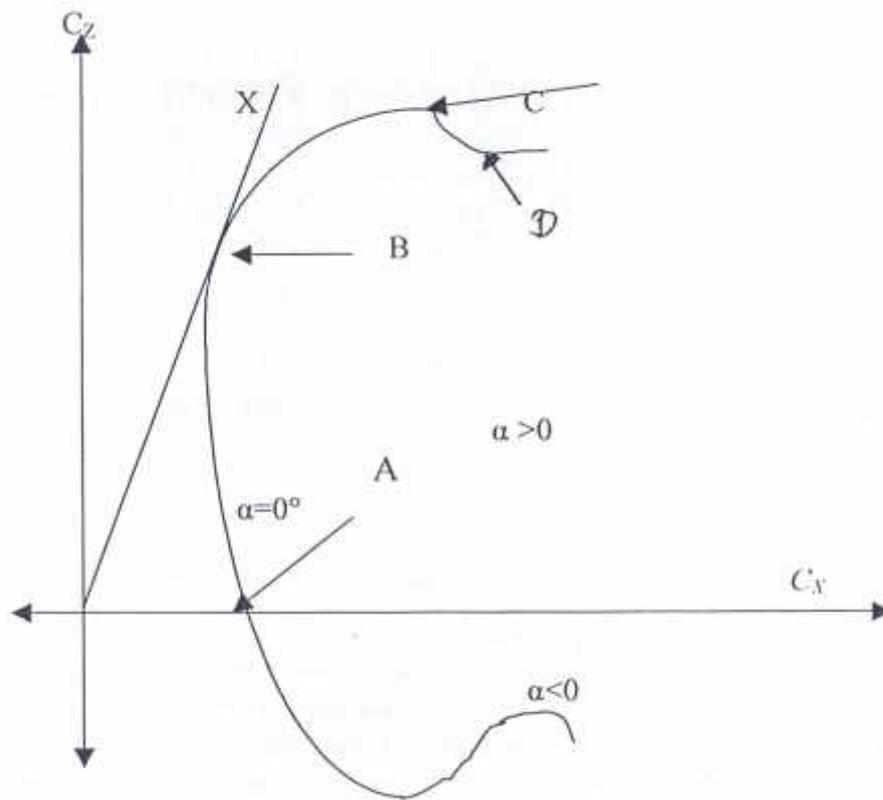


Fig. II-13 : POINTS CARACTERISTIQUE DE LA POLAIRE DE L'AILE

REMARQUE :

Les courbes de traînée portance, finesse et la polaire présentent des exemples typiques de courbes. Elle ne font pas référence à un profil aérodynamique particulier ; elle ne sont là que pour montrer le type de courbe que l'on peut obtenir avec un profil aérodynamique d'usage courant.

II.5- LE MOMENT DE TANGAGE :

Le moment de tangage, est par définition la tendance de la surface portante à pivoter sur son support. Il ne dépend pas seulement de la portance (la résultante aérodynamique exactement), et de la position du centre de poussée, mais encore du point par rapport auquel on mesure ce moment.

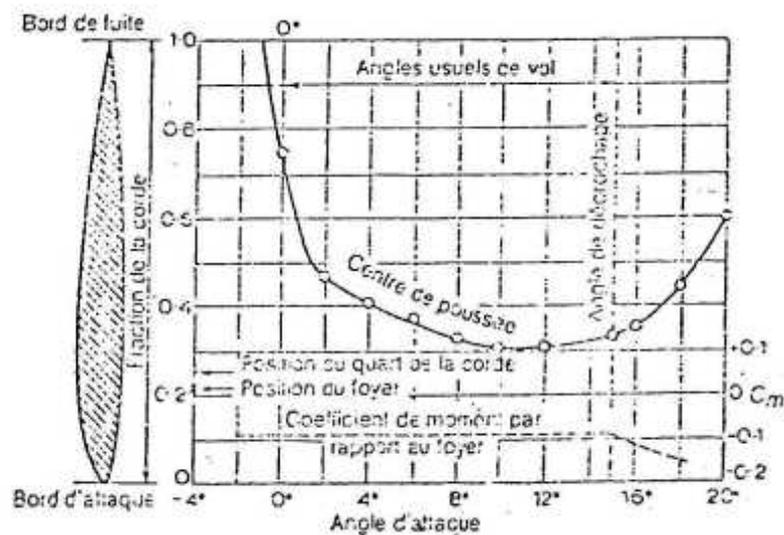


Fig. II-4 : COURBE DU CENTRE DE POUSSÉE ET DU COEFFICIENT DE MOMENT

Lorsqu'on considère la stabilité de l'avion, tout entier, notre point de référence doit être le centre de gravité, et le centre de gravité augmente en arrière du bord d'attaque de l'aile si bien que les changements du moment de tangage avec l'angle d'attaque ressemblent plus à ce qui se produit par rapport au bord de fuite, et ceux-ci sont certainement instables.

EXPRESSION DU MOMENT DE TANGAGE :

On donne l'expression du moment de tangage d'une aile rectangulaire par la formule suivante :

$$M_t = C_m \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot X \longrightarrow \text{(II-5)}$$

Sachant que

C_m : le coefficient du moment, il dépend de la forme du profil, et il change avec l'incidence :

- ρ : la masse volumique de l'aile (Kg/m^3)
- V^2 : le carré de la vitesse relative (Km^2/h^2)
- S : la surface de l'aile (m^2)
- X : bras de levier

II.6- FOYER DE L'AILE :

Mais le choix de différents points de référence à une autre conséquence majeure. Car si l'on enregistre une augmentation régulière de ce moment par rapport à un point situé près de bord de fuite, il doit y avoir un point de la corde par rapport auquel le moment de tangage ne varie pas avec l'augmentation de l'angle d'attaque ; le moment par rapport à ce point conserve la faible valeur négative (moment piqueur). Qu'il un angle de portance nulle, ce point s'appelle le foyer de l'aile.

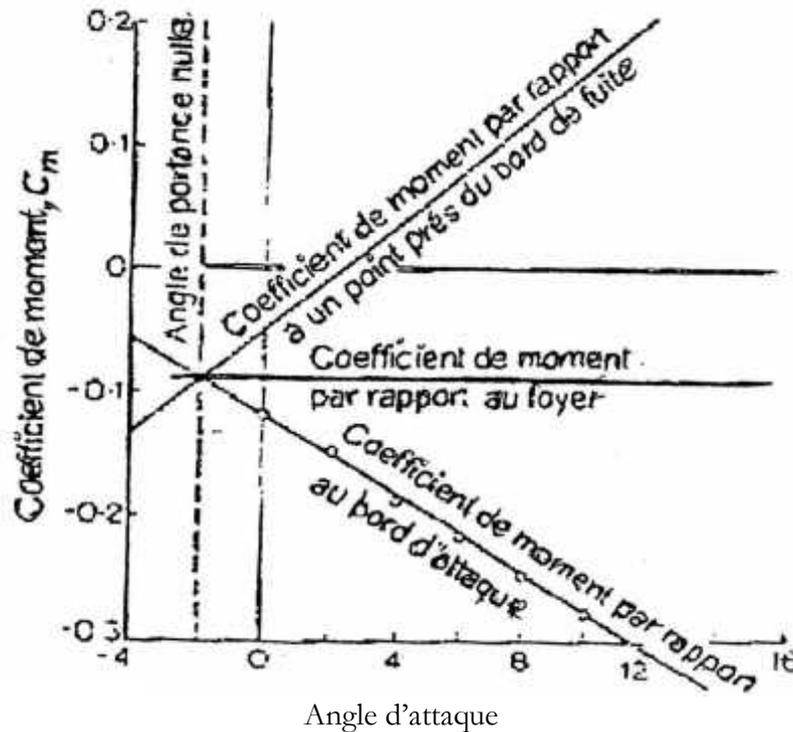


Fig. II-15 : COEFFICIENT DE MOMENT PAR RAPPORT A DIFFERENTS POINTS DE REFERENCE

CHAPITRE III

GÉNÉRALITÉ SUR L'AIRBUS A 330-200



III. Généralité sur l'Airbus A 330-200 :

III.1. Histoire de la firme :

Airbus est le nom du principal constructeur aéronautique européen. Elle conçoit, développe, construit, vend et assure le support technique après-vente des avions du même nom.

L'aventure Airbus débute à la fin des années soixante. Elle concerne alors allemands, français et anglais. Le premier vol d'un avion Airbus a lieu le 28 octobre 1972 l'Airbus A300B à Toulouse. Les espagnols rejoignent à leur tour le groupe d'intérêt économique qui devient une société à part entière lors de la création d'EADS.

Airbus, dont le siège social se trouve à Toulouse, est un partenariat entre EADS (80%) et BAE System (20%). C'est une entreprise d'envergure véritablement internationale, qui emploie quelque 52 000 personnes, avec des filiales aux Etats-Unis, en Chine et au Japon, des centres de rechanges à Hambourg, Francfort, Washington, Pékin et Singapour, des centres de formation à Toulouse, Miami, Hambourg et Pékin, et 130 bureaux de représentation auprès des compagnies, dans le monde entier. Airbus repose également sur la coopération industrielle et des partenariats avec de grandes sociétés de par le monde, ainsi que sur un réseau de quelque 1 500 fournisseurs répartis dans une trentaine de pays.

Airbus tire profit des compétences et de la productivité hors pair de 16 sites en France, en Allemagne, en Espagne et au Royaume-Uni. Chaque site assure la fabrication d'une partie complète, qui est ensuite acheminée jusqu'aux chaînes d'assemblage final d'Airbus, à Toulouse et à Hambourg. Ce concept industriel unique en son genre, basé sur les différents Centres d'Excellence, s'est avéré excessivement efficace. A ce réseau industriel est venu s'ajouter un bureau d'études en Amérique du Nord et un centre d'engineering constituer en joint-venture en Russie, alors qu'est prévue l'ouverture d'un centre d'engineering supplémentaire en République Populaire de Chine.

Airbus a vendu à ce jour près de 5 100 appareils à quelque 250 clients/utilisateurs, et livré plus de 3 700 exemplaires depuis son arrivée sur le marché, en 1974. Soucieux d'aider les compagnies à exploiter au mieux leurs appareils et optimiser la rentabilité de leurs flottes, Airbus fournit aussi à ses clients une vaste gamme de services dans tous les domaines du support après-vente, parfaitement adaptée aux besoins de chaque opérateur et ce, dans le monde entier. Le français Louis Gallois est à la tête de l'entreprise depuis le 9 Octobre 2006

III.2. Dirigeants d'Airbus industrie :

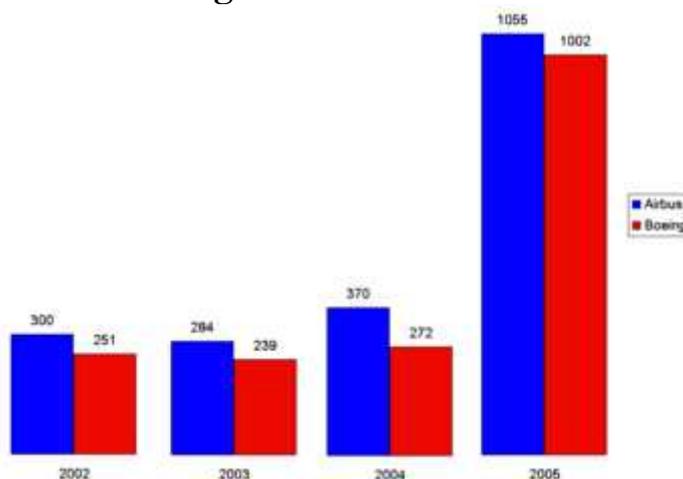
III.2.1. Administrateurs gérants :

- Roger Béteille : 1975
- Jean Pierson : 1985 - avril 1998
- Noël Forgeard : avril 1998-2001 (ensuite comme CEO)

III.2.2. Présidents directeurs généraux :

- Noël Forgeard : juillet 2001 - juin 2005
- Gustav Humbert : juin 2005 - juillet 2006
- Christian Streiff : juillet 2006 - Octobre 2006
- Louis Gallois: depuis le 09 octobre 2006

III.3. Compétition avec Boeing



Compétition Airbus -Boeing: Commandes nettes 2002-2005

En 2003, Airbus a renversé la domination de plusieurs décennies de Boeing sur le marché de l'aviation civile, en vendant pour la première fois plus d'avions que son concurrent direct. Les experts industriels reconnaissent désormais à sa gamme de produits une qualité technologique et d'innovation supérieure à celle de son concurrent américain, dont certains modèles sont aujourd'hui dépassés. À titre d'exemple, le Boeing 737 utilise encore des composants conçus dans les années 50.

Boeing a commencé à contre-attaquer avec son 787, dont les premières livraisons pourraient se produire dès 2008 mais aussi grâce aux versions évolués de ses Boeing 777 qui dominent le marché des gros porteurs et aux commandes soutenues de 737 par les compagnies "low-cost" en 2005.

Le 5 décembre 2005, Airbus et China Aviation Supplies Import & Export Group (CASGC) ont signé un accord pour l'achat de 150 Airbus A320. D'une valeur d'environ huit milliards d'euros, c'est la plus grande commande jamais reçue par Airbus. Les 150 appareils (A319/A320/A321) sont destinés à six compagnies : Air China, China Eastern Airlines, China Southern Airlines, Sichuan Airlines, Shenzhen Airlines et Hainan Airlines.

III.4. Airbus aujourd'hui :

A fin juin 2006, Airbus avait livré un total de 4389 avions à près de 250 clients et un total de 6404 avions lui a déjà été commandé soit à ce jour 2055 avions à livrer, plus de 5 années de production. Au top des ventes, on retrouve la famille des A320 (A318, A319, A320 et A321) avec 4361 avions de cette famille commandés. Pour sa 30ème année, Airbus aura surclassé ses rivaux et est devenu le premier constructeur mondial d'avions civils, livrant 378 appareils soit 56,6% du marché mondial. Cependant, le parc existant de Boeing reste toujours le plus imposant, incluant la flotte des Mac Donnell Douglas intégrée en 1997.

Airbus est à présent une entreprise totalement intégrée, formée de 5 "NatCos" (National Companies) : Airbus Central Entité (siège social, Toulouse), Airbus France (Toulouse, St-Nazaire, Méaulte, Nantes), Airbus UK (Filton et Broughton au Royaume-Uni), Airbus Deutschland (Hambourg, Brême, Stade, ...), et Airbus España (Madrid, Illescas, Puerto Real).

La conception des appareils et de leurs éléments se fait sur les mêmes sites que les sites de fabrication, par spécialité. De plus des centres de conception existent à Wichita (Kansas, États-Unis) et à Moscou (Russie).

La plupart des principaux constructeurs aéronautiques sont des sociétés multinationales, et il n'est pas inhabituel pour elles d'avoir des usines sur des sites très éloignés. Airbus, cependant, est unique dans le fait que c'est une société européenne née de la fusion des entreprises aérospatiales majeures françaises, britanniques, allemandes, et espagnoles. La localisation géographique des différents sites de l'entreprise est moins un problème pratique et de coût qu'un sujet d'intérêts nationaux et de fiertés nationales. En conséquence, chacun des partenaires d'Airbus fabrique une partie de l'avion, qui nécessite d'être transportée dans un site d'assemblage final, afin d'y construire l'avion complet. Les détails varient d'un modèle à l'autre, mais l'organisation habituelle est de fabriquer les ailes en Grande Bretagne, l'empennage en Espagne, le fuselage en Allemagne, et le nez et la section centrale en France. Le tout est assemblé soit à Toulouse soit à Hambourg.

Airbus a de nombreux centres de services-client, dans 61 pays (Canada, États-Unis, Mexique, Salvador, Brésil, Chili, Argentine, Île Maurice, Afrique du Sud, Maroc, Algérie, Tunisie, Égypte, Kuweit, Bahreïn, Qatar, Émirats arabes unis, Jordanie, Syrie, Liban, Chypre, Turquie, Grèce, Espagne, Portugal, Italie, France - y compris en Nouvelle-Calédonie, Suisse, Royaume-Uni, Irlande, Belgique, Pays-Bas, Allemagne, Autriche, Tchéquie, Danemark, Suède, Finlande, Russie, Ukraine, Azerbaïdjan, Iran, Ouzbékistan, Pakistan, Inde, Bangladesh, Sirilanka, Thaïlande, Malaisie, Singapour, Indonésie, Brunei, Philippines, Vietnam, Chine, Taiwan, Japon, Corée du Sud, Australie et Nouvelle-Zélande).

Airbus emploie environ 55 000 personnes dans plusieurs pays européens, ainsi que des représentations commerciales à Washington, Pékin ou Tokyo. Dès l'origine, la langue de travail dans le consortium a été l'anglais, limité à un vocabulaire essentiellement technique d'environ 5000 mots. Les sous-ensembles sont produits dans plusieurs usines réparties sur le continent européen :

- Les ailes à Filton et Broughton (Royaume-Uni) ;
- l'avant et l'arrière des fuselages à Nordenham, Varel, Brême et Hambourg (Allemagne) ;
- les nez et la partie centrale des fuselages à Toulouse, Saint-Nazaire, Nantes et Méaulte (France) ;

- les empennages verticaux, à Stade (Allemagne) ;
- les pylônes et nacelles des réacteurs à Toulouse -Saint Éloi (France) ;

Selon les variantes, l'assemblage final est effectué à :

- Toulouse (France) pour les A320, A300/310, A330, A340 et A380 ;
- Hambourg (Allemagne) pour les A318, A319 et A321.

L'A400 M sera, quant à lui, assemblé en Espagne, à Séville.

III.5. Avions de la gamme Airbus



Du plus petit: A318 au plus long : A340-600 en passant par le plus gros: A380

Le premier avion fabriqué par Airbus, l'A300, fut ainsi nommé car il pouvait transporter 300 personnes en standard. Par la suite, chaque nouveau modèle porta un nom incrémenté de 10 en 10 : A310, A320, A330, A340, les versions raccourcies ou allongées de l'A320 ayant un numéro très proche (A318, A319, A321).

La théorie aurait donc voulu qu'à l'époque de son lancement, l'A3XX prenne le nom d'A350. Mais il fallait marquer l'évènement par un traitement spécial. On proposa « A360 », le chiffre rappelant les 360° d'un tour du monde. Finalement les décideurs optèrent pour A380 : d'une part le 8 rappelait les deux rangées de hublots superposés qui caractérisent l'avion, et d'autre part – et surtout – le 8 est un chiffre porte-bonheur dans la tradition orientale... l'Asie étant le principal marché ciblé par le futur fleuron de l'avionneur.

En octobre 2006, Airbus annonçait que les retards de livraison de l'A380 occasionneraient 2,8 milliards d'euros de pertes d'exploitation cumulées liées jusqu'en 2010

CARTE DE VISITE DE L'AIRBUS

Airbus



Forme juridique : S.A.S.

Dates clés :

1970 Création,
1972 Casa rejoint le consortium,
1979 British Aerospace rejoint le consortium,
2001 Passage du G.I.E. à une S.A.S.

Slogan : Setting the standards

Siège social : Blagnac

Personnes-clés : Louis Gallois

Secteurs d'activité : Aéronautique

Principaux produits : A320, A330, A340, A380, Beluga, A400 M

Filiales :

Airbus Central Entité,
Airbus France,
Airbus UK,
Airbus Deutschland,
Airbus España,
Airbus North America,
Airbus China,
Airbus Japon,
CIMPA

Effectif : 55 000

Chiffre d'affaires : 23,5 Md€ (2005)

Site Web : Airbus.com

III.6. La famille A330 :

L'Airbus A330 est un avion de ligne long-courrier de moyenne capacité construit par l'avionneur européen Airbus. Il partage son programme de développement avec l'Airbus A340 avec la différence qu'il s'attaque directement au marché ETOPS des avions biréacteurs. L' A330 partage avec cet appareil le fuselage et les ailes, fuselage qui lui-même est en grande partie emprunté à l'Airbus A300 tout comme le cockpit dont la conception est partagée avec l'A320.

En Mai 2006, un total de 574 A330 a été commandés dont 413 déjà livrés.

III.6.1. A330-300 :

Il met les performances des gros porteurs Airbus à la disposition de la liaison long-courrier.

Efficace et optimisé pour les liaisons moyennes et long courrier, l'A330-300 affiche le meilleur équilibre entre rayon d'action et coûts d'exploitation.

Avec une masse maximum de 275 tonnes au décollage, c'est le membre le plus imposant de la série A330 biréacteurs.

Il peut transporter 335 passagers en configuration classique à deux classes, ou 295 personnes en version à trois classes.

La version de base, en service depuis 1993.L'appareil se voulait avant tout un remplacement de l'A300 dont il reprend la structure (en un sens, c'est une nouvelle version de l'A300 : Il y a autant d'éléments communs entre l'A300 et l'A330 qu'entre le 340-200 et le 340-600). Sa production ne sera pas arrêtée avec l'arrivée de l'A350. Si on le compare à la gamme boeing, il se est concurrencé à la fois par les plus grandes versions du 767 et les plus "petits.

III.6.1.1. Caractéristiques techniques de l'Airbus A330-300 :

A. Dimensions :

	ft	m
Longueur hors tout	208ft 1in	63,6
Longueur de la cabine	165ft 3in	50,35
Diamètre du fuselage	18ft 6in	5,64
Hauteur totale (gouverne comprise)	55ft 3in	16,85
Envergure (géométrique)	197ft 10in	60,3

B. Masses de calcul :

	lb X 1000	tonnes
Masse maxi. au parking	509,0 (515,7)	230,9 (233,9)
Masse maxi. au décollage	507,0 (513,7)	230,0 (233,0)
Masse maxi. à l'atterrissage	407,9 (412,3)	185,0 (187,0)
Masse maxi. à vide	381,4 (385,8)	173,0 (175,0)
Masse à vide en ordre d'exploitation type	267,2 (271,0)	122,2 (122,9)

C. Principales caractéristiques d'exploitation :

Motorisation	deux CF6-80E1 ou deux PW 4000 ou deux RR Trent 700
Plage de puissance	68 000-72 000 lb slst
Configuration typique en cabine	335
Autonomie (à pleine charge)	5 650 nm 10 500 km

III.6.2. A330 MRTT :

Le consortium européen Air Tanker, mené par EADS a créé le « Future Strategic Tanker Aircraft » (FSTA) sur la base d'un A330-200. Désignée MRTT (multi-role transport and tanker), cette version reproduit la modification effectuée auparavant sur des A310 (les A310 MRTT sont employés notamment par l'Allemagne) mais bénéficie des capacités d'emport supérieures de l'A330. Le A330 partage la voilure du quadrimoteur A340. Les deux emplacements réacteurs libres conviennent parfaitement pour adapter des points de ravitaillement, ainsi l'avion s'est révélé très facile à convertir en ravitailleur, il s'agit d'une "bonne surprise" puisque cela n'avait pas du tout été envisagé lors de sa conception.

Il est capable de fournir 65 tonnes de carburant en mission de ravitaillement en vol à 1800 km de sa base, au encore de parcourir 4000 km et ravitailler 6 chasseurs en cours de route, tout en transportant 43 tonnes de cargo. La totalité du carburant est contenue dans les réservoirs structurels de l'appareil, éventuellement complétés de réservoirs amovibles dans la soute à bagage. Ce procédé permet de conserver l'entière disponibilité de la cabine pour des transports de troupes

et de la soute cargo pour du matériel militaire. Son premier client est la Royal Air Force (RAF), et l'Australie a commandé cinq exemplaires, suivie en 2006 par l'Arabie Saoudite.

Des avions servant uniquement de ravitailleurs (donc volant peu quand aucune opération aérienne n'est en cours) sont un luxe que peu d'armées de l'air peuvent s'offrir. Les A330 MRTT peuvent servir à bien d'autres usages militaires et gouvernementaux (transport stratégique de troupes et matériel, transport de personnalités, évacuation sanitaire...), facilitant l'acquisition de l'avion. Ils pourraient même être loués à des transporteurs privés lorsque les militaires n'en ont pas besoin. Les britanniques poussent l'idée encore plus loin : leurs MRTT appartiendront à une compagnie privée, et la RAF lui paiera les ravitaillements. La compagnie pourra aussi utiliser ses avions en transport civil, ou même faire du ravitaillement pour d'autres armées de l'air (mais seulement avec l'accord de la RAF qui aura toujours priorité sur les avions).

III.6.3. Airbus A330-200 :

- Type d'avion : Avion de ligne
- Constructeur : Airbus
- Pays : Europe
- Année du premier vol : 1992



Cet appareil, dont le fuselage est le plus court de la famille A330, se caractérise par son excellent rayon d'action et la grande capacité de ses soutes.

L'A330-200 affiche un excellent rapport charge utile/rayon d'action, ainsi qu'un volume d'emport supérieur sur les liaisons moyen courrier et en exploitation à rayon d'action étendu.

Mesurant 59 mètres, le fuselage de l'A330-200 est le plus court de la série A330.

Le 27 janvier 1986, l'A330 (TA.9) est officiellement présenté et continue d'évoluer sur les planches à dessins. Il gagne en masse et en performance, intègre les commandes de vol numériques de l'A320 avec mini manches et les glass cockpits (EFIS). Quatorze mois plus tard, l'intérêt des compagnies aériennes dépasse largement les espoirs du constructeur qui s'était fixé un seuil de 40 exemplaires commandés par 5 transporteurs pour le lancement de la gamme.

En mars 1987 le carnet de commandes affiche déjà 109 appareils pour 9 clients. Airbus surfe alors sur le succès avec ses nouveaux avions à peine nés. En quelques mois, il s'implante sur des marchés qui lui étaient jusqu'à présent réfractaires : tout en vendant des A320 pour Ansett et Pan Am, il gagne des contrats d'A330 pour Northwest et TWA. Le développement des A330/A340 s'accompagne aussi d'investissements industriels pour Airbus. Toulouse voit naître un hall d'assemblage de six hectares, le plus grand d'Europe à la fin des années 80. Le bâtiment est inauguré et baptisé Clément Ader, en présence du Président de la République française, François Mitterrand, le 10 octobre 1990.

Le lancement de l'A300-600ST Bélouga répondra aussi au besoin de transférer les différentes pièces des A320, A330 et A340 entre les usines disséminées en Europe. Airbus travaille sur l'A330 présenté au public en octobre 1992. Le biréacteur nécessite beaucoup de travail, puisqu'il faut que chaque motorisation soit approuvée et la campagne d'essais s'étale sur à peu près deux ans, malheureusement marquée le 30 juin 1994 par l'accident du prototype équipé de Pratt & Whitney.

La version -200 est plus petite que -300 d'environ 4 m mais elle gagne 2000 km d'autonomie ce qui fait son charme et ce qui explique son succès auprès des compagnies aériennes. En février 2005, il y a eut 287 airbus A300-200 commandés dont 179 livrés et 238 A330-300 commandés dont 156 livrés.

L'A330-200 a été développé après le -300, il a effectué son premier vol en 1995. Comparé au -300, il a un fuselage plus court de 5 mètres (identique à celui de l'A340-200), ce qui se traduit bien sur par une réduction de l'emport de passagers, mais l'emport de carburant est par contre largement accru. L'autonomie y gagne 2000 km. Cet appareil répond donc à la demande créée par la multiplication des vols directs intercontinentaux, il répond au 767-300ER de Boeing.

L'A330-200 peut transporter 253 passagers en configuration à trois classes.

Notre compagnie arienne air Algérie a pour le moment 5 avions a330-200 a son effectif

III.6.3.1. Caractéristiques techniques de l'Airbus A330-200 :

A. Dimensions :

	ft	m
Longueur hors tout	193ft 12in	58,8
Longueur de la cabine	147ft 8in	45,0
Diamètre du fuselage	18ft 6in	5,64
Hauteur totale (gouverne comprise)	57ft 1in	17,40
Envergure (géométrique)	197ft 10in	60,3

B. Masses de calcul :

	lb X 1000	tonne
Masse maxi. au parking	509,0 (515,7)	230,9 (233,9)
Masse maxi. au décollage	507,0 (513,7)	230,0 (233,0)
Masse maxi. à l'atterrissage	396,8 (401,2)	180,0 (182,0)
Masse maxi. à vide	370,4	374,8
Masse à vide en ordre d'exploitation type	263,7	119,6

C. Principales caractéristiques d'exploitation :

Motorisation	deux CF6-80E1 ou deux PW 4000 ou deux RR Trent 700
Plage de puissance	68 000-72 000 lb slst
Configuration typique en cabine	293
Autonomie (à pleine charge)	6 750 nm 12 500 km

III.6.3.2. LE FUSELAGE :

Le fuselage constitue la structure principale de l'avion et ses fonctions sont extrêmement variées. Il contient les passagers, le fret, les équipements électroniques de navigation et de communication, les circuits mécaniques, électriques, Hydrauliques ou pneumatiques des commandes et les canalisations des systèmes de conditionnement d'air, parfois, il supporte ou contient les moteurs, et le train d'atterrissage.

De plus, le fuselage assume un rôle de bras de levier entre les empennages et le centre de gravité; c'est pourquoi sa longueur est déterminée non seulement en fonction de la capacité de charge désirée, mais aussi en fonction des qualités clé stabilité et de maniabilité.

Le fuselage de l'A330-200 à une structure semi monocoque.

III.6.3.2.1. Les éléments constitutifs du fuselage sont :

- Nez de fuselage.
- La partie avant de fuselage.
- La partie centrale du fuselage.
- La partie arrière du fuselage.
- Cône arrière du fuselage.

A. Nez De Fuselage :

Le cockpit, la cabine et la saute électronique sont les parties pressurisées du fuselage. Un plancher résistant à la pression est installé dans la partie inférieure du nez du fuselage; Ils séparent le compartiment de train d'atterrissage avant de la zone pressurisée. (Voir fig. III.1)

B. La partie avant de fuselage :

La partie avant de l'ensemble fuselage contient une partie de la cabine et la Porte passager I équipage, et la partie inférieure contient le compartiment de fret avant et sa porte. Toute cette partie est dans la zone pressurisée. (Voir fig. III.1)

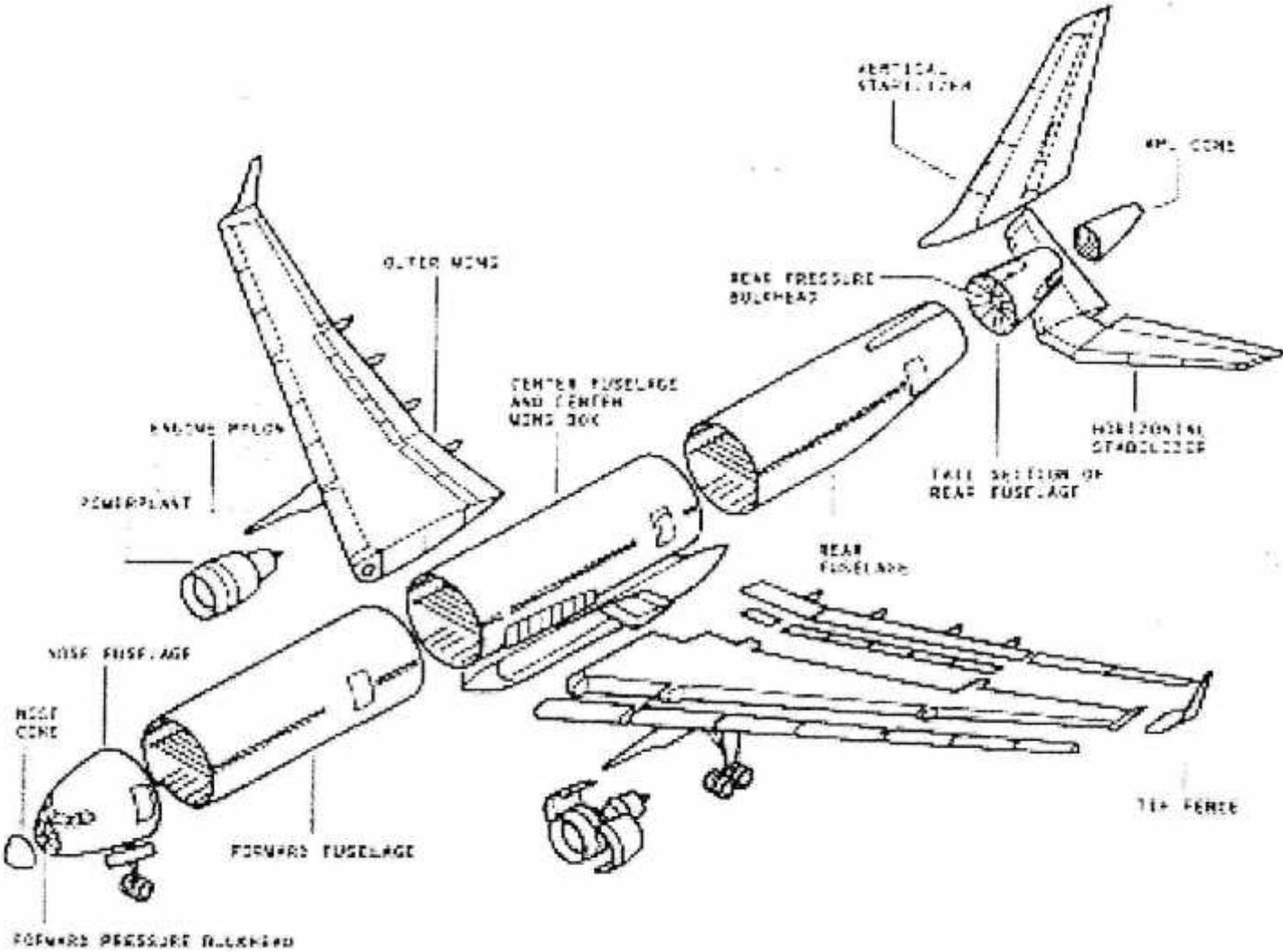


Fig. III.1 : Structure principale de l'A330-200

C. La partie centrale du fuselage :

Le compartiment supérieur de la partie centrale du fuselage contient une partie de la cabine. La partie centrale de la voilure, le compartiment du train d'atterrissage principale et le compartiment hydraulique sont dans le compartiment inférieur de cette partie.

La cabine, le plancher, la partie centrale de la voilure et le compartiment du train d'atterrissage principale constitue les parties pressurisées. (Voir fig. III.1)

D. Partie Arrière du fuselage :

Le compartiment supérieure de cette partie contient une partie de la cabine et la porte arrière passager/ équipage, et la partie inférieure contient la soute arrière, la porte arrière de compartiment fret et une grande porte pour le fret.

Toute la partie arrière du fuselage est dans la zone pressurisée. (Voir fig. III.2)

E. Cône arrière du fuselage :

Le cône arrière du fuselage fait partie du secteur du fuselage non pressurisé. La partie arrière de ce cône constitue la queue de fuselage et elle peut être démonter comme un module a part.

Les stabilisateurs vertical et horizontal sont installés avec un ajustage de précision sur le cône arrière de fuselage.

Deux panneaux d'entretien sont installés sur le cône pour accéder à l'empennage vertical.

L'unité auxiliaire de puissance (APU) est installée dans son compartiment dans le cône, qui est désigné comme une zone de feu. Ce compartiment est protégé de l'intérieur par des feuilles en TITANE. (Voir fig. III.6)

III.6.3.3. Les portes :

A. Généralités :

Les portes sont installées dans l'avion pour nous donner accès aux différents compartiments. Chaque porte a une fonction spéciale. Il y a :

- portes utilisées pour l'entrée et la sortie des passagers et de l'équipage.
- portes utilisées pour le chargement et le déchargement des bagages et de fret.
- portes utilisées pour l'entretien.
- portes internes.

Nous pouvons actionné les portes mécaniquement ou hydrauliquement. Toutes les portes externes sont alignées avec le fuselage quand elles sont fermées.

L'avion est équipé d'un système de commande (DSCS) qui surveille la position de certaines des portes. Des indicateurs mécaniques sont également installés sur quelques portes pour indiquer la fermeture/le blocage ou le déblocage de la porte relative.

L'avion a six portes passagers/équipage (type A) et deux portes de sortie de secours (type 1) la porte 3L (z834) et la porte 3R (z844).

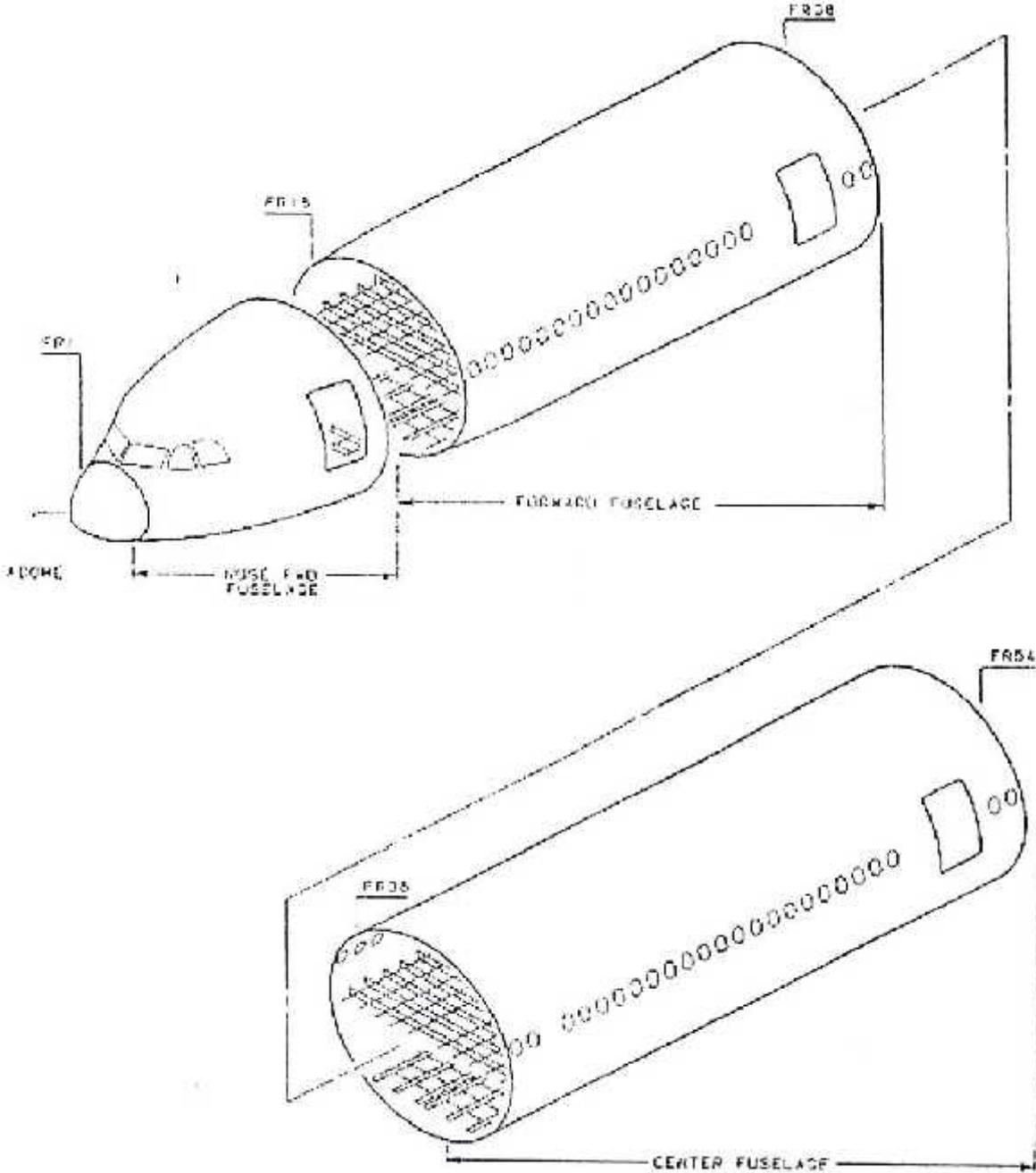


Fig. III.2 : partie avant de fuselage (nez, avant, centrale)

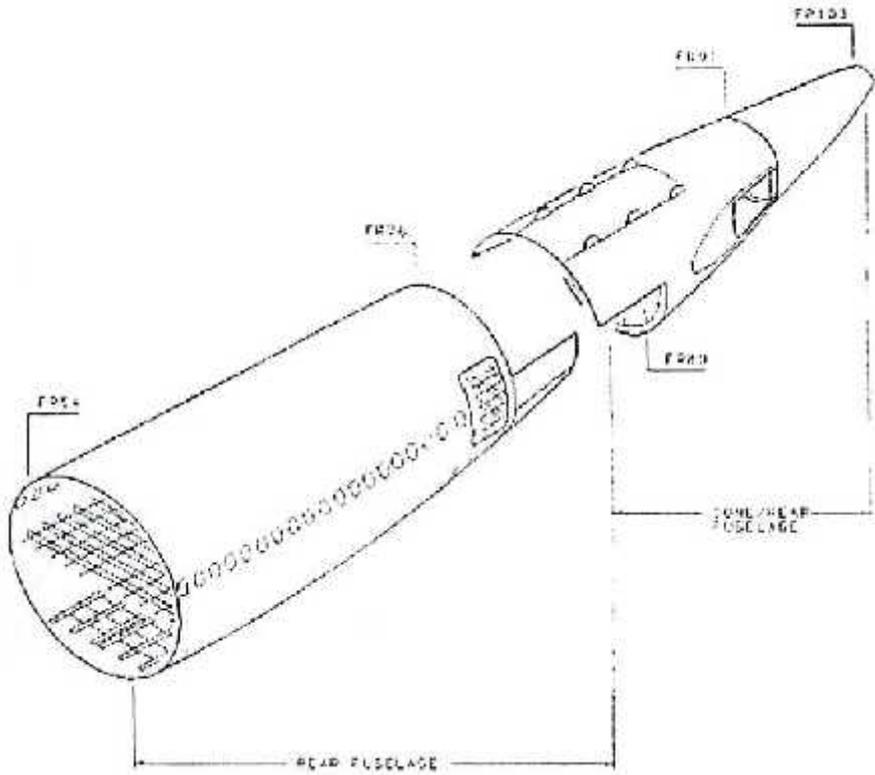


Fig. III.3 : Partie de fiselage (arrière, le cône)

B. Localisation :

Les composants principaux sont

- Portes passagers/équipages.
- Portes de sortie d'urgence.
- Porte de compartiment cargo.
- Portes de d'accès et de service.
- Portes intérieures fixes.
- Portes de détresse.
- Trappes de train d'atterrissage.
- Portes diverses.

II.6.3.4. L'empennage :

L'empennage est constitué du cône de queue de fuselage, des surfaces fixes et des surfaces mobiles.

Le cône de queue sert à fermer le fuselage et à profiler la partie arrière. Étant donné que très peu de contraintes y sont appliquées, sa construction est plus légère que celle du fuselage. Les composants structurels primaires des stabilisateurs (longerons, nervures et panneaux) sont faits de stratifications du plastique renforcé de fibres de carbone (CFRP). Tous autres composants sont faits en même matériel, ou du Plastique renforcé avec des fibres de verre (GFRP) ou d'alliage léger.

Les élévateurs et la gouverne de direction sont commandés par trois systèmes hydrauliques indépendants.

II.6.3.5. Train d'atterrissage

Les masses et les vitesses d'atterrissage des avions modernes ont atteint des valeurs élevées qui imposent des charges extrêmement fortes au moment de l'impact et au cours de la décélération. On demande au train d'atterrissage une fiabilité considérable dans la capacité d'absorber les chocs, de freiner l'avion, de se rétracter et de se déployer. Le train d'atterrissage est un organe complexe de l'avion qui demande beaucoup de soins.

Il supporte l'avion au sol et fournit le moyen de la manoeuvre:

Il sert à freiner l'avion au sol et parfois. Selon les modèles, à procurer un freinage aérodynamique en vol d'une façon comparable aux aérofreins:

Il supporte les charges latérales lors du roulage au sol et lors des atterrissages et des décollages en condition de vent de travers. La plupart du temps, le train d'atterrissage n'a aucune utilité en vol et il crée de la traînée.

Comme celle-ci augmente avec le carré de la vitesse, il s'impose d'installer un train escamotable sur les avions rapides.

Le train d'atterrissage est fixé à la cellule de l'avion en dessous des ailes ou sous le fuselage. L'ensemble du train d'atterrissage est constitué des éléments suivants : (Voir fig. 1.12)

- le fût qui renferme généralement l'amortisseur, Ce dernier sert à absorber l'impact et les secousses du roulage. L'ensemble est souvent désigné - par l'expression jambe à amortisseur;
- les biellettes de contre-fiche. Qui maintiennent le fût vertical et le renforcent
- les compas, qui maintiennent les roues dans l'axe de roulement;
- les essieux;

- les roues;
 - les freins et leurs accessoires ;
 - les pneus.
- Le système du train d'atterrissage inclut :
- trains et trappes.
 - systèmes de déploiement et de rétraction pour les trains et les trappes.
 - système de freinage et les systèmes relatifs
 - une commande de direction.
 - L'avion comporte
 - deux trains d'atterrissage principaux (MLG) et trappes. un train d'atterrissage avant (MLG) et trappes

Les trains soutiennent l'avion sur le sol et incluent des amortisseurs pneumatiques qui absorbent des charges de roulage et d'atterrissage. Pendant le vol le les trains sont rétractés dans de compartiments. Les trappes sont mécaniquement et hydrauliquement actionnées après la rétraction de trains

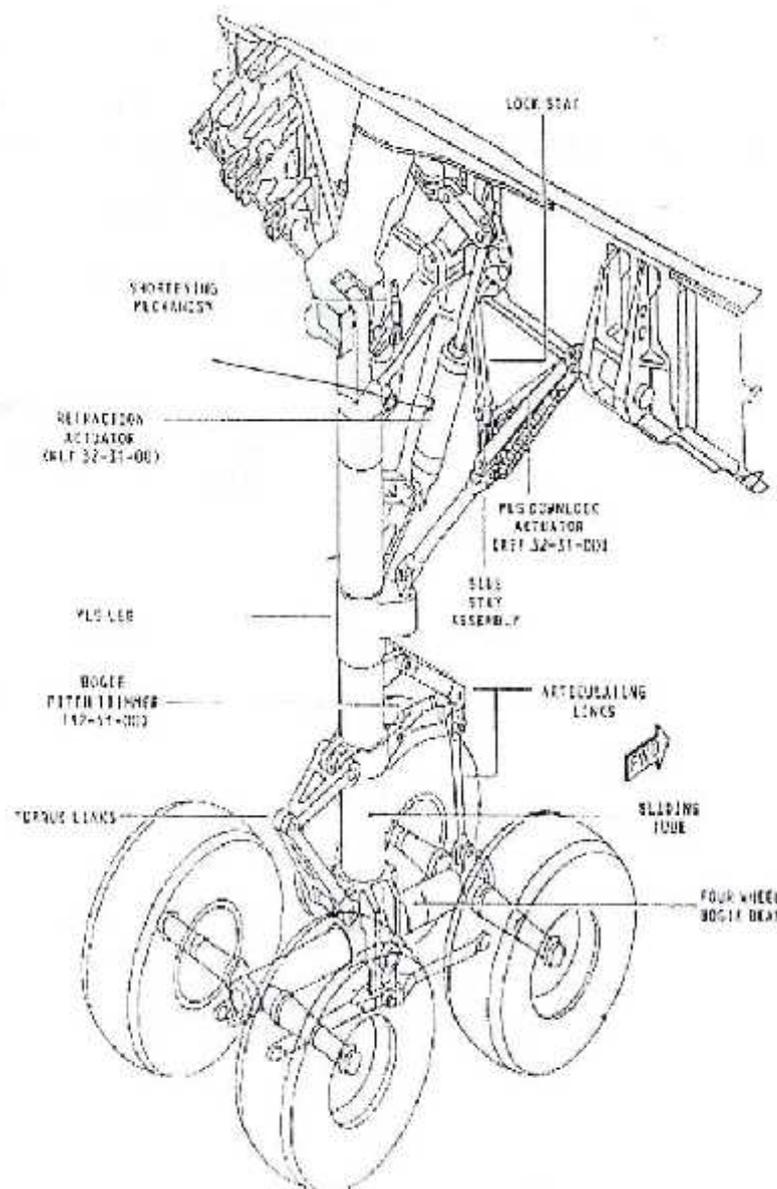


Fig. II.4 : Train d'atterrissage

Les trappes actionnées hydrauliquement se ferment également après que les trains soient déployés.

Le système normal (le prolongation et (le rétraction est habituellement employé pour déployer et rétracter les trains. Un système libre de déploiement déploie les trains si le système normal (le déploiement et de rétraction n'est pas disponible.

Deux circuits de freinage indépendants commandent l'opération des freins ; un circuit de freinage normal et un circuit de freinage alternatif.

Un système Anti-dérapiage est disponible dans chaque système pour donner une efficacité maximum au freinage.

CHAPITRE IV

LES AILES DE L'A 330-200



IV.1. Généralité :

IV.1.1 Description de l'aile:

L'aile d'avion est une structure continue qui passe par le fuselage. Elle est composée de trois parties:

- Le plan central.
- L'aile externe gauche.
- L'aile externe droite.

Le plan central fait partie du fuselage et donne des points d'attache pour les ailes externes. Chaque aile externe a des rebords principaux et un saumon. Le principal bord a des attachements pour les lamelles et le rebord arrière a des attachements pour le train d'atterrissage principal, les ailerons, les spoilers et les volets. Une winglette est installée sur le saumon d'aile.

Les caniveaux contiennent quelques câbles électriques dans les bords de fuite et le bord d'attaque.

L'attache de caniveaux (qui sont des sections en forme U faites à partir de l'alliage d'aluminium avec un enduit de nylon) aux supports qui sont également faits à partir de l'alliage d'aluminium. Les supports sont installés sur le visage avant du longeron avant et la face arrière du longeron arrière.

IV.1.2. Les éléments Principaux :

Les éléments principaux de l'aile sont:

- Le plan central
- L'aile externe.
- Le saumon
- Le bord d'attaque, le bord de fuite et leurs composantes.
- Les ailerons
- Les spoilers.

IV.2. Description détaillé de l'aile :

IV.2. 1. Le plan Central:

Le plan central est installé dans le fuselage central entre les cadres 40 et 47 ,il inclut :

- les longerons d'avants, centraux et arrières (aux cadres : 40, 42 et 47 respectivement)
- les panneaux de revêtement supérieurs et inférieurs
- les deux cadres principaux (40 et 47)
- un ensemble de 54 tiges intégrales de fibre du carbon
- la nervure gauche 1 et la nervure droite 1.

Le plan central a des attachements avec les ailes externes par l'intermédiaire de la nervure gauche 1 et la nervure droite 1.

IV.2.1.1. Le caisson de plan central :

Le caisson est installé dans le plan central entre FR40 et FR47. Il assure l'attachement pour les ailes, distribue leurs charges dans le fuselage et peut former un réservoir de carburant intégral.

La jonction entre le plan central et les ailes est faite au niveau de RIBS1 gauche et droit. L'accès pour l'entretien dans la boîte de plan central est par deux ouvertures triangulaires dans le longeron arrière.

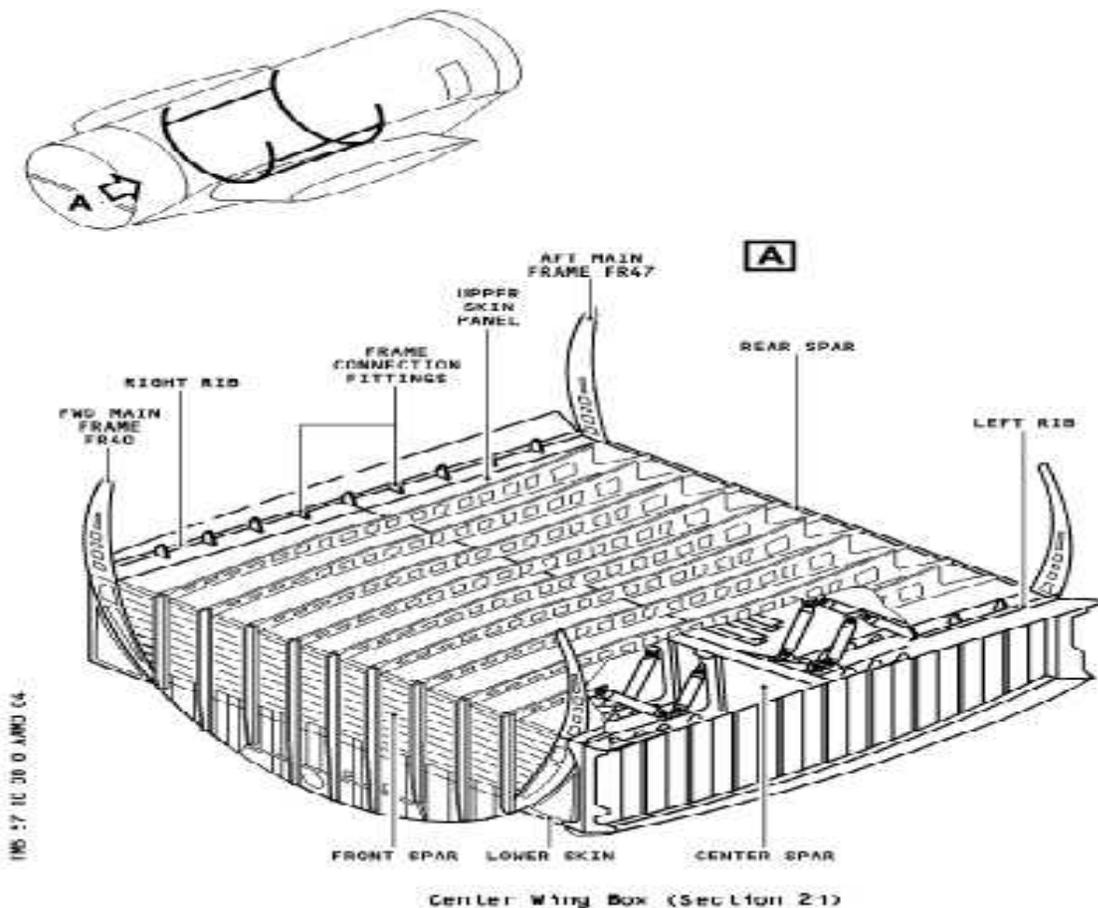


Figure IV .1. Le caisson de plan central

A. Description des composantes de caisson :

La structure principale de caisson comporte:

- deux RIBS1 à gauche et à droite
- un ensemble de panneaux de revêtement inférieur
- un ensemble de panneaux de revêtement supérieurs
- un longeron avant de FR40 avec une cloison étanche de pression à son partie inférieure
- un longeron central FR42
- un longeron arrière de FR47
- deux armatures principales FR40 et FR47
- un ensemble de tiges intégrales de fibre du carbone

- neuf joints de raccordement des cadres (à gauche et à droite)
- joints des cadres.
- Les portes d'accès, situées à FR47, qu'étoit les ouvertures d'accès triangulaires du longeron arrière, elles sont faites d'alliage léger.

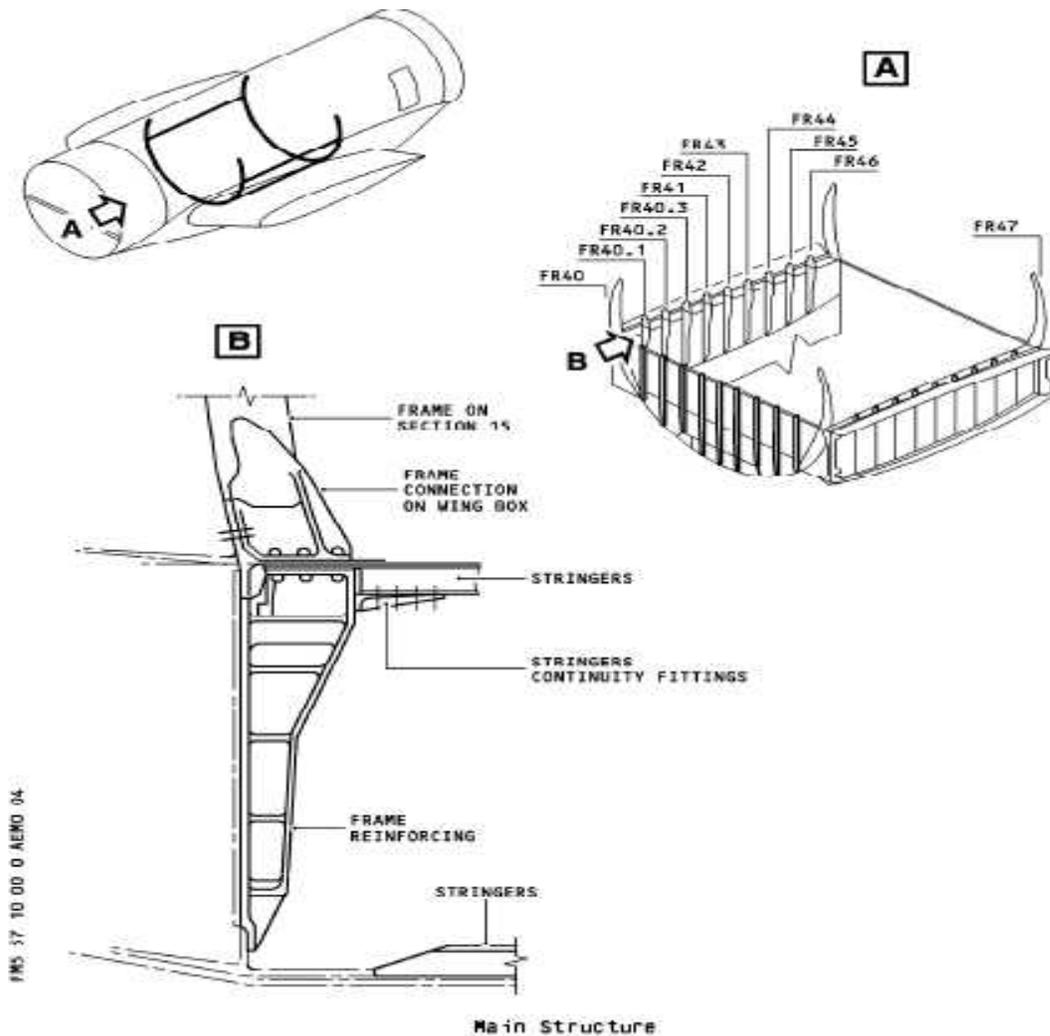


Figure IV .2. La structure de caisson

- **L'ensemble de panneau de revêtement supérieur :**

La section supérieure de caisson de plan central se compose de deux panneaux de

revêtement:

- un panneau placé entre le longeron avant et central
- un panneau placé entre le longeron central et arrière.

Ce panneau de revêtement se compose:

- deux panneaux usinés d'une tôle
- raidisseurs a profil extrude
- joints d'assemblage de tige
- une semelle supérieure de longeron central à profil extrude.

- **L'ensemble de panneau de revêtement inférieur :**

La section inférieure de caisson de plan central se compose de deux panneaux de revêtement:

- un panneau placé entre le longeron avant et central
- un panneau placé entre le longeron central et arrière.

Ce panneau de revêtement se compose:

- deux panneaux usinés d'une tôle
- raidisseurs a profil extrude
- nervure usinée en plaques.
- semelles inférieures de longeron d'avant, central et arrière a profil extrude

- **Les nervures :**

Le caisson de plan central est fermé par le RIB1 gauche et droit. Ces deux nervures se composent:

- un ajustage avec le membre triform inférieur qui forme la semelle inférieure
- un ajustage cruciforme supérieur qui forme la semelle supérieure
- raccord en T vertical arrière
- raccord en T vertical avant
- un âme usinée d'une tôle
- raidisseurs verticaux a profil extrude
- cadre de raccordement et l'angle de jonction pour le longeron central du côté en porte-à-faux d'aile, à FR42.

- **Les raidisseurs :**

Les raidisseurs de caisson du centre d'aile sont a profil extrude en alliage d'aluminium. Ils sont rivetés transversalement sur l'intrados et sur l'extrados à l'intérieur du caisson de plan central

L'âme de longeron avant est renforcée extérieurement par les raidisseurs verticaux et intérieurement par les raidisseurs horizontaux.

L'âme de longeron central est raidie par les raidisseurs horizontaux à l'avant et par les raidisseurs verticaux à l'arrière.

- **Les poutres:**

Onze poutres sont placées longitudinalement sur la section supérieure de la structure de plancher de caisson de carlingue.

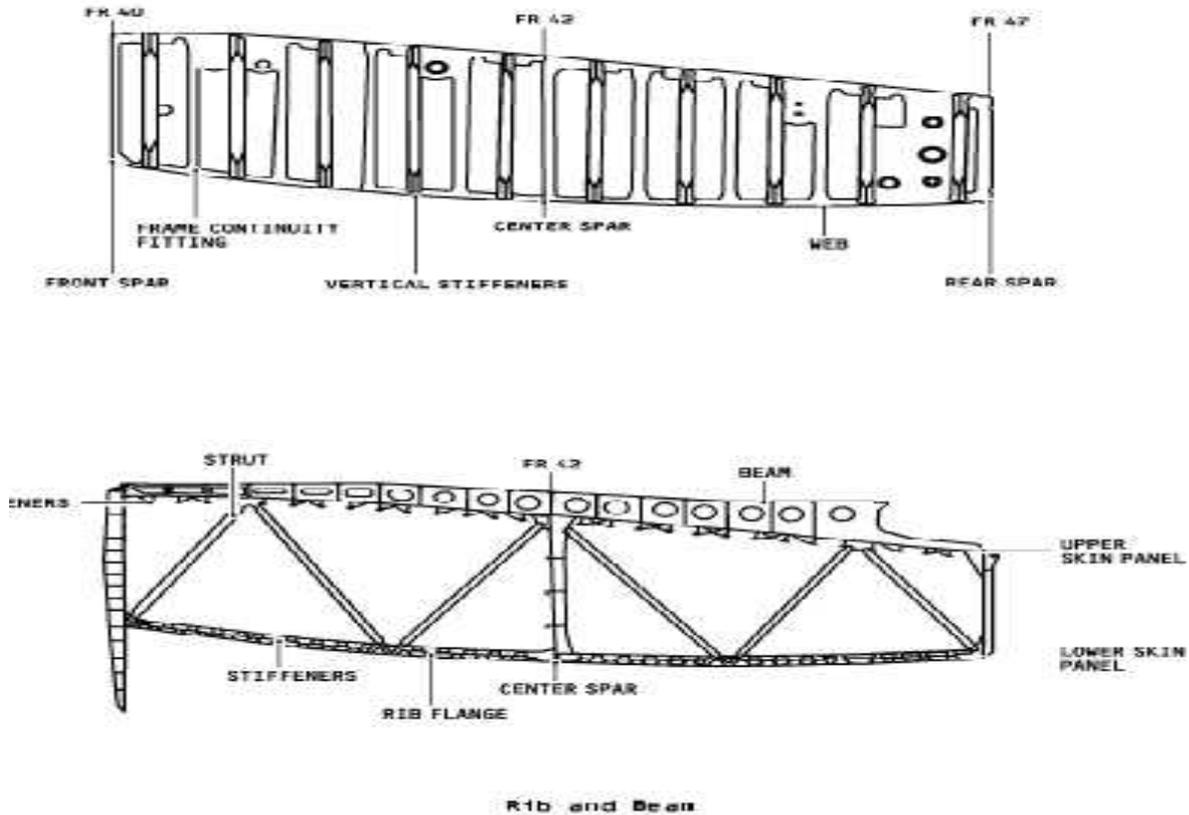


Figure IV .3 les nervures et les poutres de caisson d'aile

- **Les Longerons :**

Le longeron avant se compose:

- une âme
- raidisseurs verticaux
- raidisseurs horizontaux
- une semelle supérieure à section extrudée.

Le longeron central se compose:

- une âme
- raidisseurs verticaux
- deux raidisseurs pour les manholes

Le longeron arrière se compose:

- une âme avec des raidisseurs intégrés
- une semelle supérieure à une section extrudée
- deux portes de manholes.

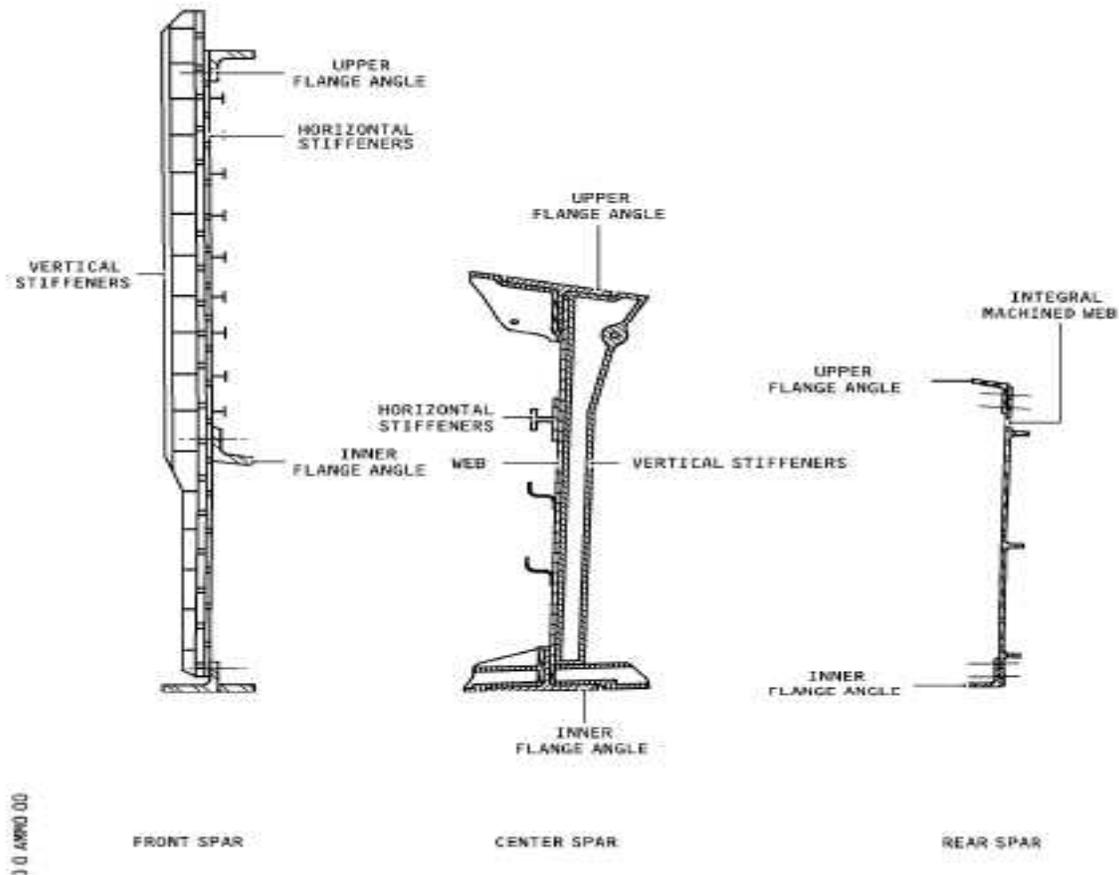


Figure IV .4. Les longerons du plan central.

VI.2.2. Description de L'aile externe :

Les ailes externes se relient au plan central pour faire une structure continue. La structure principale de l'aile externe est le caisson d'aile, qui a :

- un longeron avant.
- un longeron central.
- un longeron arrière.
- nervures et lisses.
- panneaux de revêtement supérieur et inférieur.

Il y a des attachements sur le caisson d'aile pour :

- le bord d'attaque et le bord de fuite.
- le saumon (l'extrémité de l'aile).
- les pylônes de moteur.
- les rails de bord de fuite.
- les ailerons et les spoilers.
- le train d'atterrissage principal (MLG) chaque caisson d'aile contient des réservoirs de carburant intégraux.

L'accès dans le caisson d'aile est par les ouvertures (manholes) dans les panneaux de revêtement inférieurs. Les attachements au caisson d'aile sont:

- les cloisons fixes (les becs).
- les charnières d'attache.
- les panneaux d'accès.

VI.2.2.1. le caisson d'aile externe :

Le caisson d'aile effilé de STA0/rib1 (l'emplanture d'aile) à STA2557/rib39 et il inclut:

- les longerons d'aile (avant, central et arrière).
- les nervures.
- l'intrados et l'extrados.
- les lisses de dessus et de bas.
- le raccordement de l'emplanture d'aile.

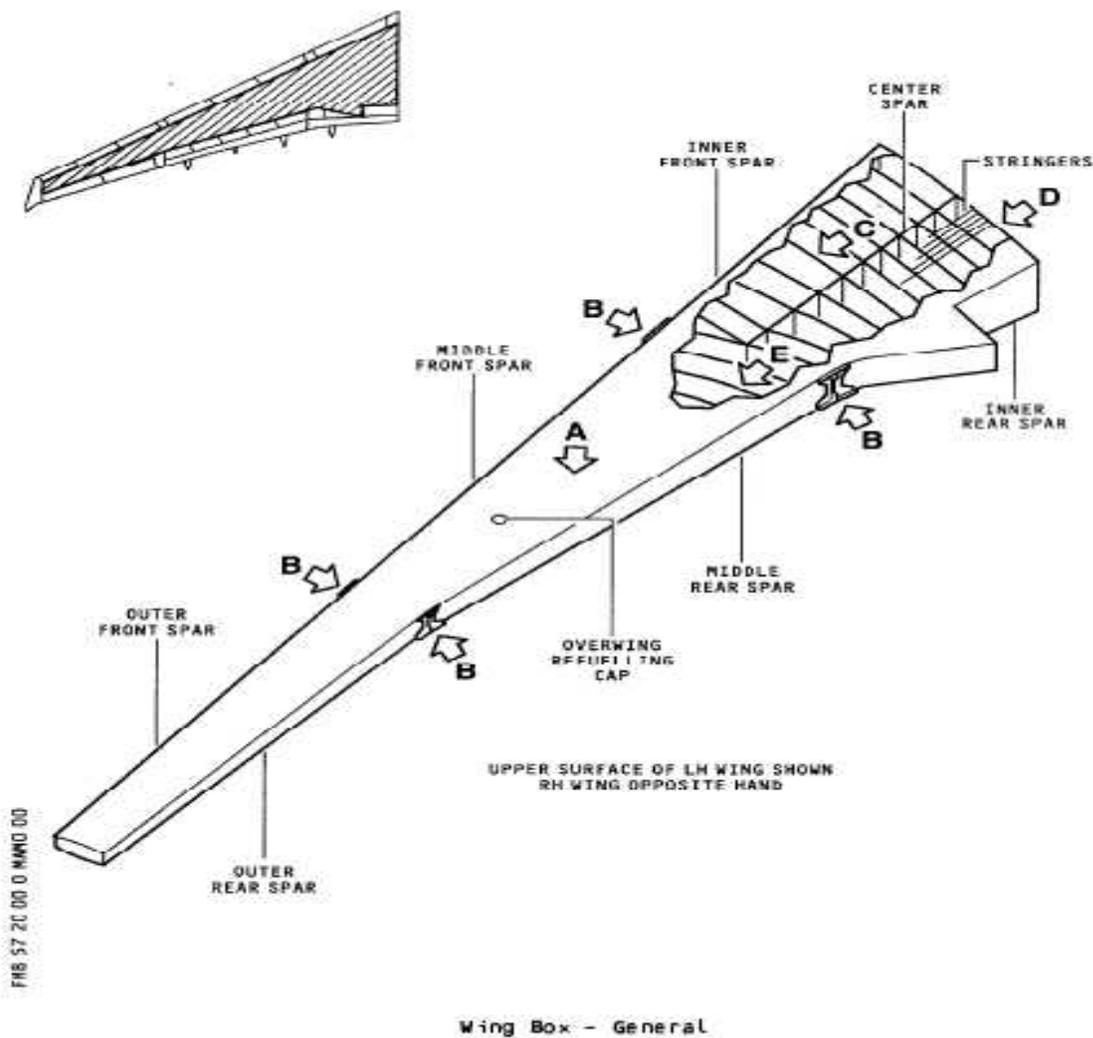


Figure IV.5. Le caisson de l'aile externe

A. les longerons d'aile externe :

Les longerons d'ailes sont usinés de l'alliage d'aluminium. Ils renforcent la structure du caisson d'aile. Les longerons d'avant et arrière s'étendent de STA0/rib1 à STA2557/rib 39.

Le longeron central s'étend de STA0/rib1 à l'extérieur de STA757/rib11.

Les longerons d'avant et d'arrière sont composés de trois parties, longeron intérieur, le longeron central, et longeron arrière. Les entures relient ces longerons ensemble pour faire une structure continue. Les joints sont faits pour:

- Le longeron avant à STA822/rib12 et à STA1798/rib27
- Le longeron arrière à STA568/rib9 et à STA1798/rib27.
- Le longeron central est fait en une partie.

- **Longeron Avant :**

Le longeron avant est usiné pour inclure:

- un raidisseur horizontal
- l'âme des raidisseurs verticaux
- un trou renforcé à chaque position de rail de bec
- les trous renforcés pour les composants de l'installation carburant
- une ouverture pour la porte de construction entre STA0/rib1 et STA73/rib2.

- **Longeron Central :**

Le longeron central est usiné avec des ouvertures pour:

- la porte de construction entre STA0/rib1 et STA73/rib2
- la porte d'accès à la cellule de collecteur de carburant entre STA73/rib2 et STA147/rib3.

Le longeron central a les poutres de séparations supérieures et inférieures

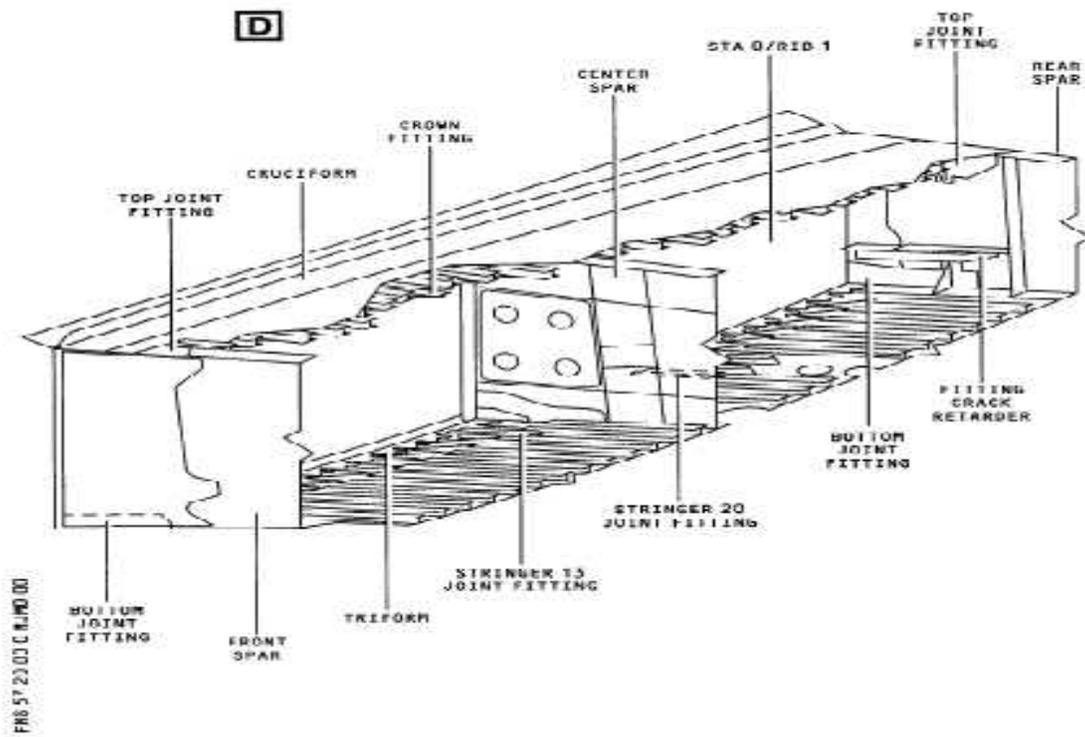
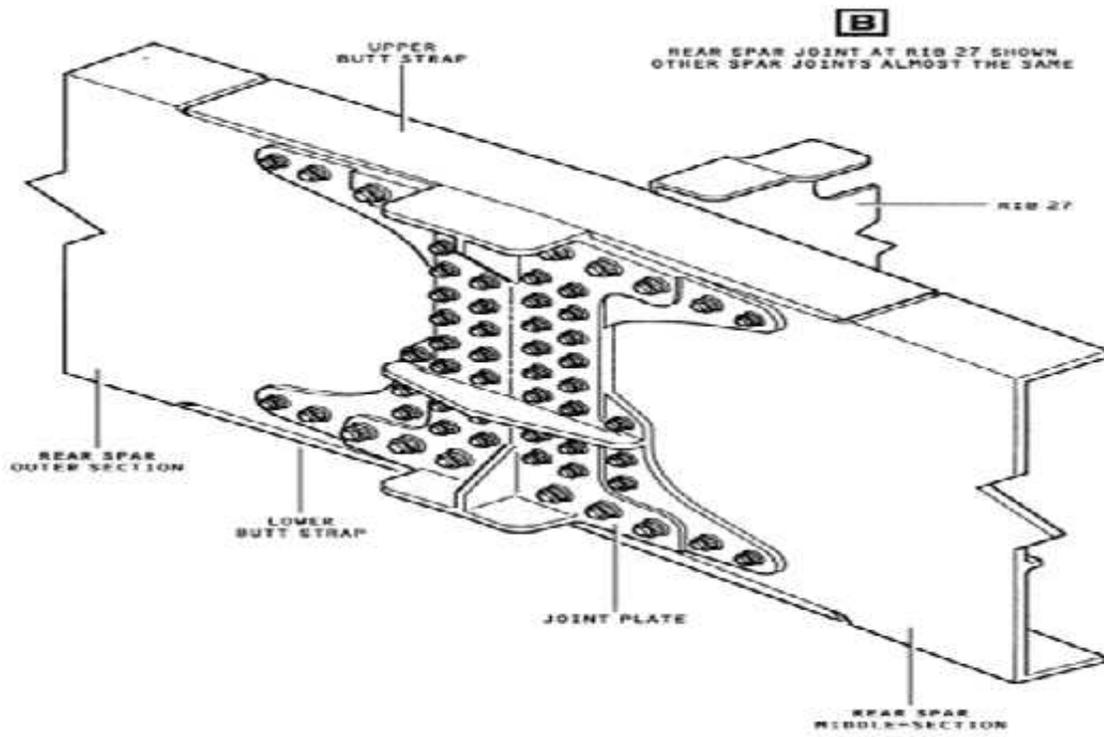
- **Longeron Arrière :**

Le longeron arrière est usiné pour inclure:

- un raidisseur horizontal
- les raidisseurs verticaux d'âmes
- les trous renforcés pour les composants de l'installation carburant
- un appui de levage renforcé à STA626/rib10.

- **faux longeron Arrière :**

Le faux longeron arrière est attaché au longeron arrière du caisson d'aile à la nervure 8. Il est fait à partir de l'alliage d'aluminium et supporte la nervure de soutien de MLG à son extrémité arrière.



Wing Box - General

Figure IV.6. Les longerons de l'aile externe

B .Les nervures :

Il y a 38 nervures, usinées de l'alliage d'aluminium, installé dans le caisson d'aile de chaque aile externe (nervures 2 à 39). L'assemblage aile externe et le plan central est fait à la nervure 1. La nervure 1 est la nervure qui ferme le caisson de plan central

Les nervures sont continues entre les longerons avant et arrière. Les nervures 2 à 11 sont faites dans deux parties (vers l'avant et arrière) pour permettre l'installation du longeron central. Les nervures 12 à 39 sont faites dans une seule partie. Les boulons attachent les nervures aux panneaux de revêtement d'aile et aux semelles de lisse. La nervure 2A est une nervure courte. Elle est installée diagonalement entre les parties supérieures de la nervure 3 et le longeron arrière intérieur. Elle renforce la structure près de point d'assemblage de train d'atterrissage principale.

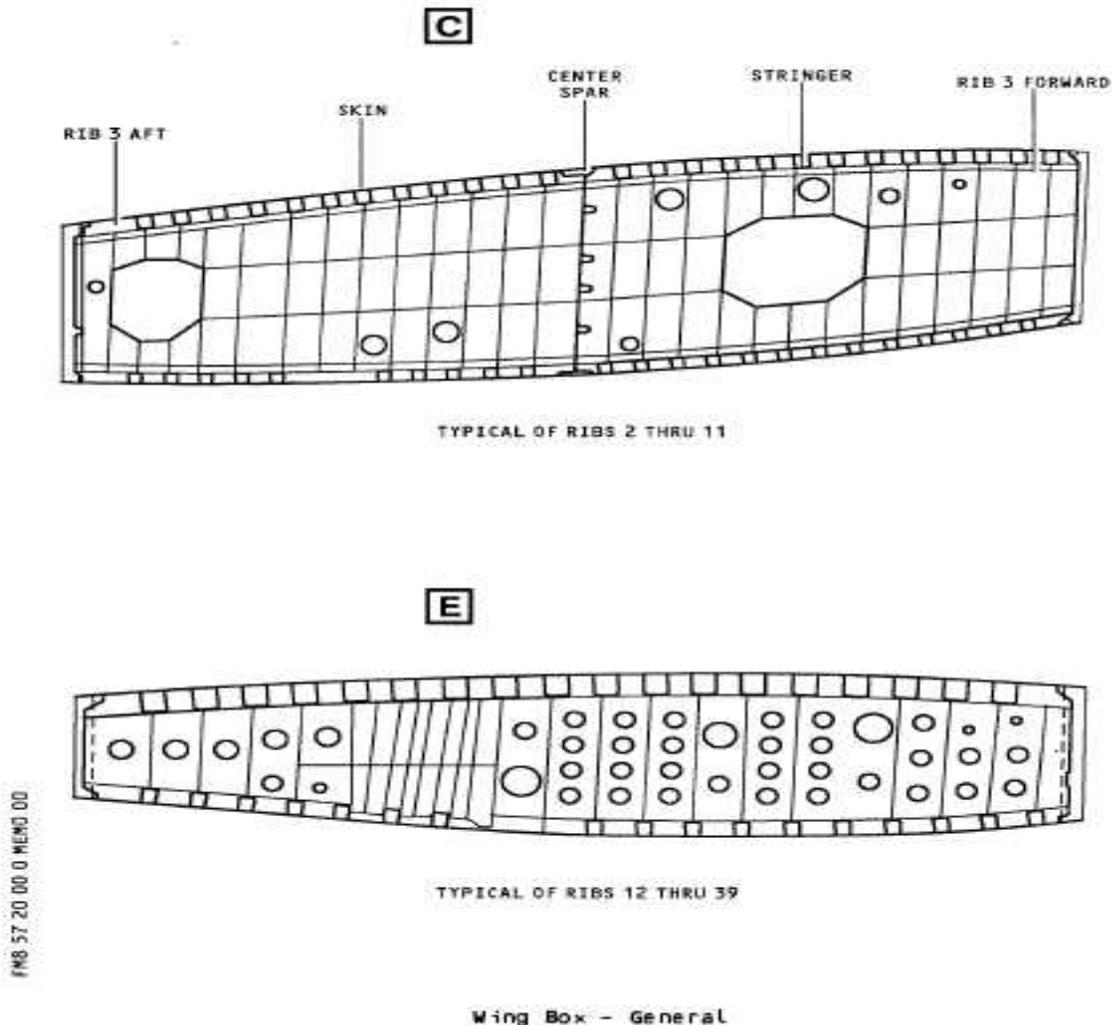


Figure IV .7.Les nervures

C. panneaux de revêtement et lisses :

L'intrados et l'extrados de caisson d'aile sont faits de panneaux de revêtement usinés à partir de l'alliage d'aluminium. Il y a quatre panneaux sur chaque surface. Pour augmenter leur force, les panneaux ont des lisses usinées des extrusions d'alliage d'aluminium. Les courroies communes, faites d'alliage d'aluminium, relient les panneaux. Les boulons d'interférence attachent les panneaux aux nervures et aux longerons.

Les panneaux de revêtement inférieurs développent une distance courte en avant du longeron avant.

Les panneaux de revêtement développent également derrière le longeron arrière de la nervure de soutien de MLG à la nervure 39. À côté de la nervure de soutien de MLG, les panneaux de revêtement se prolongent à l'extrémité arrière de la nervure de soutien de MLG. Qui forment l'intrados et l'extrados de caisson d'aile. A l'extérieur de la nervure de soutien de MLG, les panneaux de revêtement continuent une distance courte à l'arrière du longeron arrière. le bord de fuite et ces dispositifs attachent à ces projections.

Il y a trente trois (33) ouvertures (manholes), dans les panneaux revêtement inférieurs numéro 2 et numéro 4, ce qui nous permet d'accès dans le caisson d'aile. Pour rendre les panneaux de revêtement inférieurs plus solide, les panneaux sont plus épais dans le secteur autour des trous manholes.

A l'extrados Il y a une seule ouverture entre STA1465/rib22 et STA1530/rib23, pour l'emplacement de réservoir d'extrados.

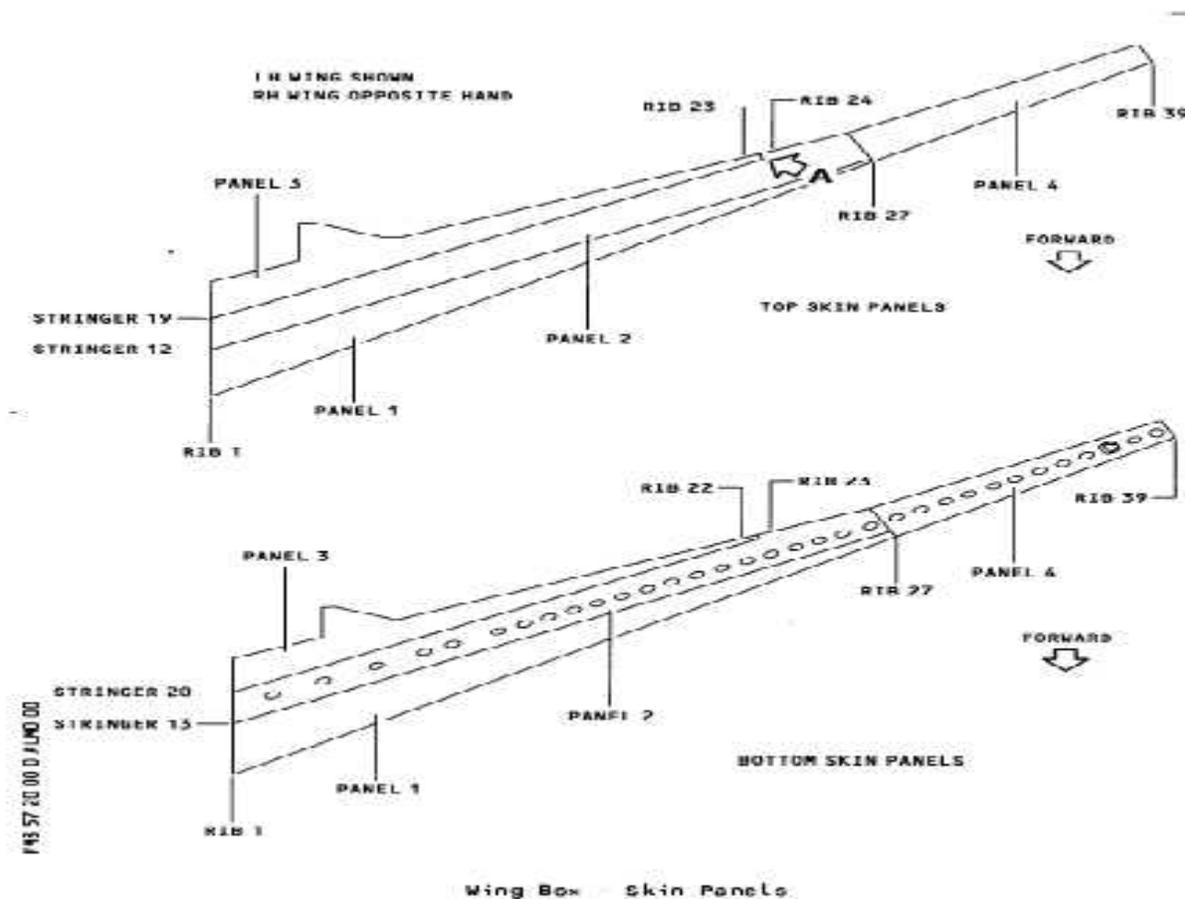


Figure IV.8. Les panneaux de revêtement.

Un raidisseur usiné de l'alliage d'aluminium est attaché au visage externe du panneau de revêtement inférieur numéro 1. Un raidisseur de renforcement est également attaché à la surface intérieure du panneau de revêtement supérieur numéro 1. Ces plats rendent les panneaux de revêtement plus forts à l'attachement de pylône. Un plat de renforcement, usiné de l'alliage d'aluminium, est attaché à l'intrados de caisson d'aile. Ceci rend les panneaux de revêtement plus forts aux attachements de MLG.

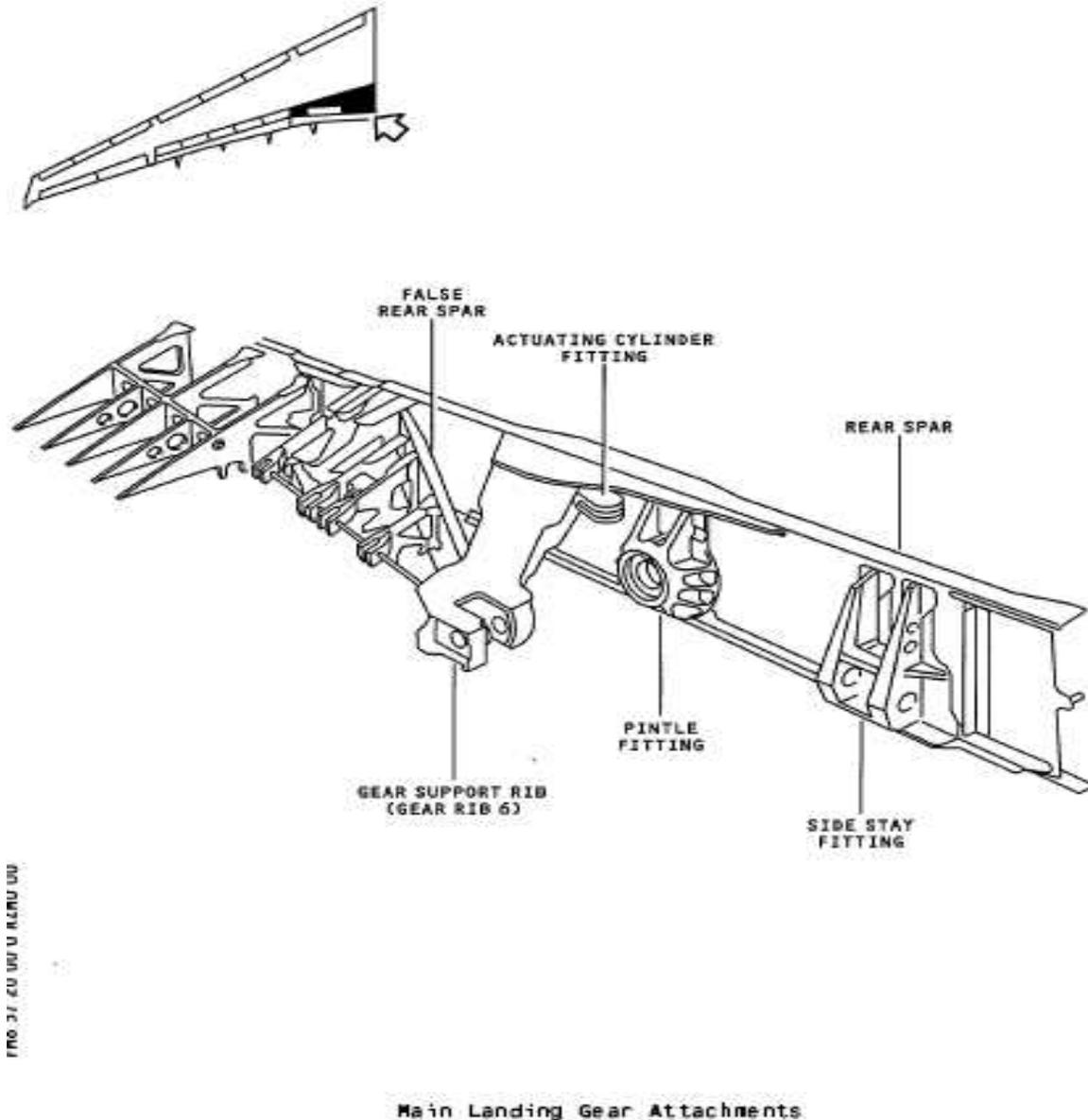


Figure IV.9. L'attachement de MLG

D. Réservoirs De Carburant Intégraux :

On trouve deux :

- le réservoir de carburant intérieur
- le réservoir de carburant externe

Les nervures étanches de longeron intermédiaire séparent les différents réservoirs de carburant. L'élément d'étanchéité primaire des réservoirs est fait par l'attachement mécanique de la structure.

Il y a un réservoir de carburant dans le réservoir intérieur de chaque aile externe. Le réservoir est situé à l'arrière du longeron central entre STA73/rib2 et STA147/rib3. On le connaît comme cellule de collecteur. Les limites de la cellule de collecteur sont:

- les parties arrière de nervures 2 et 3
- le longeron central
- le diaphragme arrière entre les nervures 2 et 3 (à la lisse supérieure 23 et à lisse inférieure 2)

E. les différentes attaches du caisson d'aile :

- **Joint de l'emplanture de l'aile :**

Le caisson de l'aile externe est attaché à celle du plan central à STA0/rib1 ainsi que les assemblages supérieurs et inférieurs relient les âmes de longeron du plan central à ceux de l'aile externe. La continuité de l'extrados à travers le joint est conservée par un membre cruciforme. Les boulons attachent les panneaux de revêtement supérieurs du plan central et l'aile externe au membre cruciforme.

Les ferrures d'assemblage faites d'alliage d'aluminium assurent la continuité entre l'extrados et les lisses par un joint. Elles sont attachées au visage vertical extérieur du membre cruciforme (nervure 1). Les boulons fixent les lisses aux ferrures d'assemblage

Le membre de triform assure la continuité de l'intrados ainsi que Les boulons d'interférence attachent les panneaux de revêtement inférieurs à ce membre. Des charges d'extrémité sont absorbées par les lisses à joints de revêtement.

- **Les ferrures d'attache de Saumon d'aile :**

Il y a une courroie de bout attachée à l'extrados du saumon et autre courroie de bout est attachée au panneau de revêtement inférieur numéro 4 à son bord extérieur à côté de la nervure 39.

- **Ferrures d'attache De Pylône :**

Il y a les ferrures d'attache avant et arrière sur le caisson d'aile pour le pylône de moteur. La ferrure d'attache avant est au longeron avant entre les nervures 10 et 10A. L'attachement avant pour le pylône a:

- un support qui absorbe les charges verticales
- raccord de poussée qui absorbe la poussée et les charges de côté du moteur.

Le support, fait d'alliage de titane. il est attachée à :

- le visage avant du longeron avant
- l'extrados de l'aile (la peau se prolonge en avant du longeron avant)
- le raidisseur et l'intrados de l'aile (le raidisseur et le revêtement se prolongent en avant du longeron avant).

L'ajustage de poussée est fait de titane et en acier d'une conception fiable. Les boulons attachent l'ajustage a l'intrados du support par le raidisseur et l'intrados. La ferrure d'attache arrière est entre les nervures 10 et 10A à la lisse 10.

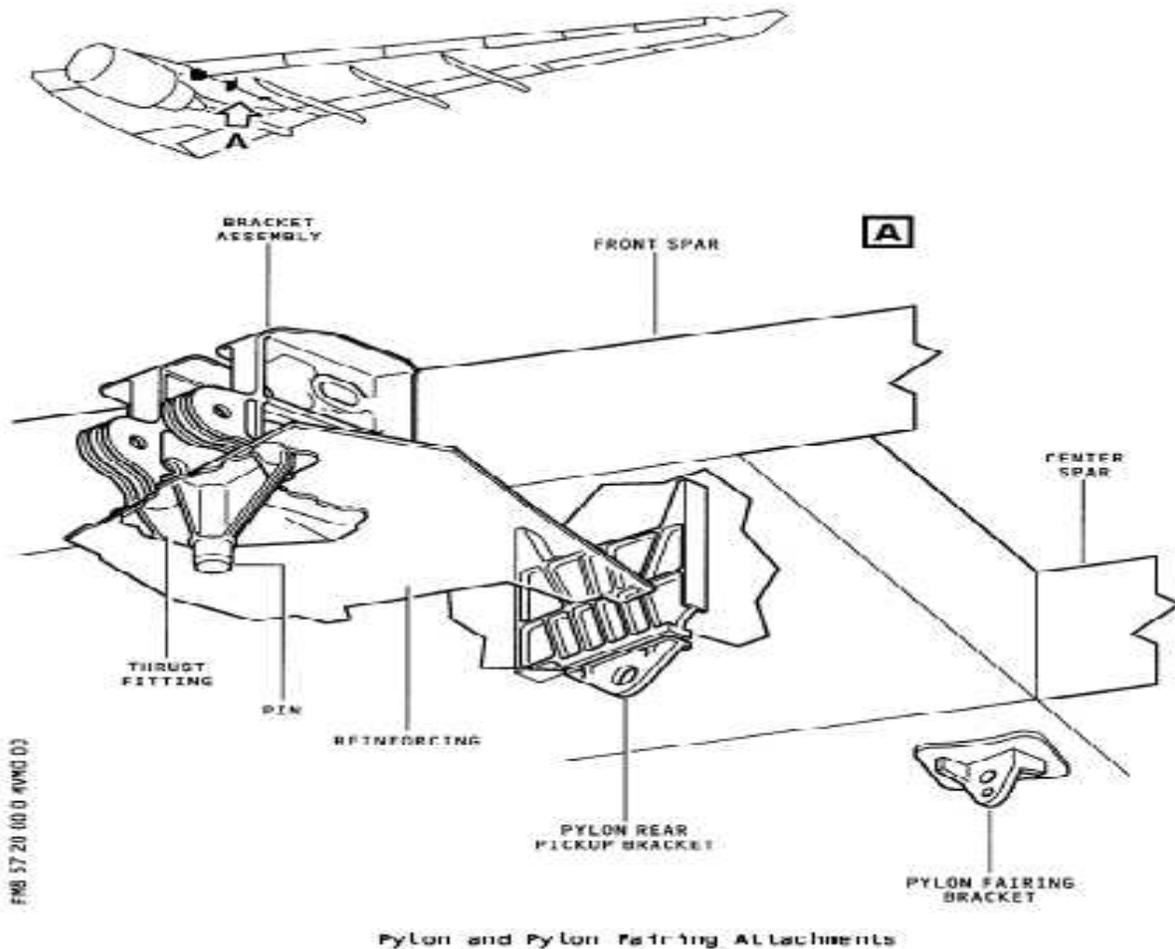


Figure IV.10. Les attachements des pylônes

- **Ferrures d'attaches pour les carénages de pylône :**

Les supports faites à partir de d'alliage d'aluminium, ils attache l'arrière de carénage de pylône au panneau inférieur de caisson d'aile. Les supports sont sur le panneau de revêtement numéro 2, vers l'avant du longeron arrière.

- **Attechements De rail de volet :**

Il y a cinq rails de volet pour chaque aile externe :

- les rails de volet 1 et 2 tiennent le volet intérieur
- les rails de volets 3 à 5 tiennent le volet extérieur.

Le rail de volet 1 est attaché sur le côté de fuselage par 3 supports. L'attache vers l'avant pour les rails de volet 2 à 5 est par des supports de l'alliage d'aluminium. Les boulons attachent les supports par l'intrados aux nervures dans le caisson d'aile. L'attache arrière pour les rails de volet est par un raccord de broche qui place dans un roulement sphérique. Le roulement sphérique est installé dans une paire de nervures de titane que ces nervures font une structure outre du longeron arrière. L'attache arrière des rails 3 à 5 est par des raccords de broche attachée au longeron arrière. Toutes les ferrures d'attache incluent titanique d'une conception fiable.

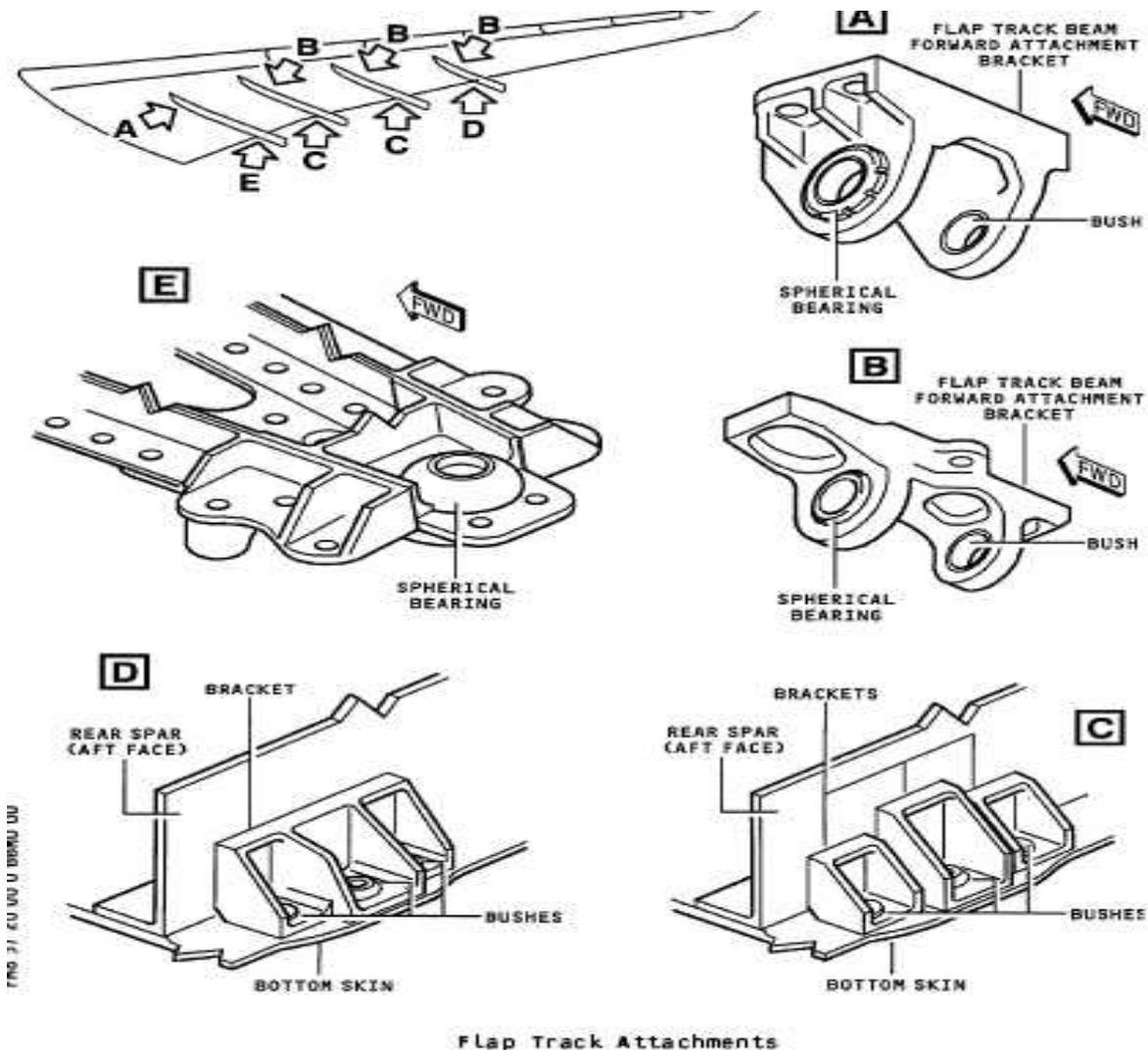


Figure IV .11.l'attache des volets.

F. caches d'accès

Il y a 33 CACHE d'accès de installées dans les panneaux de revêtement inférieurs de CAISSON d'aile. Ce nombre inclut la porte de conduit de NACA et le panneau d' éclatement de disque. Tous les panneaux clôturent les ouvertures qui donnent l'accès dans la boîte d'aile. Les boulons attachent les panneaux d'accès supportant la charge aux panneaux de revêtement inférieurs de l'aile.

Il y a :

- vingt et un panneaux d'accès non supportant la charge entre STA0/rib1 et STA1798/rib27
- onze panneaux d'accès supportant la charge entre STA1798/rib27 et STA2557/rib39.

Il y a également une porte de conduit de NACA dans l'intrados entre STA2378/rib36 et STA2441/rib37. Deux plaques d'obturation 53ÄZ (63äz) et 535BZ (635bz) sont installées sur la nervure 39.

Il y a également des portes pour l'accès:

- dans le longeron central entre 541AZ (641az) des nervures 2 et 3
- dans la nervure 2 541BZ (641bz).

Ces portes sont attachées avec des boulons. L'accès derrière la cellule de collecteur est par trois panneaux entre les nervures 2 et 3.

- **Panneaux d'accès :**

Panneaux à bord de la nervure 27

Les panneaux installés des nervures 1 à 27 sont les types 25, 25R, 26R, 27R et 28R. Ils sont faits à partir de l'aluminium usiné. Les boulons passent par la porte externe dans des insertions de fil dans la porte intérieure pour attacher le panneau à l'intrados de l'aile.

Panneaux à l'extérieur de la nervure 27

Les panneaux installés des nervures 27 à 39 sont les types 2, 3, 4, 5, 6 et 7. Le panneau du type 2 est fait à partir de l'alliage d'aluminium et les autres panneaux (et la porte de conduit de NACA) sont faits à partir d'un alliage d'aluminium lithium. Toute attache de ces panneaux de l'extérieur de caisson d'aile. Il y a des écrous à river installés dans des canaux de troupe qui sont attachés à l'intrados d'aile.

IV.2.2.2. Le bord D'attaques et ces dispositifs :

Le bord d'attaque et ces dispositifs sont:

- l'ensemble fixe de bord d'attaque
- l'ensemble de bord d'attaque
- les becs de bord d'attaque.

1. l'ensemble fixe de bord d'attaque:

C'est le secteur entre le fuselage et l'ensemble de bord d'attaque intérieur (STA0/rib1 à STA73/rib2). Il a les parties structurales d'alliages d'aluminium et d'aluminium-lithium. le revêtement de nez D est faite à partir de l'alliage d'aluminium-lithium et les revêtements de l'extrados et l'intrados sont faites à partir du matériau composé en fibre de verre.

Trois tiges réglables attachent l'ensemble fixe du bord d'attaque au fuselage. Les boulons attachent cet ensemble à l'ensemble de LE intérieur et au revêtement de l'intrados et l'extrados de la boîte d'aile.

La nervure oblique est faite à partir de deux nervures qui sont jointes entre eux. Elle est installée au point où le bord intérieur du bec 1 vient contre le principal bord. Elle change également la forme du principal bord à cette position. Ceci garde la découpe aérodynamique de l'aile quand le bec 1 est en position rétracté.

Des poutres et les ferrures de support sont installés, derrière un panneau de verre, pour l'attachement du train d'atterrissage. Un panneau d'accès, fait à partir du matériel de fibre de carbone composé, est installé sur le fond de l'ensemble. Le panneau se prolonge:

- de STA0/rib1 à la nervure de rampe (STA73/rib2)
- du longeron avant de la boîte d'aile au longeron secondaire de l'ensemble fixe de LE.

Les boulons attachent le panneau à la structure de l'ensemble fixe de LE .

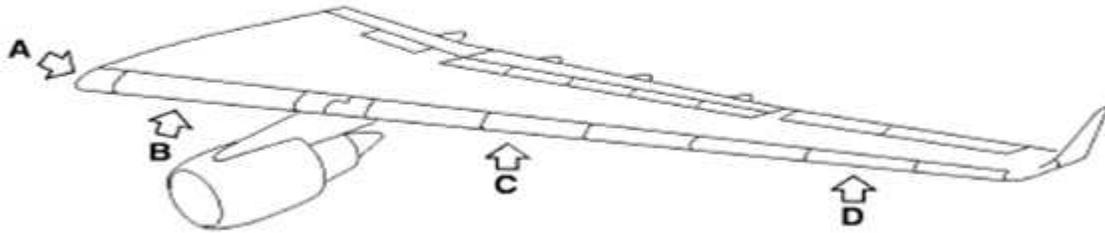


Figure IV.12. le bord d'attaque et ces dispositifs

2. l'ensemble de bord d'attaque :

L'ensemble de bord d'attaques est fait à partir:

- ensemble de bord d'attaque inférieure (STA0/rib1 à STA626/rib10)
- ensemble de bord d'attaque extérieure (STA626/rib10 à STA2557/rib39).

Le principal ensemble de bord inclut:

- les nervures de soutien
- le nez D
- les panneaux supérieurs et inférieurs.

A .Nervures De support :

Les nervures de soutien sont usinées de l'alliage d'aluminium et sont fixées dans la boîte d'aile au longeron avant. Les nervures de soutien qui sont installées à bord du pylône (STA73/rib2 à STA626/rib10) sont:

- la nervure de rampe à STA73/rib2
- le rail de nervures 1 à 4 (fait à partir d'une paire de nervures)
- les deux nervures intermédiaires
- une nervure de fixation
- la nervure de fermeture à STA626/rib10.

Les nervures de soutien installées entre STA684/rib10a et STA1601/rib24 sont:

- la nervure de fermeture à STA684/rib10a
- la rail des nervures 5 à 10 (fait à partir d'une paire de nervures)
- les trois nervures de fixation
- une nervure intermédiaire

La nervure de soutien installée entre STA1601/rib24 et STA1734/rib26 est une nervure de fixation. Les nervures de soutien qui sont installées entre STA1734/rib26 et STA2557/rib39 sont:

- la rail des nervures 11 à 16 (fait à partir d'une paire de nervures)
- les trois nervures de fixation
- une nervure intermédiaire
- la nervure de fermeture à STA2557/rib39.

Une ferrure (faite à partir de l'aluminium lithium alliage) est installée entre la rail de la nervure 16 et la nervure de fermeture de bout.

• Nervure De Rampe :

La nervure de rampe établit le rapport entre l'ensemble fixe de LE (A) et le principal bord d'attaque (B). Le panneau d'accès supérieur est également attaché à la nervure de rampe.

• rail des nervures :

Il y a un ensemble de rail _nervure installé sur le longeron avant à chaque trou de rail de bec. Toutes les rails des nervures donnent l'attachement pour:

- le nez D
- le dessus et les panneaux d'accès inférieurs.

• Nervures Intermédiaires :

Les nervures intermédiaires sont installées entre les autres nervures de soutien et donnent également l'attachement pour:

- le nez D
- les panneaux d'accès supérieurs et inférieurs.

- **Nervures De fixation :**

Il y a une nervure de fixation attachée au longeron avant à chaque position du bec (becs 1 à 7). À le bec 1, la nervure est installée entre les nervures des becs 2 et 3 . Aux becs 2 à 7 la nervure de fixation est installée entre les deux nervures des becs. le dispositif de fixation de bec est installé sur chaque nervure de fixation. Le dispositif s'assure que le bord d'attaque d'aile garde une bonne forme aérodynamique quand le bec est rétracté.

- **Les Nervures de dégivrage :**

Les nervures de dégivrage sont installées dans les paires au conduit d'approvisionnement d'air de prélèvement pour le système de protection de glace d'aile. Les nervures sont installées une de chaque côté du conduit télescopique. Ce conduit fournit l'air chaud aux tubes de piccolo à l'intérieur des becs.

- **Nervures de fermetures :**

Les nervures de fermetures sont les nervures d'extrémité dans une section de la structure de bord principale. Ces nervures sont installées à bord et à l'extérieur du pylône et au saumon

B. Assemblée De Nez D :

Le nez D fait la forme aérodynamique pour l'avant du bord d'attaque. Les boulons l'attachent à la partie avant des nervures de soutien. Il est fait à partir de l'alliage de lithium d'aluminium et il est dans deux sections. Les sections sont entre:

- STA73/rib2 et STA626/rib10
- STA684/rib10a et STA2557/rib39.

Le nez D inclut:

- le revêtement externe (qui fait la forme du nez D)
- le longeron secondaire (qui fait la face arrière du nez D)
- les petites côtes (qui sont attachées à l'intérieur du nez D pour renforcer la structure).

C. les panneaux supérieurs et inférieurs :

Il y a les panneaux supérieurs fixes et les panneaux inférieurs démontables installés entre STA73/rib2 et STA2557/rib39. L'attache de panneaux entre les parties prolongées du revêtement de boîte d'aile et le nez de D du bord principal.

La plupart des panneaux supérieurs sont faites à partir d'un matériel de fibres de verre avec un noyau du nid d'abeilles. Le panneau supérieur au-dessus du pylône est fait à partir de l'alliage d'aluminium-lithium. La plupart des panneaux inférieurs sont faites à partir de la matière composite de fibre de carbone avec un noyau du nid d'abeilles. Les panneaux inférieurs Près du pylône sont faits à partir de l'alliage d'aluminium-lithium.

- **Panneaux Supérieurs :**

Les rivets attachent les panneaux supérieurs au revêtement de la boîte d'aile et au revêtement du nez D. Dans quelques secteurs ces rivets sont remplacés par des boulons. Les boulons attachent également les panneaux supérieurs aux nervures de soutien.

- **Panneaux Inférieurs :**

Les panneaux d'accès inférieur attachent avec des attaches de déclenchement rapide:

- les parties prolongées des panneaux de revêtement d'aile
- le nez. D

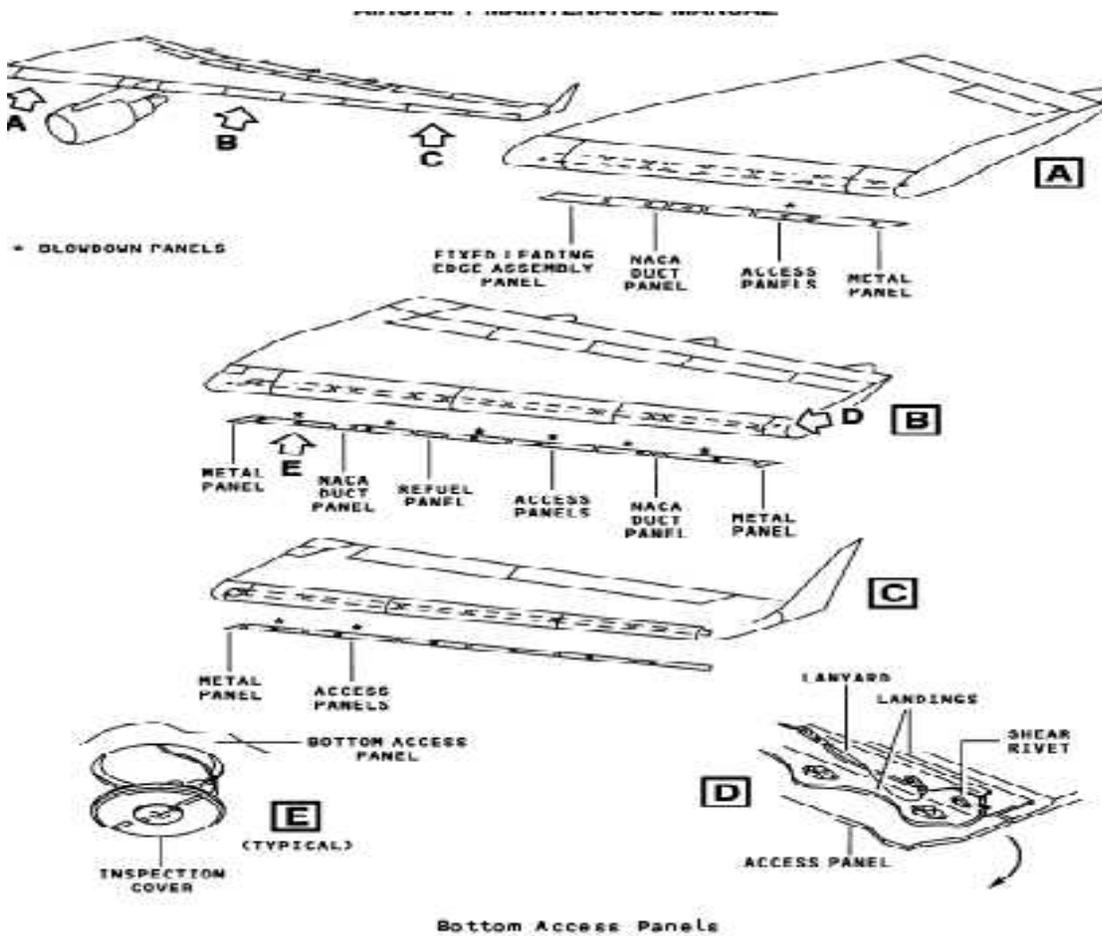


Figure IV.13. les panneaux de bord d'attaque

Neuf panneaux d'accès inférieurs sont connus comme panneaux d'échappement. Il y a les couvertures circulaires d'inspection dans les panneaux inférieurs à côté des déclencheurs de bec. Il y a trois panneaux de conduit de NACA qui fournissent l'air pour le système de protection de l'environnement (réf. 36-14-00).

Les panneaux sont installés:

- entre STA147/rib3 et STA220/rib4
- entre STA822/rib12 et STA886/rib13
- entre STA1401/rib21 et STA1465/rib22.

3. les becs de bord d'attaque :

Il y a sept becs installés sur l'aile externe. Le bec 1 est sur l'ensemble bord d'attaque intérieur et les becs 2 à 7 sont sur l'ensemble bord d'attaque extérieur

Chaque bec est tenu sur les rails des becs. Les rails des nervures supportent les rails des becs au longeron avant de la boîte d'aile.

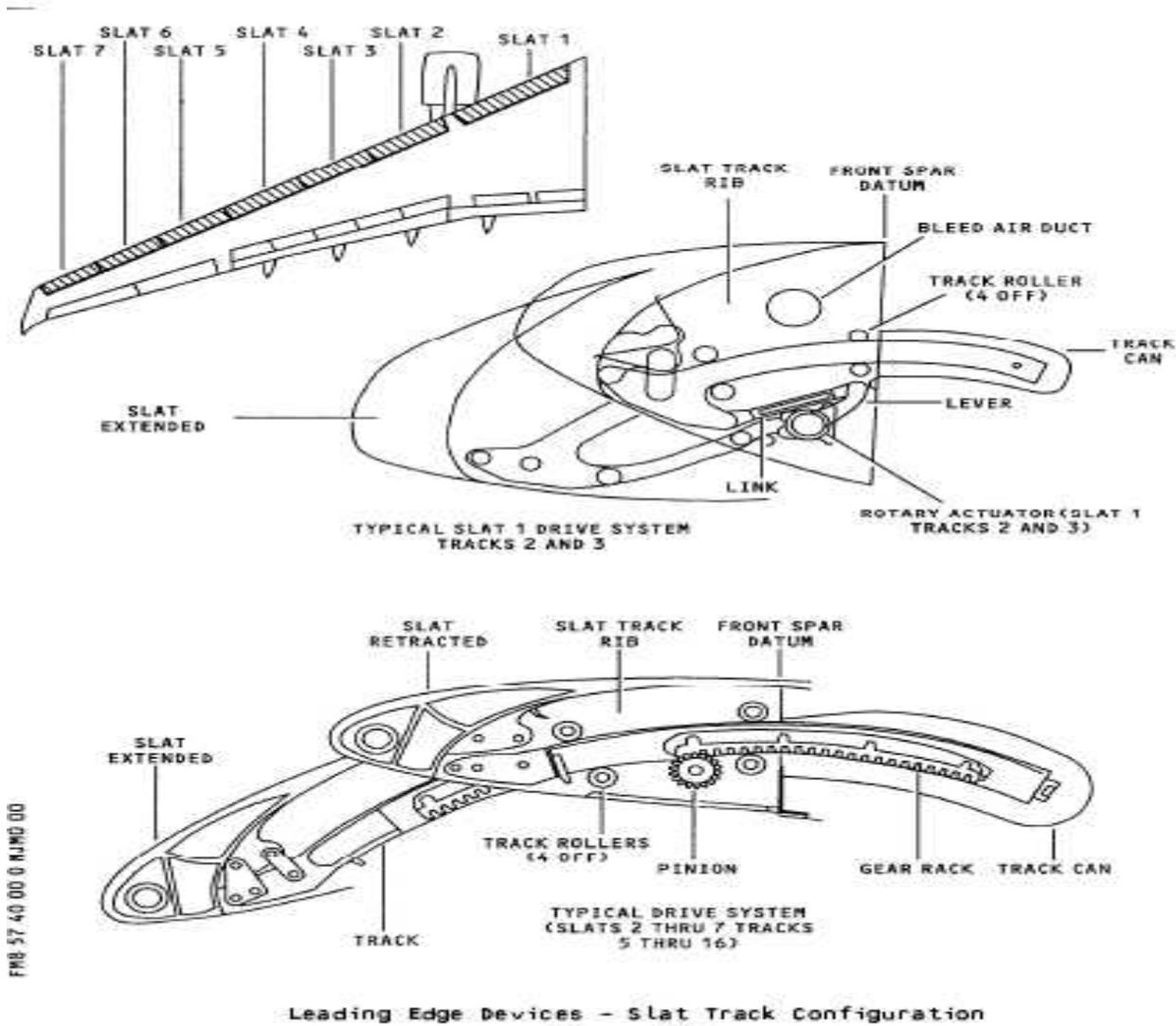


Figure IV.14.les becs de bord d'attaque

- **bec Intérieure (bec 1) :**

Le bec 1 est installé sur le bord d'attaque de l'aile entre STA73/rib2 et STA626/rib10. On le trouve sur quatre rails des becs (rails 1 à 4). Des actionneurs de rail de bec (le type A) sont installés sur les rails des nervures de soutien 2 et 3.

- **becs extérieurs (becs 2 à 7) :**

Les becs 2 à 7 sont chacune tenue sur deux rails. Chacune des rails est déplacée par un déclencheur (type B) installé sur la rail de nervure. Les becs sont installés le long du principal bord de l'aile à ces positions:

- le bec 2 (STA684/rib10a à STA951/rib14)
- le bec 3 (STA951/rib14 à STA1337/rib20)
- le bec 4 (STA1337/rib20 à STA1671/rib25)
- le bec 5 (STA1671/rib25 à STA2000/rib30)
- le bec 6 (STA2000/rib30 à STA2316/rib35)
- le bec 7 (STA2316/rib35 à STA2557/rib39).

Chaque bord d'attaque de bec est fait à partir:

- le longeron avant ou lisse
- le longeron arrière
- les nervures
- l'intrados et l'extrados
- le bord de fuite

Les longerons avant et arrière, les lisses, les nervures et l'intrados et l'extrados sont faits d'alliage d'aluminium. Le bord de fuite est fait à partir de l'aluminium avec un noyau de nid d'abeilles et il a une section extrudée de l'alliage d'aluminium. Puisque les becs 4 à 7 ont un système de protection de glace, une partie de la structure est faite à partir d'un alliage anti-calorique

Chaque bec a:

- un certain nombre des rails des nervures (le bec 1 a quatre nervures et les becs 2 à 7 ont deux nervures)
- quelques nervures d'intermédiaire
- une nervure intérieure et extérieure
- une nervure de fixation.

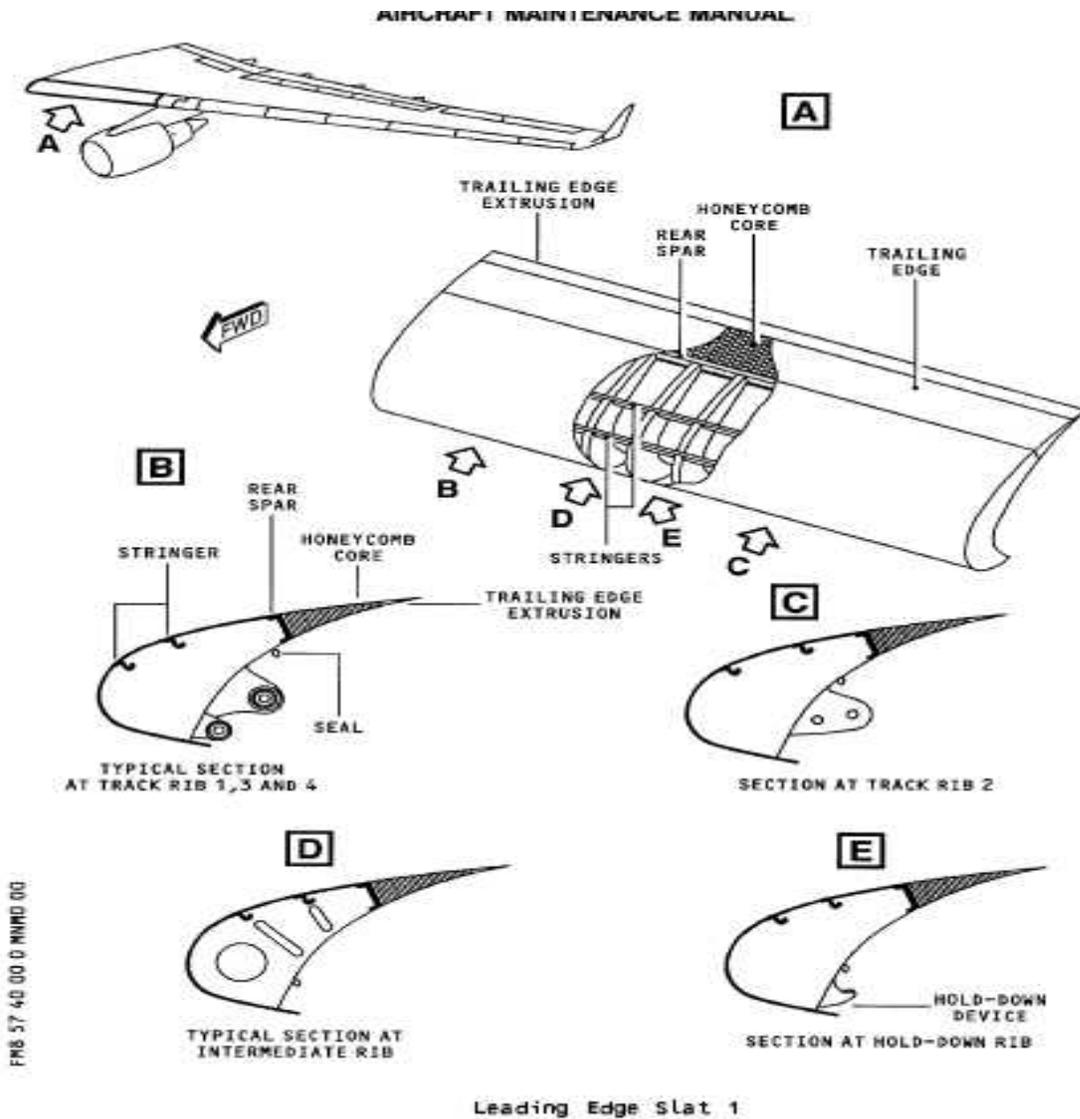


Figure IV.15. Le bec 1

Pour donner la force à la structure de bec:

- le bec 1 a deux lisses au-dessous de l'extrados
- les becs 2 et 3 ont une lisse au-dessous de l'extrados
- les becs 4 à 7 ont un longeron avant.

L'alimentation à air chaud pour le système de protection de glace d'aile vient du système de ventilation. L'air chaud est fourni aux becs 4 à 7 à travers:

- un conduit télescopique
- les tubes de petite flûte installés dans les principaux bords des becs.

IV.2.2.3. le bord de fuite et ces dispositifs :

Il se compose de :

- le bord de fuite fixe
- les gouvernes de bord de fuite.

Les boulons attachent les différentes parties de la structure de TE au longeron arrière, et aux panneaux de revêtement.

A. le de fuite fixe :

Le TE fixe est cette partie de la structure d'aile qui est à l'arrière du longeron arrière d'aile. Il est divisé en trois parties:

- le longeron arrière intérieur de TE (STA0/rib1 à à bord de STA822/rib12)
- le longeron arrière central de TE (à bord de STA822/rib12 à STA1798/rib27)
- le longeron arrière externe de TE (STA1798/rib27 à STA2557/rib39).

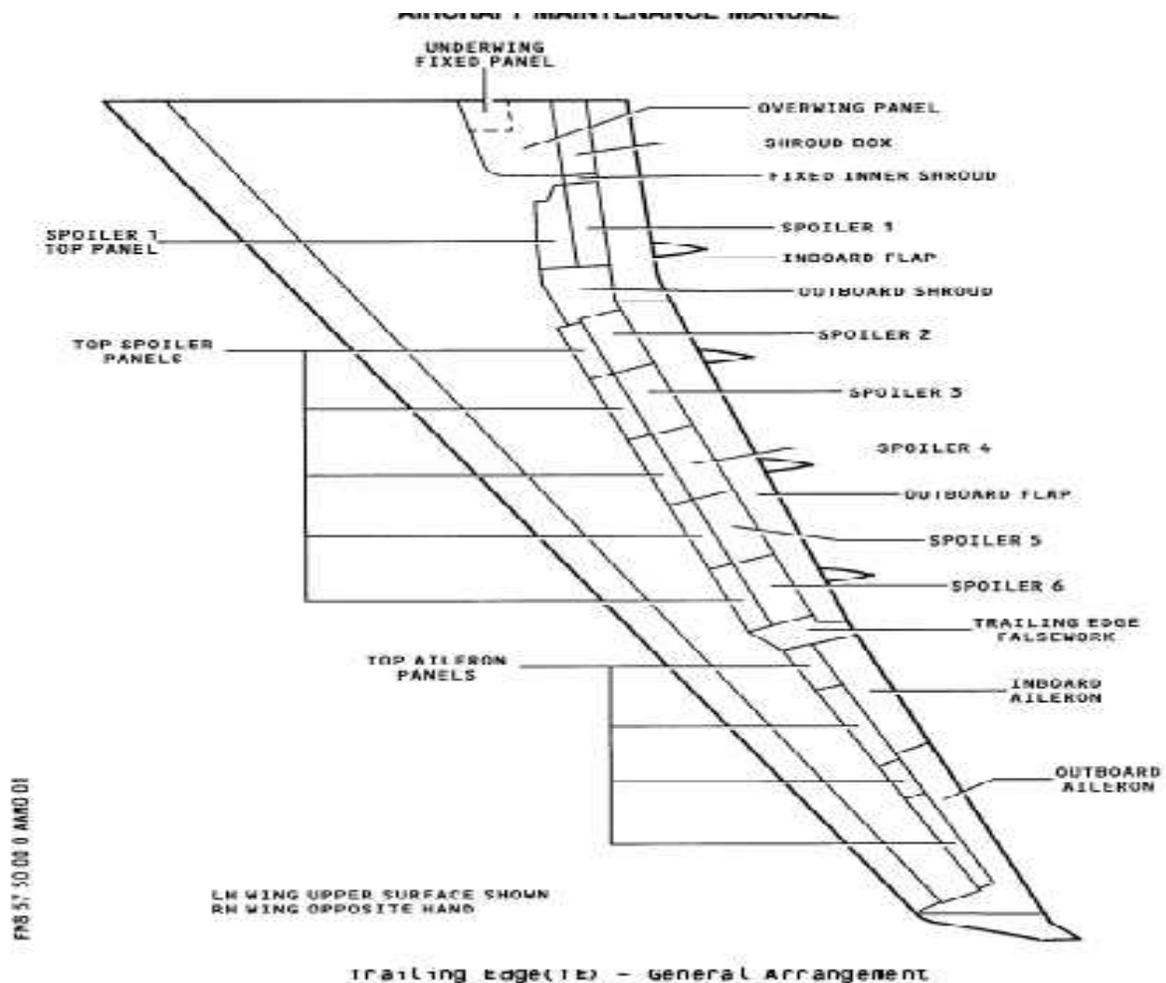


Figure IV.16. le bord de fuite et ces dispositifs

1. le longeron arrière Intérieur de bord de fuite :

La structure du longeron arrière intérieur inclut:

- le caisson de carénage
- le panneau d'extrados
- le carénage fixe intérieur
- la structure entre le carénage fixe intérieure et le carénage extérieur
- le carénage extérieur
- le panneau fixe de l'intrados.

• le carénage de caisson

Le caisson de carénage est installé entre le fuselage et le carénage fixe intérieure. Elle fait la structure supérieure de TE à l'arrière du panneau de d'extrados. Elle fait également la structure inférieure de TE à l'arrière de l'ouverture pour la porte de carénage fixe du train d'atterrissage principal (MLG).

La majeure partie de caisson de carénage est faite à partir des matériaux composites, mais elle a 5 nervures d'alliage d'aluminium. Ces nervures sont la nervure intérieure, la nervure extérieure, nervure de support de volet et les 2 nervures de support intermédiaires.

Le caisson de carénage a un panneau de fermeture installé à l'intérieur. Le panneau de fermeture a trois panneaux installés sue lui d'ou ils sont fait un accès au système d'entraînement d'aïeron. Une petite couverture d'inspection est installée dans le plus grand panneau (le panneau central) pour permettre l'entretien du système d'entraînement d'aïeron. Cette couverture d'inspection est faite à partir de l'alliage d'aluminium.

Les contrefiches attachent le caisson de carénage au fuselage par des charnières installées sur la nervure intérieure de caisson de carénage et sur le fuselage. Le caisson de carénage est attaché au caisson de carénage fixe intérieur à travers:

- des charnières sur la nervure externe de caisson de carénage
- et des crochets sur la nervure intérieure de carénage fixe intérieure.

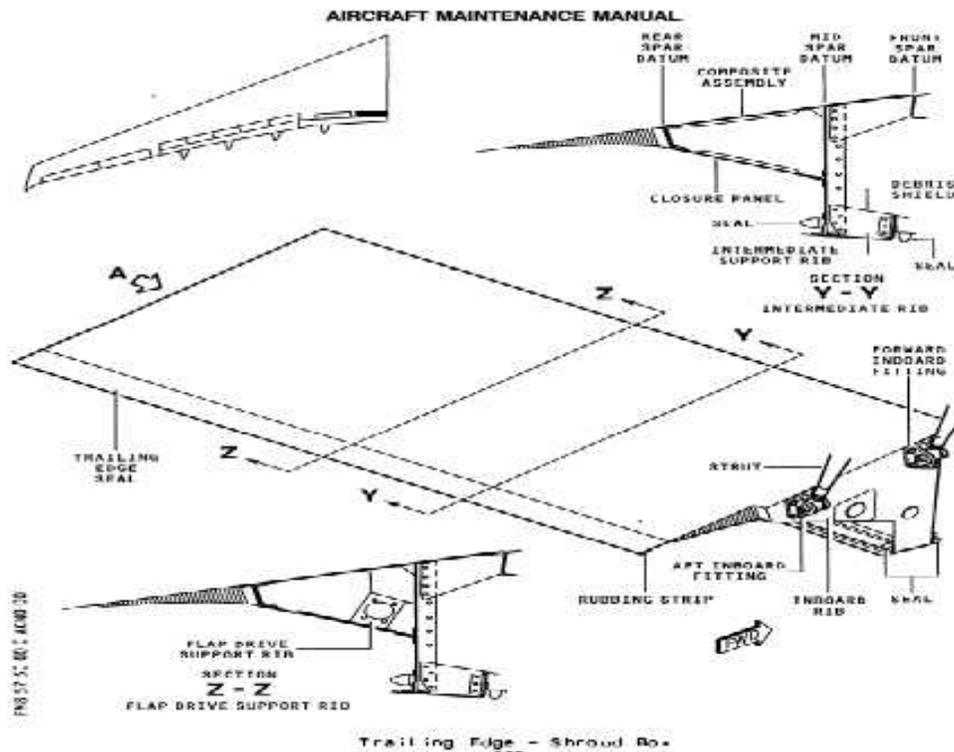


Figure IV .17. Le carénage de caisson de bord de fuite

- **Panneau d'extrados :**

Le panneau de l'extrados fait la surface supérieure de la structure de TE entre le longeron arrière et le caisson de carénage. Il est fait à partir d'une matière composite fibre de carbone avec un noyau de nid d'abeilles et à 3 poutres intégraux le long de son envergure. Une poutre dans le sens de la corde fait à partir d'une matière composite de fibre de carbone est installée au bord intérieur du panneau. Des charnières d'alliage d'aluminium sont installées aux extrémités intérieures et extérieures des poutres le long de l'envergure.

Les attaches de panneau de l'extrados :

- le fuselage par 3 contrefiches et les charnières
- la structure d'aile par 3 anneaux et les charnières
- le bord arrière du panneau de revêtement supérieur de l'aile
- le bord avant du caisson de carénage

- le carénage fixe Intérieure

Le carénage fixe intérieure fait la structure de TE entre le caisson de carénage et le spoiler 1. Elle est faite à partir de l'alliage d'aluminium et a un joint de TE fait à partir de l'alliage titanique couvert de tissu en caoutchouc et de polyester.

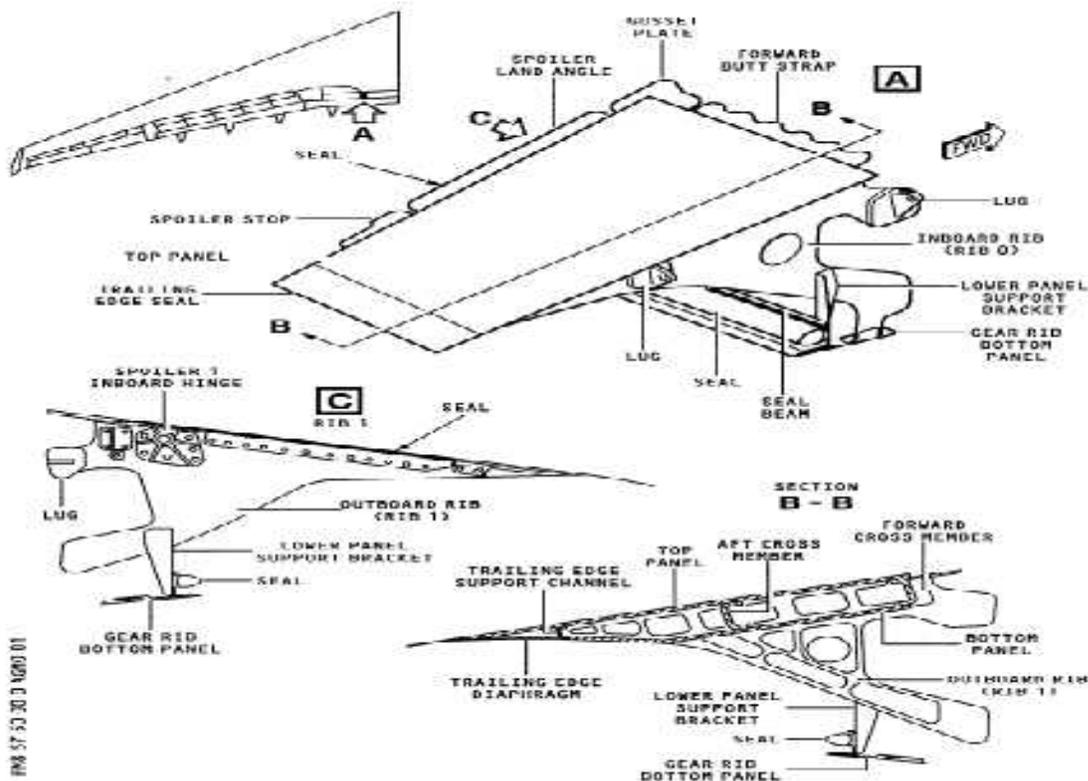
Le carénage a:

- une nervure intérieure (nervure 0) et une nervure extérieure (nervure 1)
- un panneau extérieur et intérieur
- les éléments transversaux vers l'avant et arrière
- le diaphragme de TE et le joint de TE
- le canal de support de TE
- deux supports de panneaux inférieurs

Les nervures 0 et 1 attachent à la nervure de support de train au dessus et au bas de leurs bords avant. Il y a des crochets installés au bord avant supérieure de chaque nervure et au bord supérieur de la nervure 0. Les crochets sur l'attache de la nervure 0 dans la boîte de montage. Le crochet sur la nervure 1 attache le carénage à la structure du caisson d'aile. le bord d'avant des attaches de carénage au bord arrière de l'extrados. Les crochets sont faits à partir de l'alliage d'aluminium.

La ferrure d'attaches intérieure du spoiler 1 attache avec la nervure 1 près de son bord d'avant supérieure. Cet attache de est fait à partir de l'alliage d'aluminium.

Un panneau d'accès articulé est installé dans le panneau inférieur, près de la charnière intérieure, pour obtenir l'accès au spoiler 1.



Trailing Edge Fixed Inner Shroud

Figure IV.18. Le carénage fixe intérieure

La nervure de déclencheur pour le spoiler 1 a la poutre de déclencheur installé entre les nervures 3 et 4 de TE. Les cloisons intermédiaires sont installées pour ajouter la force à la nervure de déclencheur. Les attaches de déclencheur du spoiler 1 à la poutre de déclencheur. Les attaches de porte de construction à la face arrière du faux longeron arrière. Les nervures de TE 2, 3 et 4 sont attachées à la face arrière de la porte de construction. Les extrémités arrière des nervures 2, 3 et 4 ont des ferrures d'articulation pour le spoiler 1.

Le TE nervure 5A et 5B, qui sont faits à partir de l'alliage titanique, attachent au longeron arrière. Le support arrière pour les rails de volet 2 est où l'extrémité arrière de la nervure 5A rencontre la nervure 5B. L'extrémité arrière de la nervure 5B a une ferrure d'articulation pour le spoiler 1.

Il y a un panneau d'accès installé sur l'extérieur des nervures de TE 2 à 6 et deux sur l'intérieur. Les panneaux d'accès de l'intérieur et l'extérieur sont faits de matière composite de fibre de carbone avec un noyau de nid d'abeilles d'aramide. Le panneau d'accès inférieur du spoiler 1 a une porte d'accès faite d'alliage d'aluminium.

Les panneaux supérieure attachent au les couvres joints qui sont installées sur le bord arrière du panneau de revêtement supérieur d'aile. Elles se relient également aux nervures de TE.

L'attache inférieure de panneaux:

- couvres joints (installées sur le bord arrière du panneau de revêtement inférieur de l'aile)
- la poutre de soutien de panneau (qui est entre TE nervure 2 et 10)

• **carénage Extérieure :**

Le carénage extérieure présente la structure de TE à l'arrière du longeron arrière entre les spoilers 1 et 2. L'ensemble inclut:

- cinq nervures de TE faites à partir de l'alliage d'aluminium (nervures 6 à 10)
- un diaphragme fait à partir de l'alliage d'aluminium-lithium
- un panneau supérieur extérieur (et un panneau d'accès (inférieur) extérieur) faits à partir d'une matière composite de fibre de carbone avec un noyau de nid d'abeilles.
- une installation de panneau de poutre, qui inclut un panneau d'accès de charnière, a fait à partir de l'alliage d'aluminium
- un joint de TE fait à partir de l'alliage titanique couvert de tissu en caoutchouc et de polyester
- les lisses intérieurs et extérieurs faits à partir de l'alliage d'aluminium.

• **Panneau Fixe de l'intrados :**

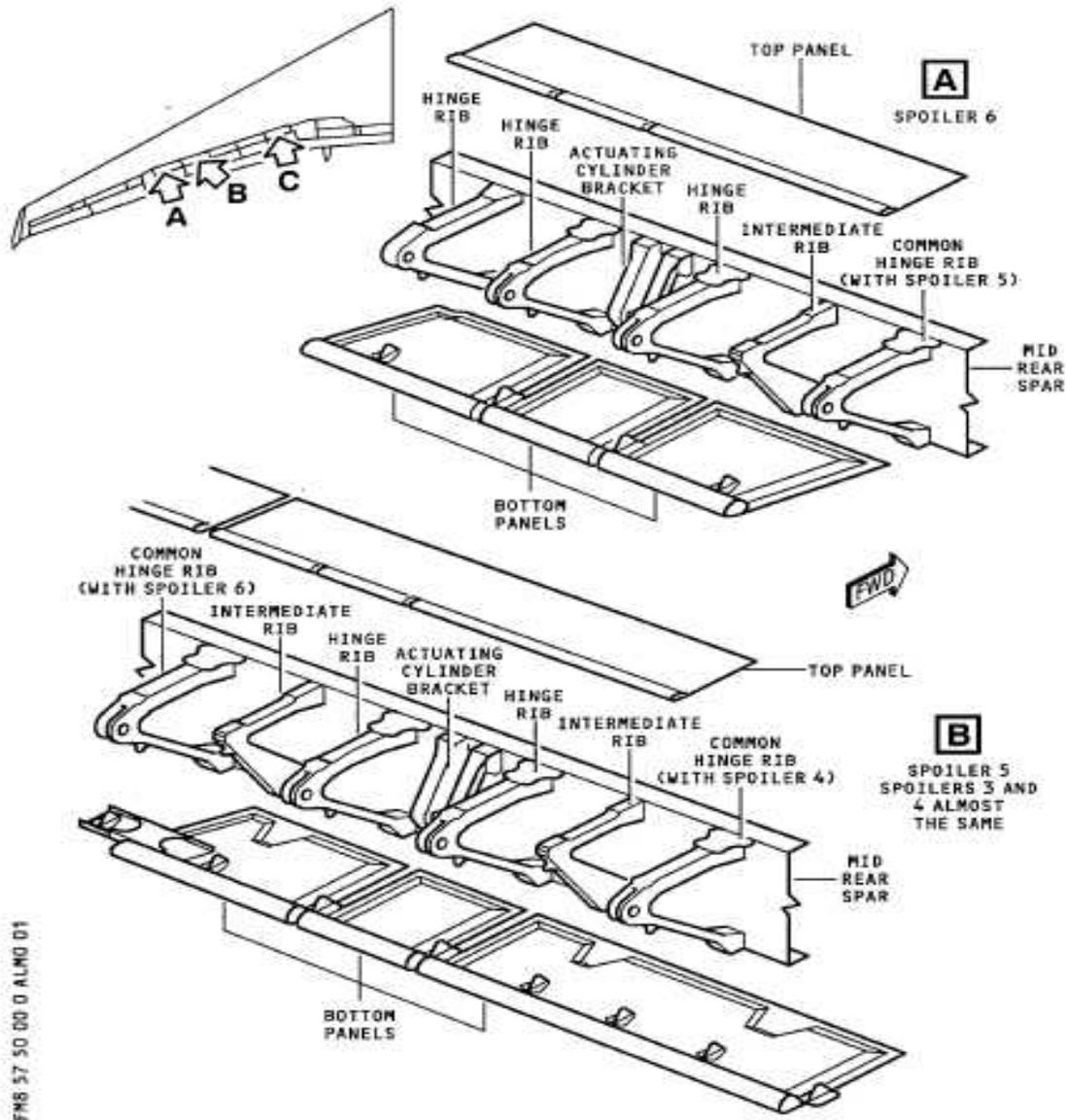
Le panneau fixe de l'intrados est installé à l'arrière du longeron arrière près du fuselage. Il est fait à partir d'une matière composite de fibre de carbone avec un noyau de nid d'abeilles et a un joint en caoutchouc de silicone à ses bords intérieurs et arrière (où il touche la porte fixe de carénage du MLG).

Le joint est installé dans un arrêtoir de joint qui est fait à partir de l'alliage d'aluminium et est riveté au panneau. le bord d'avant de panneau attache au bord arrière du panneau de l'intrados. Deux contrefiches tiennent la partie arrière du panneau. de les contrefiches attachent aux charnières sur le panneau et la face arrière du longeron arrière.

2. le longeron central arrière de bord de fuite :

La structure de longeron centrale arrière inclut:

- les charnières des nervures
- la charnière commune des nervures
- les nervures intermédiaires
- les poutres de vérin de commande
- les panneaux supérieurs et inférieurs



Mid-Rear-Spar Trailing-Edge - Ribs and Panels

Figures IV.19. Les nervures et les panneaux de bords

3. longeron arrière extérieur de bord de fuite :

Il inclut:

La structure du longeron arrière extérieur de bord de fuite inclut:

- les charnières des nervures
- les cadres A
- les nervures intermédiaires
- une nervure de fermeture
- les poutres de vérin de command
- les panneaux extérieurs et inférieurs.

B. Des gouvernes de bords d'attaques :

Les gouvernes de TE sont:

- volets intérieur et extérieur
- les deux ailerons
- les six spoilers.

1. les volets intérieurs et extérieurs :

Deux volets sont installés sur le TE de l'aile externe. Ils sont reliés entre eux par une contrefiche. Le volet intérieur est installé sur un support de volet les rails de volet sont attachés au fuselage et à un support différent au-dessous de l'aile.

Le volet extérieur est installé sur trois supports de volet attachés au-dessous de l'aile.

Un vérin rotatoire est fixé à chaque support de volet. Les vérins sont joints entre eux et avec une unité de contrôle de puissance centrale par un système de transmission. Les joints d'amortisseurs, et les plaques des joints supérieurs et inférieurs, sont faits à partir du caoutchouc de silicium. Ceux-ci enferment le secteur entre les volets intérieurs et extérieurs.

• volet Intérieur :

Le volet intérieur est installé entre STA0/rib1 et STA757/rib11. Le support de volet (rail 1) attaché au fuselage à travers des supports. Un tourillon sur l'extrémité intérieure des attaches de volet au roulement sphérique du chariot de volet. Une contrefiche attache la pièce avant inférieure du chariot à un bras sur le bâti externe du tourillon.

Le volet intérieur est une structure rivetée de l'alliage d'aluminium qui inclut:

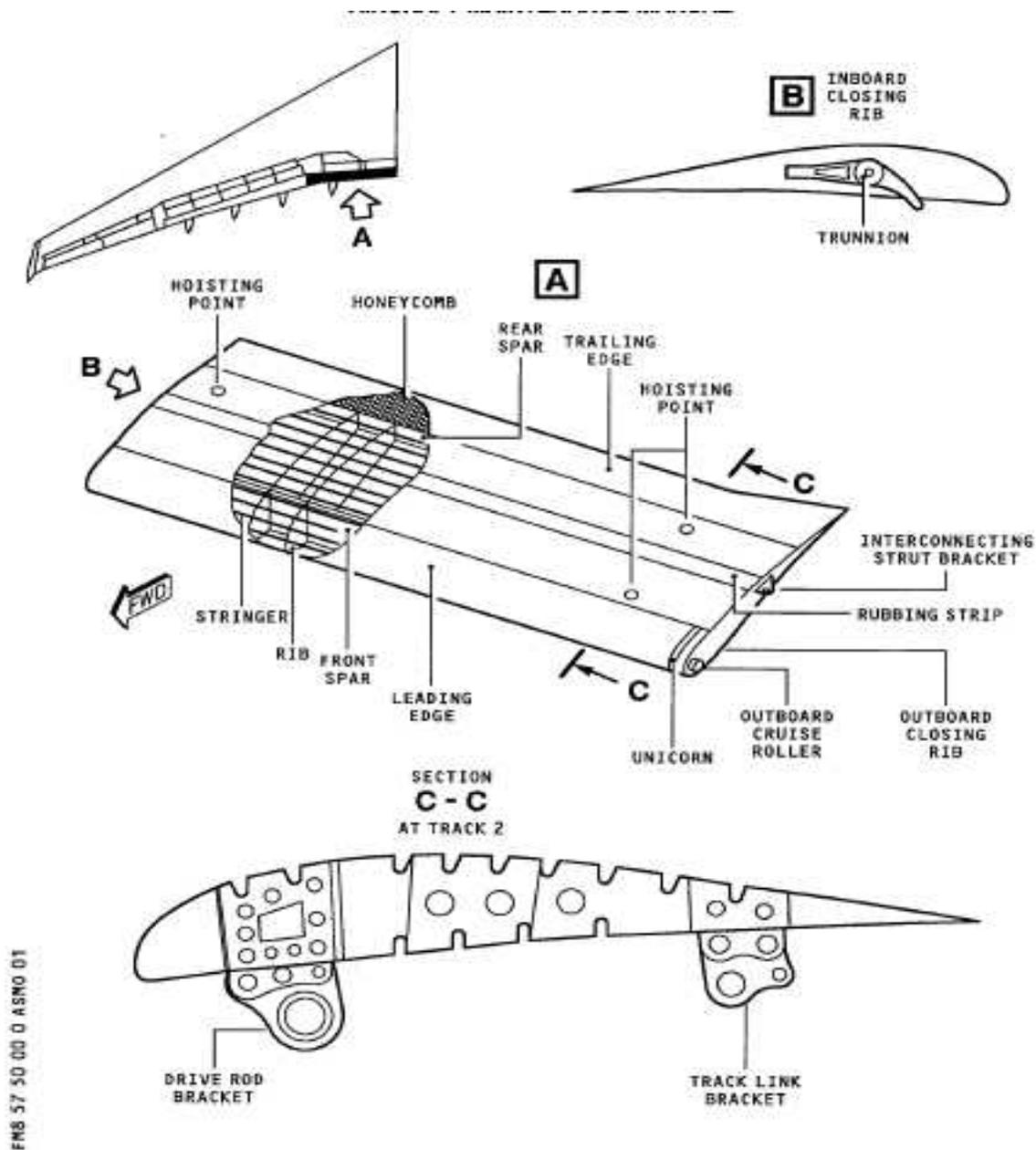
- les revêtements intérieurs et extérieurs
- les nervures et les lisses
- la rail 2 (une partie usinée installée dans la structure de volet)
- la tige de commande et les poutres de liaisons des rails (installées sur rail 2)
- les longerons avant et arrière
- le bord d'attaque et le bord de fuite
- une prolongation sur le bord d'attaque.

Une bande de frottement faite d'acier inoxydable est collée sur la surface externe de revêtement supérieure au-dessus des lisses 5 et 6.

La poutre du support de volet (la rail 1) est usinée du titane. Les rails font partie de ce dernier.

L'ensemble inclut:

- la poutre
- le vérin rotatoire.
- le bras de commande
- la contrefiche de commande



Inboard Flap

Figure IV.20. Le volet intérieur

- **le volet extérieur :**

Le volet extérieur est installé entre STA757/rib11 et STA1798/rib27. Les embouts avant des support externes de volet (rails 3 à 5) attachés par les boulons principaux en acier inoxydable, aux poutres en alliage d'aluminium. Les boulons attachent les poutres à travers le revêtement inférieur de l'aile aux nervures de la boîte d'aile. Les boulons et les broches font l'attachement arrière des supports de volet aux poutres installées sur la face arrière du longeron arrière.

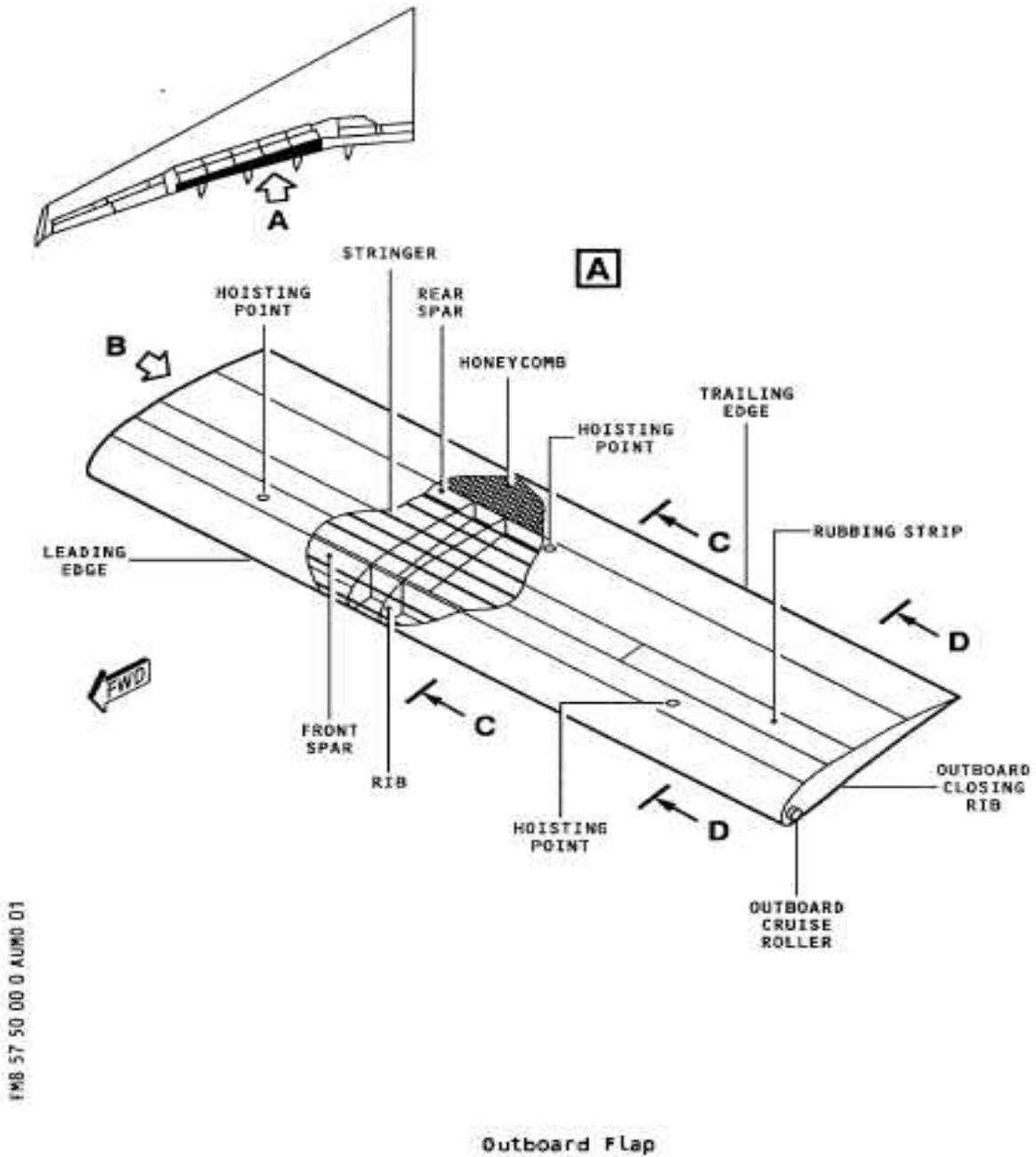
Le volet extérieur a des panneaux de revêtement supérieur et inférieur, et des nervures internes, faites à partir d'une matière composite de fibre de carbone. Les rails 3 à 5 (qui sont les pièces usinées installées dans la structure de volet) et les deux nervures de fermeture sont faites à partir de l'alliage d'aluminium. Le principal bord de volet est fait à partir d'une matière composite de fibre carbone. Le bord de fuite est fait à partir de l'alliage d'aluminium et a un noyau de nid d'abeilles qui est également fait à partir de l'alliage d'aluminium.

Les lisses font partie des panneaux de revêtement supérieurs et inférieurs. Le panneau supérieur de revêtements attachés aux nervures, et aux bords d'attaque et de fuite, avec des rivets. Les panneaux inférieurs attachés aux nervures, et aux rebords principaux, Les rails 3 à 5 sont également attachés par des rivets.

Les supports de volet (les rails 3 à 5) ont des poutres faites à partir des rails d'alliage d'aluminium. Chaque ensemble inclut:

- la poutre
- la rail
- le vérin rotatoire
- le boulon principal
- le boulon de broche.

Une poutre faite à partir de l'alliage d'aluminium est installée au rail 4 entre le volet et la poutre de soutien de volet.

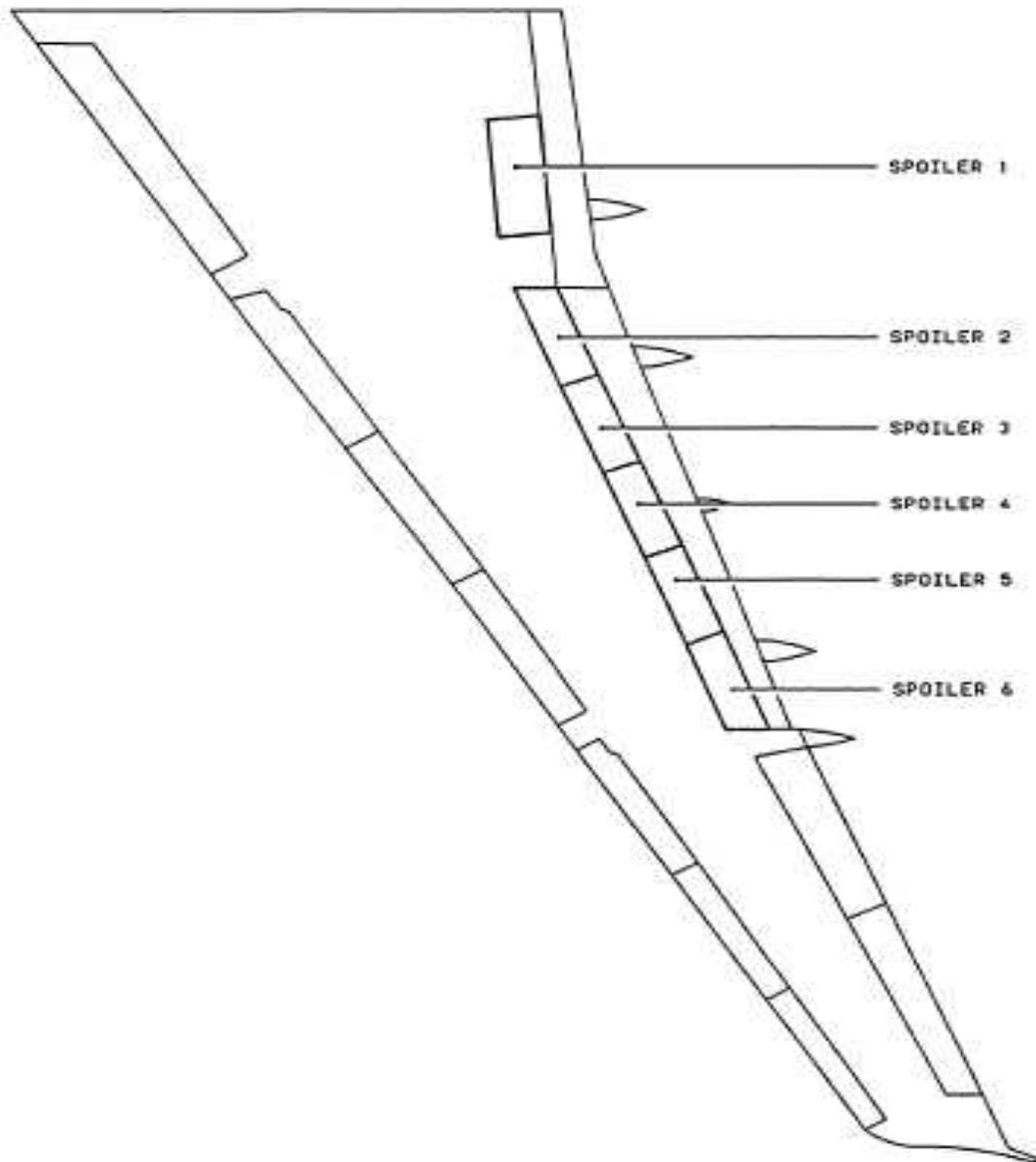


FMB 57 50 00 0 AUM0 01

Figure IV.21. Le volet extérieur

2. les spoilers :

Il y a six spoilers installés dans l'extrados du rebord arrière de chaque aile. Les charnières attachent chaque spoiler au longeron arrière ou au faux longeron arrière. Les déclencheurs de spoiler sont installés entre les attachements d'ajustage de précision et le longeron arrière ou le longeron arrière faux.



Spoiler Location

Figure VI.22 : les spoilers

Les spoilers sont une construction stratifiée. Les composants primaires sont:

- la structure de spoiler,
- les charnières.

- **Structure De Spoiler :**

Les spoilers sont une structure triangulaire. Les revêtements supérieur et inférieur, les côtés et le profil de rebord arrière des spoilers sont faits en fibre de carbone.

- **Les charnières :**

Les charnières de spoiler et l'attache de déclencheur de spoiler sont usinés en plaques d'alliage d'aluminium. Les boulons attachent les charnières au spoiler

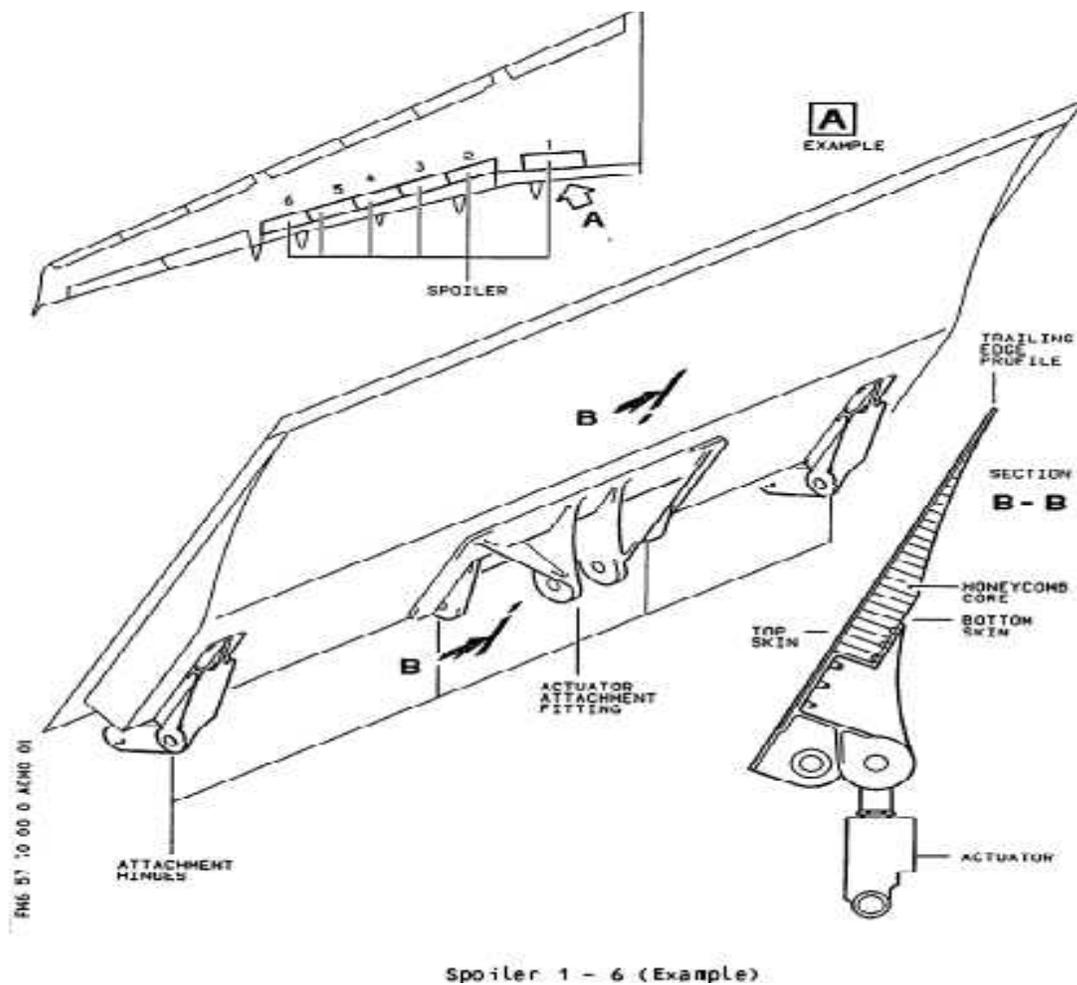
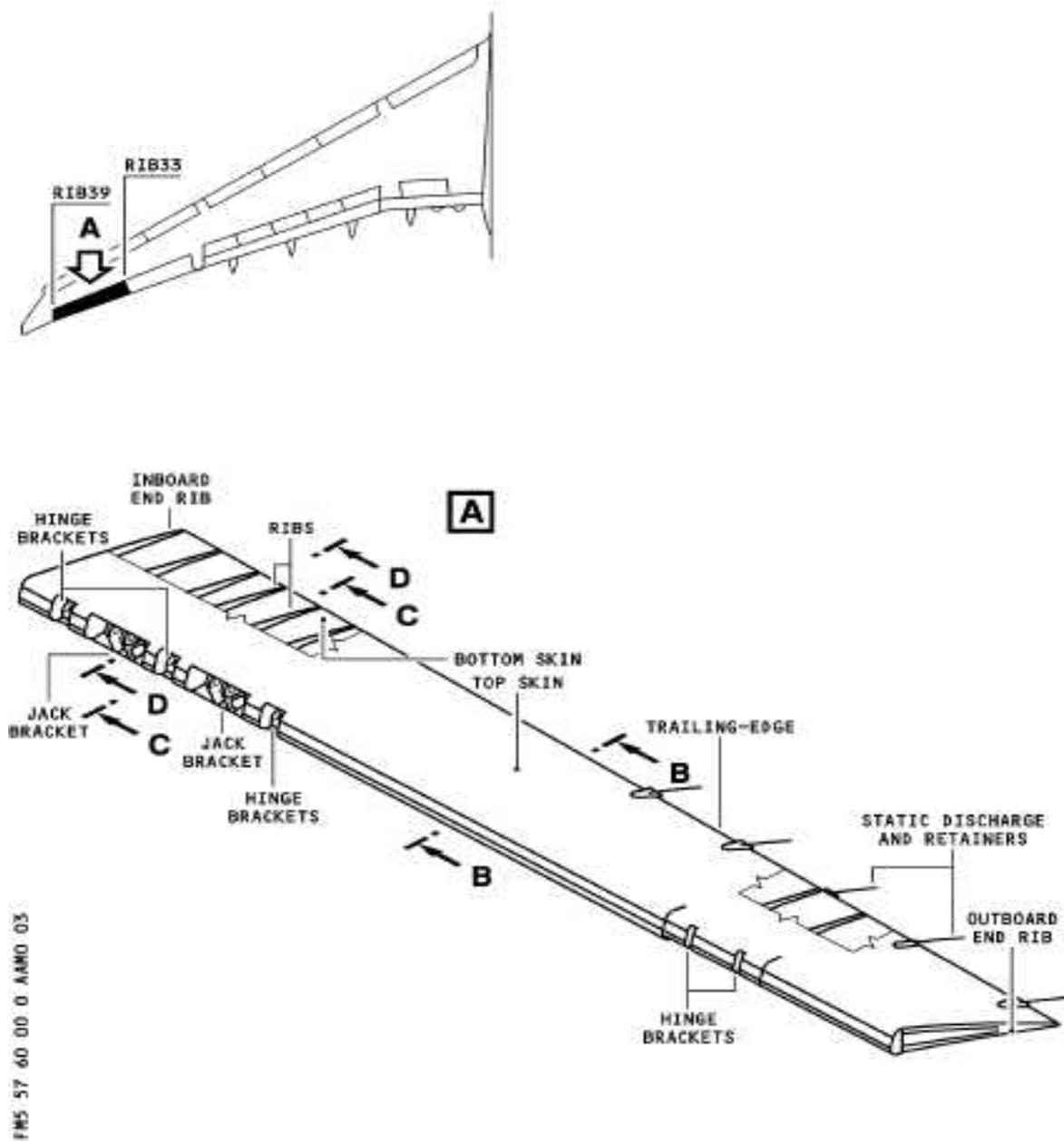


Figure VI.23. La structure de spoiler

3. Les ailerons :

Les ailerons sont installés aux extrémités des ailes entre le RIB39 et le RIB33 pour l'aileron extérieur, et entre le RIB33 et le RIB27 pour l'aileron intérieur.



Outboard Aileron

Figure IV.24. l'aileron extérieur

- **Les composantes de l'aileron :**

Chaque aileron se compose de :

a) Pièces en fibre de carbone :

- panneaux supérieurs et inférieurs avec le noyau de nid d'abeilles en section typique et structure monolithique de la manière des nervures et des longerons
- un longeron externe
- neuf nervures aux ferrures d'appui.
- un principal bord fixe
- principaux panneaux démontables de bord
- deux nervures d'extrémité, une âme de rail et sept nervures marginales pour l'aileron intérieur.
- une nervure d'extrémité pour l'aileron extérieur.

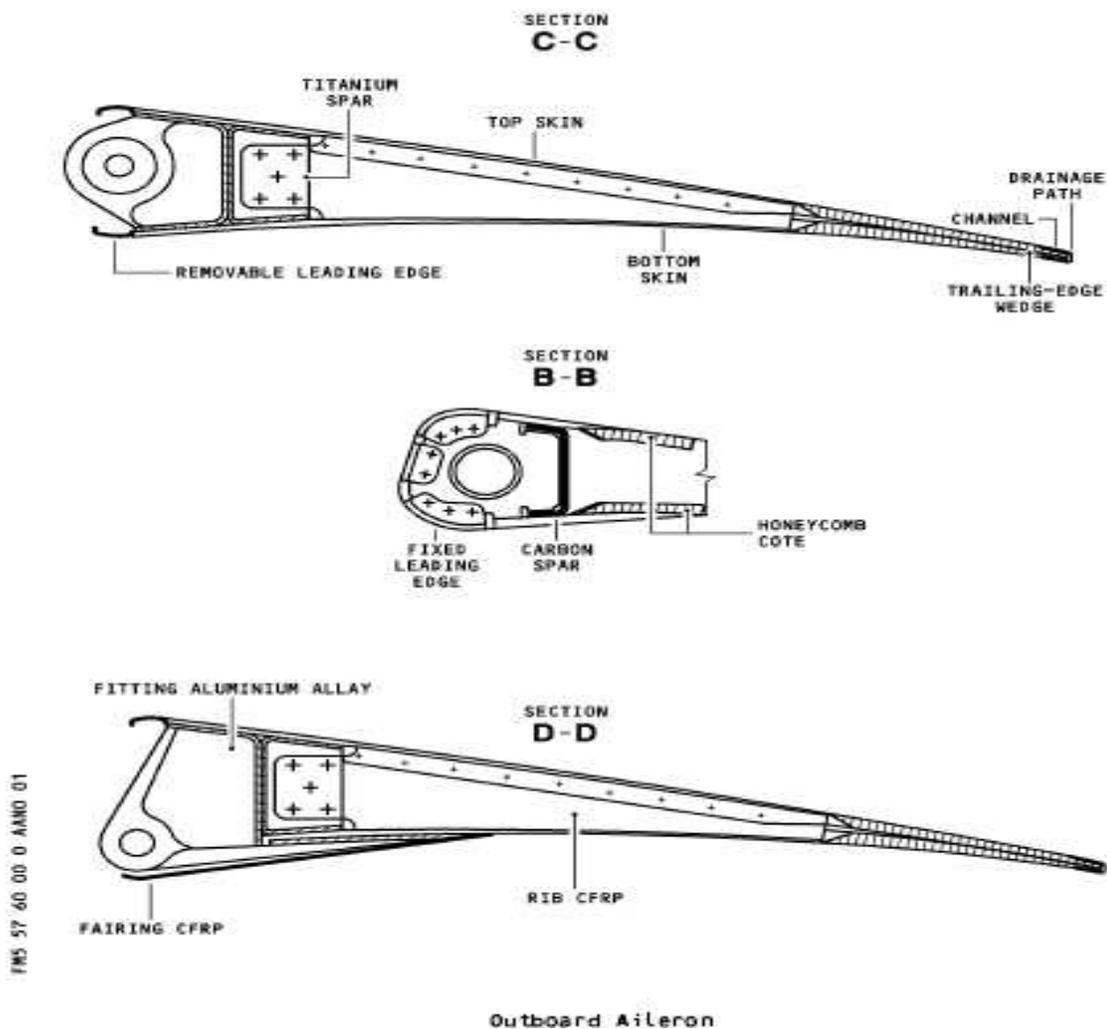
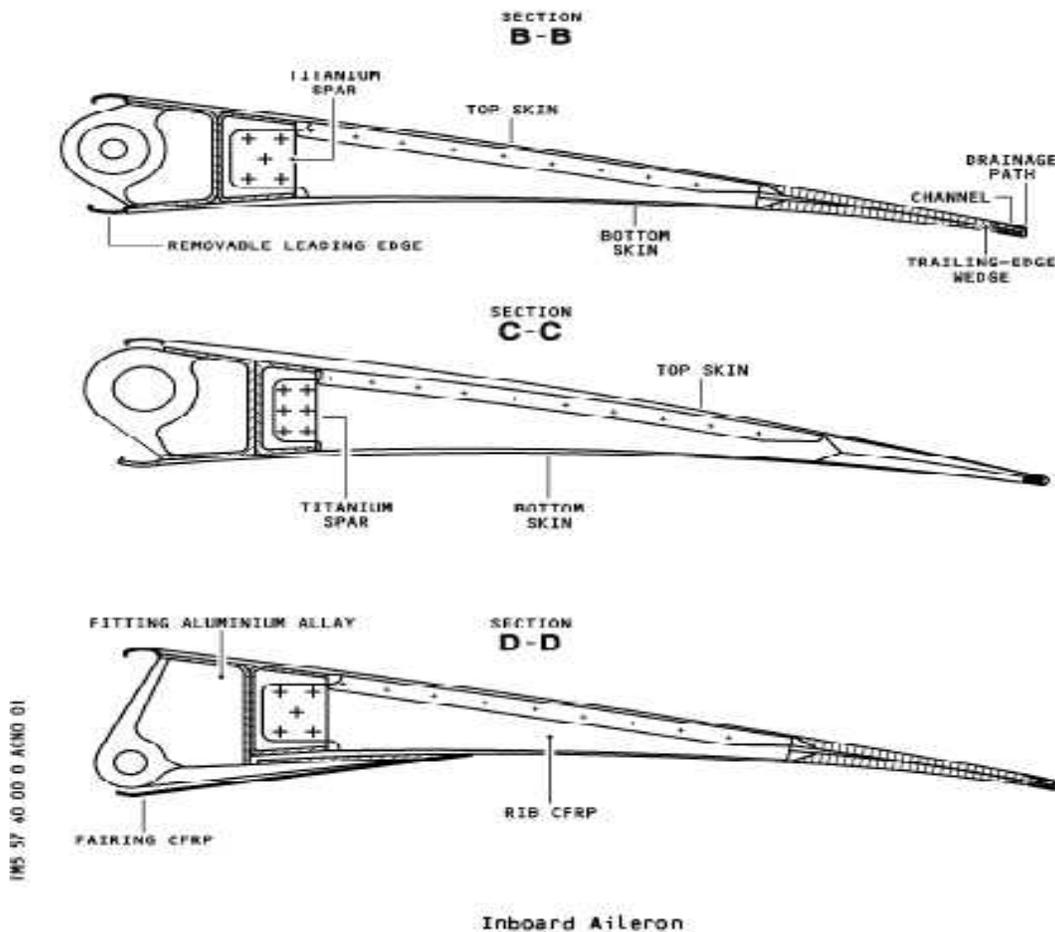


Figure IV.25. Les composantes de l'aileron

b) Pièces métalliques :

- un longeron intérieur titanique
- une section de canal sur le rebord arrière
- parenthèses usinées en alliage d'aluminium fixées au longeron. Deux de ces parenthèses sont reliés aux vérins. Cinq parenthèses sont utilisées pendant que des charnières pour l'aileron extérieur et trois parenthèses sont utilisées comme charnières pour l'aileron intérieur.
- une protection des coups de foudre et d'électricité statiques faite de cinq déperditions statiques (sur le rebord arrière de l'aileron extérieur seulement) et bandes de liaison.
- une nervure marginale pour l'aileron intérieur.
- une nervure d'extrémité, une âme de rail et dix nervures marginales pour l'aileron extérieur.



FigureIV.26. les pièces métalliques de l'aileron

c) d'autres pièces :

-Des joints en caoutchouc de silicone sont attachés aux panneaux supérieurs et inférieurs aux deux extrémités de l'aileron extérieur et au bout interne de l'aileron intérieur.

La structure de boîte des pièces d'assemblage mécanique est faite de:

- un panneau inférieur et supérieur de sandwich avec des secteurs monolithiques aux attachements de nervure et de longeron.

Chaque panneau est moulé indépendamment :

- un longeron fait dans deux parts l'une en titane et l'autre en fibre de carbone
 - nervures moulées aux ferrures d'attache de cric.
 - le visage avant du longeron et cinq ferrures d'articulation des deux crics
 - principaux panneaux de bord avec des profils aérodynamiques, attachés aux remises de panneau. Ils assurent la forme aérodynamique entre les rebords arrière fixes et l'aileron quand il se déplace.

- un capot de carénage moulé attaché au panneau inférieur qui couvre les deux ferrures d'attache de cric.

- une protection contre les coups de foudre (déperditions, bandes de liaison).

IV.2.3. Le saumon :

La partie principale du saumon est le caisson structural, sur lequel le bord d'attaque et le bord de fuite sont installés.

La winglette se trouve à la fin extérieure du saumon.

A. Saumon

Le saumon a trois parties:

- un caisson structural
- un bord d'attaque
- un bord arrière (bord de fuite).

Les pièces de la structure du caisson usinées en alliage d'aluminium sont:

- les longerons avant et arrière
- la nervure médiane
- la nervure extérieure
- le revêtement supérieure et inférieur
- les lisses
- des raccords
- deux ferrures d'attache.

Le principal coin de bord est attaché avec des boulons à la structure de caisson. Les panneaux de dessus et de bas de rebord arrière sont faits à partir des fibres de carbone avec un noyau de nid d'abeilles

. B. Dérive

La dérive a quatre parts:

- une boîte de structure
- un rebord arrière
- un principal bord
- un bout supérieur

Des ferrures en alliage d'aluminium sont incluses dans la structure de caisson pour attacher la dérive au saumon

La structure de caisson a:

- longerons avant et arrière en fibres du carbone.
- panneaux de revêtement supérieur et inférieur de dessus de avec des noyaux de structure de nid d'abeilles.
- une nervure externe en plastique renforcé, et de fibre de carbone

Le principal bord a un revêtement en alliage d'aluminium avec des petites côtes d'alliage d'aluminium lithium.

Le bord arrière à une structure en fibre de carbone avec un noyau de nid d'abeilles. Les rivets attachent un plat protecteur d'alliage d'aluminium-lithium à l'arrière du bord arrière de winglette.

Le bout supérieur est en alliage de lithium d'aluminium. il y a des capots de carénage. Entre le saumon et la winglette. Les principaux capots de carénage de bord sont de l'alliage d'aluminium. Le capot de carénage arrière est fait en plastique renforcé, de fibre de carbone avec une section de bord arrière faite d'alliage d'aluminium-lithium.

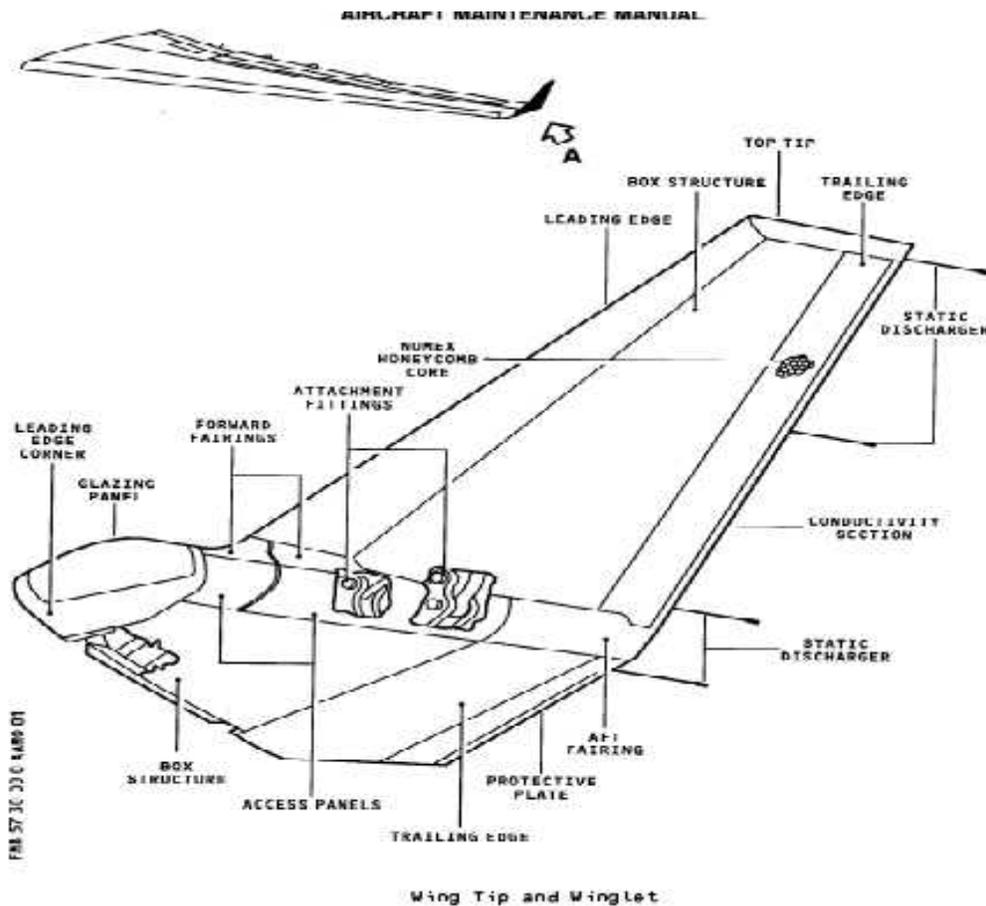


Figure IV.27. Le saumon et la dérive

BIBLIOGRAPHIE

- **AMM** :(manuel de maintenance d'avion)
- **Mécanique du vol** :(Serge BONNET- jacques VERRIERE)
- **Les avions du transport futurs et modernes** : (andré PEYRAT-ARMANDY)
- **Cellules et systèmes** :(A. POUJADE)
- **Cellules et circuits** : (j .C RIPOL)
- **Encarta (encyclopédie).**
- **Les sites Internet** :
 - www.google.fr
 - www.lycos.fr
 - www.airbus.fr
 - www.exaeled.fr
 - www.airlines.fr

ANNEX: A

ANNEX: B

Aller à : [navigation](#), [Rechercher](#)

***European Aeronautic Defence and Space Company
(EADS)***



Dates clés : création en 2000

Siège social : [Paris \(France\)](#) pour la stratégie, le marketing et les affaires juridiques.
[Munich \(Allemagne\)](#) pour les finances, les achats et la communication.

Personnes-clés : [Thomas Enders](#) (co-PDG)
[Louis Gallois](#) (co-PDG)

Principaux produits : Avions, hélicoptères, missiles, lanceur Ariane, etc.

Filiales : [Airbus](#) (80%)
[EADS Astrium](#)
[Eurocopter](#)
[MBDA](#) (37.5%)

Effectif : environ 110 000 personnes

Chiffre d'affaires : 34,2 milliards d'euros (2005)

Site Web : <http://www.eads.com/>

EADS (*European Aeronautic Defence and Space company*) est un groupe industriel, numéro un de l'[aéronautique](#) et de l'[espace](#) en [Europe](#).