

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITEE SAAD DAHLEB DE BLIDA
DEPARTEMENT AERONAUTIQUE

En vue de l'obtention du diplôme D.E.U.A en aéronautique

OPTION : Structure

THEME

Etude des hypersutentateurs du Beech 1900D



Présenté par :

BENKINA Hamza
&
BOUZAR Sofiane

Dirigé par :

Mr : BERKANNE Redda
&
Mme: SEMMAR Yasmina

PROMOTION : 2001/2002

REMERCIEMENTS

On tien à porter nos sincères remerciements à notre chère promoteurs

Mr BERKANE Redda, à notre Co promoteur Mme SEMMAR Yasmina et à tout les enseignant de l'institut de l'aéronautique de Blida.

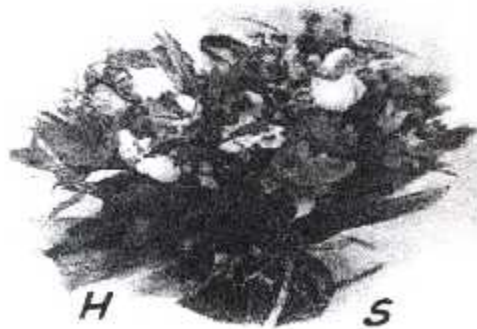
Le personnel de l'hangar de la compagnie Tassili Airlines

trouve ici nos sincères remerciements et plus particulièrement Messieurs CHAÏB

Mohamed et MDJAHED Lhadi

Nous exprimons nos vifs remerciements à Mr ZEBBICH Toufik le chef de département de l'institut de l'aéronautique pour son assistance, compréhension et encouragement.

Sans oubliée de remercier vivement tout le personnel de l'institut de mécanique et toute personne ayant participer de prêt et de loin à la réalisation de notre mémoire.



DEDICACES



A mes parents et ma grand-mère

*Eux qui se sont sacrifiés corps et âme pour m'offrir le repos et le bonheur. Eux qui par leurs présence à mes coté on rendu chaque moment de ma vie un merveilleux passage dans le temps, pour l'éducation qu'ils m'ont inculquée, pour leur soutien moral et matériel Dont j'ai bénéficié à chaque fois que j'en eu besoin, pour l'amour, la patience et le dévouement qu'ils m'ont insufflés, pour leur énorme sacrifice, très chers parents, ma très chère grand-mère : je ne vous remercierai jamais assez pour vos actes...
Continuez à me guider par vos prières.*

A mes chères beaux frères : Amine et Sid Ali.

A tout les membre de ma famille et en particulier mon cousin Mustapha.

A mon binôme Hamza ainsi que pour toute sa famille.

A mon très chère ami Hamza

A mes amies d'étude

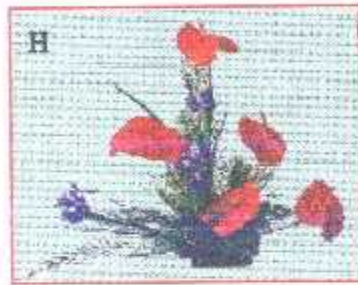
Mehdi, Adlen, Hafida, Fella, Amine et toute ma promo.

Sans oublié de le dédier aussi à ma famille sportive.

A tout personne et à celle que par mégarde j'aurais pu oublier, je dédie ce modeste travail.

SOFIANE

DEDICACÉS



A la mémoire de mon grand-père.

A mes parents

Eux qui se sont sacrifiés corps et âme pour m'offrir le repos et le bonheur.

Eux qui par leur présence à mes côtés ont rendu chaque moment de ma vie un merveilleux passage dans le temps, pour l'éducation qu'ils m'ont inculquée, pour leur soutien moral et matériel dont j'ai bénéficié à chaque fois que j'en eu besoin, pour l'amour, la patience et le dévouement qu'ils m'ont insufflés, pour leur énorme sacrifice, très chers parents, je ne vous remercierai jamais assez pour vos actes...

A tout les membre de ma famille

M'hemed, Mustapha, Boualem, Youcef, Isma, Fatma Zohra, Nour el Houda et à la mémoire de ma très chère sœur Kheira. Sans oublier ma grand-mère.

Je tiens à dédier ce modeste travail à ma cousine ZAAF Faïza.

A mon binôme Sofiane ainsi que pour toute sa famille.

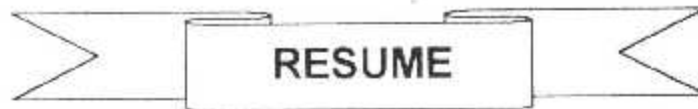
A mes amies d'étude

Mehdi, Adlen, Hafida, Fella, Amine et toute ma promo en particulier les étudiants de l'option Structure...

Sans oublié de le dédier aussi à ma famille sportive.

A tout personne et à celle que par mégarde j'aurais pu oublier, je dédie ce modeste travail.

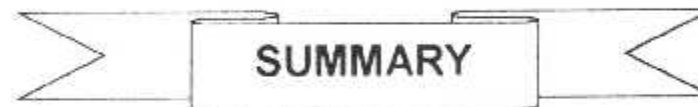
HAMZA

A decorative banner with a ribbon-like shape, containing the word "RESUME" in bold, uppercase letters.

RESUME

Pour diminuer les longueurs des pistes ; des dispositifs hypersustentateurs sont utilisées. Cette étude se consacre aux dispositifs hypersustentateurs mécanique : appelés aussi les becs et les volets. Elle rappelle quelques notions de bases de l'aérodynamisme et de profils d'ailes.

Propose les différents type des dispositifs hypersustentateurs alors et étudie avec détaille ceux du Beech 1900D. On apport à ce travaille didactique, il a été réalisé une maquette et un filme vidéo.

A decorative banner with a ribbon-like shape, containing the word "SUMMARY" in bold, uppercase letters.

SUMMARY

To decrease the lengths of the tracks: high-lift devices are used. This study devotes to the high-lift devices mechanics; also called nozzles and shutters. It points out some concepts of bases of aérodynamisme and profiles of wings.

Propose different the type from the high-lift devices then and studies with details those of Beech 1900D. One contribution with this works didactic, it was carried out a model and one films video.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE

CHAPITRE I : GENERALITES

I.1 INTRODUCTION :	01
I.2 GENERALITES SUR LES PROFILS :	01
I.2.1 Caractéristiques géométrique d'un profil	02
I.2.2 Désignation des profils	03
I.2.3 Classification des profils	03
I.3 NOTIONS SUR L'AERODYNAMIQUE :	06
I.3.1 Généralités	06
I.3.2 Portance – Coefficient de portance	08
I.3.3 Traînée – Coefficient de traînée	13
I.3.4 Courbe de la polaire – finesse	16
I.3.5 Couche limite	18

CHAPITRE II : DISPOSITIFS HYPERSUSTENTATEURS

II.1 INTRODUCTION :	19
II.2 BUT ET PRINCIPE :	19
II.2.1 But	19
II.2.2 Principe	20
II.3 DISPOSITIF DE BORD D'ATTAQUE :	21
II.3.1 Principe	21
II.3.2 Courbe de $C_z - \alpha$	21
II.3.3 Différents types des dispositifs de bord d'attaque	22

II.4 DISPOSITIF DE BORD E FUITE :	25
II.4.1 Principe	25
II.4.2 Courbe de Cz – α	25
II.4.3 Différents types des dispositifs de bord de fuite	26

II.5. ECOULEMENT AUTOUR DES HYPERSUSTENTATEURS :	29
--	----

II.5.1 Autour du bec du bord d'attaque	29
II.5.2 Autour du volet de bord de fuite	31

II.6 Influence sur la courbe de la polaire :	35
--	----

II.7 CONCLUSION :	36
-------------------------	----

CHAPITRE III : PRESENTATION STRUCTURALE DES VOLETS DU BEECH 1900D

III.1 INTRODUCTION :	37
----------------------------	----

III.2 HISTORIQUE :	38
--------------------------	----

III.3 CARACTERISTIQUES DU BEECH 1900D :	39
---	----

III.3.1 Silhouette générale	39
III.3.2 Caractéristiques dimensionnelles	41
III.3.3 Puissances et capacités	41

III.4 LES VOLETS DU BEECH 1900D :	44
---	----

III.4.1 Beech 1900D types UA / UB / UC	44
III.4.2 Beech 1900D type UE	44

III.5 ETUDE STRUCTURALE DES VOLETS DU BEECH 1900D :	45
---	----

III.5.1 Volets intérieurs	45
III.5.2 Volets extérieurs	48
III.5.3 Rail des volets	51

CHAPITRE IV : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES VOLETS DU BEECH 1900D

IV.1 INTRODUCTION :	54
IV.2 LES ELEMENTS NECESSAIRE DU MECANISME :	55
IV.2.1 Le boîtier d'engrenages (Gear box)	55
IV.2.2 Câbles de transmission	56
IV.2.3 Le vérin d'asservissement	56
IV.3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :	60
IV.4 SYSTEME DE COMMANDE ELECTRIQUE DES VOLETS :	62
IV.4.1 Généralités	62
IV.4.2 Les éléments nécessaires du système électrique	63
IV.5 CONCLUSION	68

CONCLUSION GENERALE

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

Liste des figures

CHAPITRE I :

1.1	: Présentation du profil d'aile	04
1.2	: Nomenclature d'un profil d'aile	04
1.3	: Caractéristiques géométrique d'un profil d'aile	05
1.4	: Représentation des forces aérodynamiques agissantes sur un profil	07
1.5	: Représentation de la résultante aérodynamique	07
1.6	: Naissance de la force de la portance	09
1.7	: Représentations graphique de la vitesse en fonction de la longueur de la corde du profil	09
1.8	: Variation de C_z en fonction de l'incidence α	11
1.9	: L'écoulement de l'air aux grandes incidences	12
1.10	: Traîné induite	14
1.11	: Représentation du phénomène de tourbillons marginaux	14
1.12	: Variation C_x en fonction de l'incidence α	15
1.13	: Méthode de la présentation graphique de la courbe de la polaire de l'aile ...	17
1.14	: Points caractéristiques de la polaire de l'aile	17
1.15	: Schéma présentatif de la couche limite	18

CHAPITRE II :

2.1	: Bec du bord d'attaque	20
2.2	: Volet de bord de fuite	20
2.3	: Variation de C_z en fonction de l'incidence α	21
2.4	: Représentation du bec à fente	22
2.5	: Représentation de bec déformable	22
2.6	: Représentation du volet Krüger	23
2.7	: Représentation du bec Betz	23
2.8	: Fonctionnement mécanique des différents becs de bord d'attaque	24
2.9	: Variation de C_z en fonction de l'incidence α	25
2.10	: Représentation du volet d'intrados	26
2.11	: Représentation du volet à fente	26
2.12	: Représentation du volet à double fente	27
2.13	: Représentation du volet Fowler	27
2.14	: Représentation du volet de courbure	28
2.15	: Fonctionnement mécanique des différents volets de bord de fuite	28
2.16	: Effet de fente sur l'écoulement autour d'un profil à un angle d'attaque élevé	29
2.17	: Ecoulement de l'air autour du bec de bord d'attaque	30

2.18 : Tracé des lignes des courant - Influence du braquage du volet	31
2.19 : Effet de fente sur le dispositif de bord de fuite	32
2.20 : Fonctionnement correct des volets de bord de fuite	33
2.21 : Fonctionnement incorrect des volets de bord de fuite	33
2.22 : L'écoulement des l'air autour des volets de bord de fuite	34
2.23 : Influence des dispositifs hypersustentateurs sur la courbe de la polaire	35

CHAPITRE III :

3.1 : Présentation de la voilure du Beech 1900D	39
3.2 : Présentation général de l'avion Beech 1900D	40
3.3 : Caractéristiques dimensionnelles du Beech 1900D	42
3.4 : Présentation de nombre de passager de Beech 1900D	43
3.5 : Les volets du Beech 1900D	46
3.6 : Structure des volets intérieurs	47
3.7 : Structure des volets extérieurs	49
3.8 : Générateurs des vortex	50
3.9 : La rail des volets du Beech 1900D	51
3.10 : Forme des rails des volets	52

CHAPITRE IV :

3.1 : Schémas présentatif du boîtier d'engrenages	55
3.2 : Présentation des câbles de transmission	57
3.3 : Présentation du vérin d'asservissement	58
3.4 : Emplacement des équipements participant au mécanisme des volets du Beech 1900D.....	59
3.5 : Tableau de bord du Beech 1900D Type UE	61
3.6 : Système de commande anti-déphasage des volets	63
3.7 : Présentation de la commande des volets	64
3.8 : Présentation des interrupteurs de fin de course	66
3.9 : Schémas électrique général des volets	67

LISTE DES SYMBOLES

Symboles	Signification
Cx	Coefficient de traînée
Cz	Coefficient de portance
Fz	Force de portance
Fx	Force de traînée
g	La gravité
m	Masse
R	La résultante aérodynamique
S	La surface de l'aile
V	Vitesse du déplacement
α_0	Angle de portance nul.
α	Angle d'incidence
δ_a	Angle de braquage du bec de bord d'attaque
δ_z	Angle de braquage du volet de bord de fuite
ρ	Masse volumique



INFORMATIONS GENERALES

Distances :

Ft :..... Foot (pied)
In :..... Inch (pouce)
M :..... Metre
Cm:..... Centimetre.

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m}$$

$$1 \text{ m} = 3.2808 \text{ ft}$$

$$1 \text{ in} = 2.54 \text{ Cm}$$

$$1 \text{ m} = 39.37 \text{ In}$$

Masses :

lbs :..... Pounds (Livre anglaise).
Kg :..... Kilogramme.

$$1 \text{ lbs} = 0.4535952 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 2.204622 \text{ lbs}$$

Volume :

Imp.g :..... Imperial gallon (UK).
L :..... litres.

$$1 \text{ imp.g} = 4.546 \text{ L}$$

$$1 \text{ L} = 0.220 \text{ imp.g}$$

Carburant :

$$1 \text{ lbs} = 0.57 \text{ L}$$

$$1 \text{ L} = 1.75 \text{ lbs}$$

$$1 \text{ L} = 0.795 \text{ kg}$$

$$1 \text{ kg} = 1.2581 \text{ L}$$

INTRODUCTION GENERALE

Lorsque vous vous rendez sur un aéroport ; regardez bien les ailes des avions lorsqu'ils sont à l'arrêt. Ces ailes sont planes et bien lisses. Regardez maintenant le même type d'avion lorsqu'il s'apprête à atterrir ou à décoller ; les deux parties avant et arrière de ces ailes ne sont plus planes ; elles sont recourbées vers le bas et aussi beaucoup plus larges.

En effet ; il est évident qu'au cours du vol le pilote fait constamment varier l'angle d'attaque, mais cette variation a des conséquences particulièrement importantes aux cours des manœuvres d'atterrissage et du décollage. En réalité pour atterrir ; il diminue sa vitesse au maximum et de ce fait il diminue aussi la portance, il est donc obligé de compenser cette perte en augmentant la surface de la voilure. De surcroît, il utilise les larges surfaces métalliques disposées sur les deux parties avant et arrière des ailes. Ce sont les dispositifs hypersustentateurs.

Ces dispositifs sont rétractables en vol et ils sont logés à l'intérieure de l'aile. Lorsque le pilote a besoin de s'assurer une portance supplémentaire, il les sort, et ils se déploient donnant ainsi à l'aile une plus grande surface et une plus grande courbure.

Afin de réaliser notre étude ; nous allons axer notre recherche par les variations de surfaces portantes qui nous permet de comprendre les phénomènes aérodynamiques qui en découlent.

Notre objectif consiste à réaliser un sujet didactique polyvalent et apporter un supplément ainsi qu'une aide précieuse aux futurs stagiaires du domaine, cela en présentant une étude technique des hypersustentateurs en utilisant des moyens pédagogiques. On a choisi comme exemple d'étude le « Beech 1900D ».

Vu l'importance de des dispositifs hypersustentateurs et leurs complexités, nous allons donc diviser notre travail en quatre chapitres.

En premier lieu nous allons consacrer un chapitre pour faire apparaître des notions de bases et des rappels théoriques sur les caractéristiques d'un profil d'une aile et les forces aérodynamiques sur un avion en vol.

En second lieu ; nous allons montrer les différents types des hypersustentateurs en présentant leurs incidences sur le comportement aérodynamique. Pour bien clarifier cette influence nous avons réaliser une maquette qui fait apparaître le phénomène.

Le troisième chapitre sera réservé à une étude descriptive structurale des volets du Beech 1900D en donnant une présentation générale de ce type d'appareil.

Concernant le quatrième et dernier chapitre, il sera consacré à l'étude de principe de fonctionnement des volets du Beech 1900D y compris, le mécanisme, schémas électrique commandant le système tout en présentant un film réalisé au sein du « AIR ALGERIE » qui est animé par le principe du fonctionnement de ces volets.

CHAPITRE I

Generalités sur les profils et l'aérodynamisme

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LES PROFILS ET L'AERODYNAMIQUE

I.1 INTRODUCTION :

Toute étude des hypersustentateurs doit impliquer la connaissance des notions de bases sur les profils et l'aérodynamisme. Ce chapitre contient en premier lieu les caractéristiques géométriques et dimensionnelles d'un profil, par suite nous présenterons les forces aérodynamiques agissantes sur un avion en vol. Nous allons rappeler ainsi les notions de la couche limite, la finesse et la courbe de la polaire.

I.2 GENERALITES SUR LES PROFILS :

L'aile est l'élément destiné à assurer la sustentation de l'avion, pour des raisons techniques et pratique elle est limitée en envergure et possède des profils variables qui se différencient par leur cordes, mais aussi par leur épaisseur relative, pour des raisons de résistance ; en effet les profils sont épais à l'emplanture et fins à l'extrémité. Quelques notions sur les caractéristiques d'un profil d'aile sont présentées ci-dessous :

- La courbe supérieure d'un profil d'aile s'appelle extrados tandis que la courbe inférieure est appelée intrados.
- Le point de la partie arrondie est appelé bord d'attaque, alors que le point de la partie arrière le plus éloigné est appelé bord de fuite. (Figure 1.1).
- La ligne de courbe moyenne est la ligne qui joint les milieux des segments perpendiculairement à la corde.
- L'épaisseur est la distance entre l'extrados et l'intrados mesurée aussi perpendiculairement à la corde, son abscisse est comptée en pourcentage de la corde. (Figure 1.2).

Sur un profil on trouve également des angles caractéristiques : [1]

a) *angle d'incidences :*

L'angle d'incidence est définie comme étant l'angle formé par la corde du profil et le vecteur vitesse relative ; il est positif dans le sens trigonométrique.

b) *angle de portance nulle :*

L'angle de portance est l'angle d'incidence correspondant à une portance nulle.

c) *angle de calage :*

L'angle de calage est 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° . (Figure 1.3).

I.2.1 Caractéristiques géométrique d'un profil :

Les premiers essais en soufflerie ont démontrés que les bonnes qualités aérodynamiques nécessitent des formes arrondies en avant et effilées à l'arrière. Ces profils peuvent être définis par des caractéristiques géométriques tel que : [2]

a) Ligne moyenne :

La ligne moyenne lieu des points équidistantés de l'intrados et de l'extrados, ou encor lieu des centres des cercles bitangentes.

b) Corde d'un profil :

La corde est la droite de référence servant à la définition de la forme du profil, en générale la corde du profil est égale à l'extrémités de la ligne moyenne.

c) Epaisseur maximale :

L'épaisseur maximale est le plus grand segment compris entre l'intrados et l'extrados.

d) Flèche Max :

La flèche maximale c'est la distance maximale entre la ligne moyenne et la corde du profil.

e) Epaisseur relative :

L'épaisseur relative c'est le rapport entre l'épaisseur maximale du profil et sa corde, elle est désignée en pourcentage de la profondeur du profil. L'épaisseur relative nous permet de classer les profils. Elle s'exprime par définition :

$$\text{Épaisseur relative} = \frac{\text{Épaisseur max}}{\text{La corde du profil}} \times 100 \quad (\text{équation I.1})$$

(Revoir figure 1.1 et 1.2)

I.2.2 Désignation des profils :

Les principaux pays constructeurs d'avion disposent de toute une gamme de profils : [1]

- En Allemagne les profils *Gottinger*.
- En France les profils *Eiffel*.
- En grande Bretagne les profils *R.A.F.*
- Au U.S.A les profils *CLARCK* et *NACA*.

Parmi les profils ci-dessus ; les profil désignés **NACA** sont les plus étudié et les plus utilisés dans la recherche en aérodynamique.

Les profils **NACA** caractérisés par la séparation des effets de courbure et la distribution d'épaisseur et dont les résultats expérimentaux sont performants.

I.2.3 Classification des profils :

Il est possible de classer les profils en tenant compte de leurs épaisseurs relatives, c'est ainsi que l'on peut distinguer. [2]

a) Profils minces :

Les profils minces *sont* des profils qui possèdent une épaisseur maximale égale à 6%, ils sont meilleurs pour les grandes vitesses.

b) Profils semi épais :

Les profils semi épais admettent ^{une} épaisseur relative comprise entre 6% et 12% utilisé sur avions subsonique américain tel que le B 707 et français SE 210 (caravelle).

c) Profils épais :

Les profils épais sont des profils qui permet une épaisseur relative supérieure à 12%, donne ~~est~~ une portance à une basse vitesse.

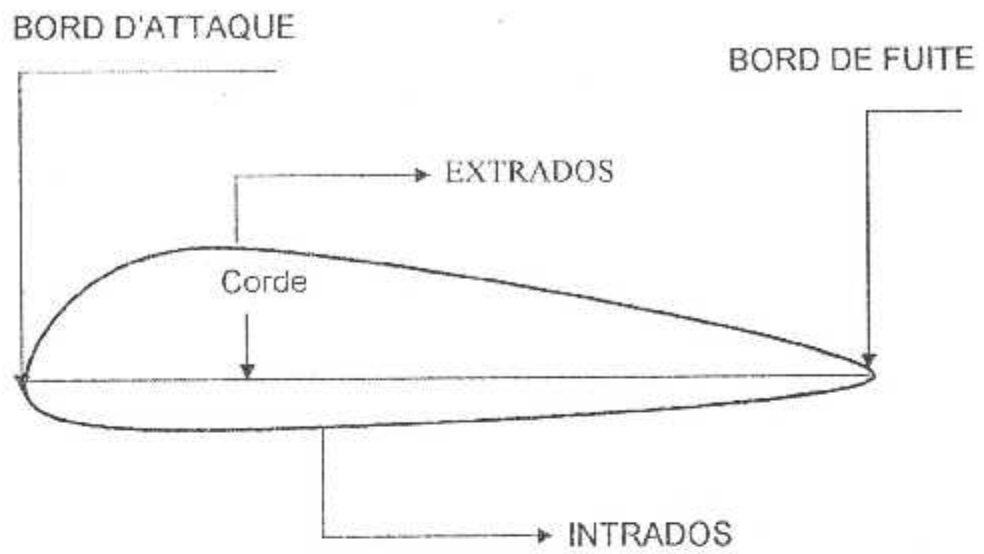


Fig. 1.1 : Présentation d'un profil d'aile

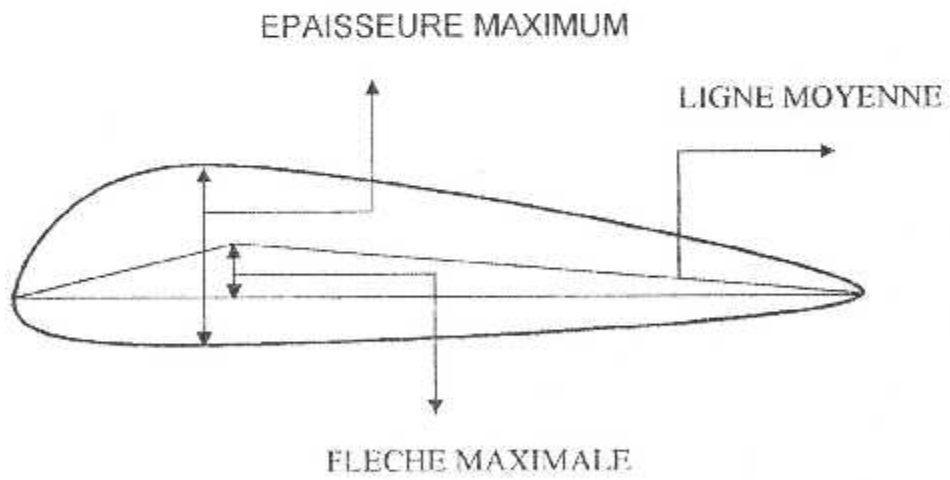


Fig. 1.2 : Nomenclature d'un profil

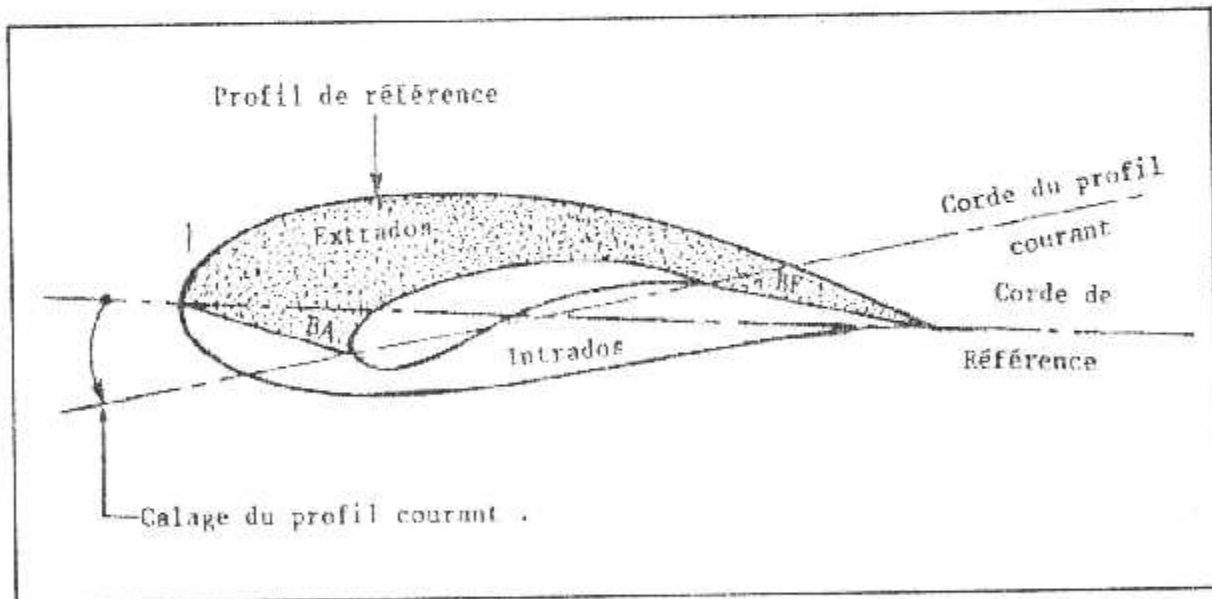
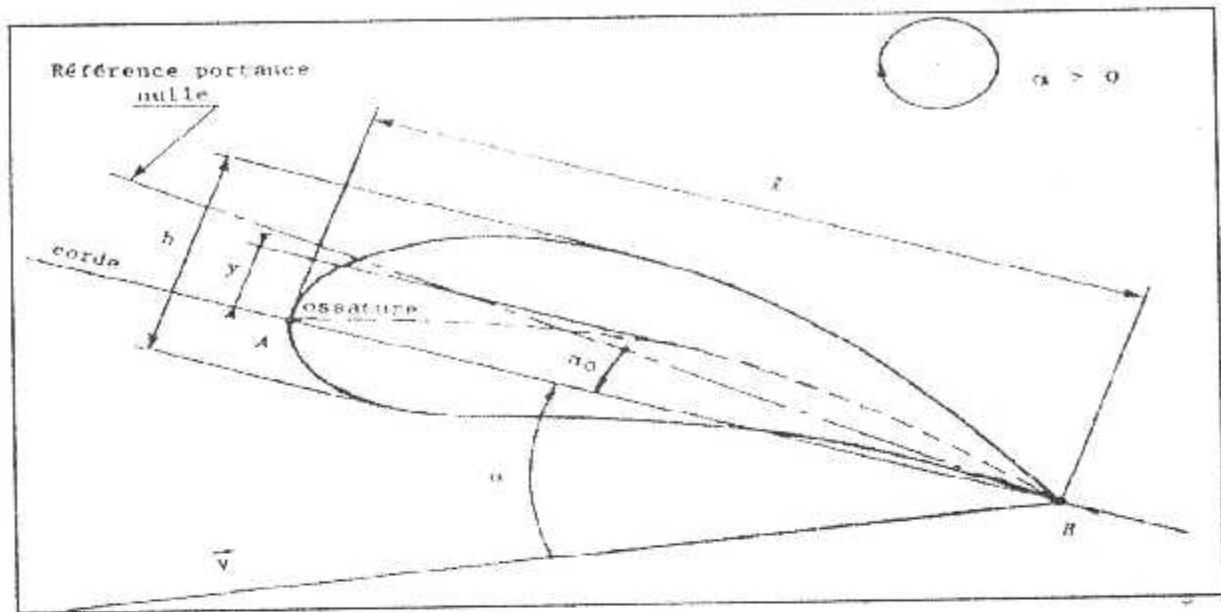


Fig. 1.3 : Caractéristiques géométrique d'un profil d'aile

I.3 NOTIONS SUR L'AERODYNAMIQUE :

I.3.1 Généralités :

Nous avons vu que le profile d'aile détermine l'efficacité aérodynamique, on définit l'aérodynamique comme étant la branche physique qui s'intéresse aux phénomènes résultant des mouvements relatifs des corps par rapport à l'aire.

Toutefois, la façon la plus efficace de voler est de caréner l'aile de tel sorte que ses diverses surfaces engendrent la plus grande portance possible et en même temps que le minimum de traînée; c'est pour cela que l'étude aérodynamique nous conduit directement à l'étude des caractéristiques des profils des ailes, sur ce plan la soufflerie a été pendant longtemps et restera toujours un instrument de base.

Les forces aérodynamique dues au déplacement de l'aile par rapport à l'aire sont comme suit :

a) Force de portance :

La portance est engendrée par les formes du profil et font que sur l'extrados règne une dépression et une pression sur l'intrados. Cette différence de pression engendre la portance.

b) Force de traînée :

Tout corps plongé dans l'aire offre une résistance à l'avancement .c'est le cas des ailes ; leur déplacement pousse une certaine quantité d'air hors de leurs chemins toute en produisant une force. C'est la traînée. Il existe deux types de traînées :

- Traînée de forme .
- Traînée induite.

La figure 1.4 présente les forces aérodynamiques agissantes sur un profil.

R est la résultante aérodynamique engendrée par les forces de portance et de la traînée. (Figure 1.5)

$$R = \sqrt{F_z^2 + F_x^2} \quad (\text{équation 1.2})$$

Tan que :

- F_z : force de portance.
- F_x : force de traînée.

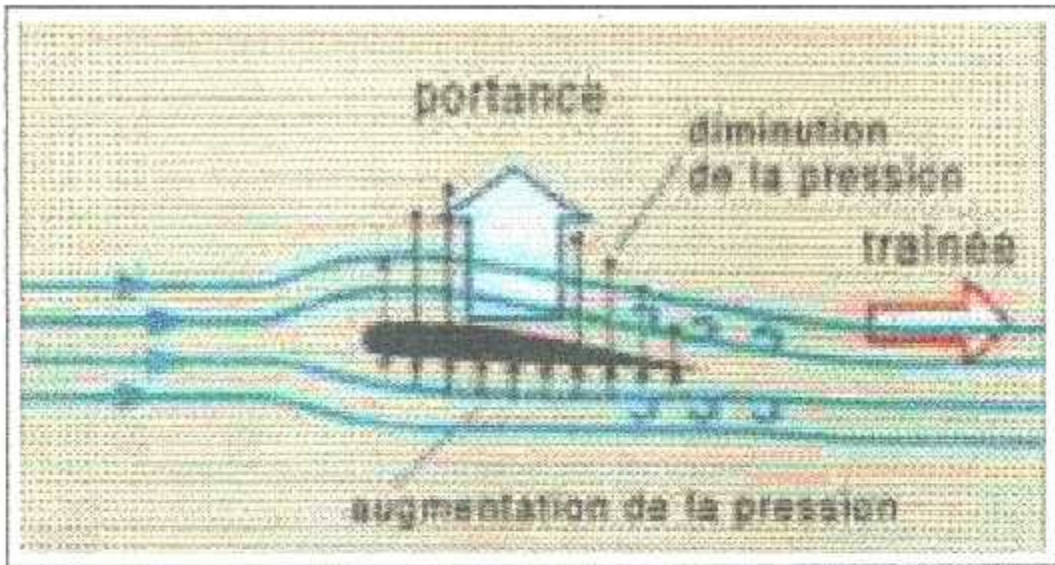


Fig. 1.4 : Représentation des forces aérodynamiques agissantes sur un profil

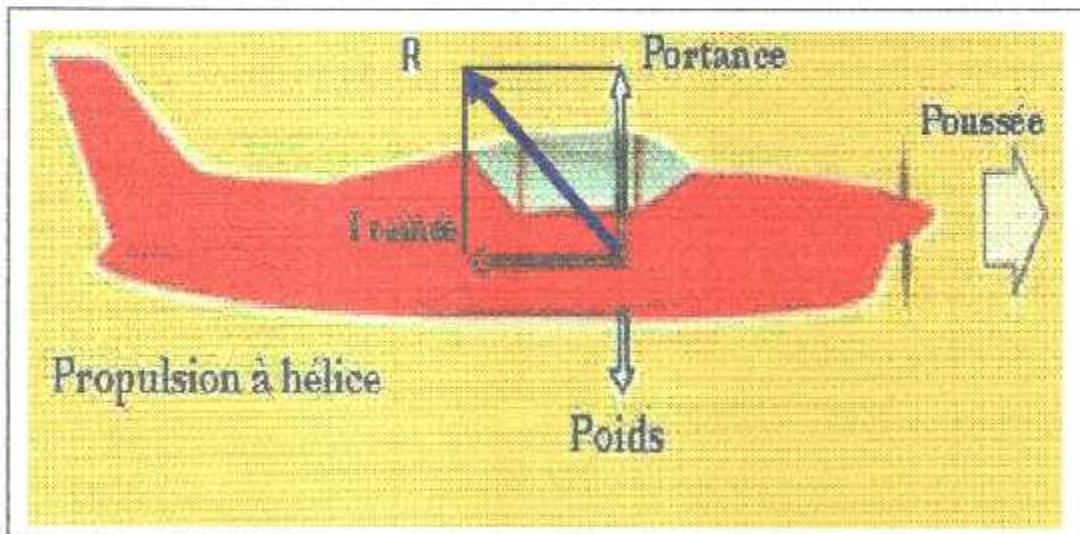


Fig. 1.5 : Représentation de la résultante aérodynamique

1.3.2 Portance – Coefficient de portance :

a) La portance :

La portance est une force aérodynamique qui assure la sustentation de l'avion ; cela veut dire qu'elle est produite par l'écoulement de l'air autour des surfaces portantes.

Comme il est visible sur la figure (1.6), la forme du profil de l'aile est particulière ; légèrement bombée et effilée vers le bord de fuite. Cette forme permet à l'air de s'écouler d'une façon régulière sous formes de filets.

Cependant ; l'écoulement régulier de l'air est une condition nécessaire mais pas suffisante à la création de la portance. Il faut en outre créer une différence de pression entre l'intrados et l'extrados de l'aile. C'est pourquoi la forme est bombée du côté de l'extrados.

On peut l'illustrer de la façon suivante : [3]

- Deux particules devant un profil d'une aile. l'une prend le chemin de dessus (extrados) et l'autre prend la partie de dessous (intrados) ; parties en même temps, elle doivent arriver aussi en même temps.
- L'extrados étant bombé, la particule ayant choisi le chemin supérieur doit faire le plus grand détour, donc elle doit aller plus vite, et de ce fait accélérer (Voir figure 1.7). en accélérant elle voit sa pression diminuer ; ce phénomène a été découvert par le physicien suisse Daniel Bernoulli.
- La différence de pression ainsi créée entre les deux parties du profile aspire l'aile de côté où la pression est négative aidé par la pression positive générée par la forme de l'intrados. C'est la **portance**.

Pour cela on écrit que le rôle de l'extrados est d'**accélérer** la vitesse l'air pour **diminuer** la pression statique ; le rôle de l'intrados est de **diminuer** la vitesse de l'air pour **augmenter** la pression statique.

b) Equation de la portance :

La force de portance notée **Fz** est proportionnelle à la densité locale de l'air, à la surface de la voilure, au carré de la vitesse de l'avion et à un coefficient de portance (propre à chaque profil d'aile).

$$Fz = \frac{1}{2} \rho V^2 S Cz \quad (\text{équation 1.3})$$

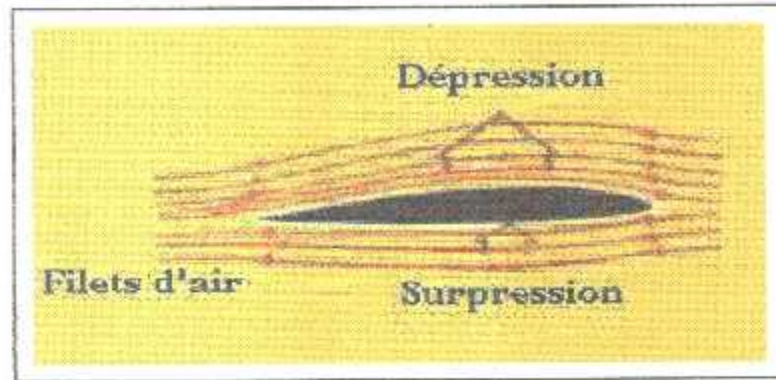


Fig. 1.6 : Naissance de la force de la portance

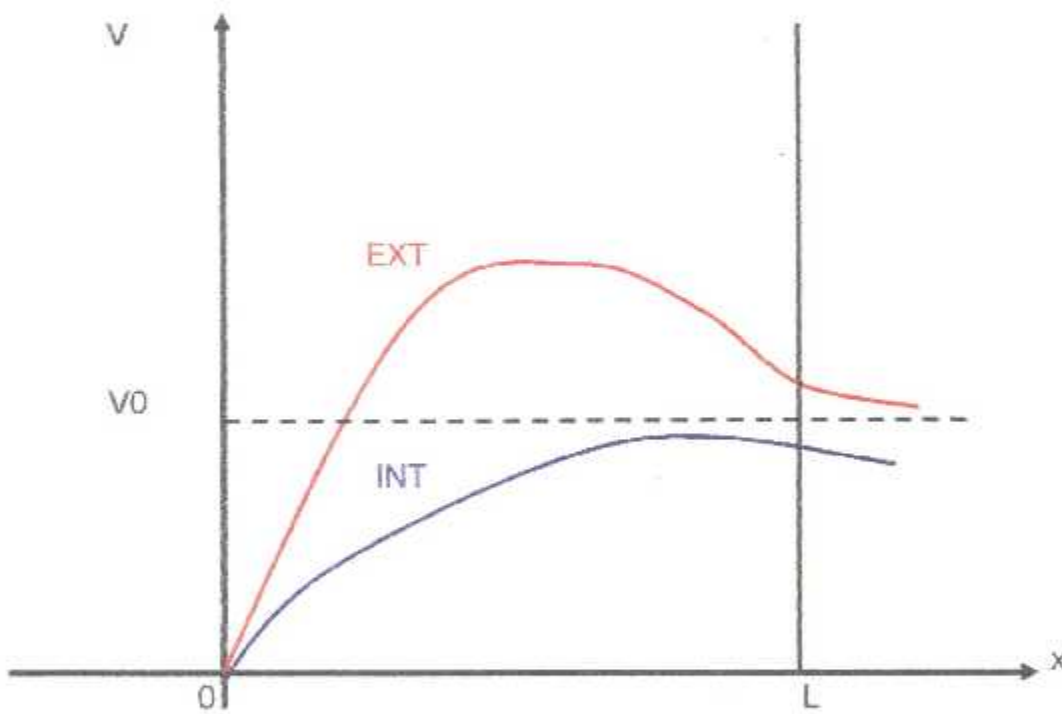


FIG. 1.7 : Représentation graphique de la vitesse en fonction de la longueur de la corde du profil

c) Calcul de C_z :

D'après l'équation (1.3) on trouve que :

$$C_z = \frac{L_z}{1/2 \rho V^2 S} \quad (\text{équation 1.4})$$

Le coefficient de portance est la caractéristique principale d'un profil d'aile. Il est proportionnel à l'angle d'incidence α .

La figure (1.8) nous indique la variation de coefficient de portance C_z en fonction de l'angle d'incidence α .

- Pour des angles compris entre 0° à 20° environ le C_z croit proportionnellement avec l'angle d'incidence α .
- Environ 20° le c est maximum.
- A partir de ce point et plus, le C_z chute rapidement : c'est le décrochage. Les filets d'air décollent de l'extrados.

Remarque : Tout profil est caractérisé par une incidence de décrochage et par un C_z maxi.

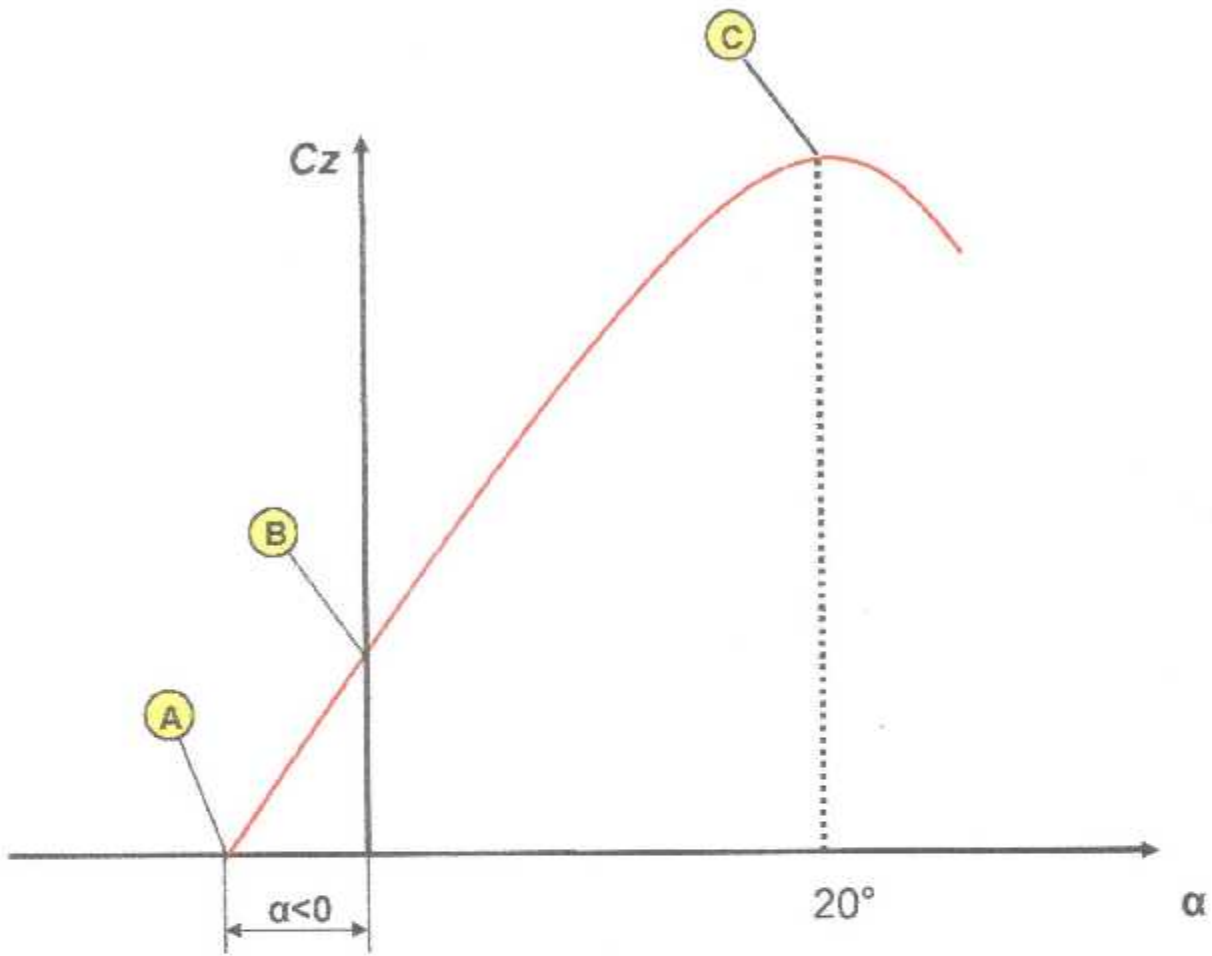
La figure (1.9) nous montre l'écoulement de l'air aux grands angles. [3]

L'augmentation de l'angle d'attaque a un autre effet à prendre en considération: les filets d'écoulement d'air, qui doivent être aussi réguliers que possible, se décollent de l'extrados, en commençant par le bord de fuite. En arrière du point de décollement, l'écoulement est tourbillonnaire.

Si le point de décollement s'avance jusqu'au niveau de centre de gravité, le centre de portance s'avance et l'aile tend à cabrer d'avantage. c'est le vol aux grands angles.

Si l'on continue d'augmenter l'incidence le point de décollement d'air s'avance et au bout d'un moment, un effet de masque se crée et ils sont insuffisants pour maintenir la portance demandée. Il en résulte un recul de centre de portance qui passe derrière le centre de gravité et provoque aussi une abattée ; c'est le décrochage. [3]

Remarque : Le C_z est positif lorsque sens de la portance est vers la tête de pilote. [4]

Fig. 1.8 : Variation de C_z en fonction de α .

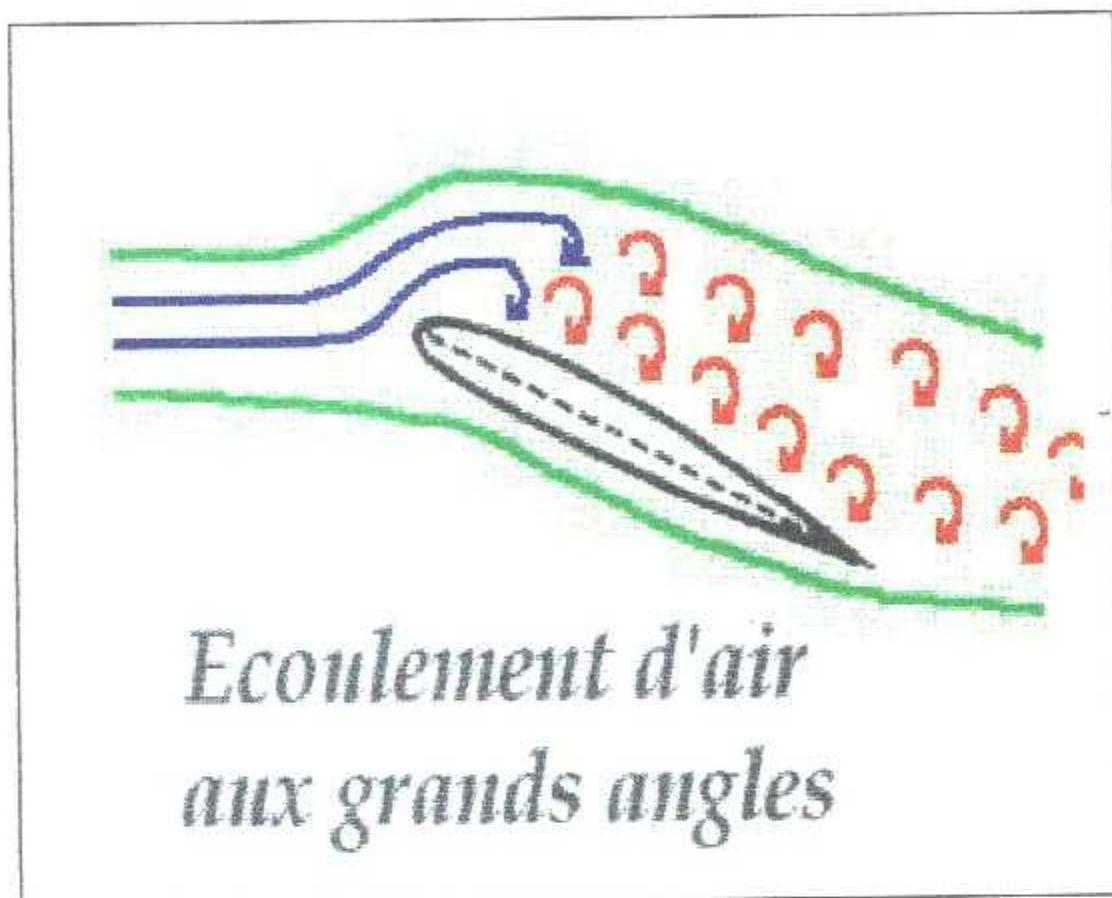


Fig. 1.9 : L'écoulement de l'air aux grandes incidences

I.3.3 Traînée – Coefficient de traînée :

a) La traînée :

On rappelle que tout corps plongé dans l'air offre une résistance à l'avancement. C'est le cas des ailes, leurs déplacements pousse une certaine quantité d'air hors de leurs chemins toute en produisant une force. C'est la traîne de profil. [3]

Cependant un autre phénomène s'ajoute à la traînée de profil ; c'est la traînée induite.

Nous avons vu que l'aile était le siège de différence de pression. Comme l'envergure est finie, cette différence de pression va provoquer des fuites de l'intrados vers l'extrados donnant naissance à des tourbillons marginaux. (Voir figures 1.10 et 1.11).

Les vitesses transversales induites sont donc responsables de l'énergie des tourbillons. L'énergie dissipée en permanence qui provoque la traînée induite.

Globalement, tout écoulement en aval va être perturbé.

Donc ; la traînée totale est égale à la somme de la traînée de profil et traînée induite.

b) Equation de la traînée :

La traînée est notée F_x .

$$F_x = 1/2 \rho V^2 S C_x \quad (\text{équation 1.5})$$

c) Calcul de C_x :

D'après l'équation (1.5) on trouve que :

$$C_x = \frac{F_x}{1/2 \rho V^2 S} \quad (\text{équation 1.6})$$

La figure (1.12) nous indique la variation de coefficient de traînée C_x en fonction de l'incidence α .

$C_{x \min}$: Ce point correspond à des faible incidence (ou bien nul) ; sensiblement sur l'angle de portance nul.

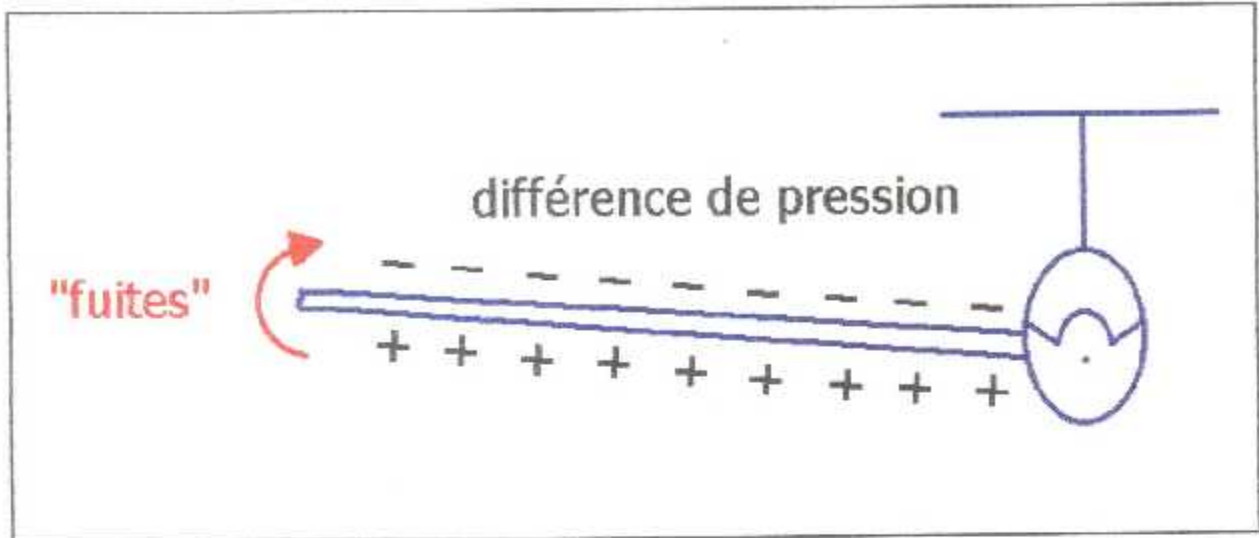


FIG. 1.10 : Traînée induite

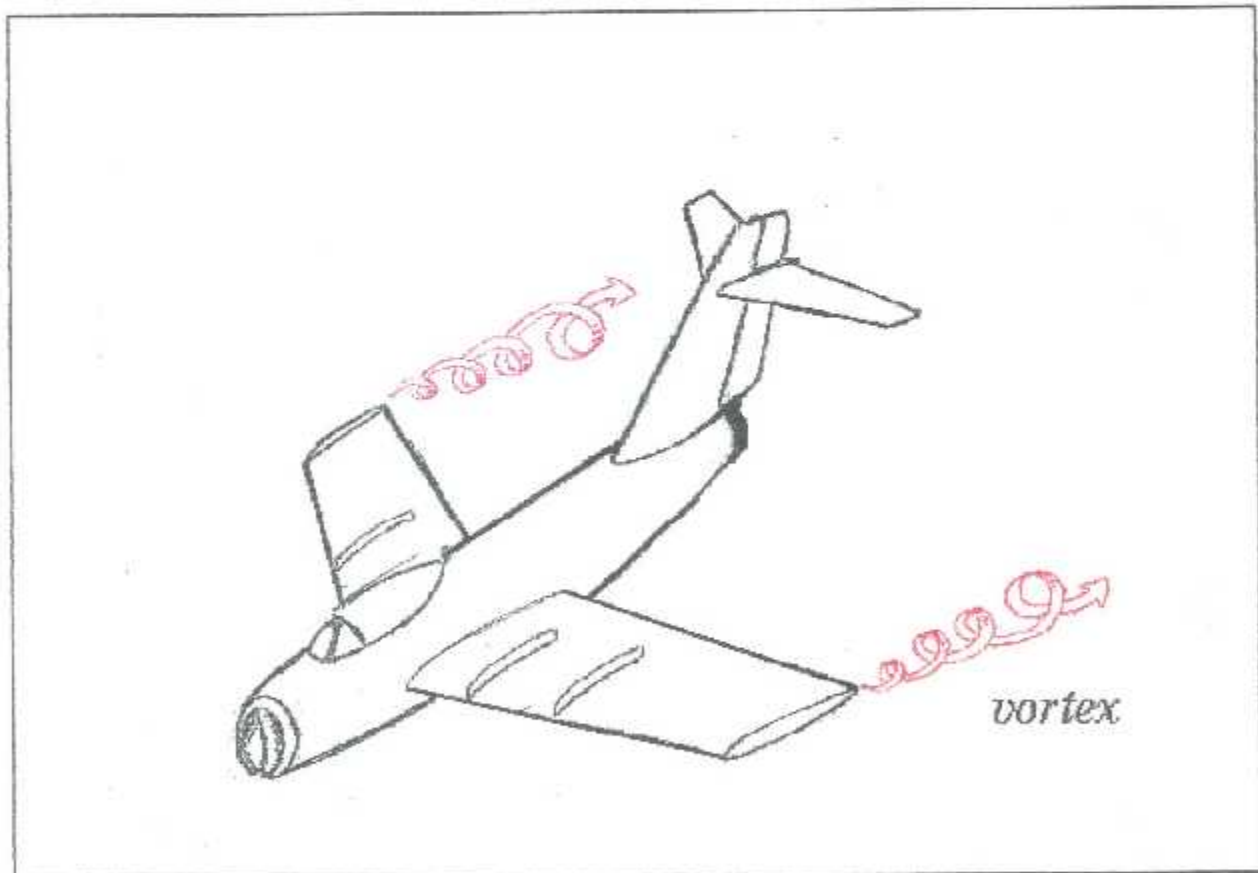


FIG. 1.11 : Représentation du phénomène de tourbillons marginaux

A : $C_{x \min}$ \longrightarrow $\alpha = 0^\circ$

B : $C_{x \max}$ \longrightarrow $\alpha > 0^\circ$

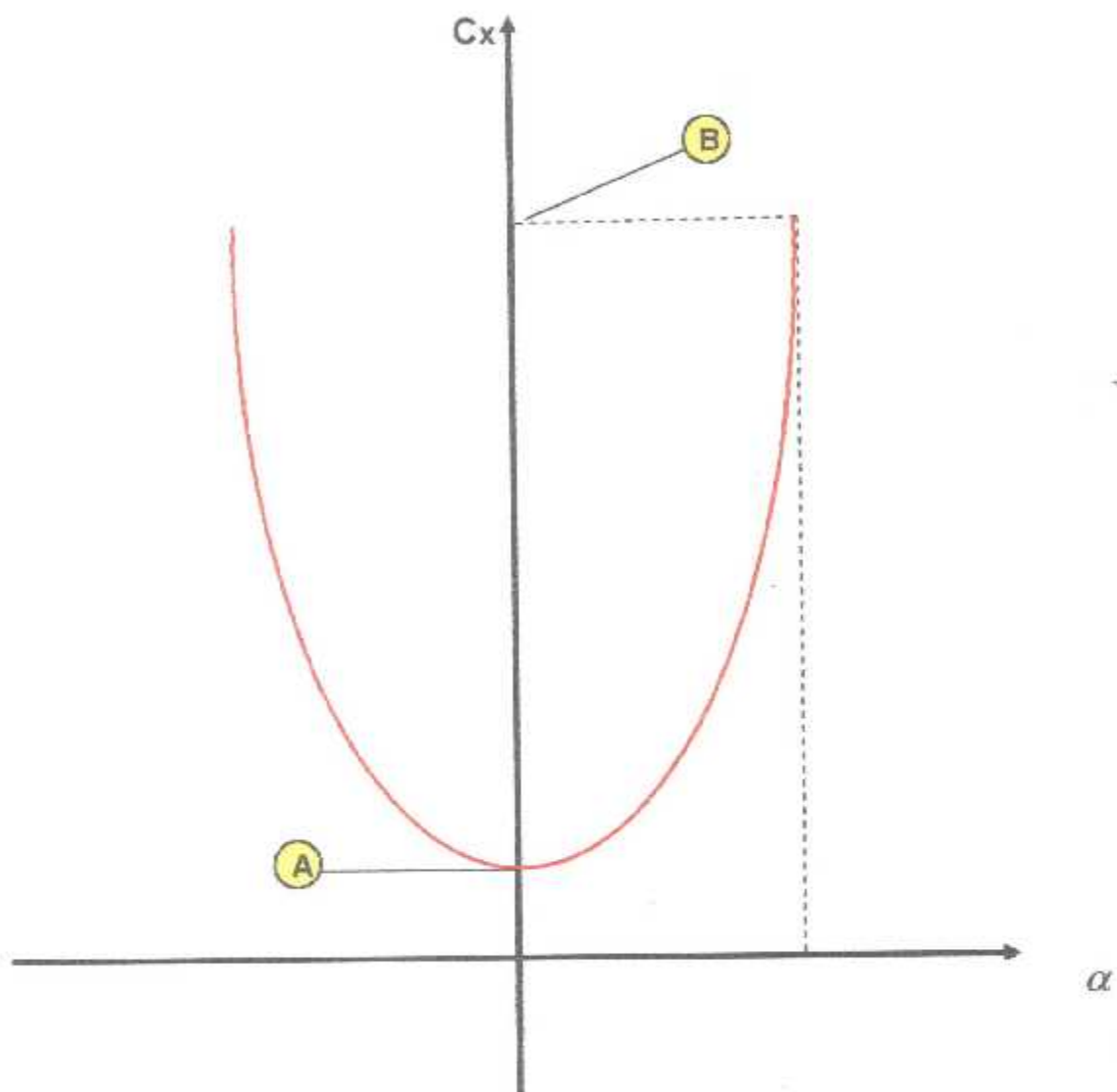


Fig. 1.12 : Variation C_x en fonction de

1.3.4 Courbe de la polaire – finesse :

a) finesse :

Par définition : la finesse de l'aile est le rapport entre la force de la portance et la traînée.

Se qui fait :

$$f = C_z / C_x \quad (\text{équation 1.7})$$

La finesse caractérise le rendement aérodynamique d'un profil d'aile, plus la finesse est importante la traînée sera faible.

La finesse varie avec l'angle d'incidence, elle passe par un maximum pour une certaine valeur d'incidences appelées finesse maxi.

b) la polaire :

Dans un système d'axe lié à la vitesse, faisant varier l'angle d'incidence. Le point M extrémité de la résultante R, va décrire une courbe continue, les composantes du point M sont Fz et Fx. [2]
Voir figure (1.13).

La polaire est la représentation graphique des coefficients aérodynamique d'un profil d'aile, elle est obtenue à partir des courbes Cz et Cx en fonction de l'incidence. [2]

La construction de la courbe se fait point par point en prenant pour chaque angle d'incidence les valeurs correspondantes Cz et Cx.
Voir la figure (1.14).

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

- **Le point a** : l'angle de Cz=0.
- **Le point b** : l'angle de finesse maximum.
- **Le point c** : l'angle de Cz maximum.
- **Le point d** : l'angle de Cx minimale.

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

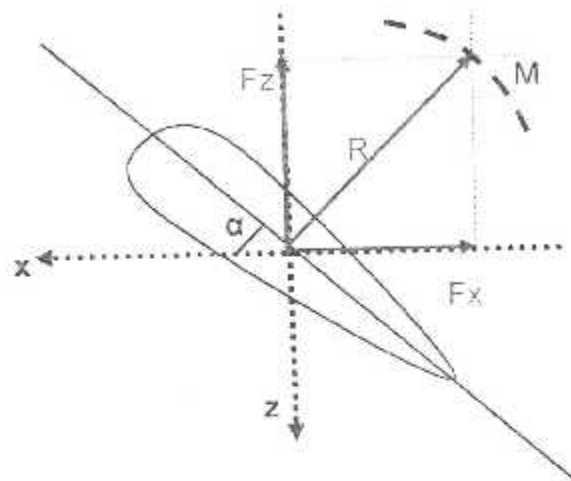
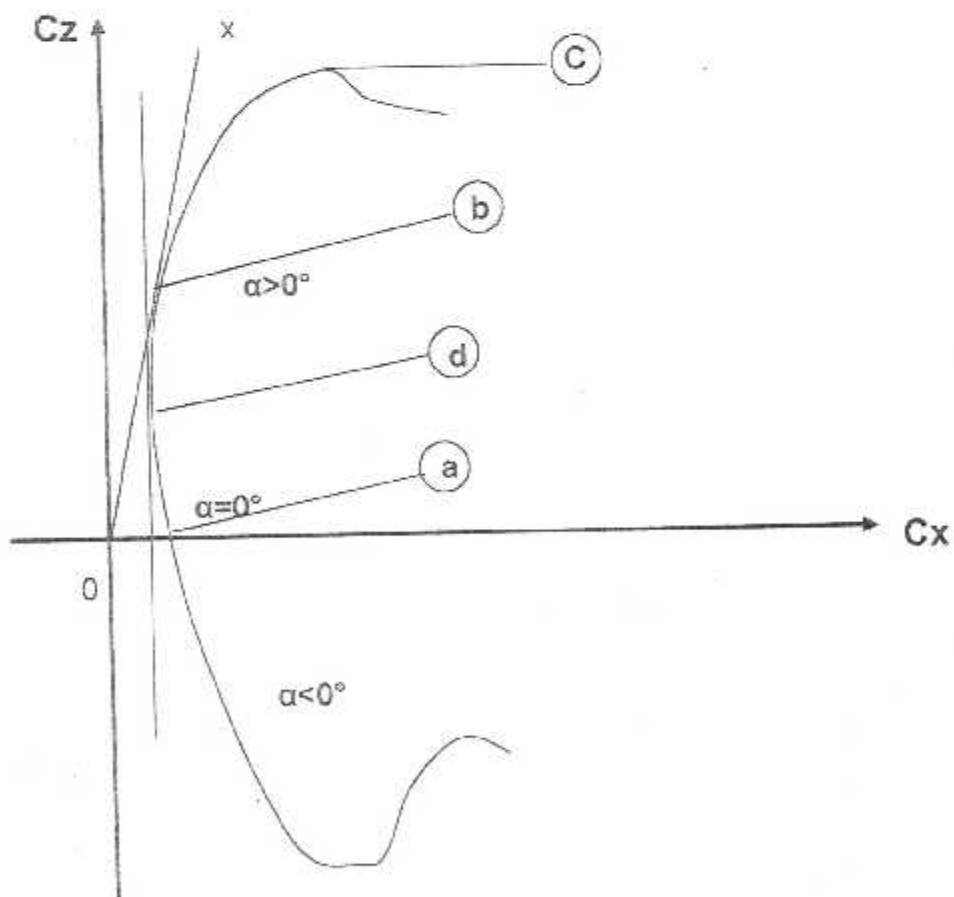


Fig. 1.13 : Méthode de la présentation graphique de la courbe de la polaire de l'aile



I.3.5 La couche limite :

Si un corps est plongé dans un fluide réel en mouvement ; l'expérience nous montre que les molécules du fluide s'adhèrent à la paroi du corps. La vitesse de ce fluide s'accroît quand on s'éloigne de la paroi. Dans la zone entourant le corps la vitesse passe de V_0 à V . C'est la couche limite. [3]

On la définit comme étant la couche de quelque Cm d'épaisseur, épousant la forme de l'appareil.

L'écoulement des filets au niveau de la couche limite est ralenti près de la surface comme le montre la figure (1.15). Elle est donc la couche qui conditionne la résistance de frottement de corps. [3]

- **épaisseur de la couche limite :**
On appelle conventionnellement l'épaisseur de la couche limite ; la distance à la paroi à partir de laquelle la vitesse est égale à $0,99 V$.
- **couche limite laminaire :**
Dans cette couche la trajectoire des filets d'air reste parallèle.
- **couche limite turbulente :**
Dans cette couche ; la trajectoire des filets d'air est désordonnée.

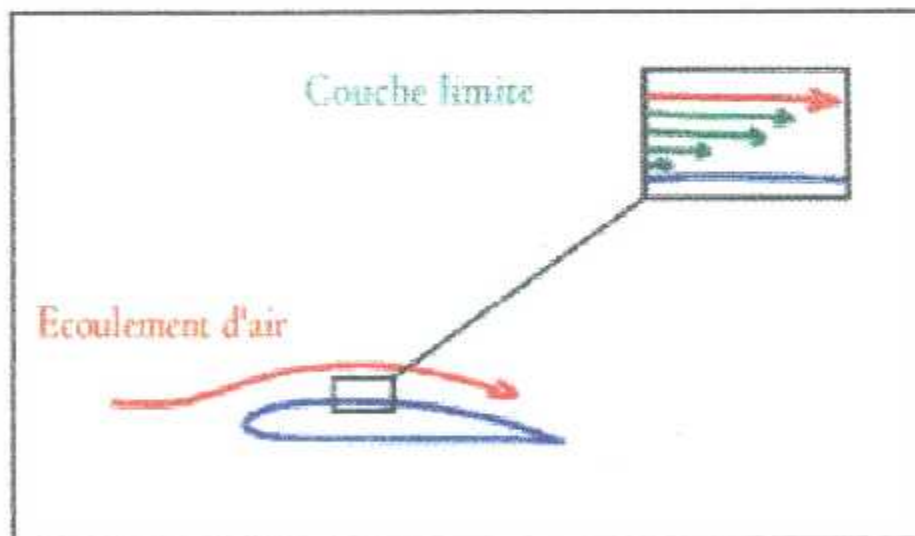


Fig. 1.15 : Schéma présentatif de la couche limite

CHAPITRE II

Dispositifs hypersustentateurs

CHAPITRE II

DISPOSITIFS HYPERSUSTENTATEURS

II.1 INTRODUCTION :

Ce chapitre présente les différents types des dispositifs hypersustentateurs. Pour cela nous allons l'introduire par des généralités sur le rôle principal de ces dispositifs puis nous allons montrer les caractéristiques aérodynamiques des hypersustentateurs en mentionnant leurs influences sur la courbe de la polaire.

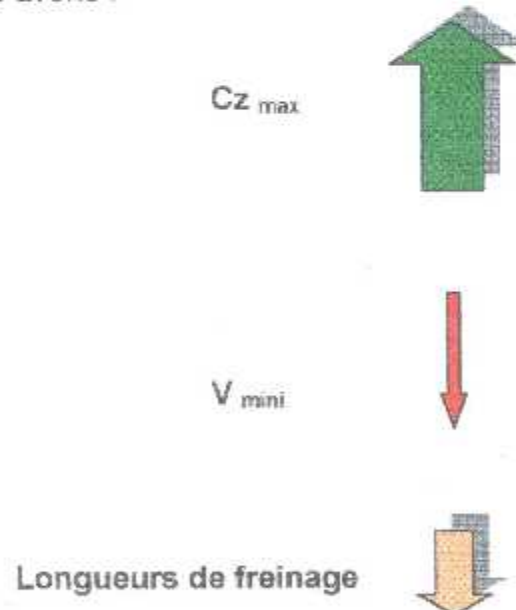
II.2 BUT ET PRINCIPE :

II.2.1 But :

Dans les phases de décollage, montée, approche et atterrissage d'un avion, la vitesse est faible, et même elle doit être réduite le plus possible sans influencer sur la portance de notre avion.

Les dispositifs hypersustentateurs montés sur les ailes nous permettent des vitesses d'approche réduite d'où des longueurs de freinage dérisoires.

Pour cela nous avons :



C'est le but des dispositifs hypersustentateurs.

II.2.2 Principe :

Si en croisière la rentabilité implique une vitesse élevée, au abord immédiat du terrain par contre une faible vitesse permettra de moins grandes longueurs de piste pour les décollages et l'atterrissage. Les freins moins sollicités gagneront en poids et longévité. [5]

$mg = 1/2 \rho V^2 S C_z$ montrera une diminution de vitesse et associée à une augmentation de C_z jusqu'à $mg = 1/2 \rho V_{min}^2 S C_{z_{max}}$. Si la vitesse est encore trop élevée, l'hypersustentation permettra modifiant l'avion initial dit « avion lisse » de la diminuer. [5]

L'hypersustentation consiste à augmenter S et $C_{z_{max}}$. Pour cela la forme va être modifiée par le braquage des éléments suivants :

- **Bec de bord d'attaque** (Figure 2.1)
- **Voilet de bord de fuite** (Figure 2.2)

Elle a donc pour but de provoquer une variation des caractéristiques aérodynamiques du profil : portance – traînée. Ainsi le braquage d'un volet a pour effet primaire une augmentation de la portance et accroissement de la traînée.

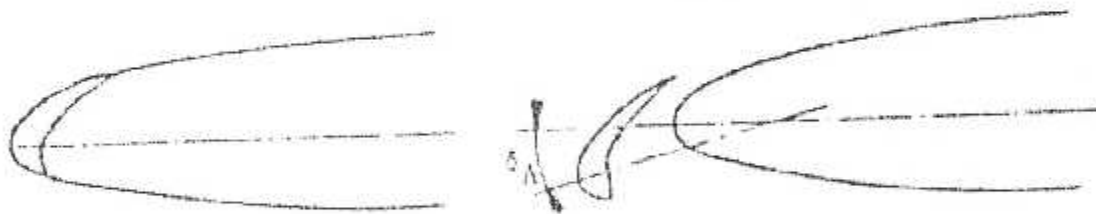


FIG. 2.1 : Bec de bord d'attaque

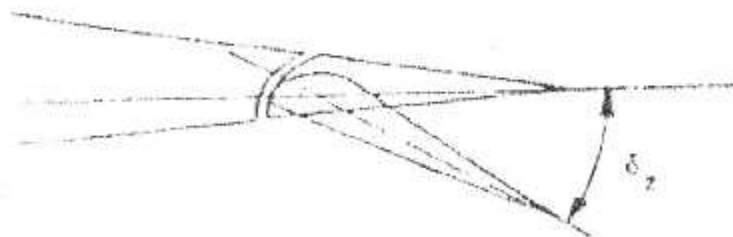


FIG. 2.2 : Voilet de bord de fuite

II.3 DISPOSITIFS DE BORD D'ATTAQUE :

II.3.1 Principe :

- Leurs rôles est de fluidifier l'écoulements des filets d'air par-dessus de bord d'attaque et permettre un angle d'attaque plus élevé sans décrochage et ils servent principalement à augmenter le portance lors de l'atterrissage et du décollage. [3]
- Ces dispositifs ont un rôle qui consiste à accentuer la courbure de l'aile, mais seulement au niveau du bord d'attaque, ainsi ils peuvent permettre aux filets d'air d'épouser plus facilement la forme de l'aile sans se décrocher de celle-ci. [3]
- Le bec de bord d'attaque détermine un canal convergent, l'aire de sortie de ce convergent sera animée d'une énergie cinétique suffisamment importante qui transmettra à la couche limite et repousse vers l'extrémité arrière de l'aile point de transition. [3]
- Une fente entre le bord d'attaque et le bec permet de souffler la couche limite et favorise un écoulement encore plus régulier.

II.3.2 Courbe de C_z en fonction de α :

La figure 2.3 nous montre la variation de C_z en fonction de l'angle d'incidence α . Tous les dispositifs hypersustentateurs de bord d'attaque prolongeront la courbe de $C_z - \alpha$; car l'augmentation de $C_{z_{max}}$ est toujours liée à une augmentation de α . [2]

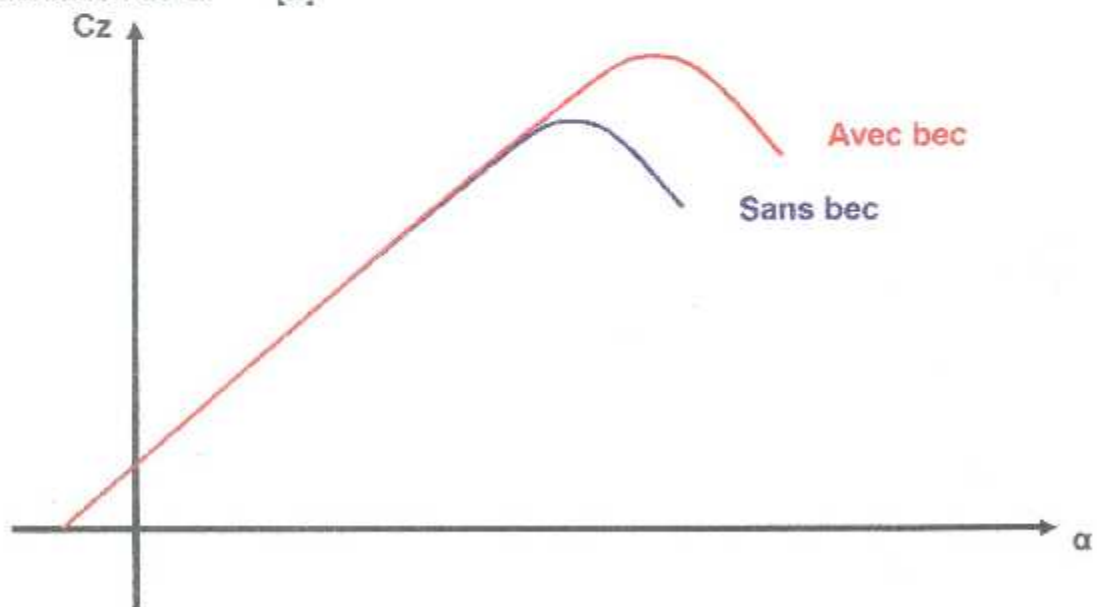


Fig. 2.3 : variation de C_z en fonction de α

II.3.3 Différents types des dispositifs de bord d'attaque :

a) *Bec à fente :*

Ouverture automatique ou commandée.

Aux extrémités marginales ils assurent un meilleur fonctionnement des ailerons aux grandes incidences. Toute fois aux grand Re (vitesse de croisière) la discontinuité de surface fente fermée risque de localiser le point de transition très près de bord d'attaque. Exige donc un raccordement particulièrement soigné. (Voir figure 2.4)

• translation :



• translation + rotation :

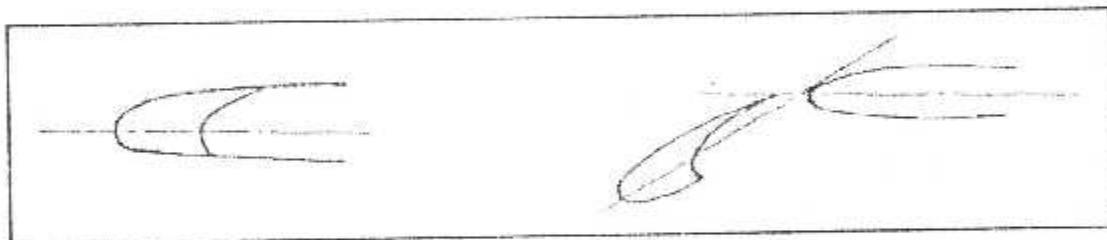


Fig. 2.4 Représentation du bec à fente

b) *Bord d'attaque déformable :*

Dispositifs caoutchoutés, un boudin normalement plaqué sur l'intrados par un tendeur se gonfle créant une déformation locale à l'intrados dans la région du bord d'attaque. (Voir figure 2.5).

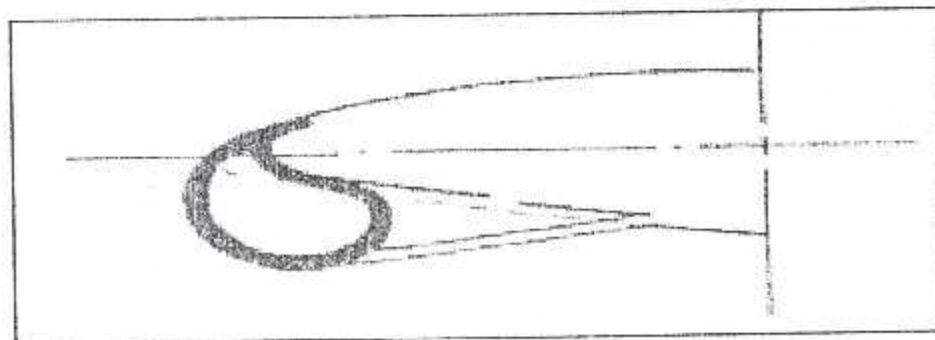


Fig. 2.5 Représentation du bec de bord d'attaque caoutchouté

c) Volet Krüger :

Prolonge le profil vers l'avant en augmentant la surface et la courbure de l'aile. Le volet braquable se replie sur l'intrados. (Voir figure 2.6)

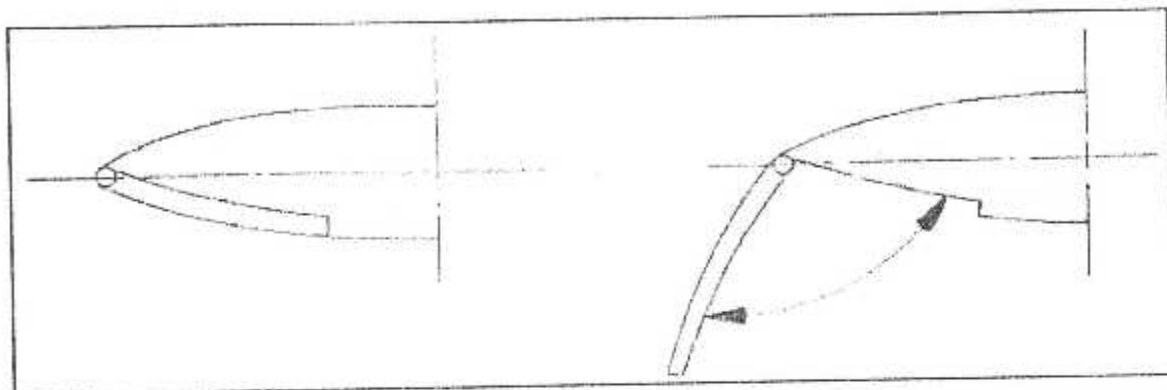


Fig. 2.6 : Représentation du volet Krüger

d) Bec Betz :

Supplantée par le Krüger dont il est variante. Le volet coulisse sur une rompe à galets.

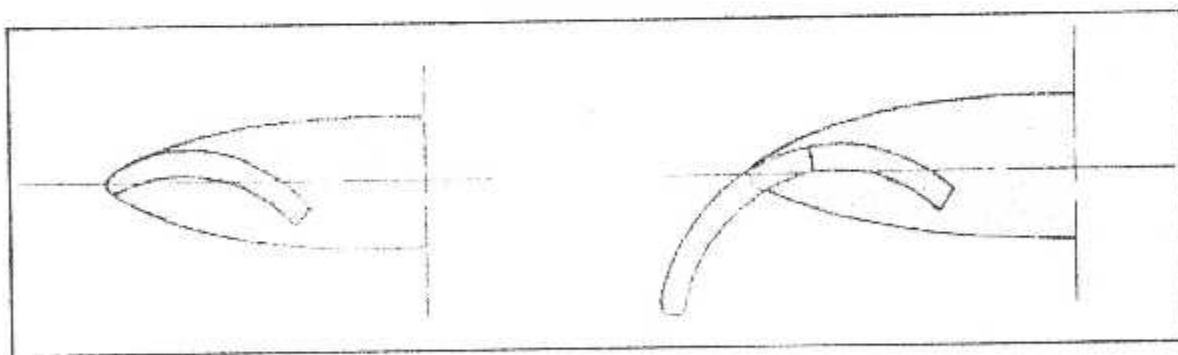


Fig. 2.7 : Représentation du bec Betz

La figure suivante (2.8) nous indique le fonctionnement mécanique des différents types des dispositifs de bord d'attaque. [5]

Posons :

- A = augmentation de la surface.
- B = augmentation de la courbure.
- C = traitement de la couche limite.

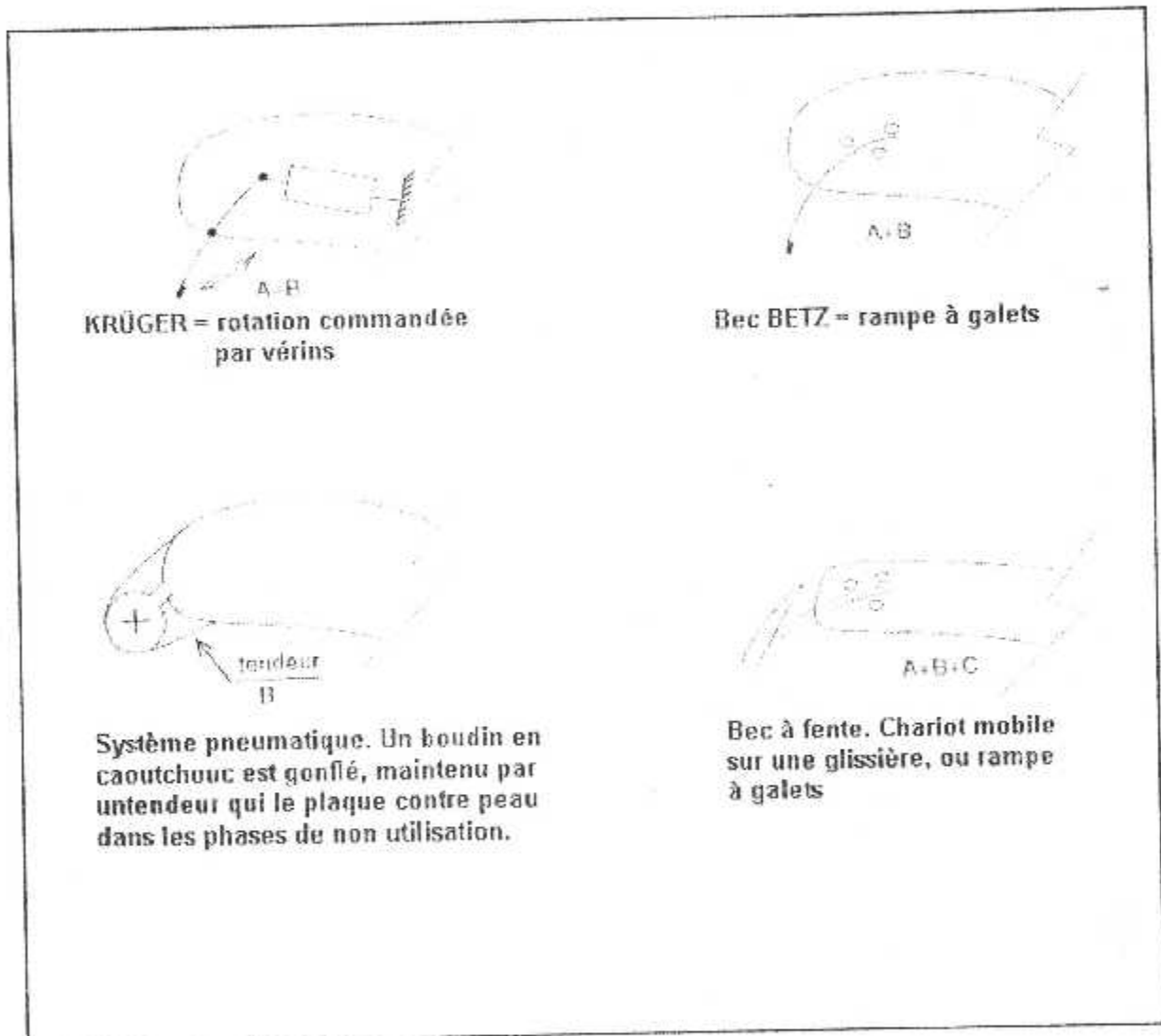


Fig. 2.8 : Fonctionnement mécanique des différents becs de bord d'attaque

II.4 DISPOSITIFS DE BORD DE FUITE :

II.4.1 Principe : [2]

Le rôle des dispositifs de bord de fuite consiste à :

- Accentuer la portance, en augmentant la courbure de l'aile par braquage du bord de fuite.
- Augmenter la surface par déploiement de volets annexes.
- Réactiver éventuellement l'écoulement d'extrados par un piquage de l'intrados au moyen d'une fente.

II.4.2 Courbe de C_z en fonction de α :

La figure 2.9 présente la variation de C_z en fonction de l'incidence α .

Tous les dispositifs hypersustentateurs de bord de fuite translateront la courbe de $C_z - \alpha$. L'augmentation de $C_{z_{max}}$ se fait à α de C_z constant. [2]

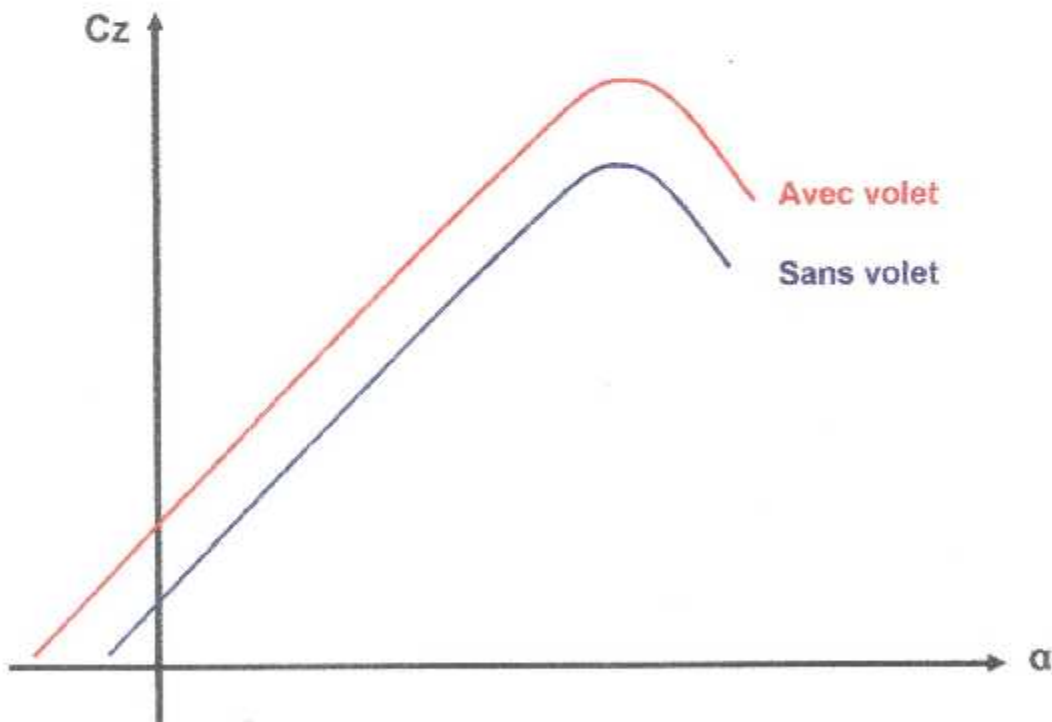


Fig. 2.9 : variation de C_z en fonction de α

II.4.3 Différents types des dispositifs de bord de fuite :

a) Volet d'intrados :

L'intrados de bord de fuite seul est mobile. Le braquage de ce volet apporte de l'hypersustentation mais aussi un supplément de traînée important, même pour les faibles braquages. [6]

Malgré sa simplicité technologique et son faible poids, il est actuellement peu utilisé (Voir figure 2.10)

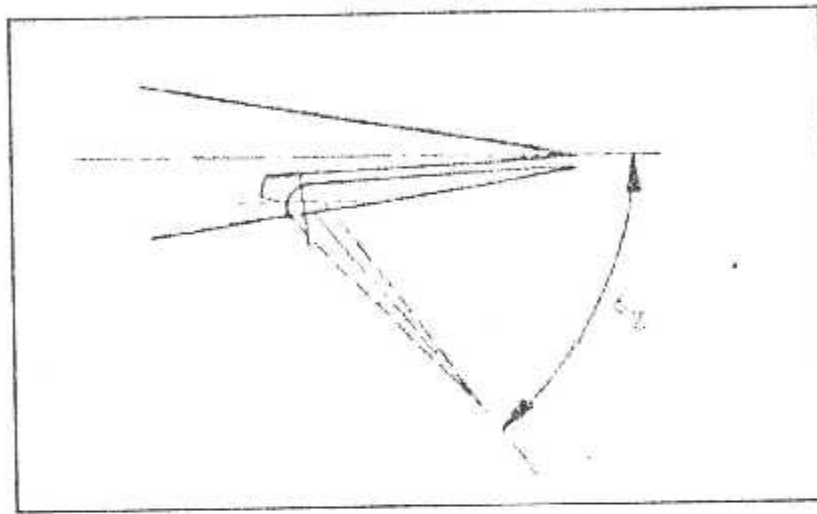


Fig. 2.10 : Représentation du volet d'intrados

b) Volet à fente :

Ce dispositif comporte une fente importante entre la partie principale du profil (partie fixe) et le volet qui est en fait un second profil. Cette fente est obtenue du braquage du volet, ce qui nécessite un axe d'articulation éloigné de la corde du profil et mobile en fonction de braquage. (Voir figure 2.11)

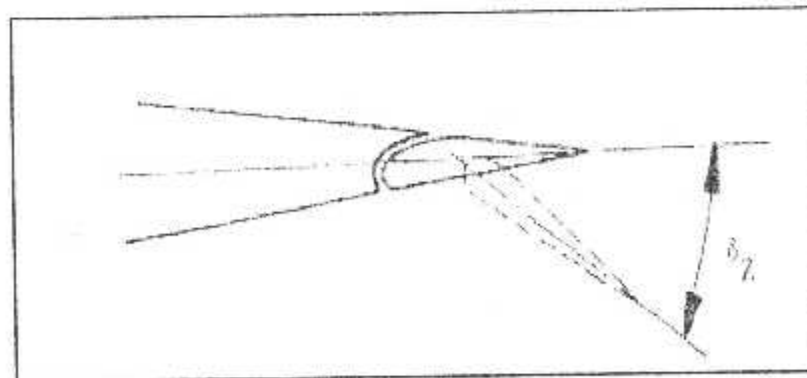


Fig. 2.11 : Représentation de volet à fente

c) Volet à double fente :

Principe similaire que le volet à fente. Un déflecteur est situé entre le bord de fuite et le volet ; braqué moins fort que ce dernier, il dévie la première fois les filets d'air, permettant ainsi à l'élément principal un braquage plus important. (Voir figure 2.12). [6]

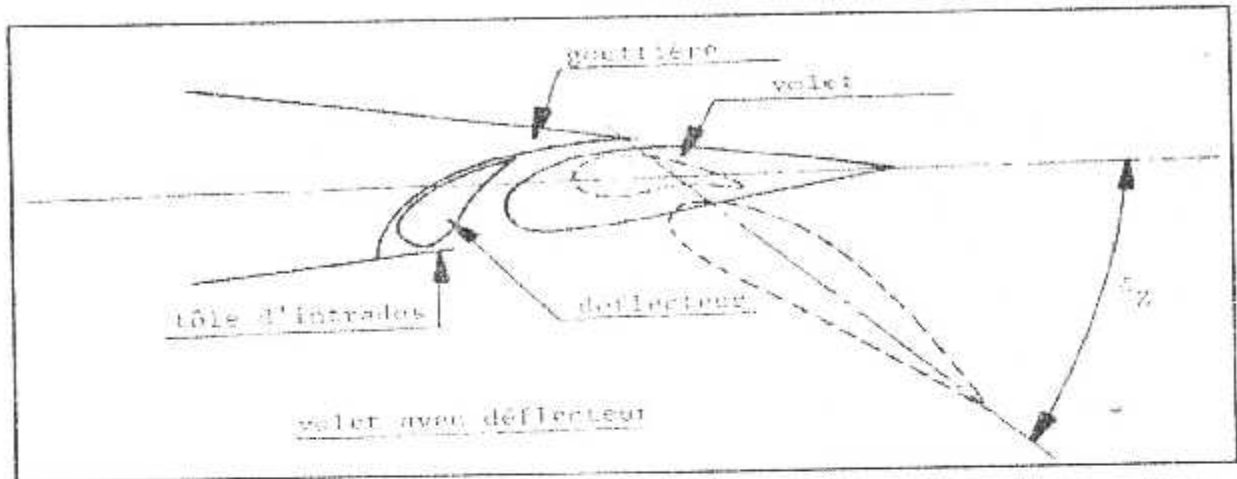


Fig. 2.12 : Représentation du volet à double fentes

d) Volet Fowler :

C'est un volet à fente à grand recul constitué uniquement par la partie inférieure de bord de fuite. L'extrados du profil reste fixe.

Ce type de volet permet l'augmentation de Cz_{max} par la modification du profil. Ce volet agit de la même façon qu'un volet à fente mais aussi par son recul important qui augmente la corde du profil et de ce fait le coefficient par la portance Cz . Toute fois la complexité cinématique de sortie de volet Fowler et du supplément de poids qu'elle entraîne limitent son utilisation. (Voir figure 2.13). [6]

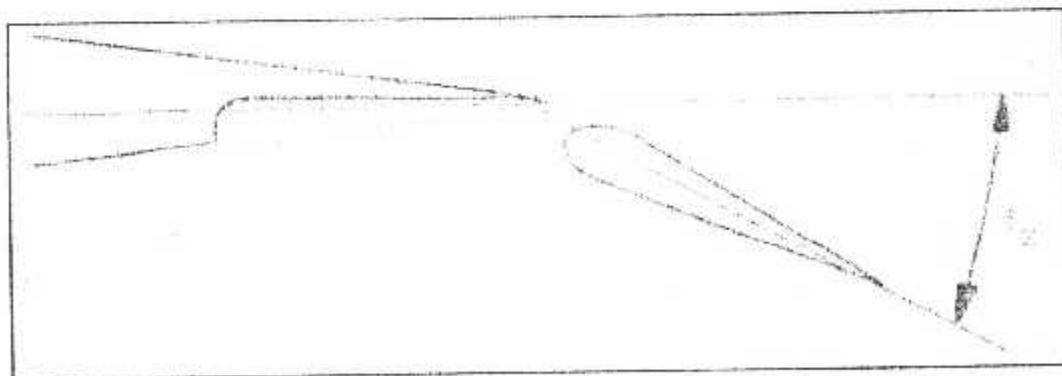


Fig. 2.13 : Représentation de volet Fowler

e) Volet de courbure :

La partie arrière du profil pivote autour d'un axe situé sur la corde au voisinage direct de celui - ci, le volet se présente sous deux types. (Voir figure 2.14)

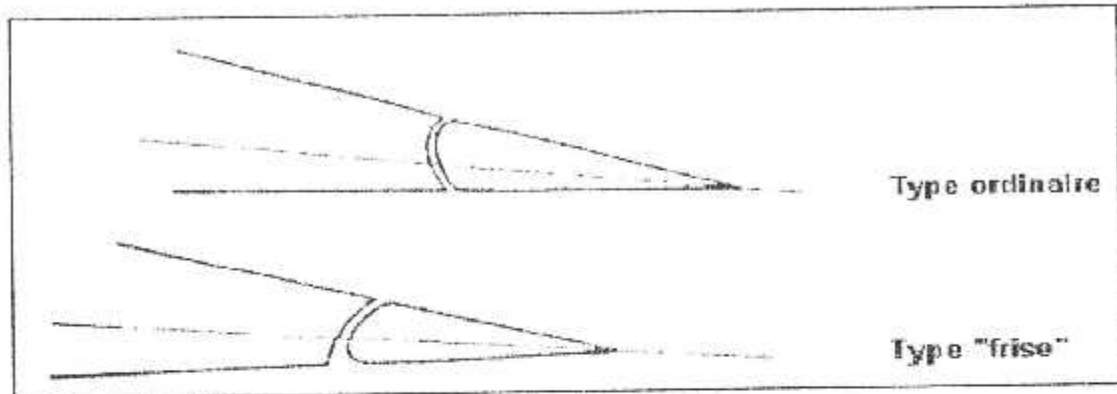


Fig. 2.14 : Représentation du volet de courbure

La figure suivante (2.15) nous indique le fonctionnement mécanique des différents types de dispositifs de bord de fuite cités précédemment. [5]

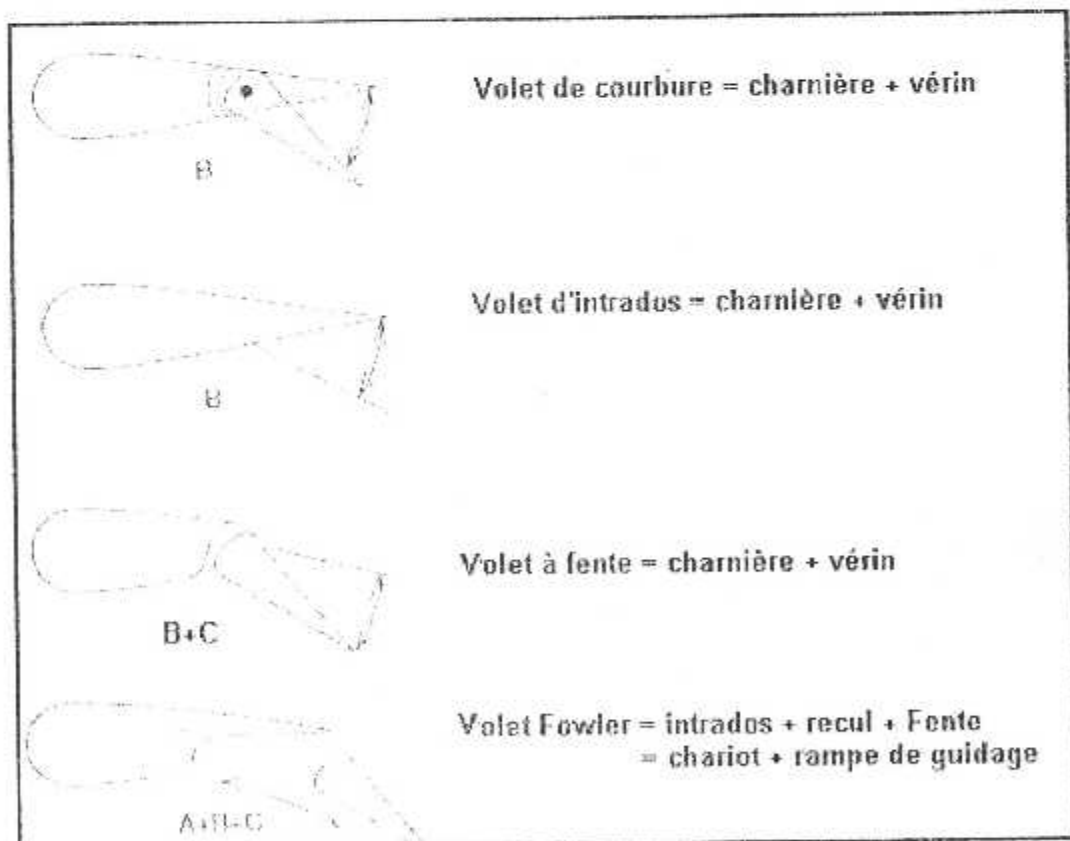


Fig. 2.15 : Fonctionnement mécanique des différents volets de bord de fuite

II.5 ECOULEMENT AUTOUR DES HYPERSUSTENTATEURS :

II.5.1 Autour du bec de bord d'attaque :

L'action du bec est double : [6]

- a) *maintenir aux grandes incidences un écoulement correct, dans la zone de bord d'attaque (recule de l'incidence d'adaptation).*

En effet, la présence du bec diminue très nettement la pointe de dépression dans la zone et permet ainsi d'accroître le profil toute en conservant une répartition des pression acceptable.

- b) *souffler la couche limite sur l'intrados du profil dans la zone de survitesse et de se fait réduire les risque de décollement de la couche limite qui lui sont inhérents.*

Pour cela il est nécessaire que le bec soit placé d'une manière à assurer un écoulement saint dans la fente. Celui – ci arrive tangent sur le bord d'attaque de la partie fixe du profil et redonne de l'énergie à la couche limite.
(Voir figure 2.16).

On dispose la figure 2.17 qui présente l'écoulement de l'aire autour de bec de bord d'attque. [3]

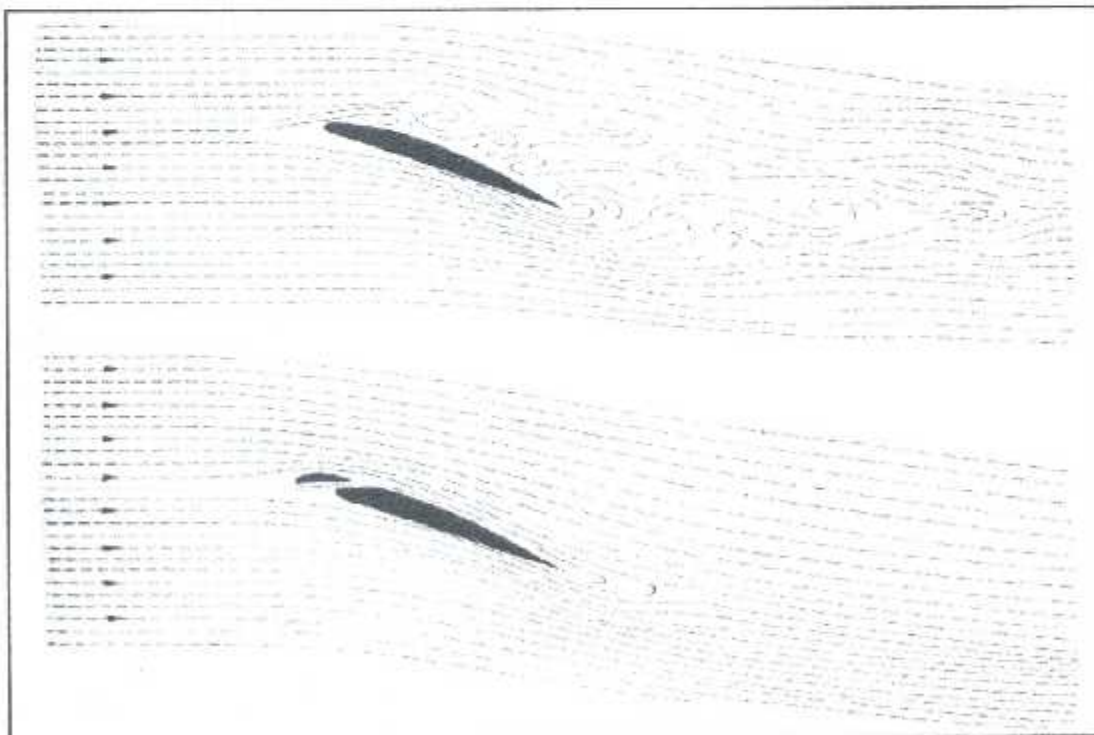


Fig. 2.16 : Effet de fente sur l'écoulement autour d'un profil à un angle d'attaque élevé.

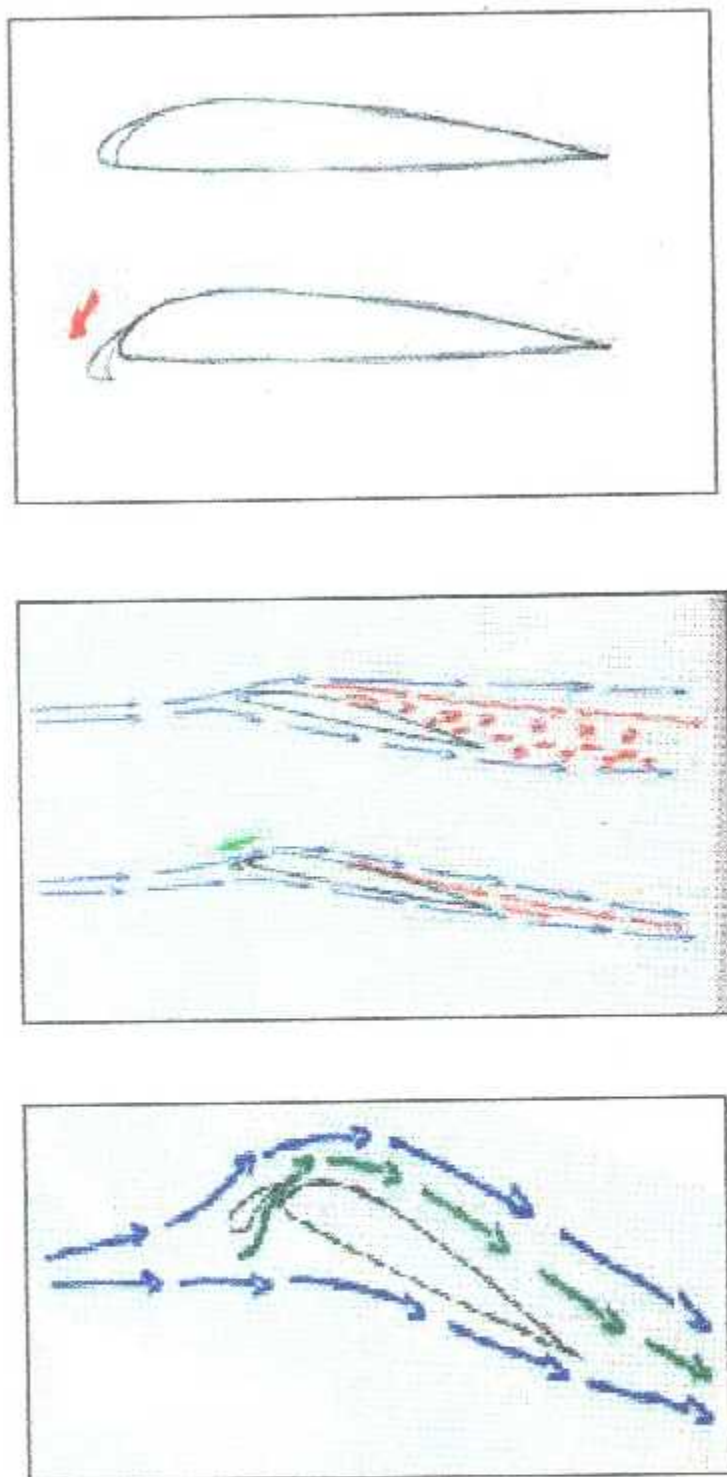


Fig. 2.17 : Ecoulement de l'air autour du bec de bord d'attaque

II.5.2 Autour du volet de bord de fuite :

Le volet se comporte comme un profil ayant son écoulement propre avec un point d'arrêt et un contournement de bord d'attaque ; avec toute fois une interaction entre la partie principale du profil et le volet. [6]

Cet écoulement est mis en évidence par la trace des lignes de courant obtenu en cuve d'analogie rhéoelectrique (fluide parfait) comme le montre la figure suivante. (Voire figure 2.18). [6]

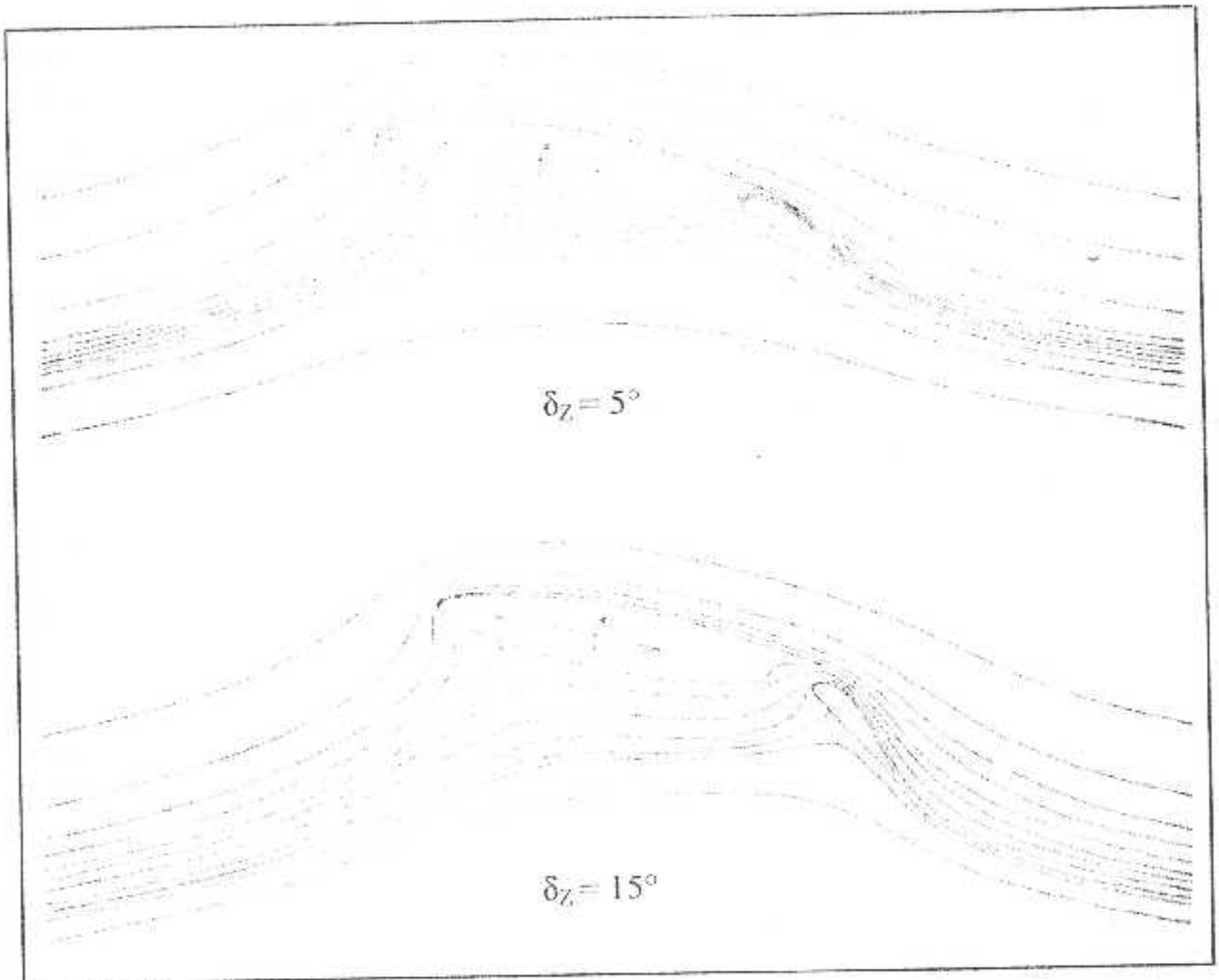


Fig. 2.18 : Tracé des lignes de courant – influence de braquage du volet

Le volet à deux buts : [6]

- modifier la courbure générale du profil et de ce fait apporter un ΔC_z positif.
- Améliorer l'écoulement sur l'extrados du volet et plus particulièrement au droit de la cassure engendrée par le braquage en contrôlant la couche limite.

La fente du « volet à fente » dont la géométrie est bien étudiée (forme du bord d'attaque, de la gouttière, position de l'axe d'articulation) constitue un convergent captant une partie de fluide de l'intrados qui s'écoule par un col et qui arrive tangentiellement sur l'extrados du volet avec une vitesse importante. Cet écoulement lèche la partie inférieure de la couche limite provenant de l'extrados du profil et ainsi lui redonne de l'énergie. Cet apport d'énergie, particulièrement dans la zone de la couche limite où les vitesses sont les plus faibles permet à cette dernière de ne pas décoller. (Voir figure 2.19).

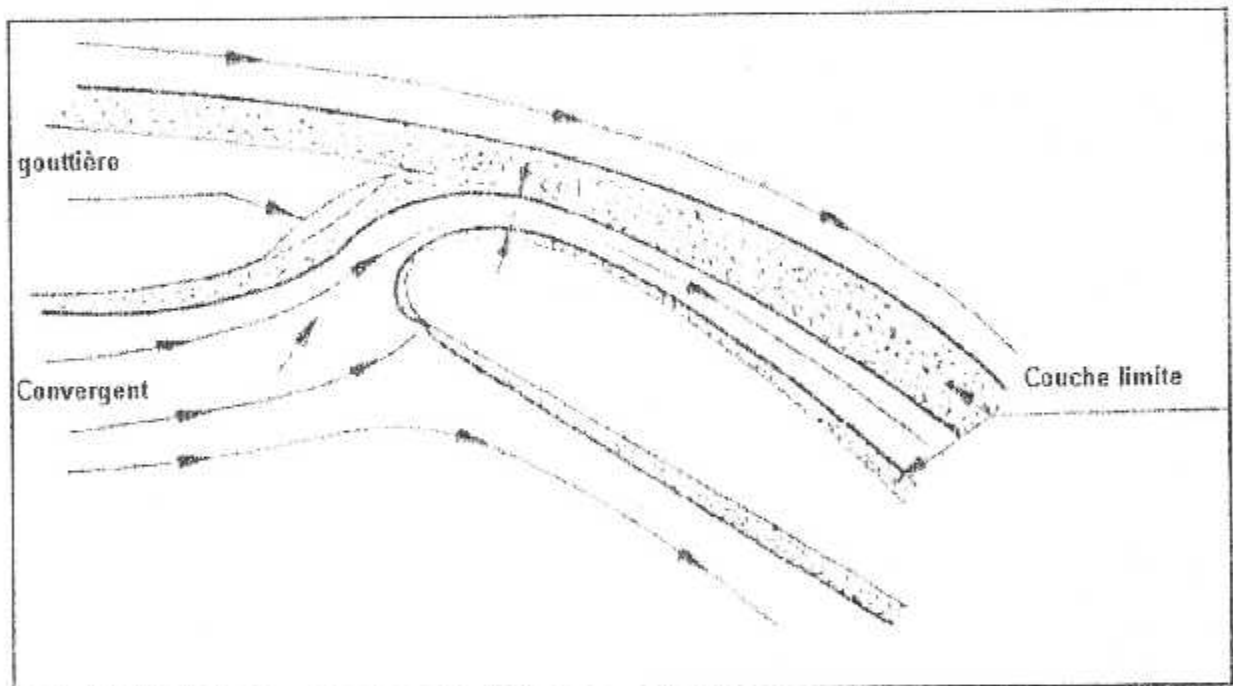


Fig. 2.19 : Effet de fente sur le dispositif de bord de fuite

Pour que la fente fonctionne bien, elle faut qu'elle soit alimentée par un fluide saint, c'est-à-dire externe à la couche limite. Les croquis suivants donnent deux cas de fonctionnement du volet :

a) Fonctionnement correct :

La couche limite de provenant de l'intrados du profil et celle issue du point d'arrêt du volet sont séparées et permettant un écoulement sain sur le bord d'attaque volet. (Voir figure 2.20).

Notons toutefois qu'une zone d'eau morte au niveau de la gouttière due au décollement local.

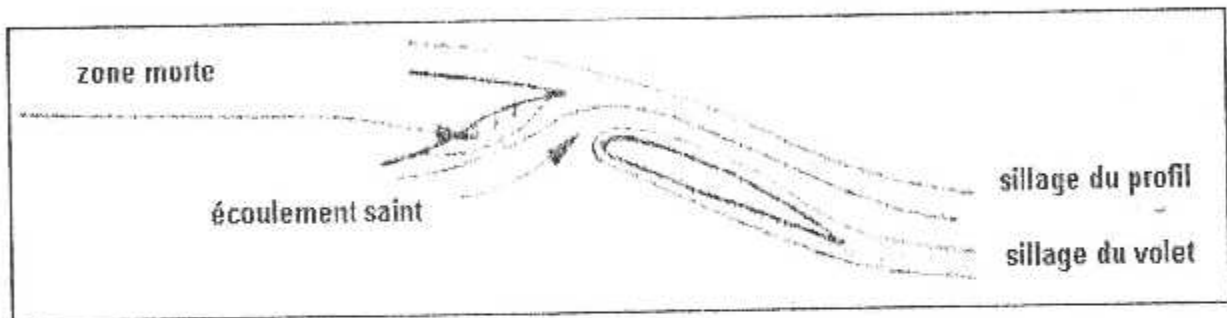


Fig. 2.20 : Fonctionnement correct des volets de bord de fuite

b) Fonctionnement incorrect :

Le volet est entièrement situé dans le sillage du profil et de ce fait son efficacité est très réduite. (Voire figure 2.21)

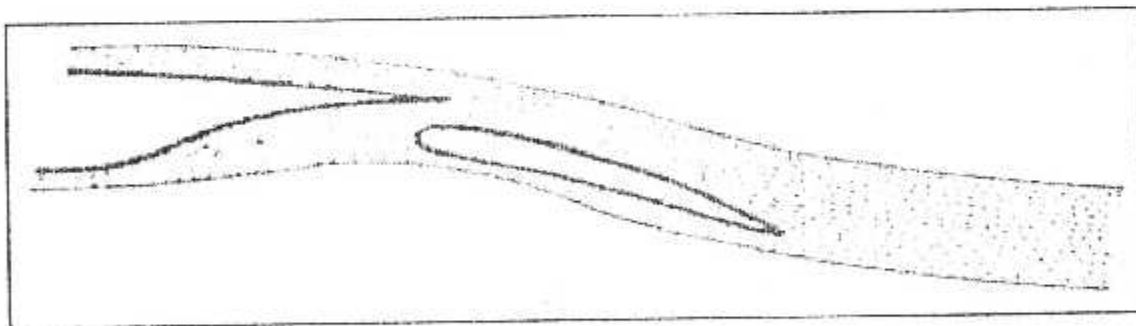


Fig. 2.21 : Fonctionnement incorrecte des volet de bord de fuite

La figure 2.22 indique l'écoulement de l'air autour de quelques dispositifs de bord de fuite. [3]

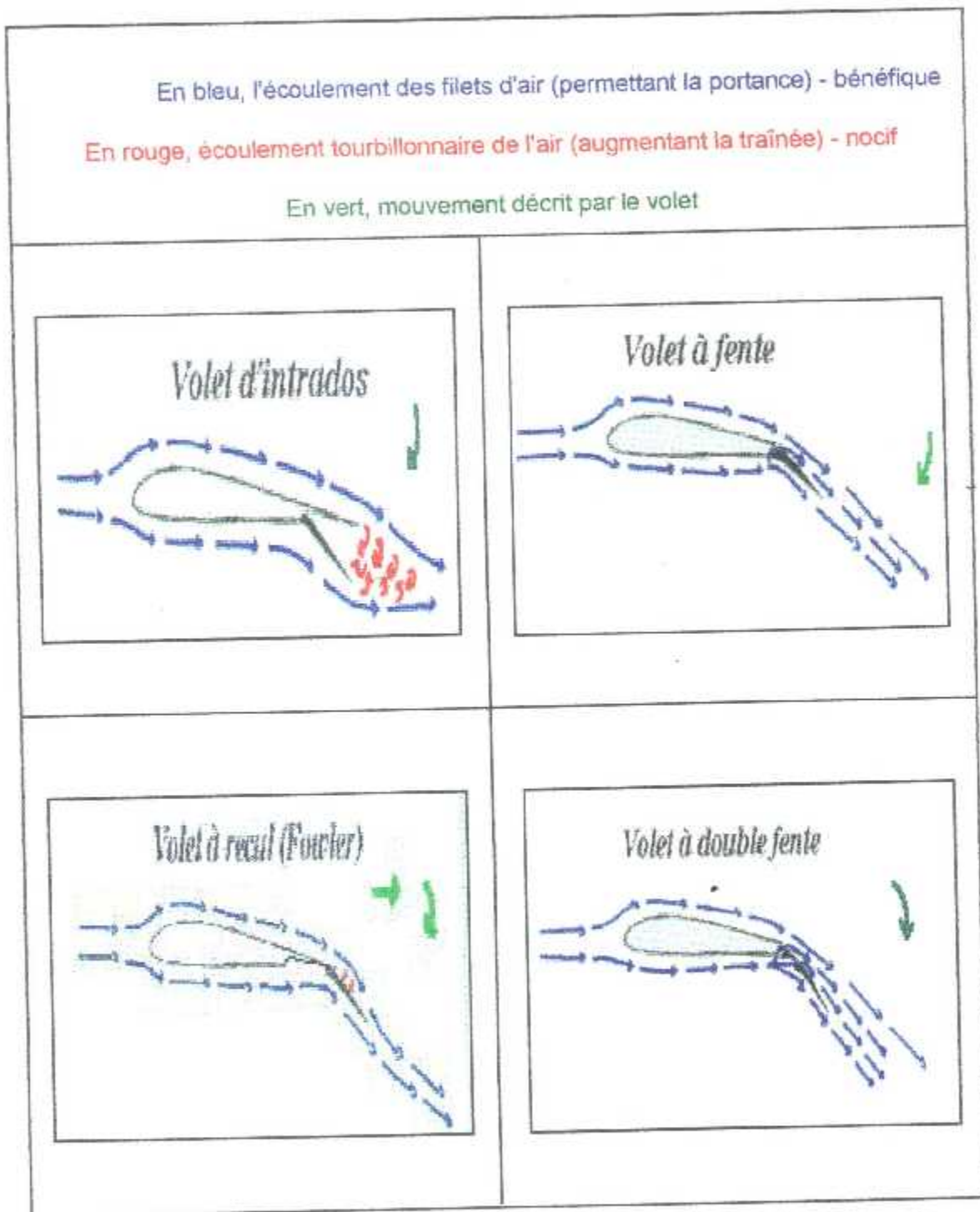


Fig. 2.22 : L'écoulement de l'air autour des volets de bord de fuite

II.6 INFLUENCE SUR LA COURBE DE LA POLAIRE :

- Les volets seront faiblement braqués pendant le décollage car l'augmentation de C_z n'est pas entraînée par l'augmentation très importante de C_x .
- Le braquage des volets sera maximum à l'atterrissage, l'augmentation de C_x permet de freiner l'avion.

L'utilisation des dispositifs hypersustentateurs permet d'obtenir des portances très élevées comme l'indique la figure 2.23. sur celle si nous voyons que le $C_{z_{max}}$ peut atteindre 5 et même le dépasser en écoulement plan. [6]

Toute fois, ces résultats sont acquis avec des dispositifs très sophistiqués qui demandent une technologie très développée et de ce fait coûteuse qui ne peut être appliqué à tout les avions. [6]

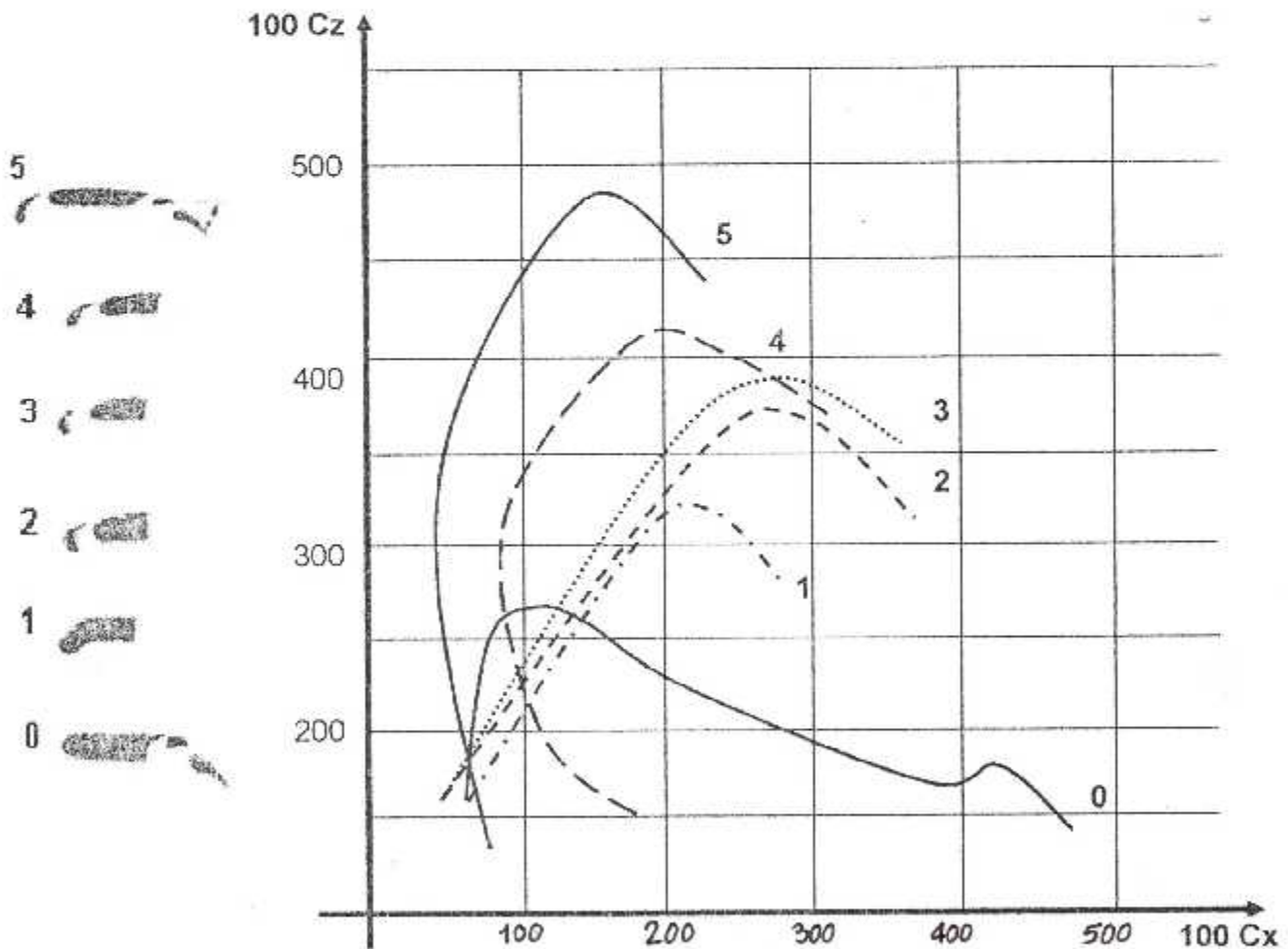


Fig. 2.23 : Influence des différents types des dispositifs hypersustentateurs sur la courbe de la polaire

II.6 CONCLUSION :

Après avoir traité ce chapitre ; nous avons constaté que les dispositifs hypersustentateurs permettent des portances élevées à des faibles vitesses. Ce qui provoque une variation du comportement aérodynamique.

L'augmentation des surfaces des ailes provoquée par le braquage des bords de bord d'attaque et les volets de bord de fuite permettent aussi d'avoir des distances de décollage et d'atterrissage courtes.

CHAPITRE III

ANALYSE STRUCTURALE DES MOLES EN ALUMINE

CHAPITRE III

PRESENTATION STRUCTURALE DES VOLETS DU BEECH 1900D

III.1 INTRODUCTION :

La structure des volets du Beech 1900D est traitée dans cette partie de notre thèse. Où nous commençant par donner une présentation générale de ce type d'aéronef. Soit ; la silhouette générale, les caractéristiques dimensionnelles et nous rappelons aussi quelques particularités du Beech.

Nous citerons notamment les différents séries de cet avion qui sont les séries UA / UB / UC et le Beech 1900D série UE.

Nous allons finir ce chapitre par une présentation d'une maquette démonstrative qui fait apparaître la structure des volets du Beech.

III.2 HISTORIQUE : [7]

Le Beech 1900D (configuration 19 places) a été agréé avec le 350, les deux développements du King Air 200 et le C99 pour Beech rentre dans le marché aérien régional en 1978.

Le plus grand progrès réalisé du King Air 200 au Beech 1900 se constitue essentiellement de l'allongement capital du fuselage (17.6m/57ft10in comparé à 13.34m/43ft9in), d'autre part il y a eu de nombreux changements incluant :

- L'augmentation de la puissance des moteurs.
- La modification de l'empennage en lettre T.
- Des ailettes dans chaque côté inférieur à l'arrière du fuselage.

Le développement du 1900 commence en 1979, avec l'inauguration du premier vol en 3 septembre 1982, ainsi la certification FAA US a été récompensée en novembre 1983, la priorité de l'entrer en service pour le 1900C était en février de l'année suivante. La première version conçue pour le transport aérien a été délivrée en 1985.

Durant la production du 1900C, l'intégration du réservoir d'aile apporte l'augmentation de la capacité du carburant à 927 litres (204INPGAL), ainsi il offre des versions pour les missions suivantes :

- Transport par l'aviation militaire.
- Surveillance des pétroliers maritimes.

Beech annonce l'approbation du 1900D au cours de la réunion de l'association de l'aviation régional des U.S.A , rassemblé en 1989 en présentant un prototype de l'avion et avec un premier vol en 1991, et une première livraison à MESA AIR en novembre de la même année.

Le principal changement apporté au 1900D a été la profondeur du fuselage avec un espace de déplacement dans la cabine passager, ainsi il offre une grande largeur pour la porte de la cabine Pax, Fret et celle des fenêtres.

Le Beech 1900D a eu une grande demande sur le marché international, les premiers à l'avoir demandé et acquis était **MESA Airlines (compagnie Australienne)** et il a été commercialisé dans 118 firmes dont **Air Algérie**. Cette dernière a acquis quatre appareils de série UE. Sur le territoire aérien de l'Algérie 34 appareils circulent dont ,18 appartiennent à l'institution militaire, 12 à l'entreprise EI - Khalifa Airways (livraison pour septembre 2002).

III.3 CARACTERISTIQUES DU BEECH 1900D :

III.3.1 Silhouette générale : [3]

a) Le fuselage :

- La forme du fuselage de Beech 1900D est particulière. La section transversale est presque rectangulaire, le dessous est plus bombé. Ceci distingue le 1900D de la plus part des autres avions qui ont une section transversale circulaire donnant au fuselage une allure cylindrique.
- Une surface plane de chaque côté du de dessous arrière du fuselage et deux minis ailes fixe à l'arrière aussi.

b) La voilure :

La voilure du Beech 1900D est considéré comme un seul bloc et composée en trois partie : (Voir figure 3.1) [8]

- **Partie avant** : Contient le bord d'attaque protégé par un dispositif caoutchouté gonflable qui fait office de dégivrage.
- **Partie central (caisson central)** : contient le réservoir du carburant avec une capacité de 665 gallons.
- **Partie arrière** : le bord de fuite de la voilure du Beech 1900d comprend les hypersustentateurs et les ailerons.

On note que les deux extrémités de la voilure sont équipées des ailettes (winglet) avec une position élevée.

c) Empennages :

- En T (stabilisateur au sommet de la dérive), on note que les empennages ont des ailettes (winglet) fixées de chaque cotés avec une position basse.

Remarque : Le train principal en position rentré est logé dans le fuseau moteur.

La figure (3.2) nous donne une présentation générale du Beech 1900D.

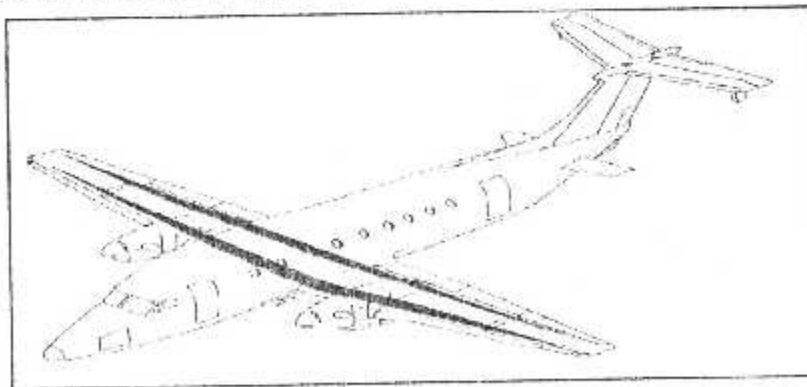


Fig. 3.1 : Présentation de la voilure du Beech 1900D.

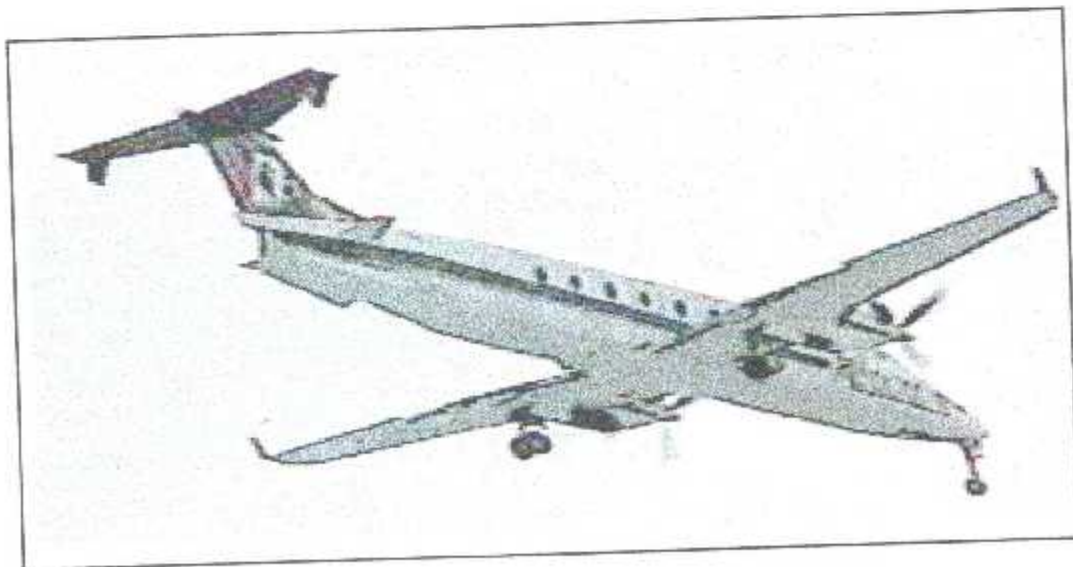
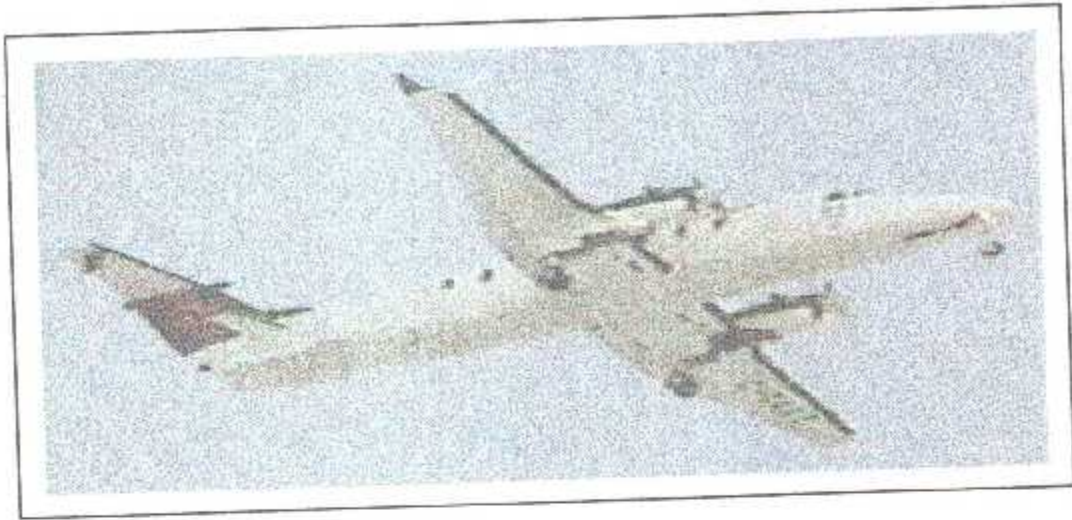


Fig. 3.2 : Représentation de l'avion Beech 1900D

III.3.2 Caractéristiques dimensionnelles : [3]

- a) L'envergure : 17.7m (57.98ft).
- b) Longueur : 17.6m (57.83ft).
- c) Hauteur maximale : 4.6m (14.98ft).
- d) Envergure du stabilisateur : 5.63m (18.48ft).
- e) Distances ente trains principaux : 5.24m (17.17ft).
- f) Angle de dièdre : +6°.

Sachant que :

1ft (pied) = 0.3048 m

La figure (3.3) nous indique d'une manière plus détaillée les caractéristiques dimensionnelles du Beech 1900D.

III.3.3 Puissances et capacités :**a) Puissance des moteurs : [3]**

- Nombre : 2.
- Position : sur ailes.
- Fabricant : PRTT & WHITNY - Canada.
- Type : PT6A _ 67D.
- Capacité : 955 kW.

b) Poids :

- Vide : 4831kg (10.650lb).
- Charge max : 7688kg (17.120lb).

Sachant que :

1 lbs = 0.453592 kg

- c) La portée : 2919 Km.
- d) Vitesse de croisière : 533 Km/h.
- e) Capacité des passagers et équipages : 19 passagers et 2 membres d'équipage. (voir figure 3.4)
- f) Le fabricant : Reytheon des U.S.A.

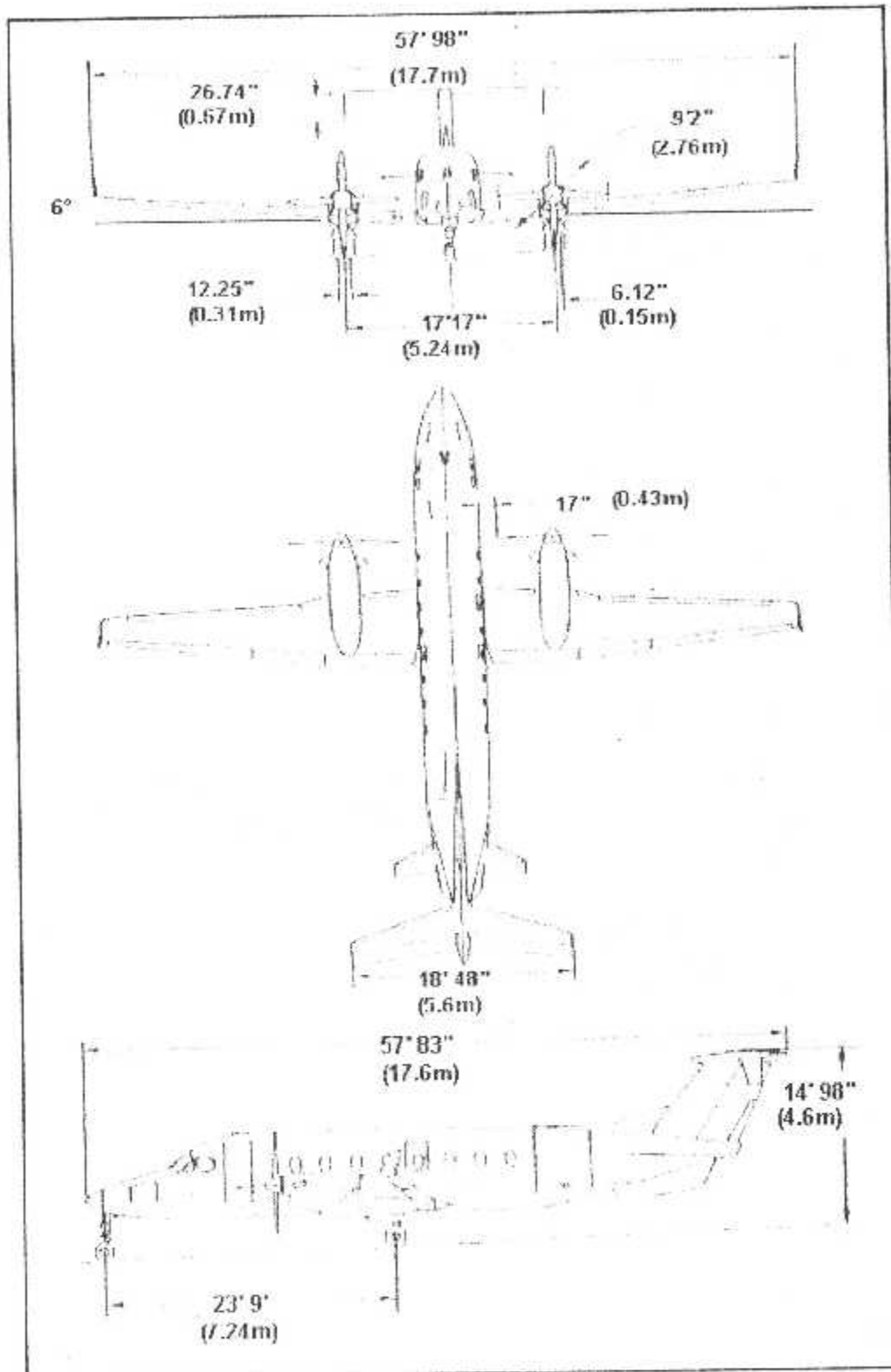


Fig. 3.3 : Caractéristiques dimensionnelles du Beech 1900D

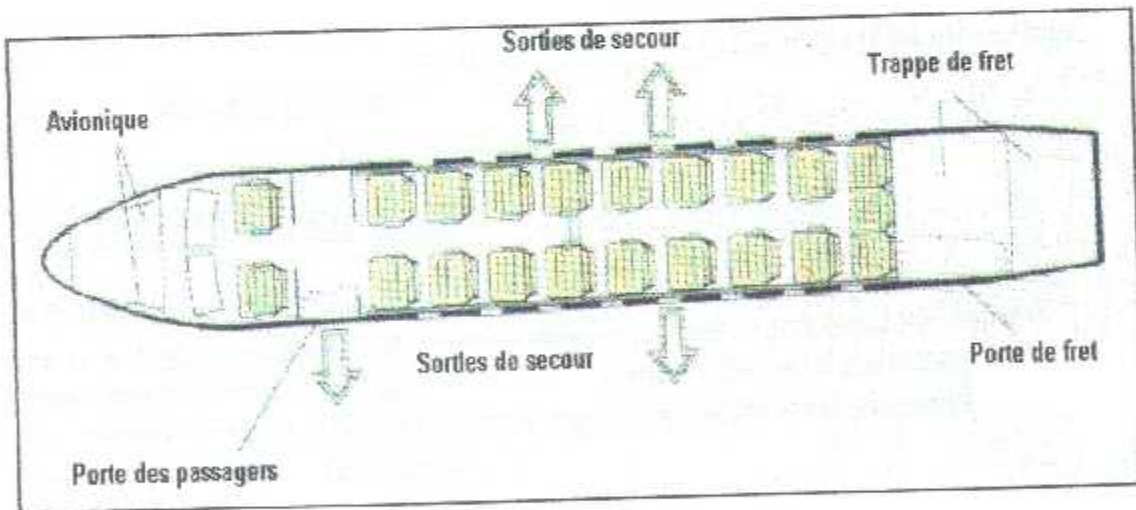
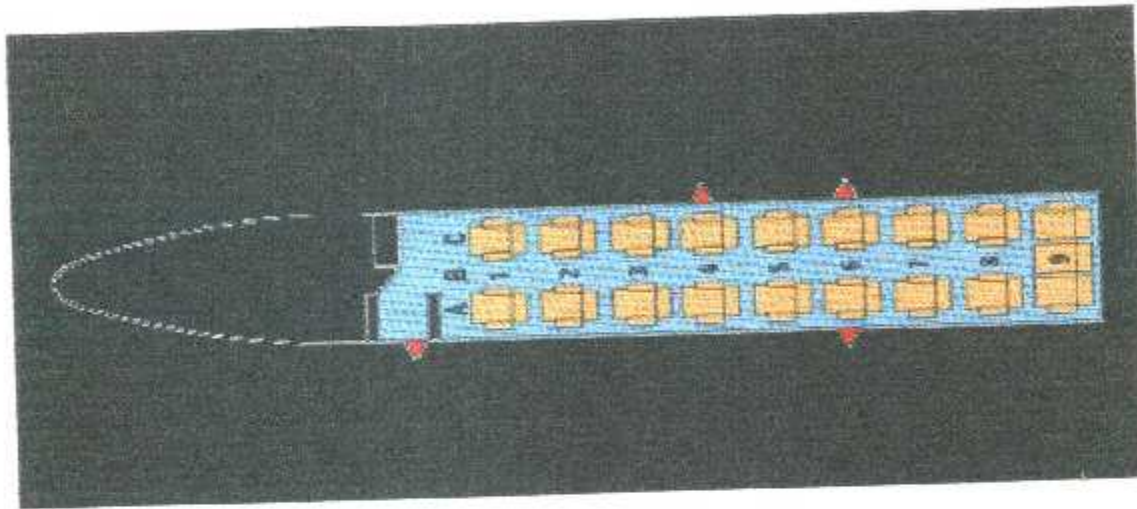


Fig. 3.4 : Présentation de nombre de passager de Beech 1900D

III.4 LES VOLETS DU BEECH 1900D : [8]

Ils existent quatre types de séries du Beech 1900D qui sont distingués comme suit :

- Le Type UE.
- Le Type UA.
- Le Type UB.
- Le Type UC.

Remarque : Le type de volet installé sur le Beech 1900D est le volets de courbure à fente.

III.3.1 Beech 1900D types UA / UB / UC :

Le Beech 1900D type UA, UB et UC de système comprend quatre positions de braquage des volets :

- Rentré (up) : 0°.
- Décollage (tack off) : 10°.
- Approche (approch) : 20°.
- Braquage max (down) : 35°.

III.3.2 Beech 1900D Type UE des volets :

Le Beech 1900D type de UE contient trois positions de braquage des volets :

- Rentré (up) : 0°.
- Décollage / atterrissage (tack off / approach) : 17°.
- Braquage max (down) : 35°.

Remarque : La position des volets est indiquée et enregistrée sur un indicateur des position des volets situé juste au-dessus des leviers de commande des moteurs dans le piédestal.

Pour des raisons de sa disponibilité ; dans ce qui suit nous traiterons seulement les volets du Beech 1900D type UE.

III.5 ETUDE STRUCTURALE DES VOLETS DU BEECH 1900D :

Les volets du Beech 1900D ; deux sur chaque une des ailes sont classés comme suite :

- Deux volets intérieurs.
- Deux volets extérieurs.

(Voir figure 3.5).

Le volet intérieur droit s'appelle « **volet maître** » ; car il contient tous les éléments qui nous donnent les informations suivant des conditions d'usage, on cite parmi ces éléments :

- Les interrupteurs de fin de course.
- Le transmetteur de position des volets.

III.5.1 Volets intérieurs :

Les volets du Beech 1900D ont une forme standard (bord d'attaque, bord de fuite, faux longeron) ils sont du types mono longerons bi caisson.

Le volet intérieur contient 11 nervures et deux demis nervure qui sont installées au niveau sur la partie arrière du faux longeron .Les nervures citées sont la nervure N° 6 et la nervure N°8.

Le bord d'attaque et le bord de fuite de ces nervures sont reliés par un faux longeron. (Voir figure 3.6). [9]

La structure est renforcée par trois tiges à l'arrière du bord de fuite du volet au niveau de l'extrados. Il s'agit des lisses.

La 3ème et la 11ème nervure permettant le logement des rails des volet et les roulement ; le tout est montée au niveau du bord d'attaque des ces nervures et permettant une liaison entre le volet et la partie arrière de l'aile.

Le vérin d'asservissement est monté au niveau du bord d'attaque de la 4ème nervure. Sur une partie de l'intrados des volets intérieurs ; on trouve une structure plus bombée. Cette partie est la continuité du fuseau moteur.

(Revoir figure 3.6)

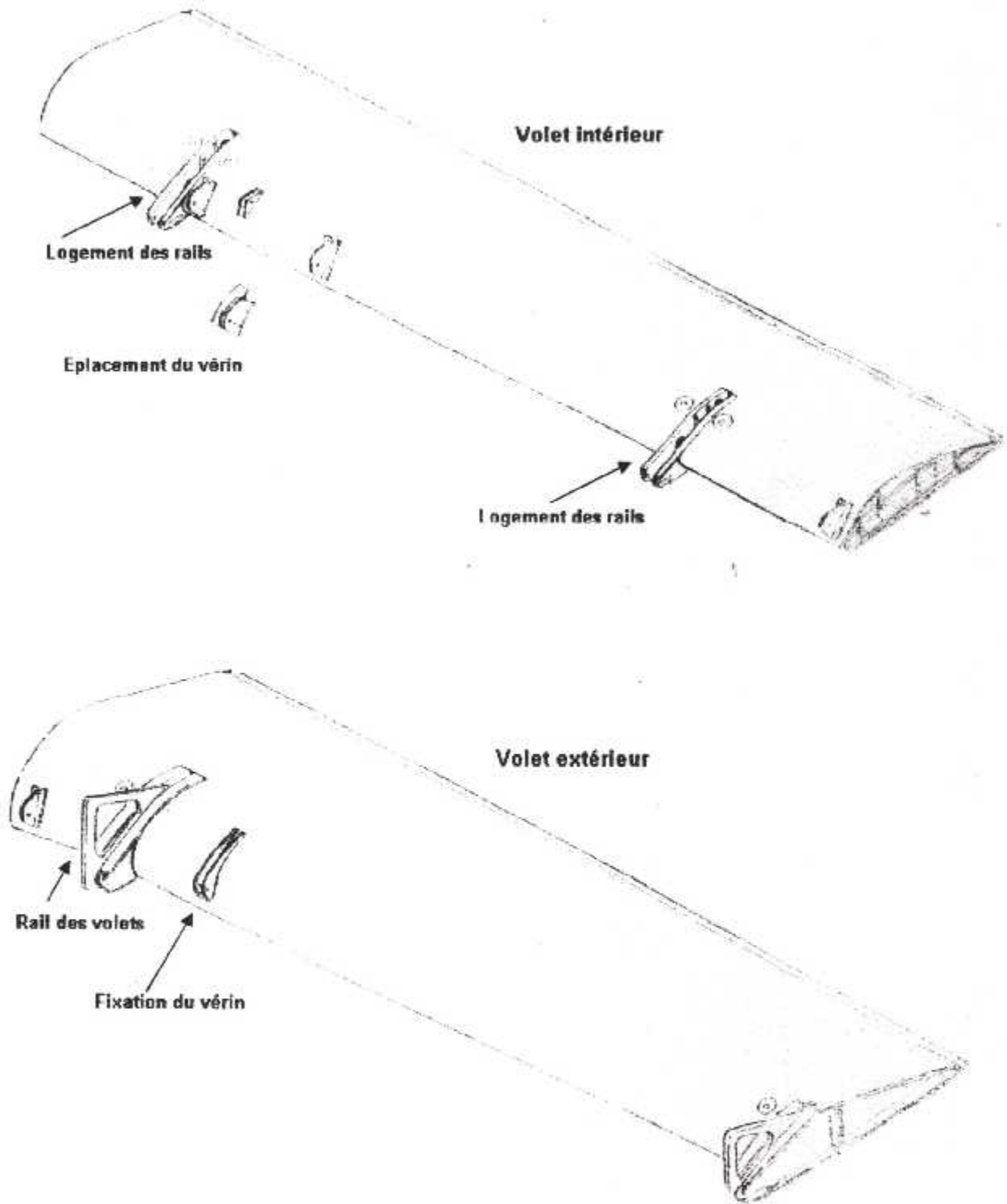


Fig. 3.5 : Les volets du Beech 1900D

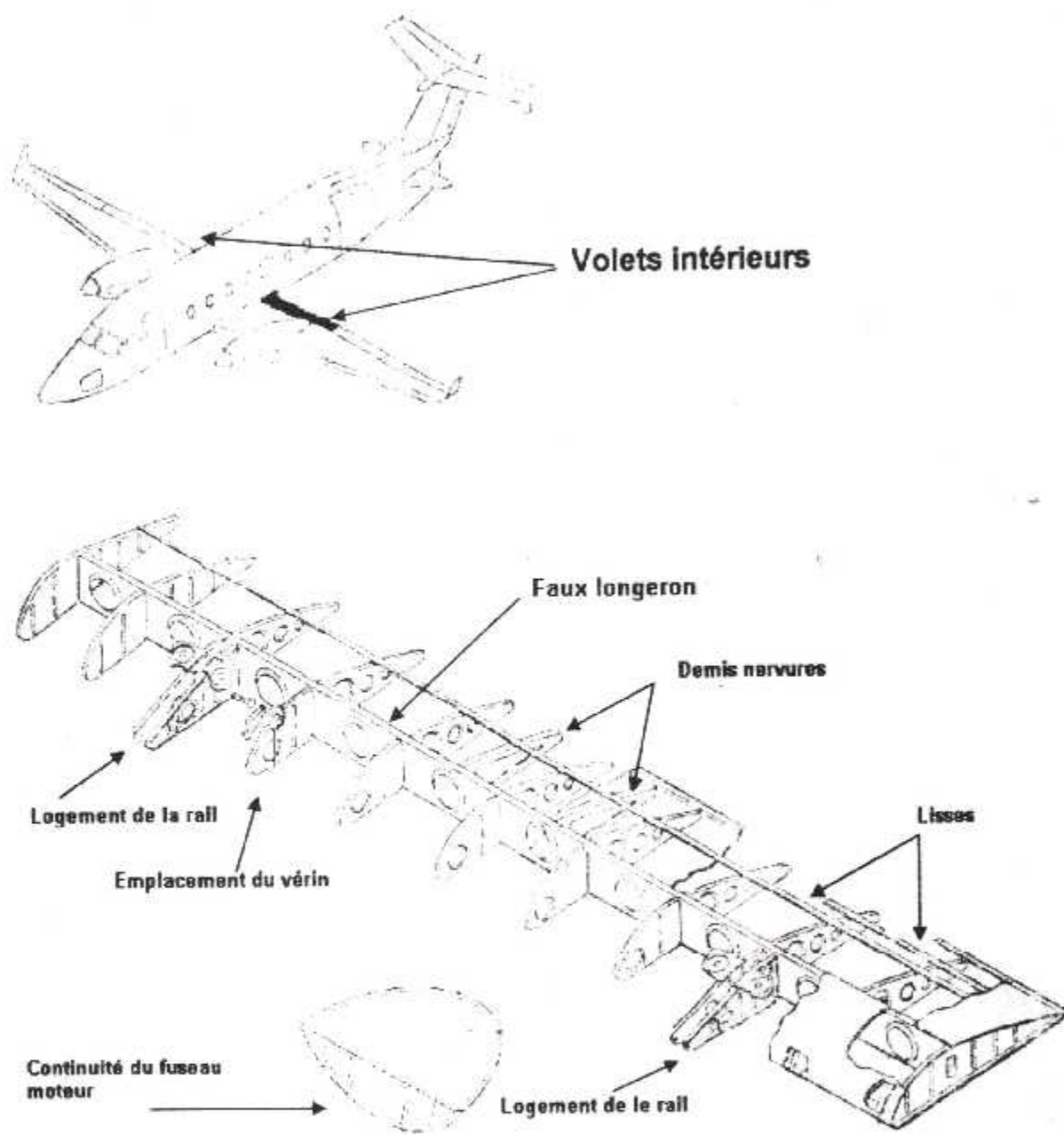


Fig. 3.6 : Structure du volet intérieur

III.5.2 Volets extérieurs :

Les volets extérieurs ont une structure interne typique ; ils sont constitués évidemment d'un faux longeron qui supporte les nervures ; ces derniers ont un décalage dans leurs positionnements. La figure (3.7) nous montre d'une façon plus détaillée le bord d'attaque et le bord de fuite des nervures du volet externe.

Ce volet porte 9 demis nervures (4 bord d'attaque décalés par rapport à 5 bord de fuite). Le décalage de ces nervures permet à la partie externe d'être plus petite par rapport à la partie interne (volet intérieur et plus grand que le volet intérieur) et aussi minimiser le poids en obtenant une structure légère et résistante. L'augmentation de la rigidité se fait par l'interposition des nervures sur le faux longeron toute en gardant la forme aérodynamique du volet.

Notons toutefois que la structure est renforcée à chaque niveau du logement des rails et du vérin exactement au niveau du bord d'attaque de la 3^{ème} nervure où le vérin est montée et aux niveaux du bord d'attaque des nervure N° 2 et 14 (dernière nervure) on trouve le logement des rails. Le tout nous donne 14 nervures.

Pour des raisons de renforcement structural ; le volet est équipé d'une lisse au bord de fuite au niveau de l'extrados.

Les volets extérieurs sont équipés notamment des générateurs des tourbillons (generator vortex) au niveau bord d'attque du volet précisément au niveaux de l'extrados. (Voir figure 3.8) Rappelons que l'aile est le siège d'une différence de pression qui engendre la portance. On a illustré aussi le phénomène de la traînée induite (fuites de l'intrados à l'extrados aux extrémités de l'aile). Ceci provoque des glissement de l'air de l'emplanture à l'extrémité ce qui provoque une diminution de rondement de l'aile causée par le décollement plus rapide qu'a l'emplanture. [9]

Le rôle de ces générateurs est de pouvoir retarder le décollement de la couche limite et faire partiellement équilibrer l'écoulement en position sorti des volets. Ces générateurs déterminent plusieurs canaux convergents qui permettent d'accélérer l'air et de ce fait recoller la couche limite.

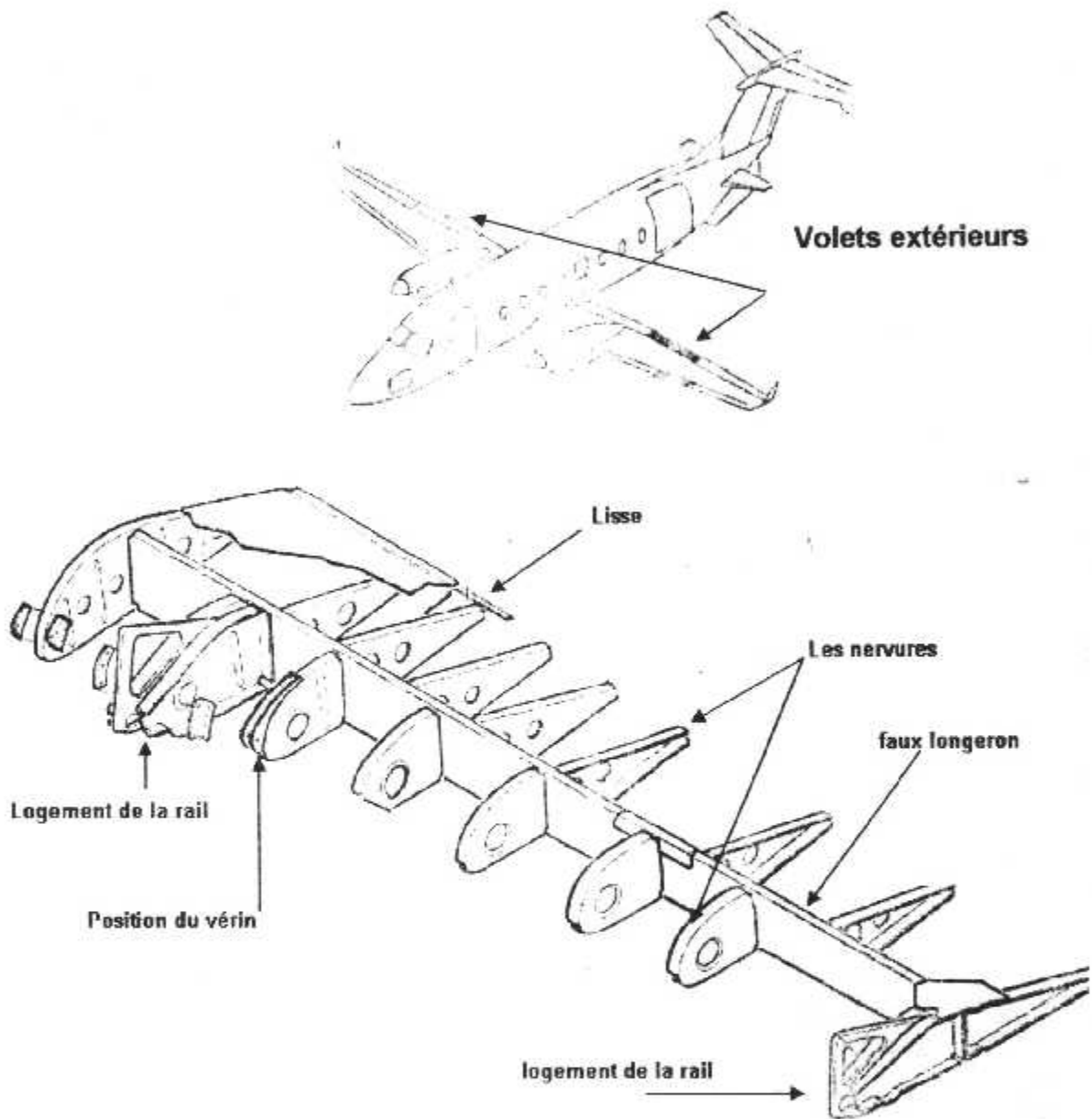


Fig. 3.7 : Structure du volet extérieur

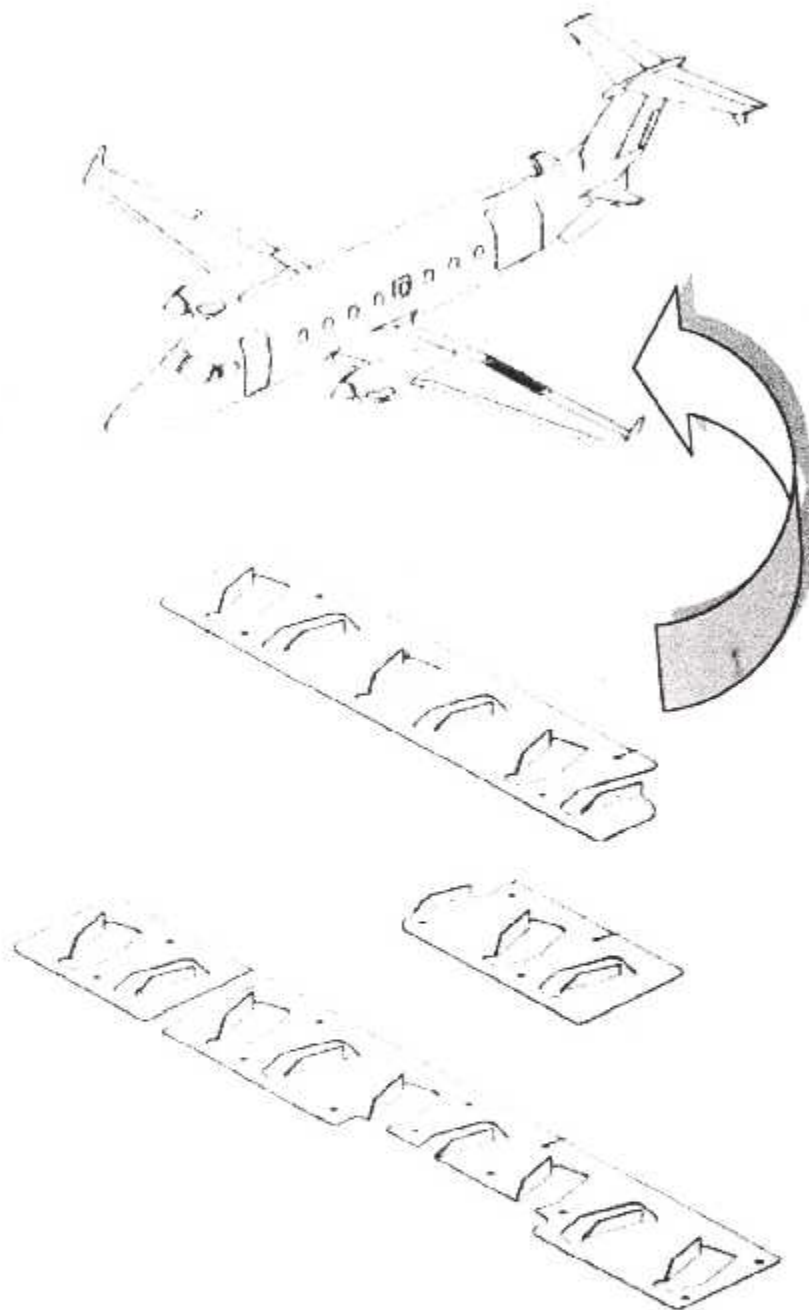


Fig. 3.8 : Générateurs vortex

III.5.3 Rail des volets :

Les rails sont les éléments qui assurent une liaison entre l'aile et le volet, elles sont installées dans un logement renforcé au niveaux des bords d'attaque des volets. Leurs rôles consistent à supporter le volet et l'orienter ou bien de le guider dans son déplacement par l'intermédiaire des roulements. (Voir figure 3.9) [9]

- **Forme de la rail :**

On trouve sur une rail deux fentes bien étudiées géométriquement. Le maximum des dimensions de fentes y compris l'usure permise est 0.785 pouces pour les rails des volets extérieurs et 1.038 pouces pour les rails des volets intérieurs. (Dimension A).

La distance entre les deux fentes (dimension B) est de 0.50 pouces.

(Voir figure 3.10).

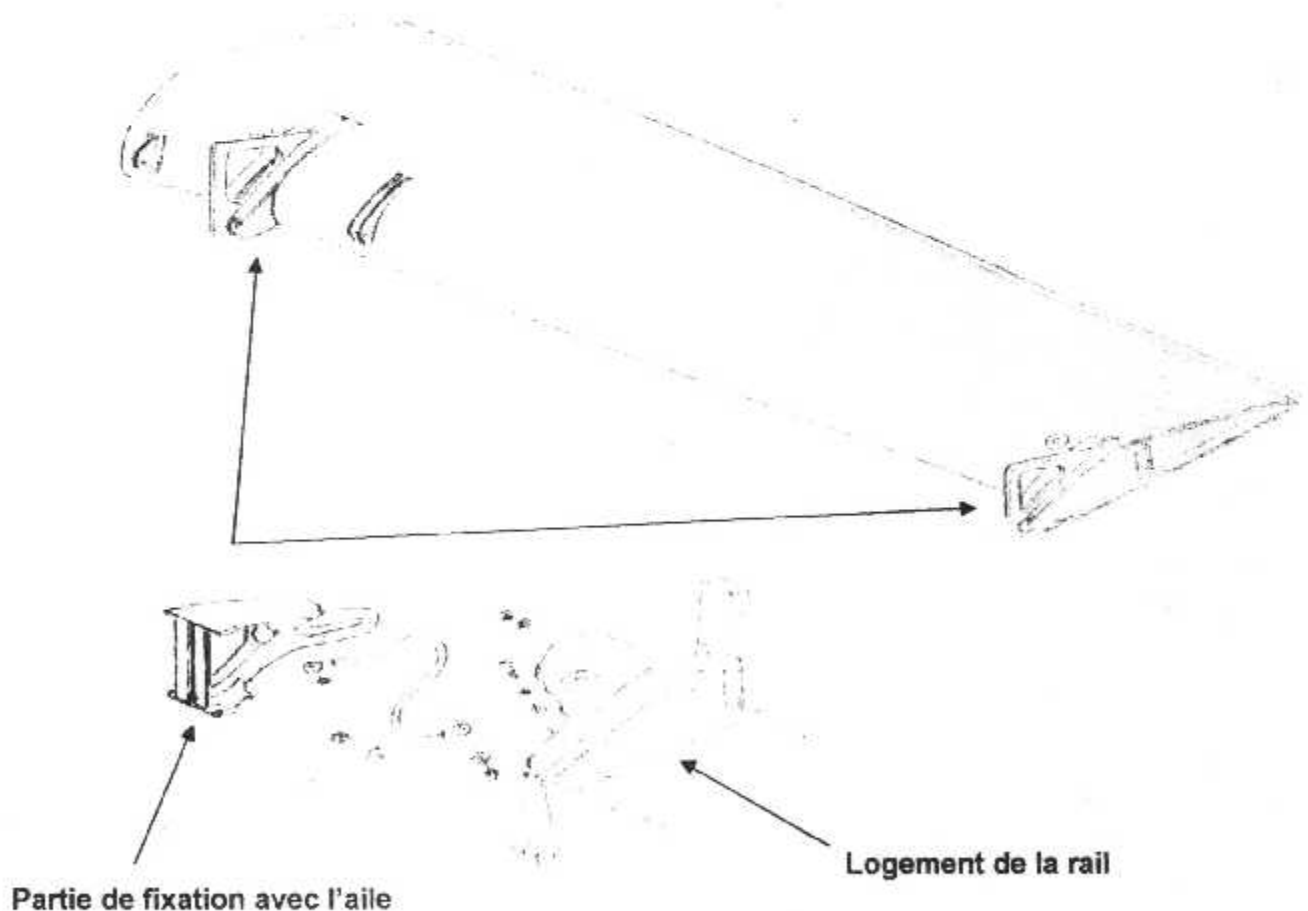


Fig. 3.9 : Rail des volets

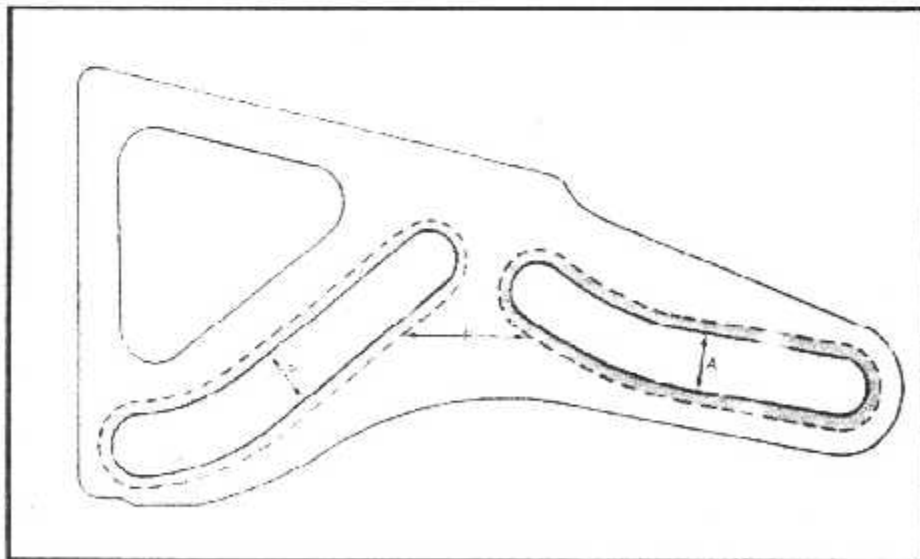
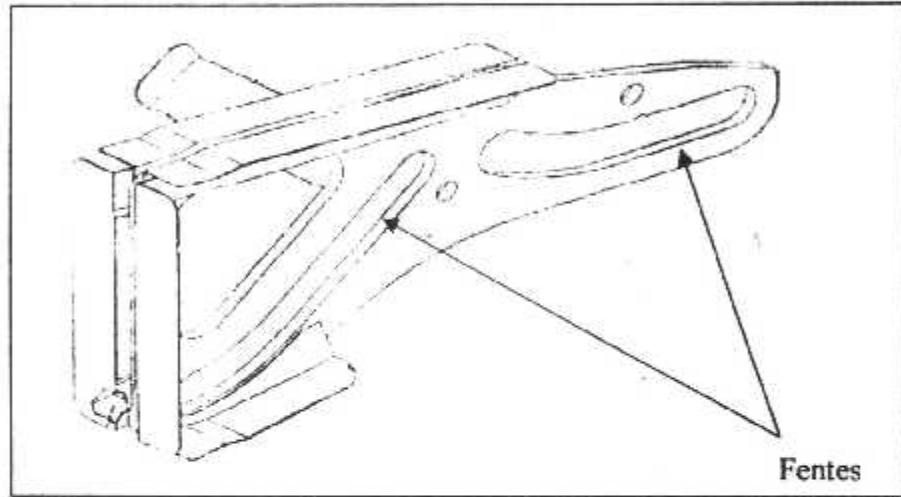


Fig. 3.10 : Forme de la rail

III.6 CONCLUSION :

Existant en quatre versions : le Beech 1900D comprend quatre types de série :

- Beech 1900D série UA
- Beech 1900D série UB
- Beech 1900D série UC
- Beech 1900D série UE.

Pour des raisons de disponibilités nous avons traitée seulement les volets du Beech 1900D série **UE**. Ce dernier comprend quatre volets et contient un système de trois positions de course. Notant toutefois que le volet intérieur droit est considéré comme un « volet maître ».

Le type de volet installé sur le Beech 1900D est le volet de courbure à fente ces derniers sont de type mono longeron bi – caisson, le mouvement des volets est guidé à travers des rails par l'intermédiaire des roulements.

Le volet extérieur inclut des nervures qui ont leurs bords d'attaque décalés par rapport à leurs bords de fuite. Ce décalage est fait pour augmenter la rigidité en minimisant le poids tout en gardant la forme aérodynamique du volet. Ainsi, il possède aussi des générateurs des tourbillons, qui ont pour rôle de stabiliser la couche limite et retarder son décollement.

CHAPITRE VI

Principes de fonctionnement des volés en Aérospatiale

CHAPITRE IV :

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES VOLETS DU BEECH 1900D

IV.1 INTRODUCTION :

La manoeuvre des volets du Beech 1900D est assurée par trois équipements indispensables qui sont liés l'un à l'autre, ces derniers sont le boîtier d'engrenages, les câbles de transmission et les vérins d'asservissement. L'ensemble est commandé par une commande située dans la zone centrale du tableau de bord.

Le principe de fonctionnement des volets du Beech 1900D sera détaillé dans ce chapitre.

En dernier lieu de ce chapitre ; nous allons montrer le système électrique de commande des volets ainsi que le système anti-déphasage.

Pour clarifier le principe de fonctionnement ; nous allons exposer une projection vidéo qui fait étaler le système.

IV.2 LES ELEMENTS DU MECANISME :

Sur le Beech 1900D série **UE** on trouve trois éléments indispensables qui assurent le fonctionnement mécanique correct du système de control des volets :

IV.2.1 Le boîtier d'engrenages (Gear box) :

Le boîtier d'engrenages est une enveloppe qui permet le logement de deux pignons entraînés par une vis - mère hélicoïdale transmettant le mouvement à ces deux pignons à partir d'un moteur électrique de 28 Volts.

L'ensemble entraîne quatre câbles de transmission. (Voir figure 4.1). [9]

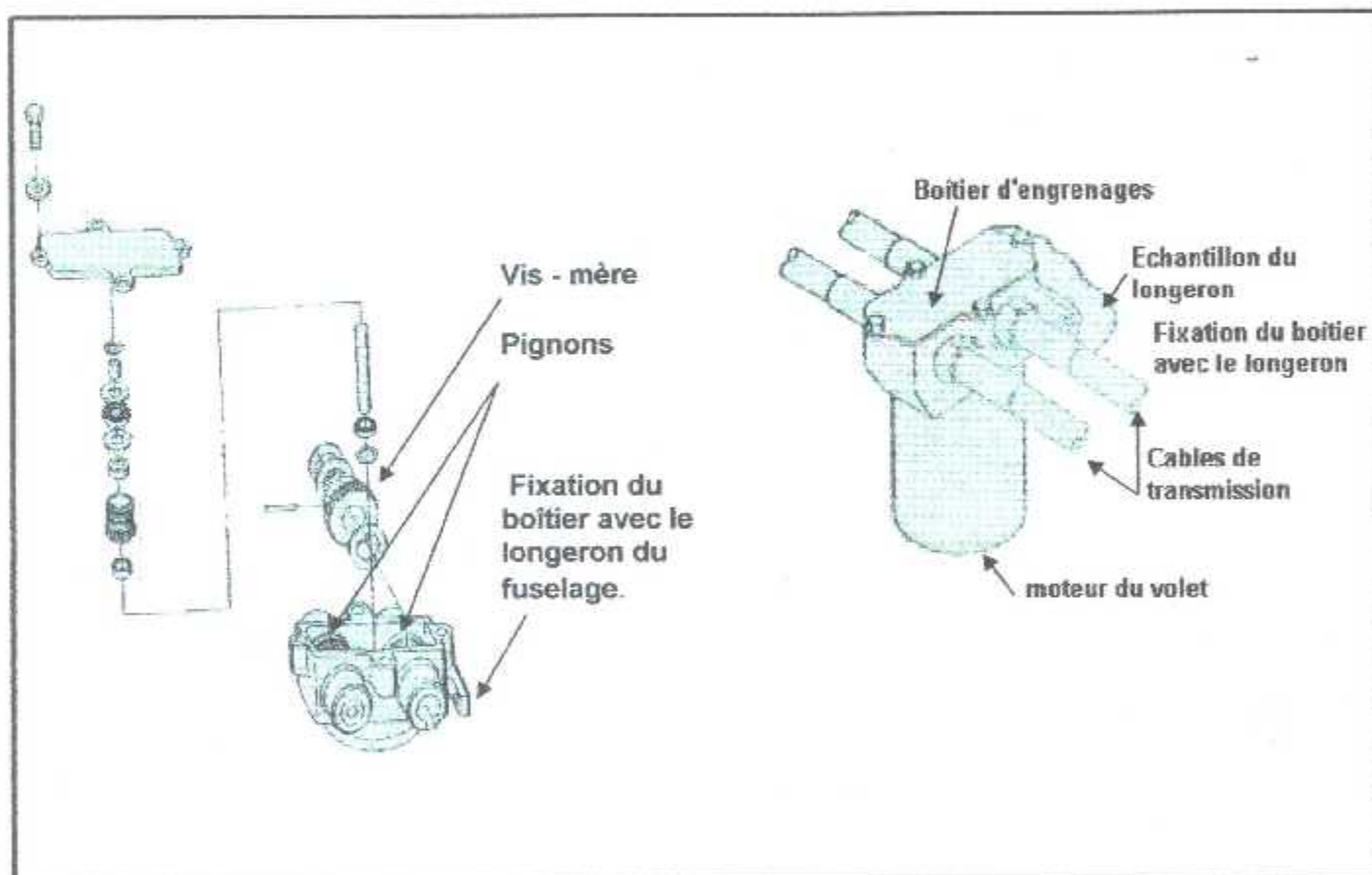


Fig. 4.1 : Schéma présentatif du boîtier d'engrenages

IV.2.2 Câbles de transmission :

Pour assurer une installation correcte, le câble de commande du volet est identifié par des bandes colorées. Ces bandes indiquent la direction de la torsion du câble interne lieu de leurs fixation.

Les codes couleurs sont :

- Bande rouge pour les câbles fixés à droite (volet extérieur droit et volet intérieur gauche).
- Bande verte pour les câbles fixés à gauche (volet intérieur droit et volet extérieur gauche).

Le tout nous donnent quatre câbles entraînant quatre vérins.

Les câbles montés en arrière du boîtier d'engrenages du volet et actionnent les vérins commandant les volets extérieurs. Tandis que les câbles montés en avant lancent les vérins montés sur les volets internes.

(Voir figure 4.2) [9]

IV.2.3 Le vérin d'asservissement :

Le vérin d'asservissement consiste à transmettre le mouvement depuis le câble de transmission au volet hypersustentateur. Le mouvement de rotation du câble obtenu à partir du boîtier d'engrenages provoque un déplacement axial du vérin ; ce dernier qui est attaché au volet l'entraîne directement tout en provoquant sa sortie ou sa rentrée qui dépend de la manœuvre du pilote.

La figure (VI.3) détermine d'une façon plus détaillée le vérin d'asservissement installé sur le Beech 1900D.

On dispose la figure (4.4) qui nous indique l'emplacement de tous les équipements installés qui assure le mécanisme de fonctionnement des volets du Beech 1900D. [9]

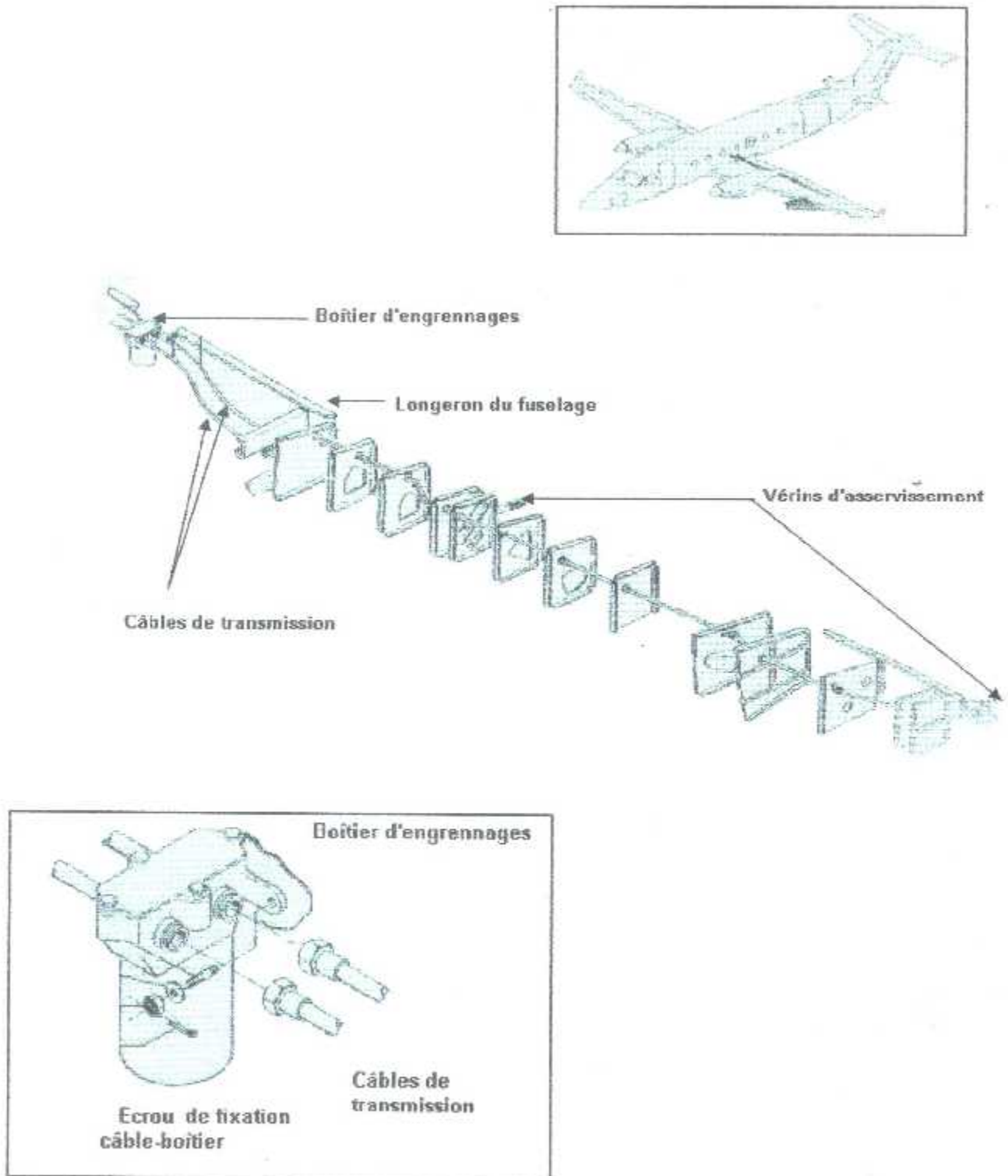


Fig. 4.2 : Présentation des câbles de transmission

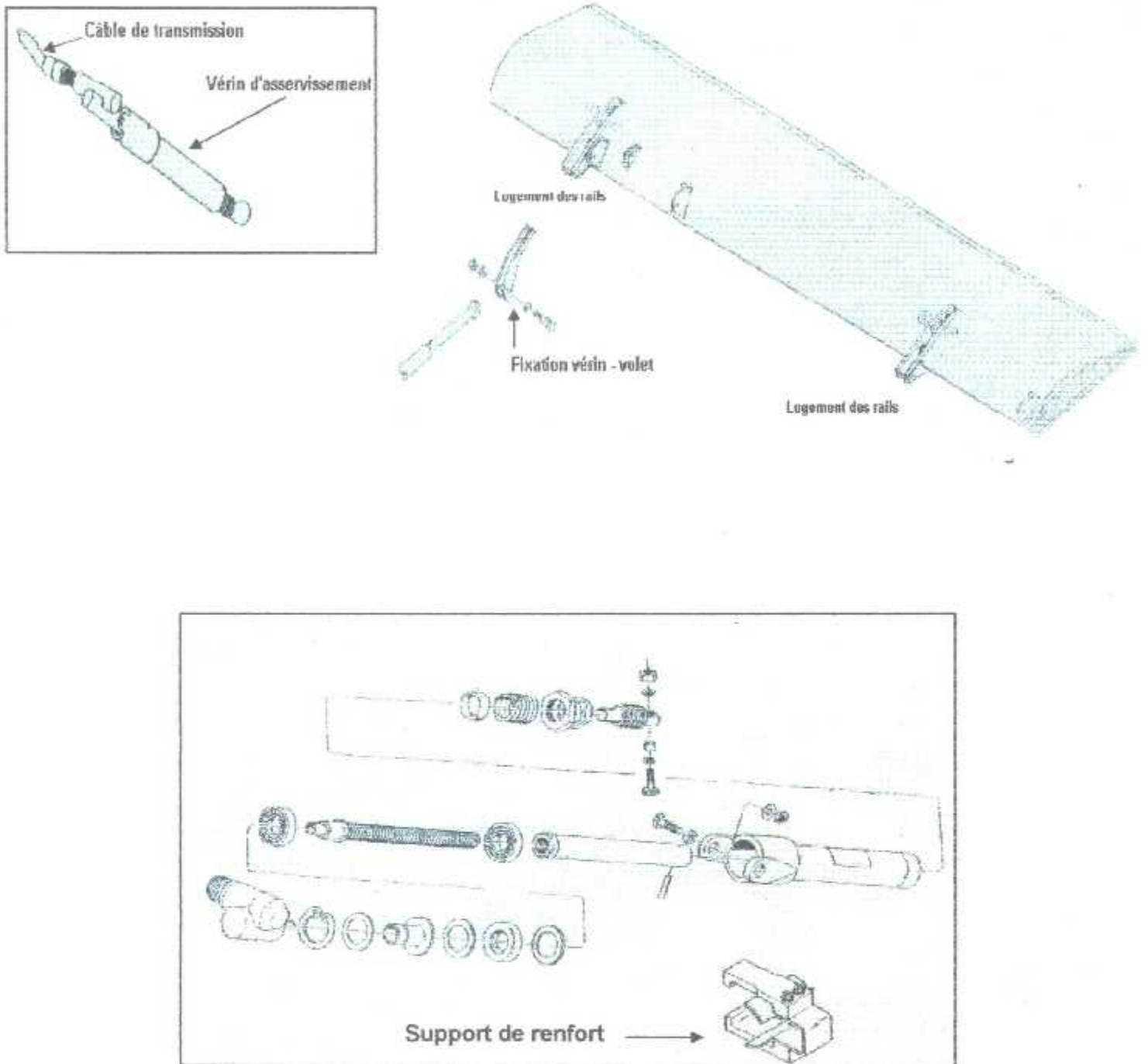


FIG. 4.3 : Présentation du vérin d'asservissement

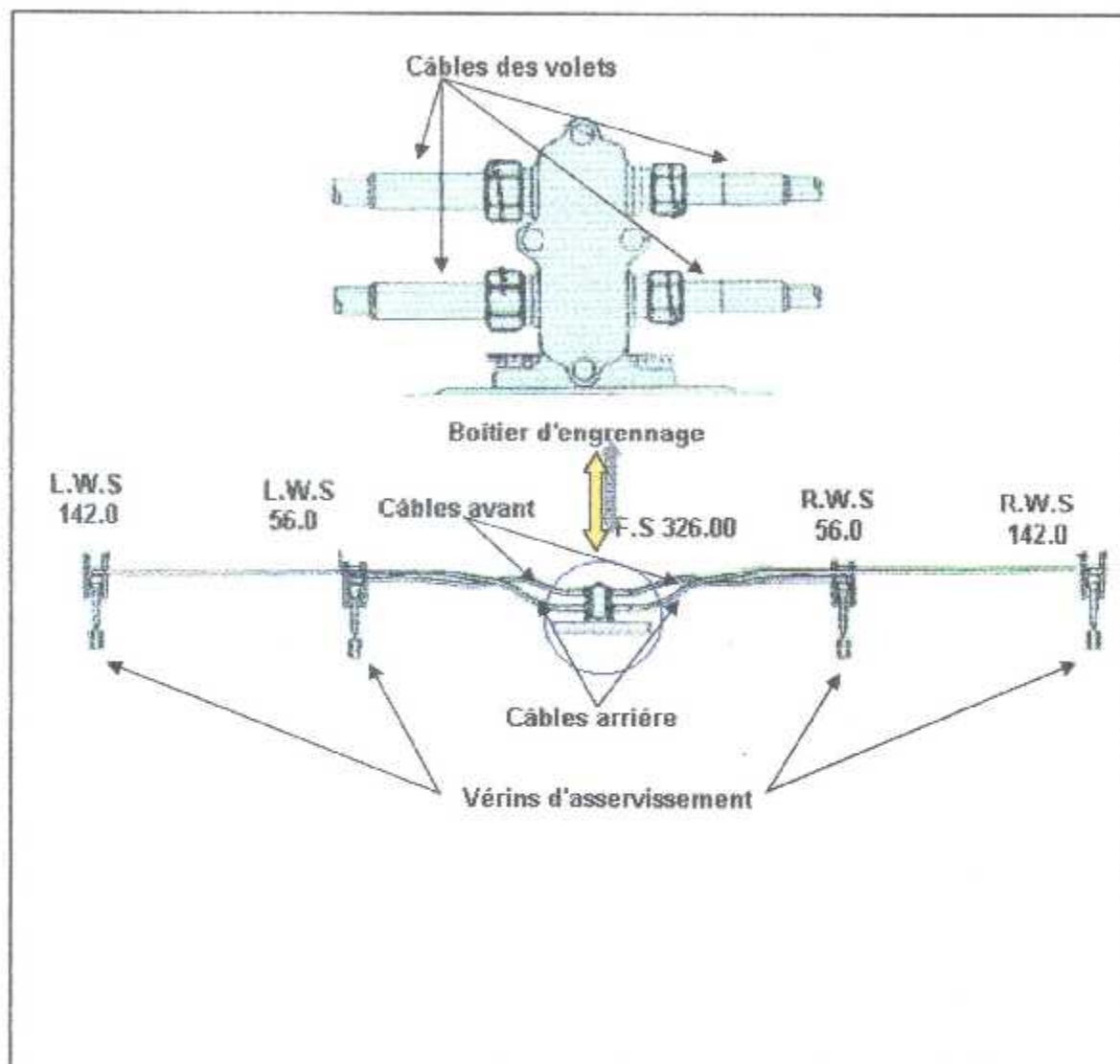


Fig. 4.4 : Emplacement des équipements participant au mécanisme des volets du Beech 1900D

IV.3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

La commande des volets du Beech 1900D (une paire installée sur chaque une des ailes) sont actionnés par un levier coulissant sur le pupitre en dessous ces commandes moteurs ; leurs mouvements est générer par un moteur électrique par l'intermédiaire d'un boîtiers d'engrenages (Gear box) qui est située à l'avant du longeron arrière. (F.S 326.00).

Le boîtier d'engrenages conduit quatre arbres de transmission ; il s'agit des câbles qui sont reliés directement aux vérins.

Remarque : On note que Quatre câbles conduisent quatre vérins.

La rotation des câbles entraîne une translation (déplacement axial) des vérins. Ces derniers sont reliés directement aux volets. Ce déplacement axial provoque le sortie ou la rentrée des volets car le mouvement dépend de la manœuvre du pilote. Rappelons que le volet sort de 0° à 17° , puis de 17° à 35° . Le courant est stoppé à chaque position par l'intermédiaire des interrupteurs de fin de course (Limite switches) situés à coté du volet interne droit appelé « volet maître ».

Par l'inversion des pôles du moteur des volets (faire remonter la commande) le moteur tourne dans un sens contraire; de se faite le boîtier d'engrenage tourne aussi dans un autre sens par rapport au premier cas, se qui anime le retour des vérins à leur état initial donc remettre le volet à la position 0° .

Les positons cités sont sélectionnés par la commande des volets (Flaps control) en la coulissant vers le haut ou vers le bas en passant par la position intermédiaire qui est 17° .

Les positions sont enregistrées sur un indicateur appelé indicateur de volet situé juste au dessus des manettes de commandes des moteurs.
(Voir figure 4.5). [8]

L'indicateur de position des volets lit le signal de la position sélectionné à travers un transmetteur e positions des volets situé au volet intérieur droit (volet maître).



Fig. 4.5 : Tableau de bord du Beech 1900D Type UE

IV.4 SYSTEME DE COMMANDE ELECTRIQUE DES VOLETS :

IV.4.1 Généralités :

Le volet de courbure à fente unique, manoeuvré électriquement par un sélecteur manuel (Sliding switch handle).

Trois positions peuvent être sélectionnées :

- Rentrée (up) : 0°
- Décollage et approche (take off and approach) : 17°.
- Braquage maximal (down) : 35°.

Sur la partie arrière de la voilure droite ; entre la nacelle droite et l'emplanture de l'aile droite avec le fuselage, se trouve le boîtier de contrôle qui permet :

- La transmission de position des volets à l'indicateur.
- Le contrôle électrique du circuit de commande (interrupteurs de fin de courses).

Ces deux éléments sont liés directement au volet intérieur droit (volet maître).

Un mécanisme de sécurité permet de déconnecter l'alimentation du moteur électrique des volets en cas d'une anomalie causée par un déphasage approximativement de 3° à 6° entre les deux volets (volet intérieur et volet extérieur).

IV.4.2 Les éléments nécessaires du système électrique :

Le système électrique commandant le moteur des volets est composé en quatre blocs :

a) *Bloque N°1 :*

Le bloque N°1 contient le système commandant le mécanisme de sécurité appelé « Safety switche » ou bien commutateur de sécurité. (Voir figure 4.6). Ce commutateur est situé juste aux deux extrémités des volets intérieur et extérieur, il nous permet la liaison avec la galet à came à travers une bielle réglable et un support fixe par l'intermédiaire des deux bras.

La came portée par le galet fait un contact avec le commutateur de sécurité des volets. Lors du déphasage il se déconnecte des commutateurs et de fait ; interrompre le passage du courant au moteur. [10]

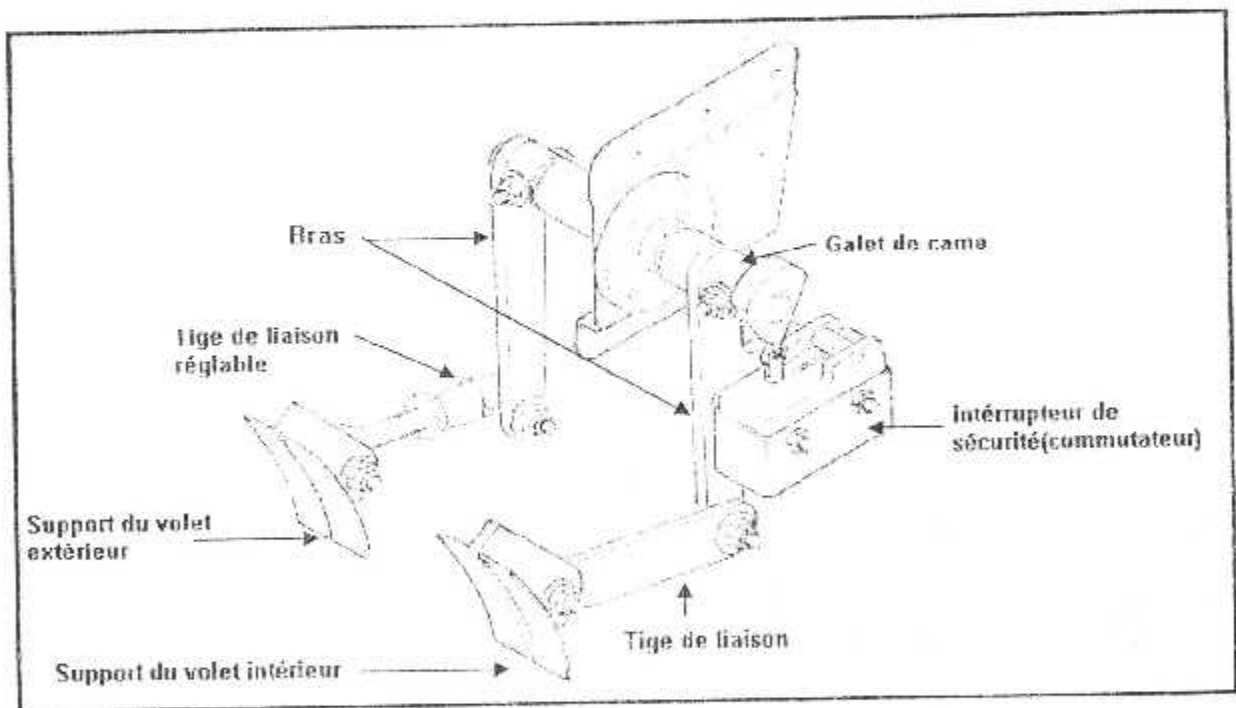


Fig. 4.6 : Système de commande anti-déphasage des volets

b) Bloque N°2 :

Le bloque N°2 du système comprend la commande principal qui sélectionne les positions des volets grâce à ses deux mouvement (coulissante vers le haut et vers le bas), cela permet au moteur du volet de tourner deux sens contraire par l'inversion de ses deux pôles.

La figure (4.7) nous montre les composants de la commande des volets. [9]

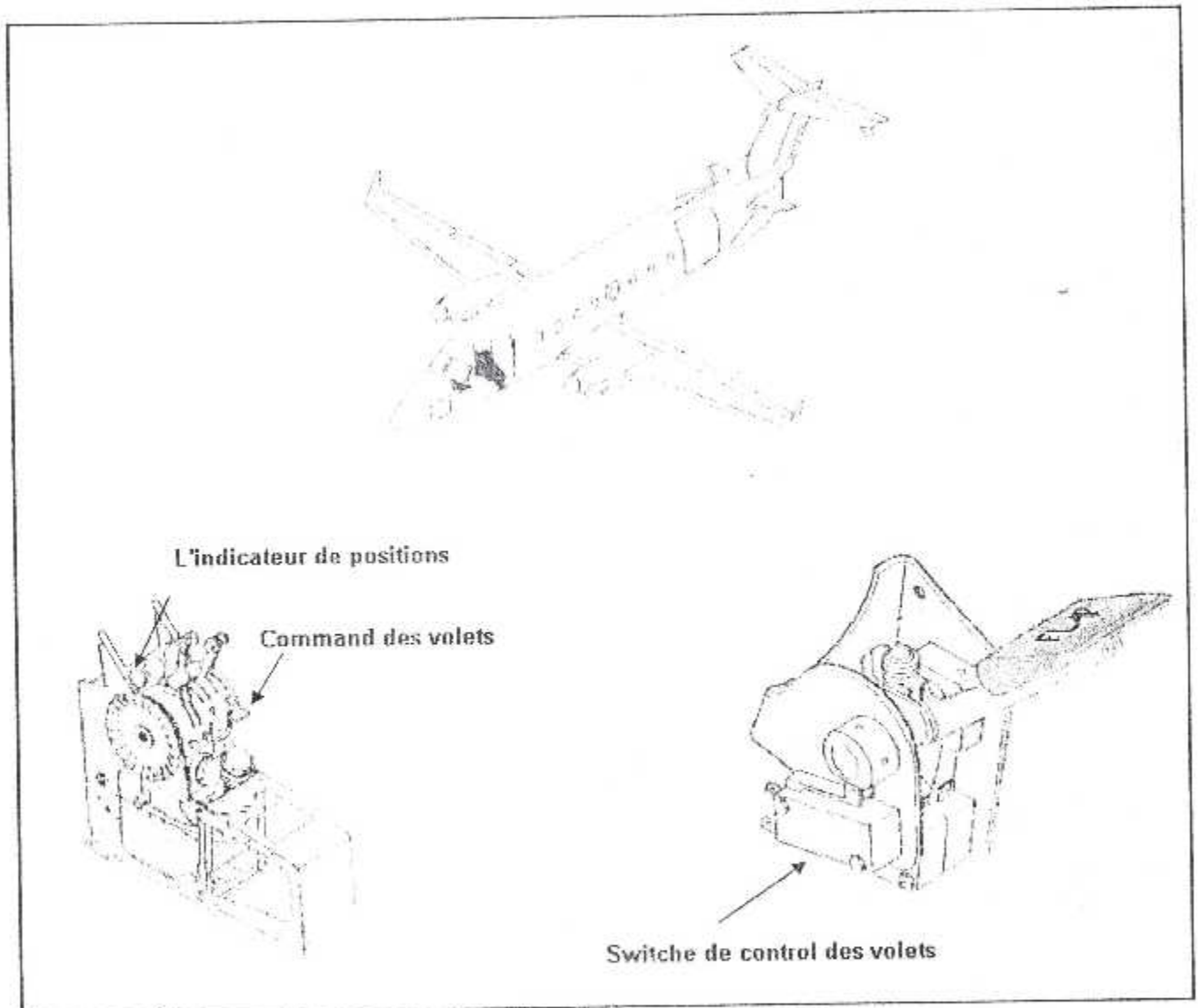


Fig. 4.7 : Présentation de la commande des volets.

c) Bloque B°3 :

Lorsque le levier de commande est mis sur une position quelconque sélectionnée ; la coupure de l'alimentation du circuit s'effectue par des interrupteurs de fin de course (travel limit switch). (Voir figure 4.8).

Ce système est caractérisé par un arbre tournant qui porte de cames, ces derniers agissent directement sur des micros contacteurs qui coupent le courant quand le volet atteint à une position sélectionnée.

Cet arbre est relié directement au volet maître au moyen d'une bielle. Les cames sont réglées de telle sorte qu'ils agissent sur les interrupteurs suivants :

- S1 : Switche up (0°).
- S2 – S3 : Switche relié à un transmetteur relié à la boîte noire de l'appareil (Flight data signal - F.D.S -).
- S4 – S5 : Switche de la position intermédiaire (17°).
S4 : Switche de la position 17° venant de la position 0°.
S5 : Switche de la position 17° venant de la position 35°.
- S6 : Switche de la position down (35°).
(Revoir la figure 4.8). [9]

Remarque : Les bloques N° (1), N° (2) et N° (3) sont alimentés par un circuit de 5 ampère. Le bouton breacker (le disjoncteur) de 5 ampère est situé sur le panel A187 (coté droit du co-pilote).

d) Bloque N°4 :

Ce bloque comprend le moteur électrique des volets qui est alimenté par un circuit de 20 ampères.

Remarque : Les quatre bloques sont reliés en séries.

La figure (4.9) est disponible pour faire montrer le schéma électrique général. [8]

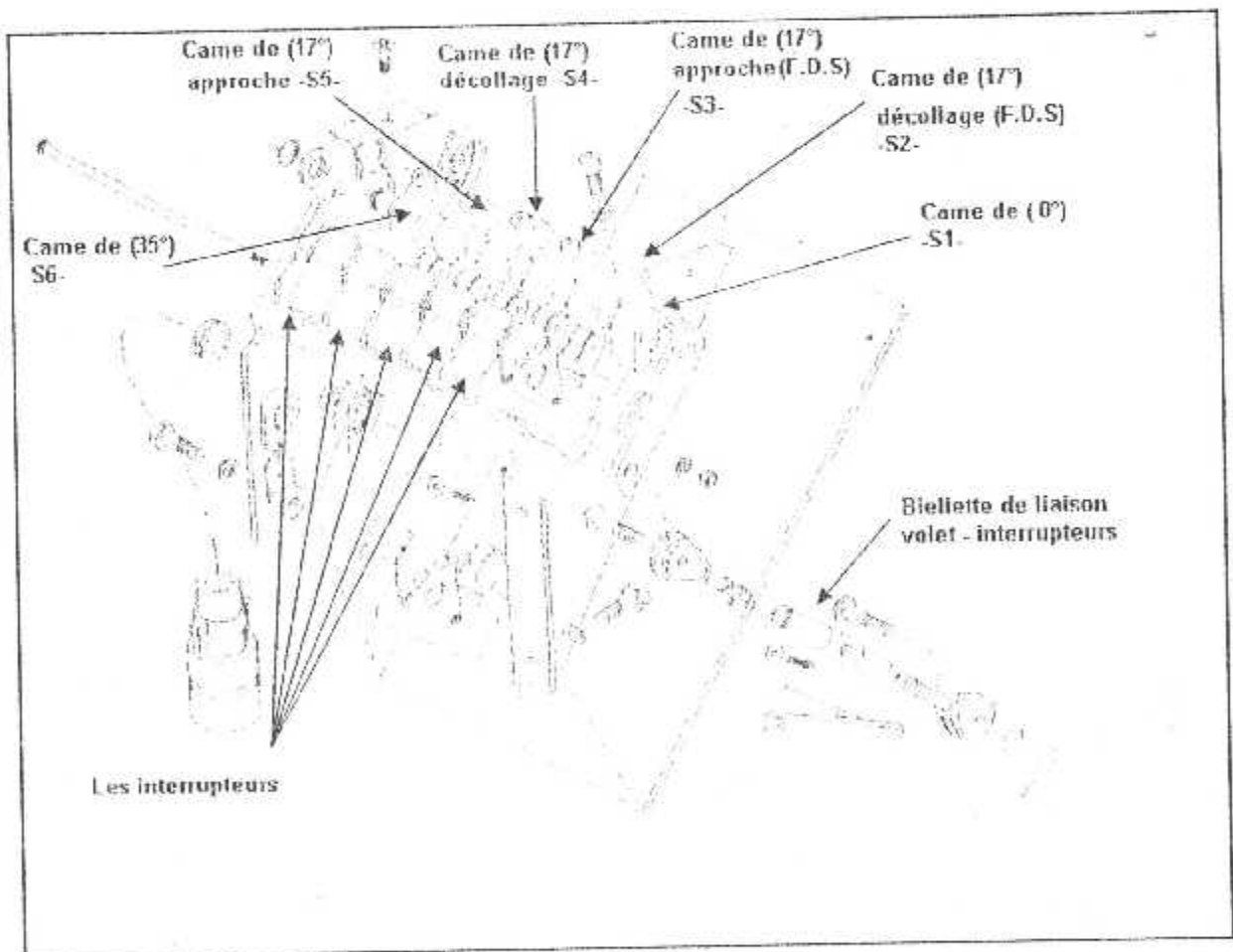
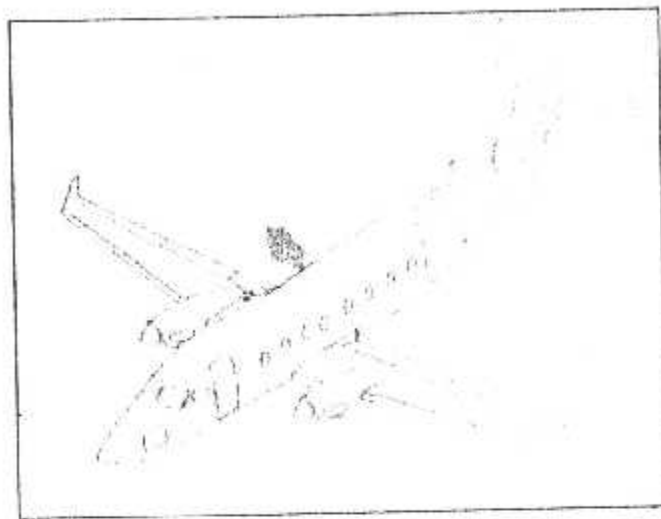


Fig. 4.8 : Présentation des interrupteurs de fin de course

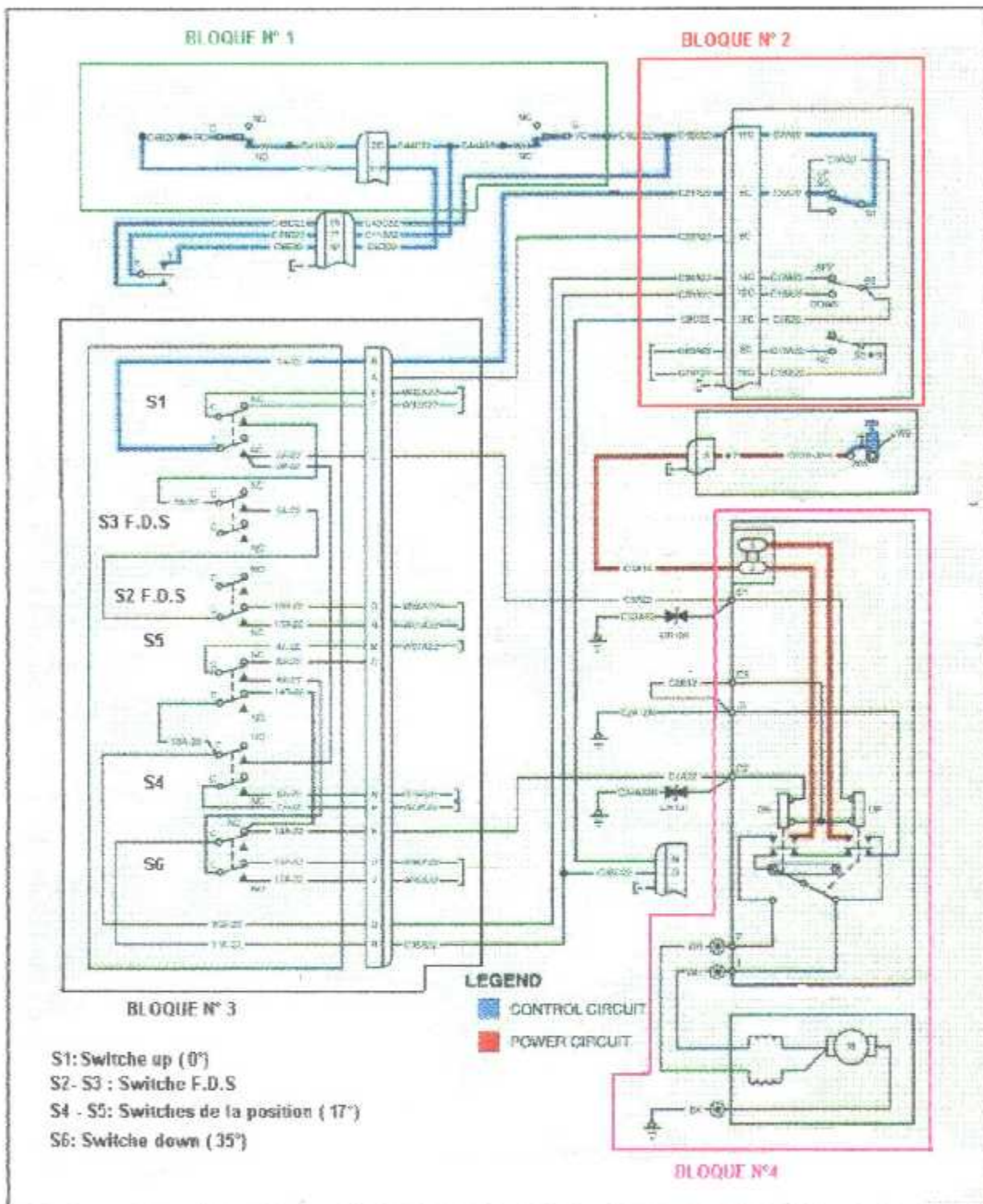


Fig. 4.9 : Schémas électrique général des volets

IV.5 CONCLUSION :

Les volets du Beech 1900D actionnés par une commande (flaps control), le mécanisme est assuré par :

- Un boîtier d'engrenage (gear box) qui est lié directement avec le moteur électrique, ce dernier est alimenté par un circuit de 20 ampères.
- Quatre vérins d'asservissement, car chaque vérin conduit un volet.
- Quatre câbles de transmission. Pour assurer une installation correcte les câbles des volets sont définies par des bandes colorées ou par des numéros de série.

Les interrupteurs de fin de course ont un rôle de couper le courant au moment où le volet atteint la position sélectionnée, cette dernière est enregistrée sur un indicateur appelé « l'indicateur de position des volets ».

Un mécanisme de sécurité permet la déconnexion du courant du moteur en cas d'un déphasage entre le volet extérieur et l'intérieur.

L'ensemble du système nous permet la commande, le contrôle (l'indication) et la sécurité.

CONCLUSION GENERALE

L'étude réalisée nous a permis de connaître l'importance de l'hypersustentation dans la structure aéronautique. Nous avons apprécié l'influence des différents type d'hypersustentateurs sur les propriétés aérodynamique des profils, donc sur les performances de l'avion.

L'étude des différents types de mécanismes hypersustentateurs nous a aidé à comprendre le fonctionnement des volets du Beech 1900D.

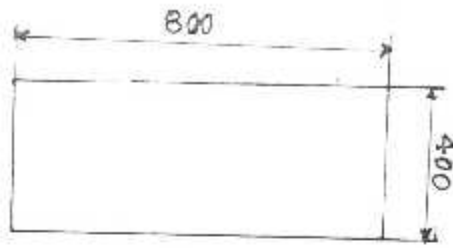
Nous avons étudié la structure et les circuits commandant les volets du Beech 1900D. cet avion auquel nous sommes particulièrement intéressé.

Ce travail a été possible grâce à un stage pratique au niveau d'Air Algérie avec l'aide du personnel qualifié sur ce type d'appareil.

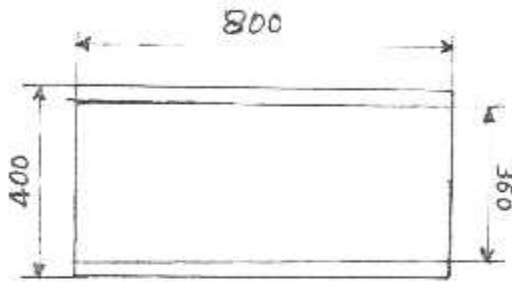
Le film réalisé dans cette entreprise fait apparaître les étapes de ce travail. Une maquette démonstrative, ainsi qu'une expérimentation pour la confirmation des propriétés aérodynamiques des volets.

Nous espérons que ce modeste travail sera un outil pédagogique et puisse apporter un plus pour ceux qui s'intéressent au domaine de l'hypersustentation.

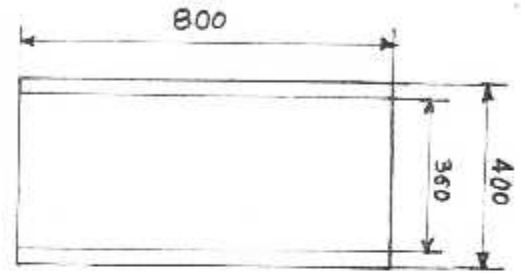
ANNEXES



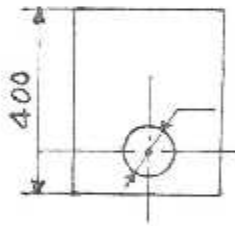
- A3 -



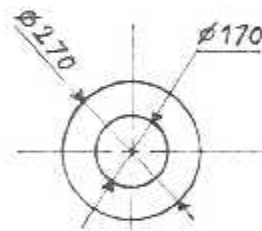
- A1 -



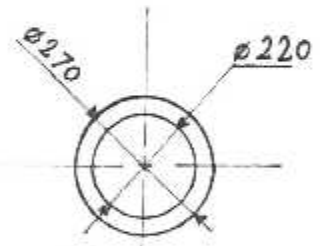
- A2 -



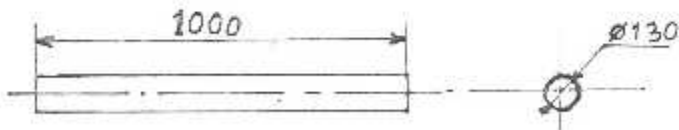
- B -



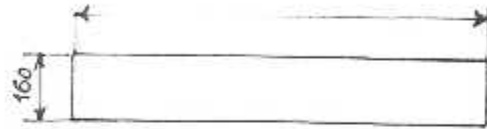
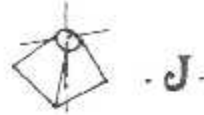
- C -



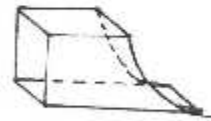
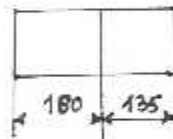
- D -

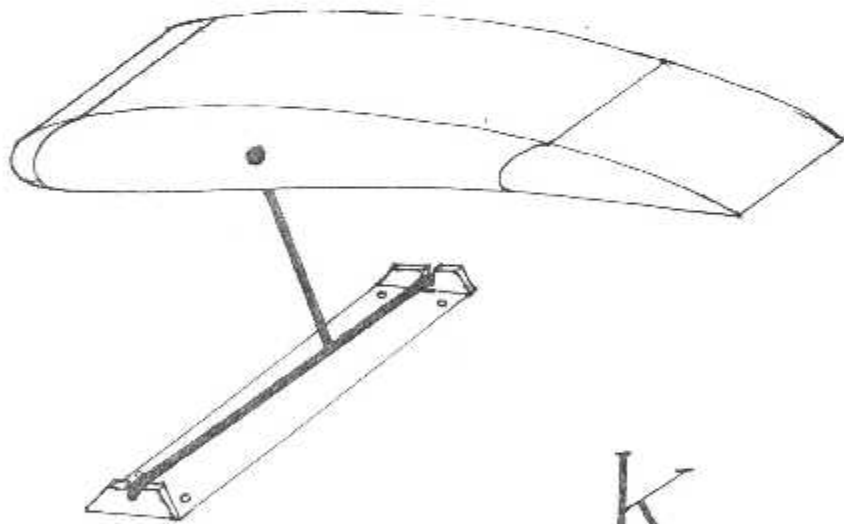
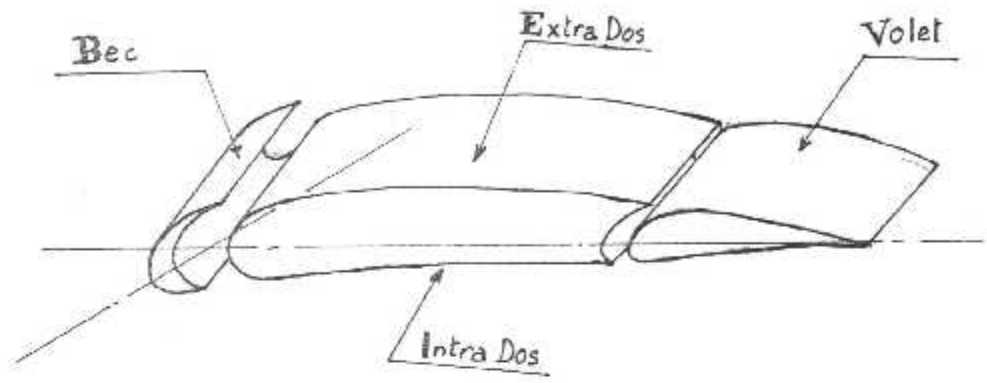


- I -



E.

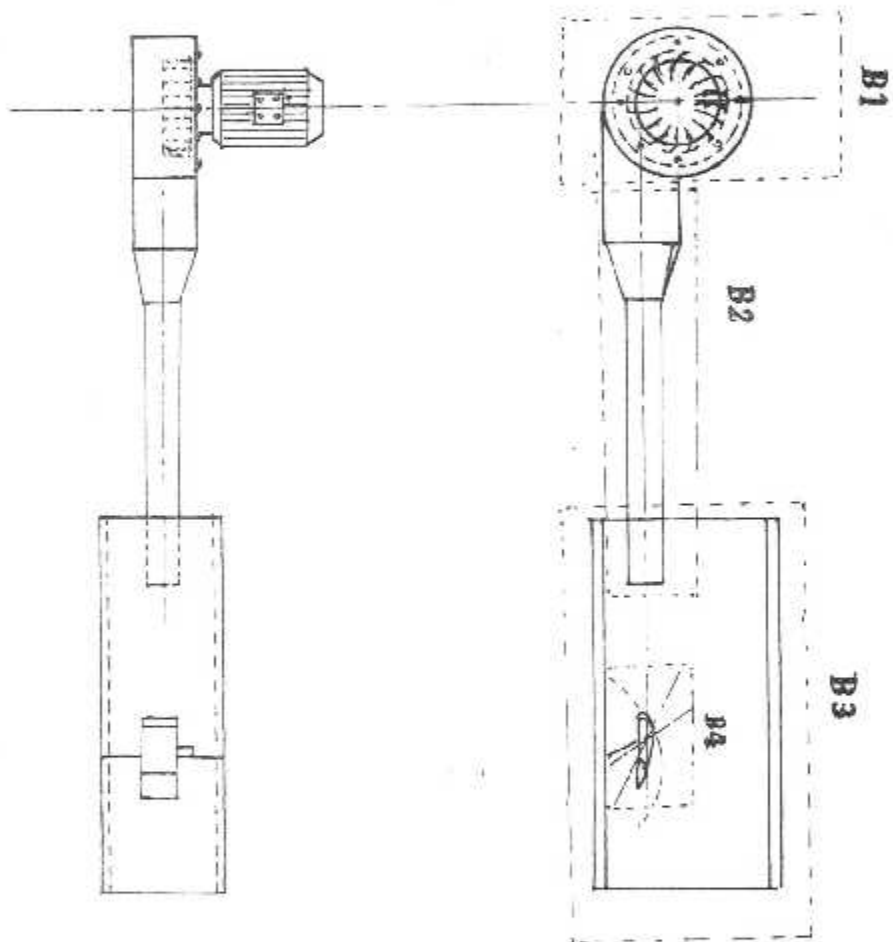




- k -

ANNEXES

- B1: C. D. Moteur - E
- B2: F. J. I
- B3: A1 - A2 - A3
- B4: K



Le principe de Bernoulli

C'est le principe, en mécanique des fluides, selon lequel l'énergie mécanique totale d'un écoulement de fluide incompressible et sans frottement est constante le long d'une ligne de courant de cet écoulement. Pour un écoulement uniforme, les lignes de courant correspondent à la trajectoire des molécules de fluide prises individuellement. Le principe de Bernoulli fut initialement formulé en 1738 par le mathématicien et physicien suisse Daniel Bernoulli. Le principe de Bernoulli conduit à une relation entre la pression, la vitesse du fluide et la force de gravitation. Il montre que la vitesse du fluide augmente lorsque la pression exercée sur le fluide diminue, et inversement.

En simplifiant beaucoup, elle peut s'écrire de la façon suivante:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = \text{constante}$$

ρ = densité

P = pression

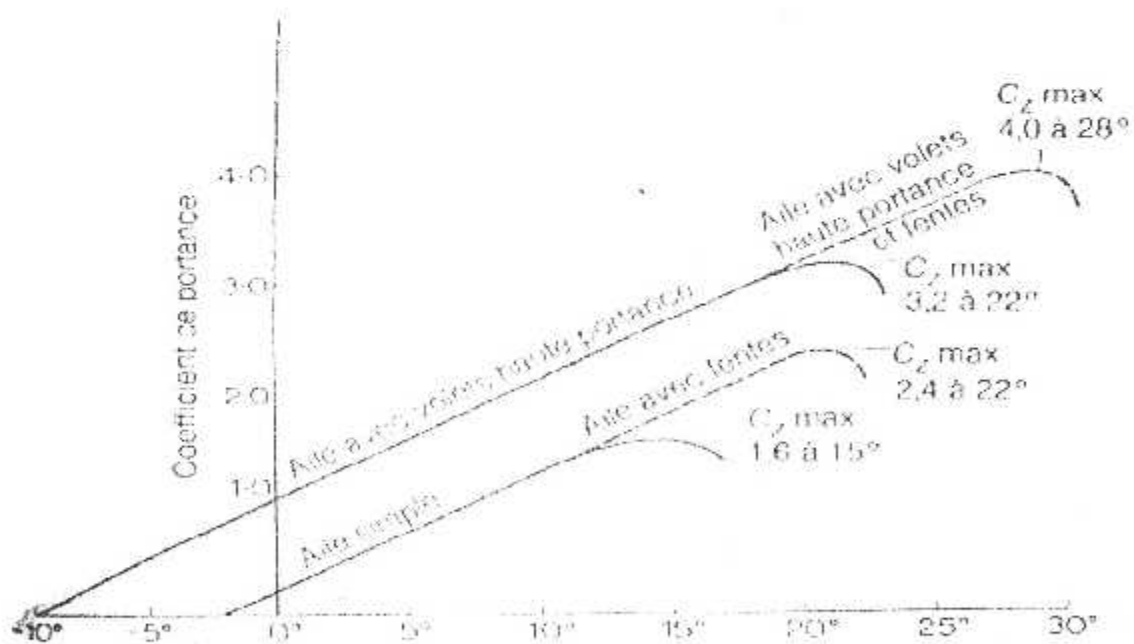
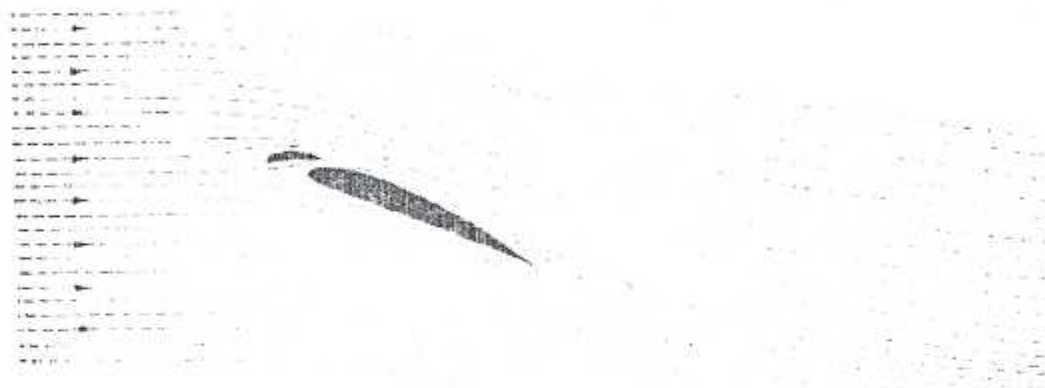
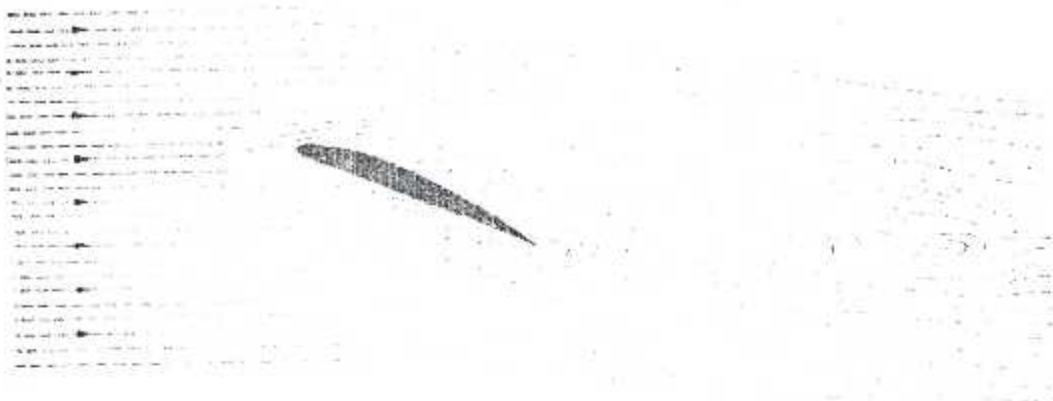
v = vitesse d'écoulement

y = altitude

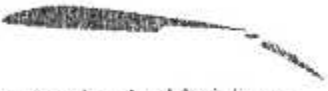





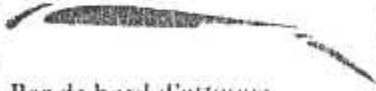

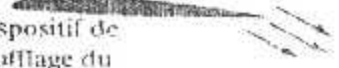
g = force de gravité








Comme l'altitude, la gravité et la densité sont constantes à un moment donné pour un avion, on peut considérer que seule la pression et la vitesse entrent en ligne de compte. En clair, deux valeurs positives, la vitesse et la pression s'additionnent pour donner un résultat qui doit toujours rester le même. Si l'une des deux valeurs change (augmente ou diminue), l'autre change en sens inverse afin que le résultat ne varie pas.

En aéronautique, c'est un principe essentiel, car c'est grâce à lui que l'avion tient en l'air. En effet, la forme des ailes, bombée côté extradors, rallonge la trajectoire des molécules d'air passant dessus et ainsi les oblige à augmenter leur vitesse. Suivant le principe de Bernoulli, leur pression s'en trouve diminuée et l'aile est "aspirée" vers son côté extradors.



EFFET DES VOILETS DES FENTES SUR LE COEFFICIENT DE PORTANCE MAXIMAL ET L'ANGLE D'ATTAQUE

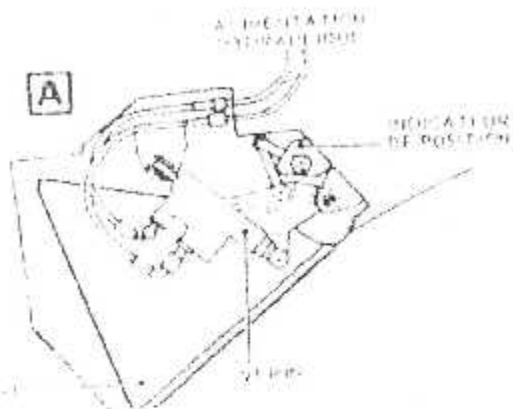
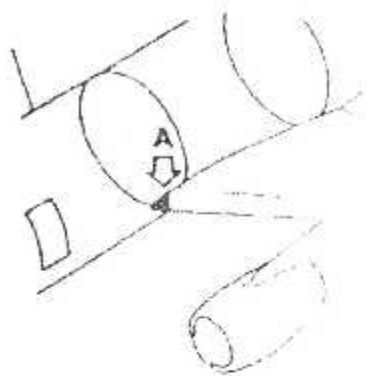
Dispositifs hypersustentateurs	Augmentation de C_L max	Angle d'attaque de la surface portante principale au C_L max	Remarques
 Volet Fowler double à fente	100%	20°	Semblable au volet Fowler, mais encore plus efficace. Peut aussi être triple.
 Volet Krueger	50%	25°	Volet de bord d'attaque articulé. Réduit la portance quand il est peu sorti. Moment cabreur.
 Aile à fente	40%	20°	Contrôle la couche limite. Léger supplément de traînée à haute vitesse.
 Bec de bord d'attaque fixe	50%	20°	Contrôle la couche limite. Traînée importante à haute vitesse. Moment cabreur.
 Bec de bord d'attaque mobile	60%	22°	Contrôle la couche limite. Augmente la cambrure et la surface alaire. Angle d'attaque plus fort. Moment cabreur.
 Bec de bord d'attaque et volet à fente	75%	25°	Contrôle mieux la couche limite. Augmente la cambrure et la surface alaire.
 Bec de bord d'attaque et double volet Fowler	120%	28°	Mécanismes complexes. La meilleure combinaison pour la portance. Les moments de tangage peuvent se neutraliser.
 Volet soufflé	80%	16°	L'effet dépend beaucoup des particularités de l'installation.
 Dispositif de soufflage du bord de fuite	60%	?	L'efficacité dépend de l'angle et de la vitesse du jet.

Dispositifs hypersustentateurs	Augmentation de $C_{z \text{ max}}$	Angle d'attaque de la surface portante primitif au $C_{z \text{ max}}$	Remarques
 Profil de base	—	15°	Les effets des dispositifs hypersustentateurs dépendent de la forme du profil de base.
 Voilet de courbure simple	50%	12°	Augmente la cambrure. Traînée importante quand il est complètement sorti. Moment piqueur.
 Voilet d'intados	60%	14°	Augmente la cambrure. Encore plus de traînée que le volet simple. Moment piqueur.
 Voilet Zap	90%	13°	Augmente la cambrure et la surface aile. Traînée importante. Moment piqueur.
 Voilet à fente	65%	16°	Contrôle la couche limite. Augmente la cambrure. Décrochage retardé. Traînée relativement faible.
 Voilet double à fente	70%	18°	Semblable au précédent, mais encore plus efficace. Peut aussi être triple.
 Voilet Fowler	90%	15°	Augmente la cambrure et la surface aile. Meilleur volet pour la portance. Mécanisme complexe. Moment piqueur.

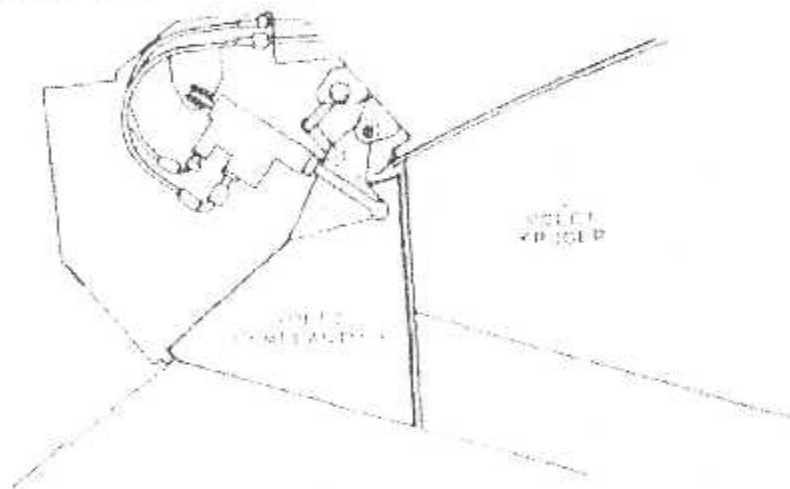
DISPOSITIFS HYPERSUSTENTATEURS

Note. Étant donné que les effets de ces dispositifs dépendent de la forme du profil de base et de la conception particulière des dispositifs eux-mêmes, les chiffres énoncés ont une valeur approximative et sont donnés à titre indicatif seulement. Pour simplifier les schémas, les ailes et les volets ont été dessinés avec de petits angles; ce ne sont pas les angles de portance maximale.

CINAMTIQUE DU VOLET KRÜGER A300 B



VOLETS D'EMPLANTURE ET KRUGER SORTIS



VOLET KRUGER

RENTRE

SORTI

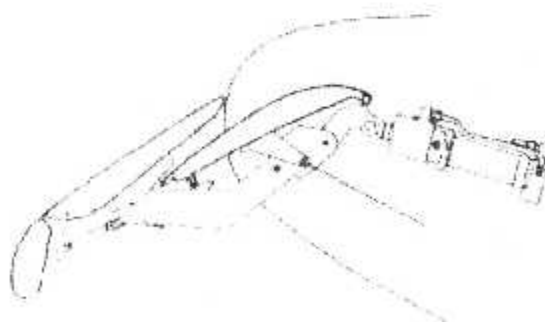
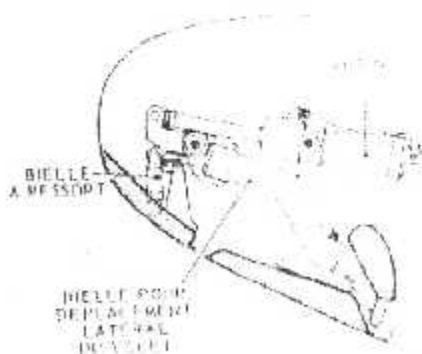
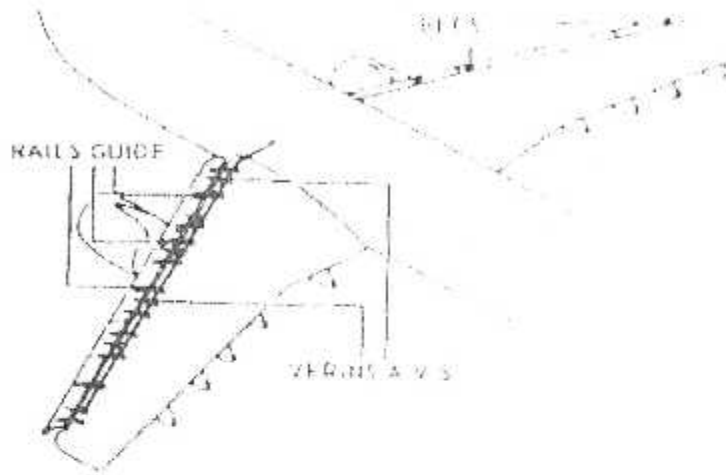
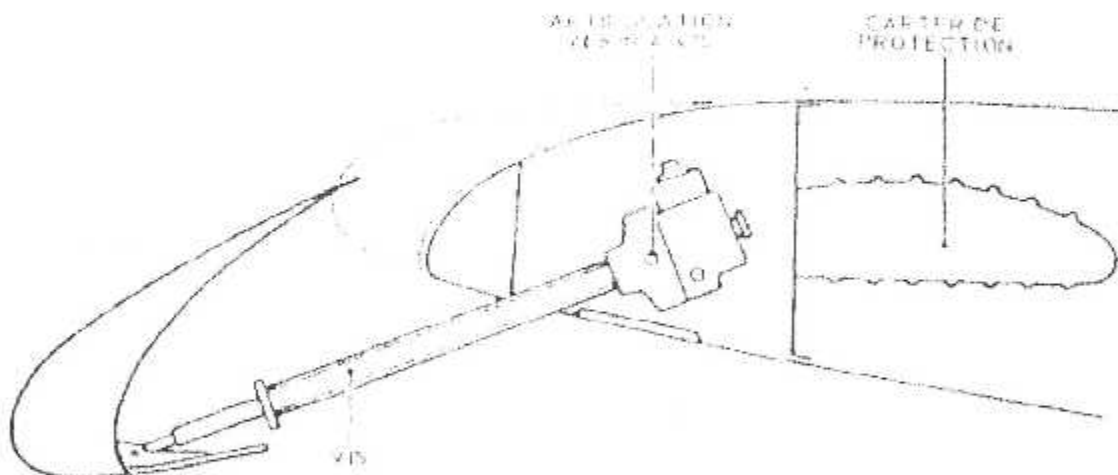


FIGURE 3

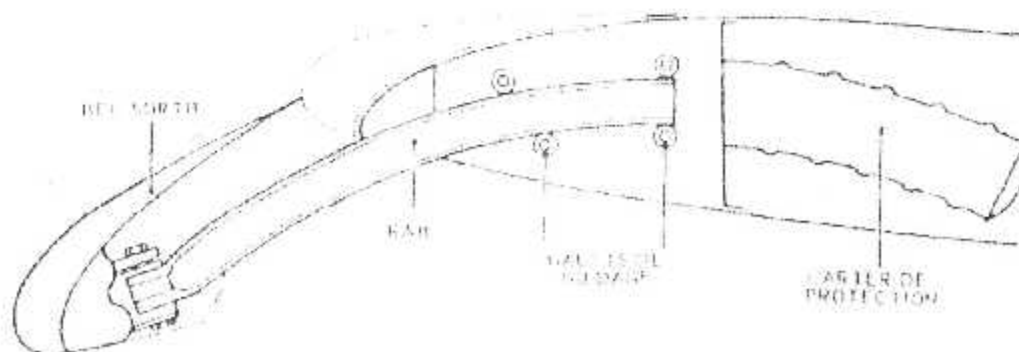
COMMANDE ET GUIDAGE DES BECS



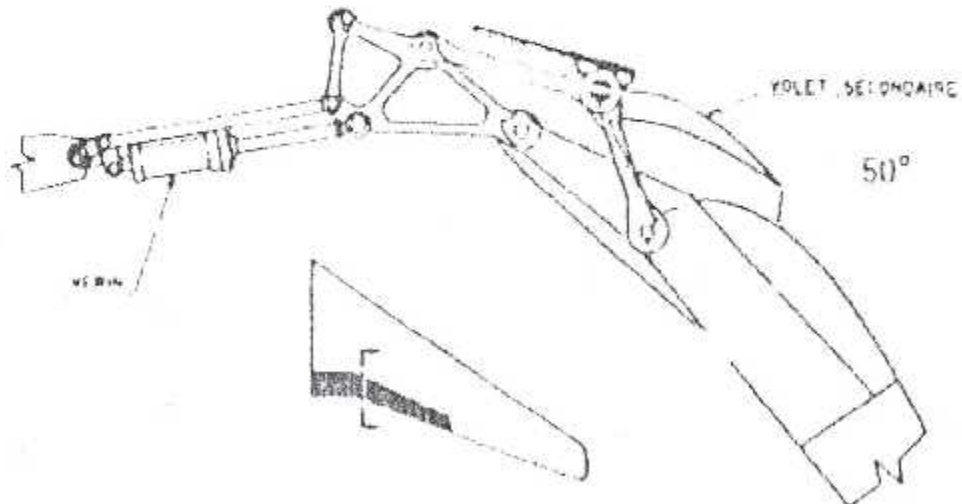
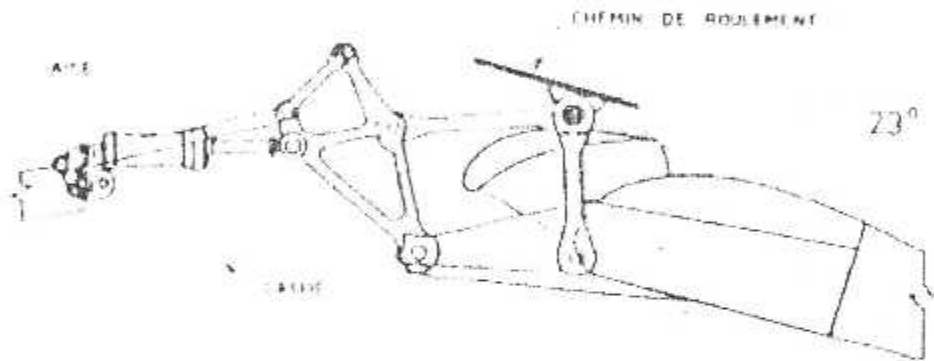
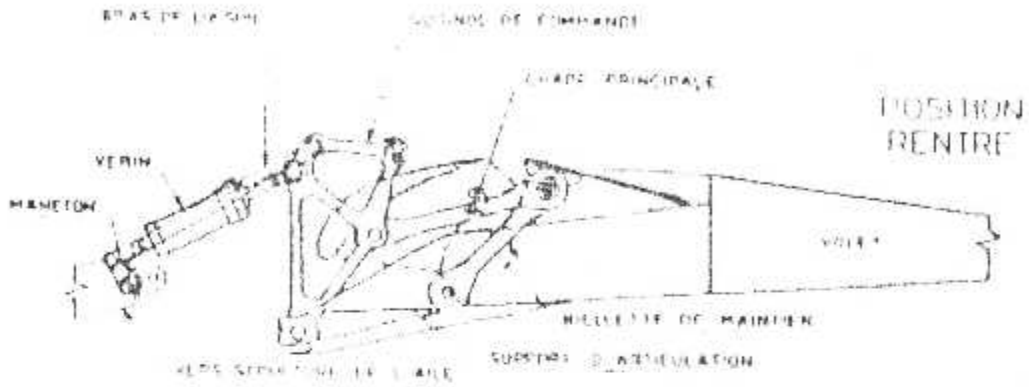
Vérin à vis



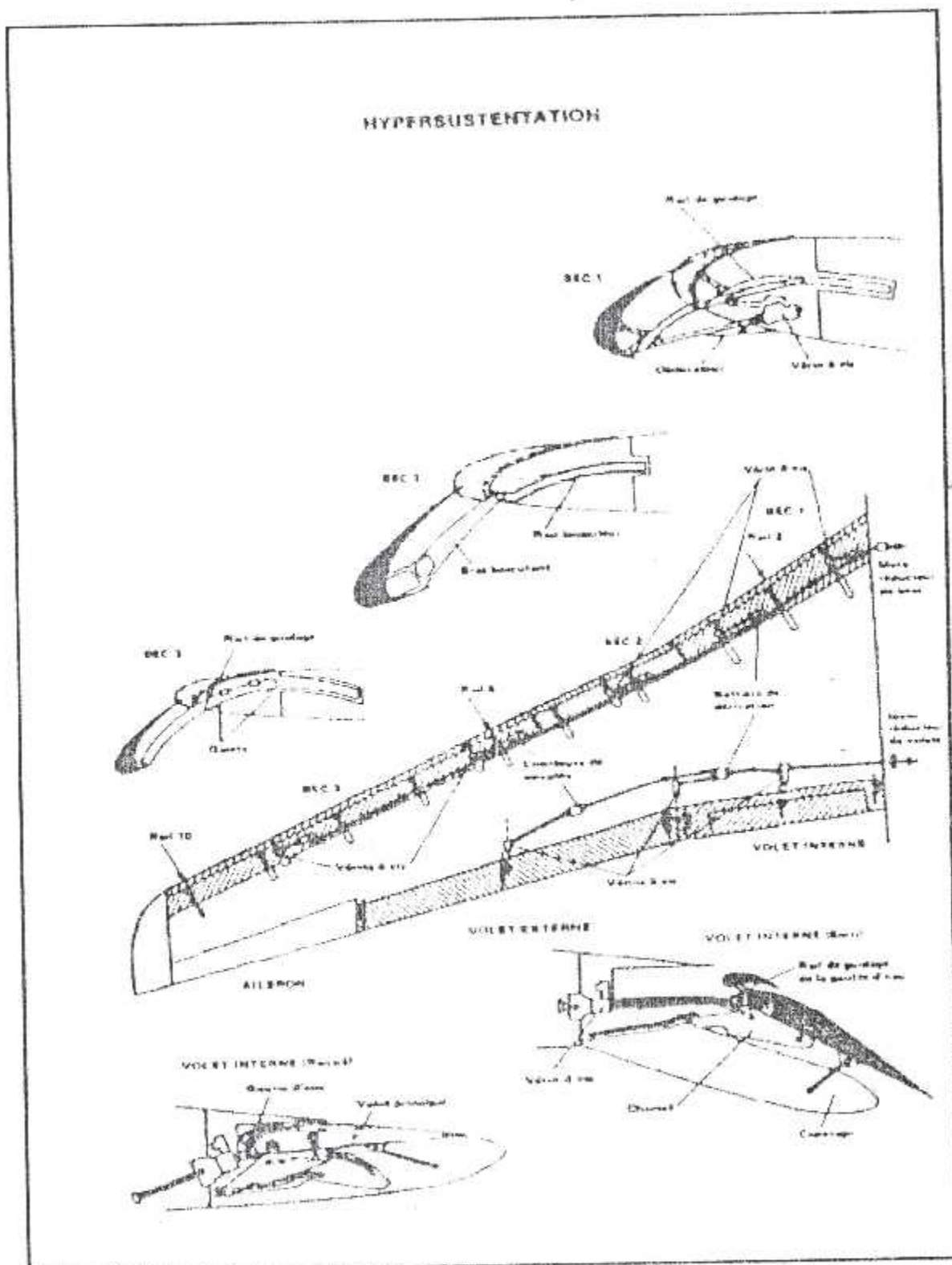
Rail guide



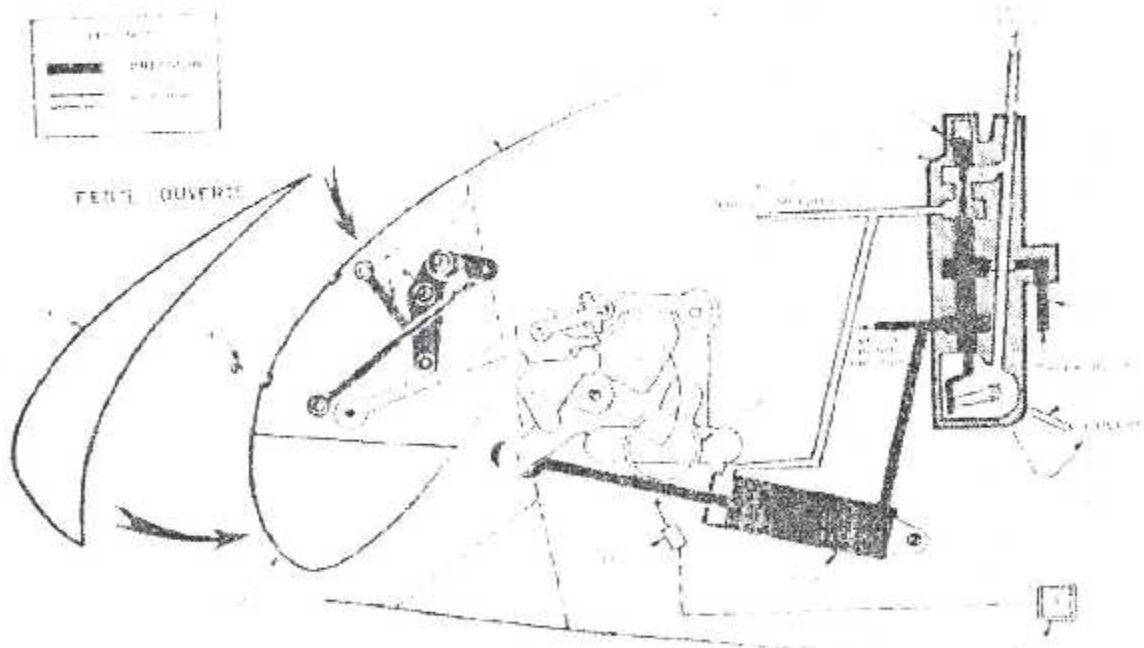
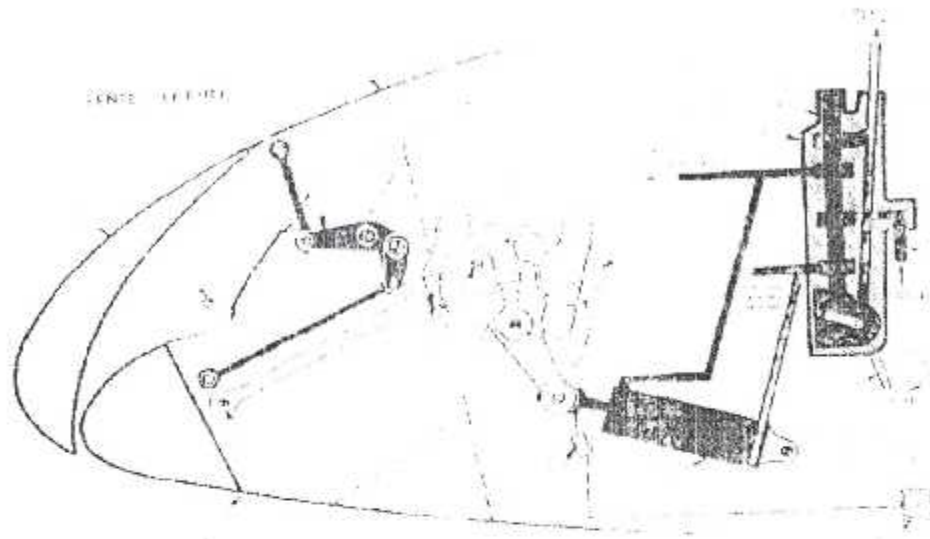
MECHANISME DE VOILE DU BF CARAVELL



HYPERSUSTENTATEURS DU MERCURE



LE BORD D'ATTAQUE DU DC 8



Bibliographie

[1] : A. CHEGRANI « détermination des caractéristiques aérodynamique des profils d'ailes par la méthode de singularité, intégrale des profils minces et la méthode de Théoderson » Thèse ingénieur d'état.

U.S.T.B - 98 / 99 -

[2] : J.C. RIPOLL « aérodynamique – mécanique du vol » 3ème édition (1988)

- E.N.A.C – Toulouse.

[3] : Informations fournies par moteurs de recherche Internet :

www.google.fr et www.yahoo.fr

[4] : Cours de Mr T. ALLEF « culture aéronautique »

[5] : J.C. RIPOLL « cellule circuit » 4ème édition (1994)

- E.N.A.C – Toulouse.

[6] : L. TAUREL « aérodynamique expérimentale » tome 2 (1981)

- E.N.A.C – Toulouse.

[8] : Flight safety international - Beech 1900D -

[7] : Site internet : www.airliners.net

[8] : Flight safety international - Beech 1900D -

[9] : I.P.C « illustrated parste catalogue of Beech 1900D » 27.50.00

[10] : Maintenance training manual (27.50.00)