

republique algérienne démocratique et  
populaire



Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche  
Scientifique

Université SAAD Dahleb De Blida  
Faculté Des Sciences De L'ingénieur  
Département D'AERONAUTIQUE



Option : **Structure**

## Mémoire De Fin D' Etudes

*Pour l'Obtention du Diplôme des Etudes Universitaires*  
*Appliquées en Aéronautique*

*Thème:*

**volet de bord de fuite**

Réalisé par :

- Rouai Djaafar saddek
- Boumaout Amar

dirigée par :

Mrs. Kirad Abd-el-Kader  
Mrs. Tarabet Redwan

Année \_\_\_\_\_ 2006/2007

# Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le bon **DIEU** de nous avoir donné le courage et la force nécessaires à l'aboutissement de ce travail .

Je tiens à remercier ma mère mon père mes frères et ma sœur, et tous les membres de chacune des deux familles 'ROUAI' et 'BELKHIRI' de m'avoir apporté leur soutien moral.

Un spécial remerciement pour mon promoteur Mr KIRAD et mon co-promoteur Mr TARABET pour leurs précieuses aide et conseils, sans oublier Mr RAOURAOUA et Mr TABAROUT et toute l'équipe d'AIR ALGERIE .

Sans oublier de remercier mes enseignants, tous les employés de l'institut de l'Aéronautique de BLIDA ainsi que tous mes collègues de l'université de Blida

*Rouai Djaafar Elsaddek*

# *Dédicaces*

Je dédie ce modeste travail à :

- Ma mère et mon père qui m'ont aidé et soutenu pour arriver là où je suis aujourd'hui .
- Mes deux grand-pères: BELKHIRI ELMESTPHA et ROUAI ELARBI .
- La mémoire de mes deux grand-mères: BELKHIRI OUM ASSAED et ROUAI DJEMEEA
- Mes deux frères ELHOUCINE et ELMEHDI ainsi qu'à ma sœur ZINEB.
- KHALI M'HAMMED et Hocine, Ammi MAHMOUD
- Khalati : Mme Fatma, Mme Kelthoum et Mme Samia.
- Mme Boubker Baya
- Amis de mon père : Said DEBARI et Youcef AMROUCHE
- Mes amis de RUISSEAU et surtout SEBBAGH KARIM , BOUDIAF MOHAMMED et BENALI SAMIR.
- Mes collègues de l'institut d'Aéronautique et de l'université de 'SAAD DAHLEB' sans oublier ceux de l'université de BAB EZZOUAR.
- Mes amis des cités universitaires de Blida.
- Ammi SID AHMED SEBBAGH et tous les supporters du MCA et l'USMA
- Mme Djebbar Karima
- Tous les Algériens

*Rouai Djoufar Elouadik*



# *DEDICACES*

---

*Je dédie ce modeste à mes très chers parents qui m'ont se tenus et encouragés durant tout mon cycle d'étude, et que dieu les protèges.*

**boumaout amar**

Résumé:

Arabe:

لقد أنجزنا هذا العمل لنبين الدور الاساسي للقلب و أهميته في حركة الطائرة للاقلاع والهبوط و أيضا الحركة الافقية

Anglais :

We have done this work to show the main role of the flap and its importance in the movements of the aircraft to have the takeoff the landing and the step cruse.

Francais :

On a fait ce travail pour montrer le rôle principale du volet et son importance dans les mouvements de l'avion pour avoir le décollage et l'atterrissage ainsi que la croisière

## Sommaire

➤ Introduction .....	1
➤ Chapitre 1	
I. Hypersustentation .....	2
II. Les différents types de système hyper sustentateurs de bord de fuite .....	2
III. Les différents types de système hyper sustentateurs de bord d'attaque.....	5
➤ Chapitre 2	
I. Approche et atterrissage .....	9
II. Décollage et montée initiale.....	16
➤ Chapitre 3	
• Les dimensions de boeing 767-300.....	19
• les positions du volet .....	21
• la description d'aile.....	22
• levier de commande dans cockpit .....	23
• notion sur le mécanisme de volet de BF.....	24
• volet externe de BF.....	26
• volet externe en traction .....	27
• volet externe rétracté .....	28
• volet interne rétracté .....	29
• volet interne en traction.....	30
• mécanisme extérieure de volet interne de BF.....	31
• les becs de bord d'attaque .....	32
➤ Chapitre 4	
Maintenance.....	33
Conclusion.....	52

## Introduction

L'histoire de l'aviation est lointaine dans l'histoire de l'humanité, toujours dans la vie y a un début à tout, c'est toujours les gens de bonne,volenté et de courage qui ont déclanché l'idée de voler chez l'être humain

Certains ce sont jetés, des hauteurs dans l'espoir d'atteindre le rêve de voler comme les oiseaux ; malheureusement ces premières essais ont échoués (manque d'expérience) malgré tout ces inventeurs n'ont pas perdu leurs espoirs, toujours la continuité a eu lieu et dans le bon sens

Plusieurs types d'ailes ont été mis on application, dans le domaine de l'aviation

a) les premiers étaient en toiles (revêtement en toile), seulement ces types n'ont pas tenu pendant longtemps

b) les seconds ces des avions dont le revêtement s'est amélioré (des toiles en aluminium léger au poids ) .

## Définition d'un volet

\_ tous les avions sont dotés d'un système de volets (à l'expérience de la fusée on rentre dans une autre technologie)

\_ le volet est un système hypersustentateur qui permettra à l'avion de prendre appuie sur air.

Sur les avions actuels (le cas d'air Algerie.B737<sup>-200</sup> , B727<sup>-200</sup> , B767<sup>-300</sup>)les volets sont du type Fowler.

Fowler est composé de plusieurs éléments.



# CHAPITRE 1



## **I. Hypersustentation**

Le degré de sécurité d'un avion se mesure généralement par son aptitude à voler à basse vitesse (atterrissage et décollage court). Le principe d'abaissement de la vitesse de décrochage est relativement simple, il suffit d'augmenter la surface de l'aile ou sa courbure. ( formule de la portance  $V$ ,  $S_{ro}$ ,  $C_z$  ).

En agrandissant la surface de l'aile on accroît la portance de manière évidente, par contre en cambrant l'aile par des dispositifs hypersustentateurs, on modifie l'écoulement du flux d'air en le déportant vers le bas et ainsi on accroît le  $C_z$  et également le  $C_x$

## **II. Différents types de systèmes hypersustentateurs de bord de fuite**

### **1. Les volets normaux**

Les plus simples et également les plus efficaces , une portion complète du bord de fuite est déployée vers le bas en augmentant ainsi la courbure de l'aile.

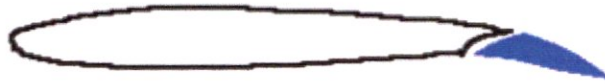
( avions légers de type DR400, Piper Warrior, Beech Bonanza )



## 2. Les volets d'intrados

Le volet d'intrados consiste en une plaque plate se déployant de l'intrados au niveau du bord de fuite. Il génère un peu plus de portance qu'un volet standard.

L'un des ses défauts majeur est qu'il génère également une forte traînée même pour de faibles déplacements, en effet seul le flux d'air de l'intrados est dévié alors que le flux d'air sur l'extrados reste stable. Cette perturbation entraîne une divergence de flux au niveau du bord de fuite et la création d'une turbulence de sillage. Cependant ces types de volets sont idéaux pour des ailes fines hautes performances disposant de peu de places pour loger les mécanismes liés aux manoeuvres des volets ( Spitfire, Cessna 310 ). Avec un appareil équipé de ce genre de volets, il faut le soutenir au moteur durant l'atterrissage.



## 3. Les volets à simple fente

Similaires aux volets standard, il se forme, lors de leur sortie une fente de largeur calculée, entre le bord de fuite de l'aile et le bord d'attaque du volet. Cette fente permet à l'air sous haute pression de l'intrados de s'engouffrer pour accroître le flux passant sur l'extrados du volet. Cette technique permet d'augmenter considérablement la portance aux grandes incidences. Les effets cumulés de fente, de l'accroissement de la courbure de l'aile, et de l'augmentation de surface de l'aile permettent à ces volets de générer une portance plus importante que pour des volets standards ou d'intrados.



#### 4. Le volet à fentes multiples

Ce volet est une amélioration du volet à fente unique. A mesure que le volet se déploie, une sorte de petite aile, ou déflecteur vient se positionner entre le bord de fuite de l'aile et le bord d'attaque du volet.



Le déflecteur possède deux fonctions, il crée une seconde fente et de part sa forme il dirige le flux d'air avec une grande efficacité. Ce type de volet à double fente est une méthode exceptionnelle pour augmenter la portance à cause de la complexité mécanique liée à sa cinématique. Il est cependant utilisé sur les gros porteurs de type Boeing707 et dans sa version à double déflecteur soit triple fente sur les Boeing727.

#### 5. Les volets de type Fowler



**volet fowler**

Les volets Fowler sont les dispositifs hypersustentateurs de bord de fuite les plus efficace mais sont complexes et chers.

Lorsque le volet est rétracté il fait partie intégrante de l'aile et se déploie en deux étapes.

Lors de l'étape une, il commence par reculer exactement dans le prolongement de l'aile pour en augmenter la corde et la surface, ce qui permet l'accroissement de portance maximal par rapport à l'accroissement de traînée ( cette première étape suffit en général pour les phases de décollage ).

Lors de la seconde étape, le volet est dévié vers le bas ce qui a pour effet d'accroître la courbure de l'aile et donc la portance.

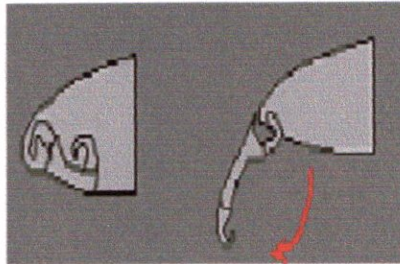
En position totalement sortie, le volet Fowler génère plus de portance et moins de traînée qu'un volet à fente de taille similaire. Du fait de son coût et de sa complexité, ce type de volets n'est pas utilisé sur les avions légers.

### III. Différents types de systèmes hypersustentateurs de bord d'attaque

Bien que plus récents que les dispositifs de bords de fuite, les dispositifs de bord d'attaque initialement montés sur les gros porteurs, sont apparus sur les avions légers.



## 1. Les volets Krueger



### **volet krueger**

Les volets Krueger consistent en une plaque placée au raz du bord d'attaque à l'intrados.

Lorsque cette plaque est déployée, la cambrure de l'aile augmente repoussant ainsi une partie de l'air passant sous l'intrados vers l'extrados

Cette déviation de l'air a pour conséquence d'augmenter la portance et donc de diminuer la vitesse de décrochage.

Ce bec de bord d'attaque est pratiquement toujours déployé simultanément avec les volets de bord de fuite et ne possède pas de position intermédiaire ( sorti ou rentré )

Il peut s'étendre sur toute la longueur de l'aile ou être limité à une partie de l'aile, généralement l'emplanture de l'aile.

## 2. Les becs de bord d'attaque basculant

Ces becs en pivotant le bord d'attaque, augmentent la courbure de l'aile aux grands angles.

Cette augmentation permet aux flux d'air en amont d'infléchir progressivement leur trajectoire afin de s'écouler plus doucement sur l'extrados.

### 3. Le bec de bord d'attaque

Le bec de bord d'attaque est une petite aile auxiliaire placée au raz du bord d'attaque.



Lorsqu'il est déployé le bec ouvre une fente ayant essentiellement les mêmes fonctions que les fentes du bord de fuite, canaliser l'air sous pression de l'intrados vers l'extrados pour reculer le décrochage et augmenter la portance. Cependant, étant donné que le bec est une surface portante, il vient s'ajouter à la surface de l'aile donnant une meilleure portance aux grands angles. Les becs du Hélio-Courier sont si efficaces, qu'ils génèrent à eux seuls la majeure partie de la portance aux faibles vitesses. Le Rallye profite également de cette technique et possède un décrochage extrêmement doux

### 4. Les fentes fixes

La notion d'aile à fente n'est pas nouvelle, c'est seulement la fente de bord d'attaque qui est une innovation récente.

Un avion de type Stinson-Voyager ou Globe-Swift possède une fente fixe d'environ 60cm de long sur la partie extérieure du bord d'attaque de chaque aile

Les fentes fixes retardent le décrochage et du fait de leur position en avant des ailerons augmentent la manoeuvrabilité en roulis aux faibles vitesses. Elles ne sont cependant pas adaptées aux avions modernes car elles deviennent pénalisantes dès que la vitesse s'élève.

### **Ne pas oublier les consignes suivantes :**

*Roulage et essais moteur volet rentré ( projection de boue et de gravier )*

*Eviter le roulage dans les flaques d'eau par temps de gel (givrage des commandes de volet)*

## volet

---

*Après décollage ne rentrer les volets q'une fois l'effet de sol inactif et la vitesse supérieure à la vitesse de décrochage volets rentrés ( bas de l'arc vert )*

*Attention au couple piqueur lors de la rentrée et de la sortie des volets*

*En cas de fort vent, ne les déployer que partiellement,*

*Facteur de charge autorisé plus faible avec volets sortis Ne sortir complètement les volets que lorsque l'atterrissage est certain (PB de remise de gaz)*



# CHAPITRE 2



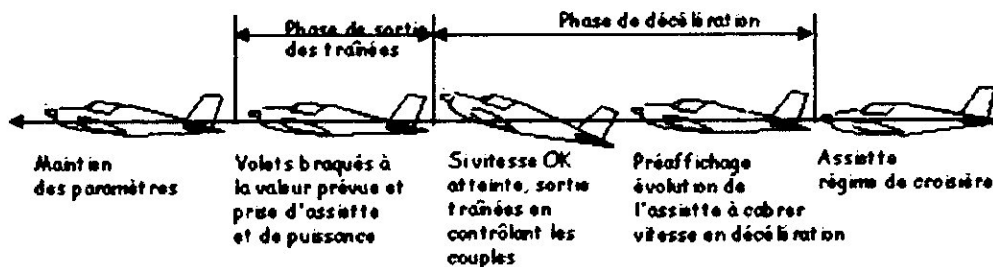
## I. Approche et atterrissage

Ces deux phases cruciales permettent, l'une après l'autre, le retour de l'avion au sol avec la meilleure sécurité possible.

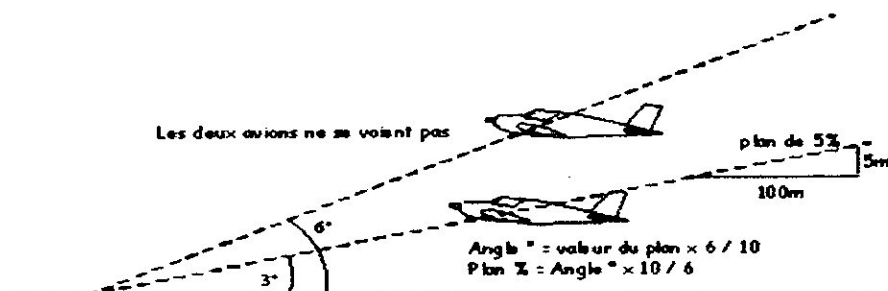
### 1 - Approche initiale et finale

La configuration approche initiale permet de préparer la machine à la phase d'atterrissage par une vitesse qui permet la sortie des éléments de traînée (volets et train d'atterrissage). Cette vitesse doit être compatible avec la sécurité pour permettre un minimum d'évolutions ( virages )

Le passage de la vitesse de croisière à la vitesse d'approche initiale ( attente ) s'effectue en préaffichant une puissance moteur permettant une décélération constante afin de positionner l'avion à son équilibre d'attente



L'approche finale permet de maintenir l'avion dans l'axe de la piste sur un plan de descente de 5% (l'avion descend de 5m par tranche de 100 m), l'angle de ce plan étant alors de 3°. Ce choix a été dicté par des motifs de sécurité, en effet si deux avions utilisent des pentes différentes ils ne peuvent se voir



La vitesse à adopter (au plus bas de l'ordre de 200 ft) doit être stabilisée à 1,3 de la vitesse lisse de décrochage ( sécurité ) car on a intérêt à approcher l'avion à la vitesse la plus faible possible compatible avec la sécurité (à cette altitude un

décrochage est souvent mortel) afin de poser l'avion sans avoir à trop rouler (piste courte ou freinage inefficace). Toutefois se rappeler de la règle :

**≤ EN APPROCHE LE CONTRÔLE DE LA VITESSE C'EST LA VIE ≥**

Ainsi un avion stabilisé en approche finale devra avoir :

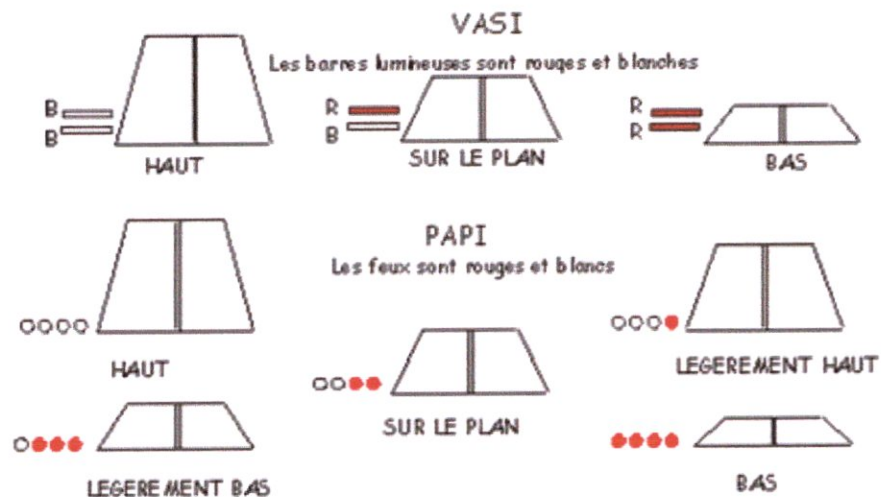
une vitesse constante (jamais moins de 1,3 de la vitesse de décrochage lisse)

une assiette moyenne qui permet de maintenir la trajectoire

une puissance moyenne qui permet d'agir sur la vitesse si celle-ci vient à varier

un taux de chute qui permette de maintenir le plan

Lors de l'approche finale, beaucoup de paramètres sont à surveiller, afin d'aider le pilote des dispositifs techniques au sol existent pour vérifier la pente d'approche, il s'agit des systèmes dit PAPI et VASI, dispositifs lumineux situés en bout de piste indiquant la position relative de l'avion par rapport à un plan de descente de 5%. De nombreux modèles existent, nous allons décrire les deux modèles de base.



Ces deux méthodes ne donnent qu'une indication sur le plan de descente, il existe d'autres méthodes (ILS, GCA, etc) qui donnent également des indications sur l'altitude.

Le tableau suivant donne les altitudes à respecter en fonction de la distance à la piste.

distance de 3 nautiques	altitude de 900 ft
distance de 2 nautiques	altitude de 600 ft
distance de 1,5 nautiques	altitude de 500 ft
distance de 1 nautiques	altitude de 300 ft
distance de 0.5 nautiques	altitude de 150 ft

Cette évaluation de distance n'est pas très exploitable, aussi il vaut mieux évaluer le taux de chute : contrôlé au variomètre et qui est fonction de la vitesse sol de l'avion ( attention au vent )

$$\text{Taux de chute en pied / minute} = \text{vitesse sol en Kt} \times \text{Plan}$$

par exemple, sans vent avec une vitesse de 60Kt et un plan de 5%, le taux de chute doit avoir pour valeur :  $60 \times 5$  soit 300ft / mn, alors que pour un vent de face de 20 Kt, la vitesse sol sera alors de  $60 - 20$  soit 40 Kt et le taux de chute devient  $40 \times 5$  soit 200 ft /mn

Pour convertir les Kt en Km /h multiplier les Kt par 2 et enlever 10% exemple 45 Kt donne  $90 - 9$  soit 81 Km /h

Pour convertir les Km/h en Kt, ajouter 10% et diviser par 2 exemple 68 Km /h donne  $( 68 + 6 ) / 2$  soit 37 Km /h

Pour convertir les ft/mn en m/s diviser les ft/mn par 200 et inversement pour convertir les m/s en ft/mn, multiplier les m/s par 200..

Dernier point lors d'une approche finale, si l'atmosphère est agitée ( vent et rafales, risque de décrochage ) majorer la vitesse au dessus de 10Kt de :  $( \text{vent} / 2 ) + \text{la rafale}$  en ayant comme limite une majoration maximum de 20Kt, par exemple si le vent au sol est de 18Kt avec rafales à 25Kt, il faut majorer la vitesse de :  $(18)/2 + 7$  soit 16 Kt

La méthode générale suivante a pour but d'effectuer la fin du tour de piste (attente, approche et finale ) sur un terrain inconnu .mais présente l'inconvénient d'être longue.

Avec  $V_{sol}$  = vitesse sol, T en mn égal hauteur du TDP en ft divisé par le produit  $V_{sol} * \text{plan}$ , exemple :

$V_{sol} = 85 \text{ Kt}$	$T = 700 / (5 * 85)$ soit approximativement 1 mn 30 secondes
Plan de 5%	$V_z = 85 * 5$ soit approximativement 400 ft mn
Hauteur de 700 ft	

## 2- Atterrissage

L'atterrissage est la méthode employée afin d'amener l'avion, à partir d'une faible hauteur, en contact avec le sol avec une vitesse verticale la plus faible possible, puis de l'arrêter sur une distance minimum compatible avec la sécurité (*l'art et la manière d'emplafonner la terre avec le moins de dégats*)

Deux types d'atterrissage sont à décrire, l'atterrissage avec un train classique (roulette de queue) et l'atterrissage avec un train tricycle.

Quelque soit le type d'avion, l'atterrissage s'effectue toujours vent de face ou au maximum à  $90^\circ$  sur le travers.

### 2.1 - Atterrissage train tricycle

L'atterrissage se déroule en cinq étapes principales :

***L'approche finale*** ou la vitesse doit être maintenue à 1,3 de la vitesse de décrochage lisse

***L'arrondi*** qui consiste à transformer la descente en une trajectoire parallèle au sol. L'instant propice pour effectuer cette manoeuvre ne peut s'expliquer par écrit ni même par oral, il s'agit de feeling pur. Certains pilotes ne savent pas quand arrondir, d'autre le sentent, mais aucun ne peut l'expliquer (à travailler avec un instructeur en vol)

***Le palier de décélération*** dont la hauteur est fonction du type d'avion et peut se situer de 1 à 2 m au dessus du sol. L'arrondi étant effectué, la puissance totalement réduite, pour ralentir en restant parallèle au sol il faut progressivement cabrer l'avion pour augmenter l'incidence au fur et à mesure

que la vitesse diminue afin d'amener l'avion à l'enfoncement dans une bonne position. ( Il faut porter le regard loin en avant pour maintenir cette phase )

La vitesse d'approche  $1,3V_s$  est importante pour cette phase, car trop rapide le palier de décélération risque d'être trop long ( limite de longueur de piste ), trop lente le palier sera trop court et la variation d'assiette trop rapide ( risque de décrochage )

**Enfoncement et posé** A la fin de la décélération l'attitude de l'avion devra être cabrée de façon à poser le train principal en premier ( problème de structure et de résistance ), la béquille arrière près du sol afin que la vitesse soit réduite au minimum possible. L'avion va alors s'enfoncer doucement et durant cette phase il faut maintenir l'assiette. Durant l'enfoncement l'avion est à grande incidence , phase qui précède le décrochage, avec une bonne marge puisque l'incidence d'atterrissage est rarement supérieure à  $10^\circ$ . A l'issue de l'enfoncement va intervenir le posé ou prise de contact du train principal avec le sol.

**Le roulage** d'abord sur le train principal ( freinage aérodynamique ) puis selon les indications du manuel de vol, poser la roulette de nez. Une fois la roulette posée il est possible d'utiliser le système de freinage sol si la longueur de piste le demande, le contrôle d'axe s'effectuant aux palonniers ( assez fermement ).

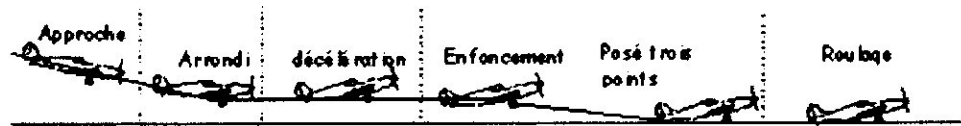
Durant la phase de décélération, ne pas trop utiliser les palonniers car l'avion pourrait se poser de travers.



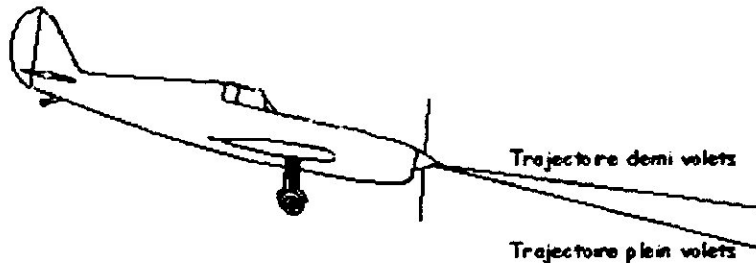
## 2.2 - Atterrissage train classique

La technique d'atterrissage d'un avion à train classique ne diffère pas de celle d'un avion à train tricycle jusqu'au contact sol car il faut poser ce type d'avion " *trois points* ", c'est à dire que le train principal et la roulette de queue soient posés en même temps pour éviter de rebondir.

Par contre ce genre d'appareil présente la particularité d'être extrêmement sensible lors du roulage et il faut être vigilant tant que l'appareil n'a pas atteint une vitesse faible.



### 2.3 - L'influence des volets lors de l'atterrissage



La décélération depuis la vitesse de croisière jusqu'à la vitesse de sortie des traînées (vitesse d'attente) permet de sortir entre autre les volets. Ceux ci possèdent en général plusieurs positions , il est alors intéressant de ne sortir que la première partie de ceux ci. En effet, la sortie des pleins volets lors de l'atterrissage final permettra de diminuer encore la vitesse de posé. De plus une traînée est toujours facile à sortir mais beaucoup plus difficile à rentrer car il faut alors respecter une vitesse minimum. La sortie des volets accroît la portance, leur *rentrée diminue cette portance*

La seconde influence des volets est le couple qui peut être cabreur ou piqueur selon le type d'avion.

Enfin le taux de chute volets plein sortis sera toujours plus grand que volets sortis à demi.

## 2.4 - La décision d'atterrissage

En approche finale, juste avant

Moteur ajusté pour la vitesse requise

Taux de chute stable

Avion horizontal

Train sorti

l'atterrissage ( au alentours de 300 ft ), l'avion doit être aligné sur l'axe de la piste, la piste doit être libre ( radio ), les paramètres de l'avion bien établis et stabilisés soit :

L'un de ces paramètres peut ne pas être correct ou bien une brusque rafale de vent déporte l'avion etc.

Le passage de l'approche finale à la phase d'arrondi dépend en fait de ces paramètres, et on peut être certain que si l'un d'eux n'est pas correct, l'atterrissage risque d'être acrobatique.

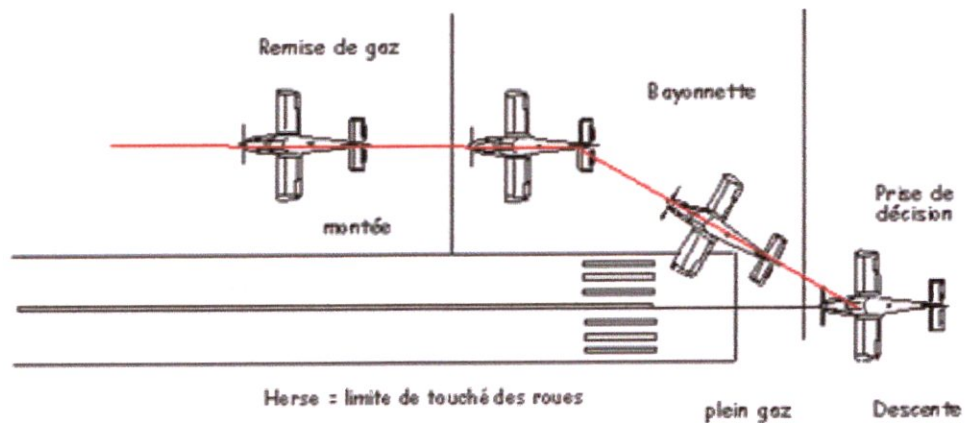
Une phase importante dans la tête du pilote est alors la prise de décision :

**≤ ATERRISSAGE ou REMISE DE GAZ ≥**

*La remise de gaz consiste* à rompre la descente en mettant les gaz afin de reprendre une pente montante, puis éviter de suivre une trajectoire survolant la piste ( bayonnette d'évitement. )

*L'atterrissage consiste* à poursuivre la descente , peut-être en sortant les plein volets jusqu'au touché final.

**≤ LES VOLETS PLEIN SORTIS = REMISE DE GAZ  
DIFFICILE. ≥**



## II. Décollage et montée initiale

Le décollage et la montée initiale consistent à mettre l'avion en vol, avec une vitesse et une altitude de sécurité suffisantes, pour se dégager du sol le plus rapidement possible. Ces processus diffèrent selon qu'il s'agit d'un appareil à train classique ou d'un appareil à train tricyle.

### 1 - Décollage et montée initiale tricyle

Après avoir effectué les vérifications et assuré la sécurité, les phases sont les suivantes:

**L'Alignement** de l'avion sur l'axe de la piste, roulette de nez bien droite.

**La Mise en puissance** (roulage) progressive et à fond afin de prendre de la vitesse. La traction doit vaincre l'inertie de l'appareil, le frottement des roues et la traînée qui s'accroît en fonction de la vitesse.

**Le Décollage ou la Rotation** (dès que la vitesse préconisée est atteinte), elle s'effectue dès que la vitesse permet une portance légèrement supérieure au poids de l'avion, l'angle d'incidence augmente, la traînée également, la vitesse diminue il y a risque de décrochage (attention aux effets de sol)

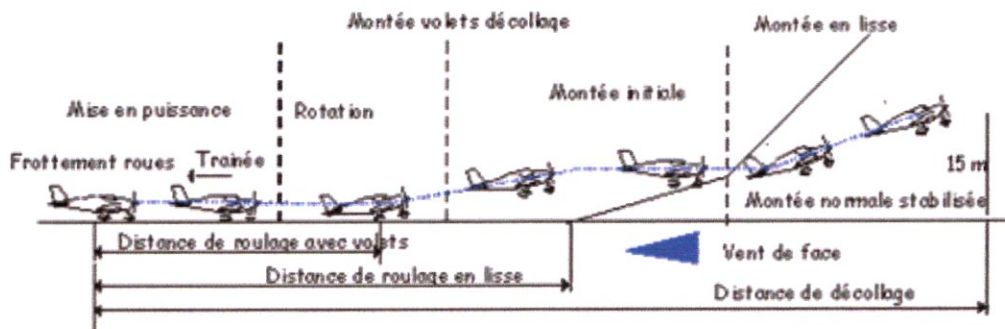
**La Montée initiale**, durant cette phase l'assiette de montée initiale est maintenue ou légèrement diminuée jusqu'à l'obtention de la vitesse de montée stabilisée, c'est une phase d'accélération où la traînée diminue, il n'y a plus de contact des roues sur le sol, la vitesse augmente



**La Montée normale** est effectuée lorsque la vitesse de montée normale de sécurité est stabilisée et peut s'effectuer selon trois configurations ( pente max, Vz max ou normale)

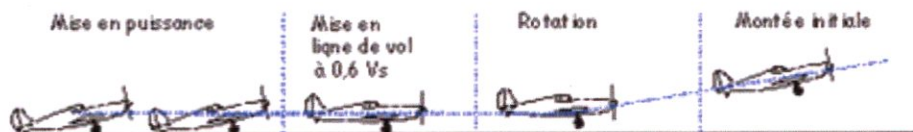
**La Distance de décollage** est définie comme étant la distance nécessaire à un avion pour passer à 15m d'altitude au décollage.

**La Distance de roulage** est définie comme la distance entre la mise l'arrêt et la rotation.

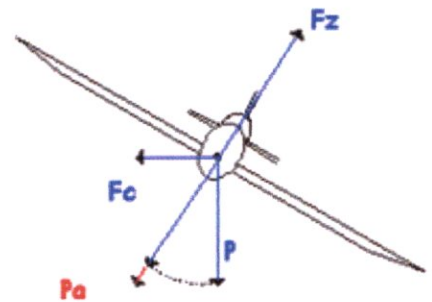
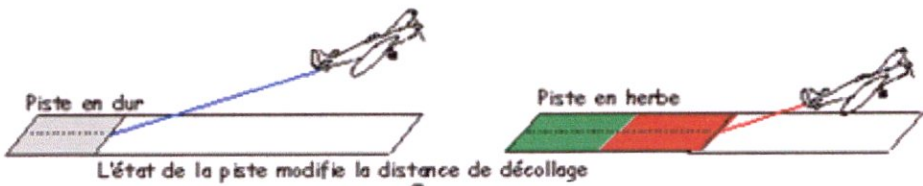
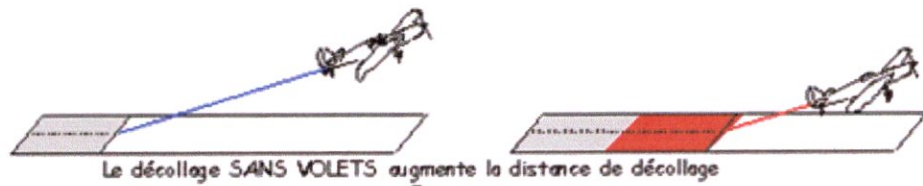
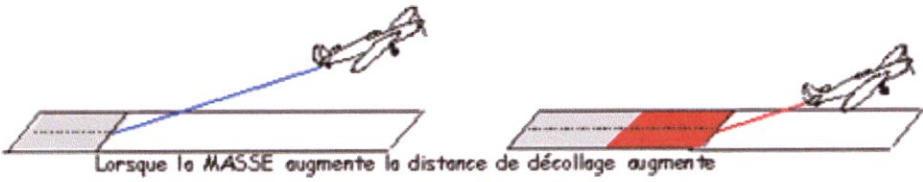
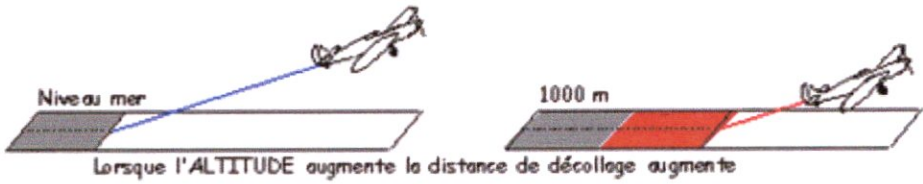
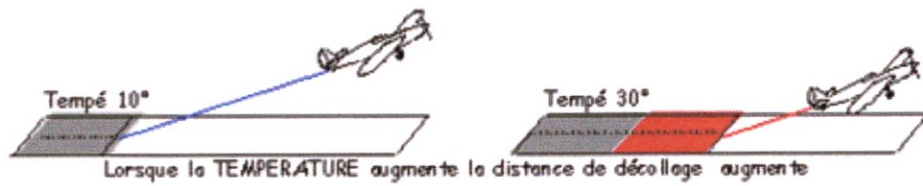


## 2 - Décollage et montée initiale classique

Sur un appareil de ce type, le processus de base reste identique, il diffère après la mise en puissance car il faut assurer la Mise en ligne de vol ( diminution de traînée ) dès que la vitesse est au moins égale à  $0,6 V$  décrochage afin de diminuer la traînée et d'assurer l'efficacité des gouvernes



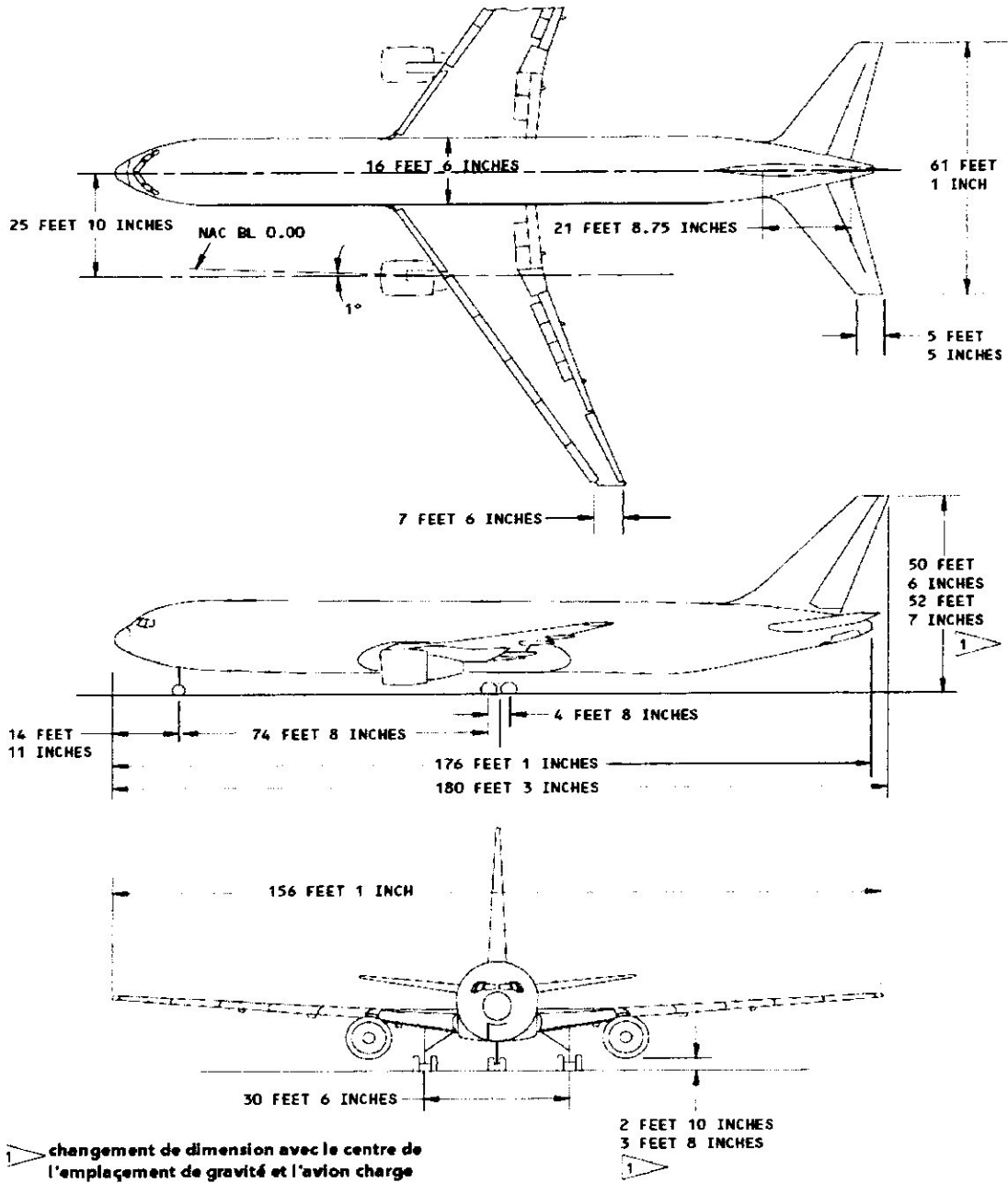
### 3 - Les paramètres influant sur le décollage



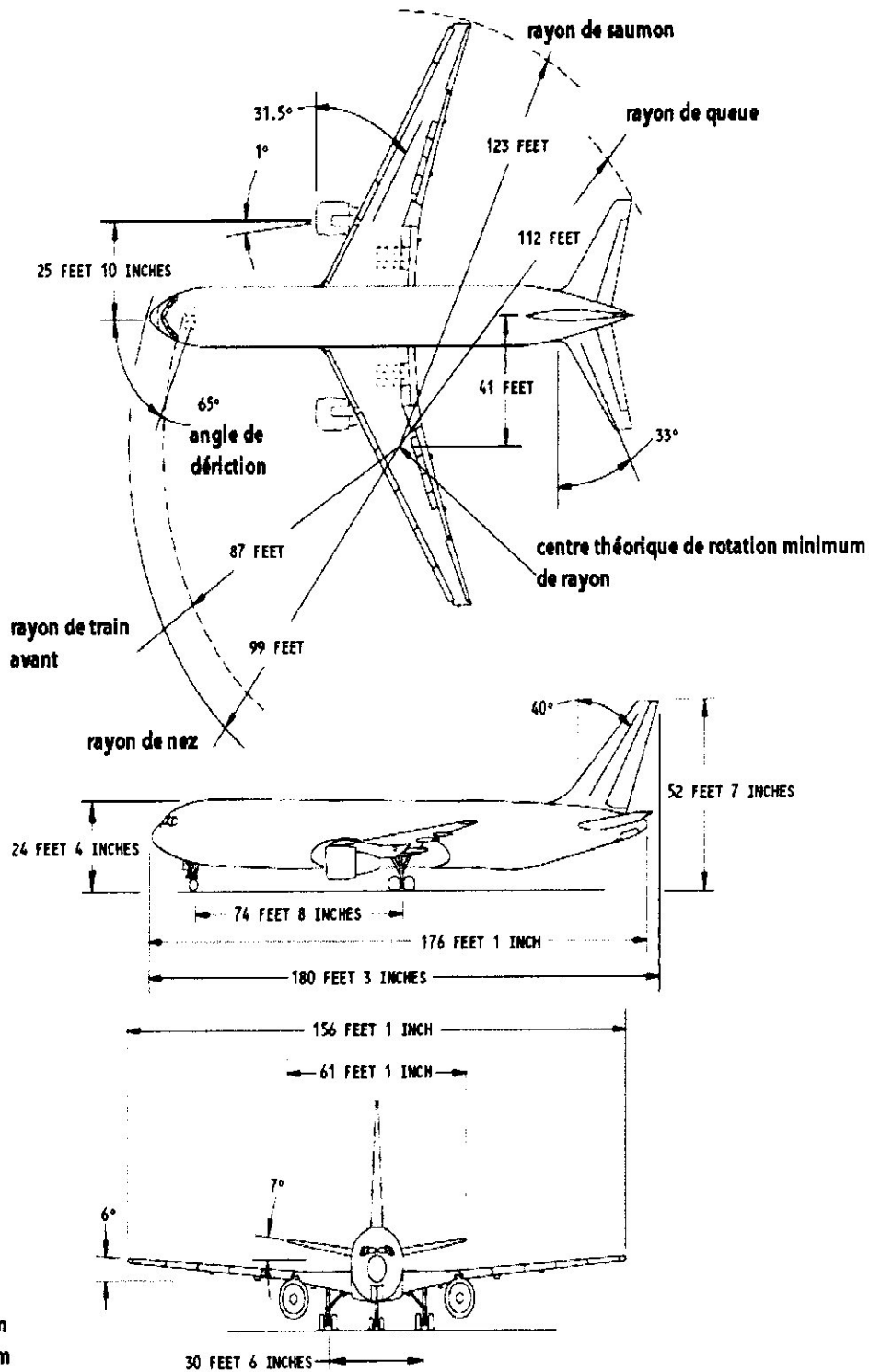


# CHAPITRE 3

**-les dimensions de Boeing 767<sup>300</sup> :**



**dimension principal**



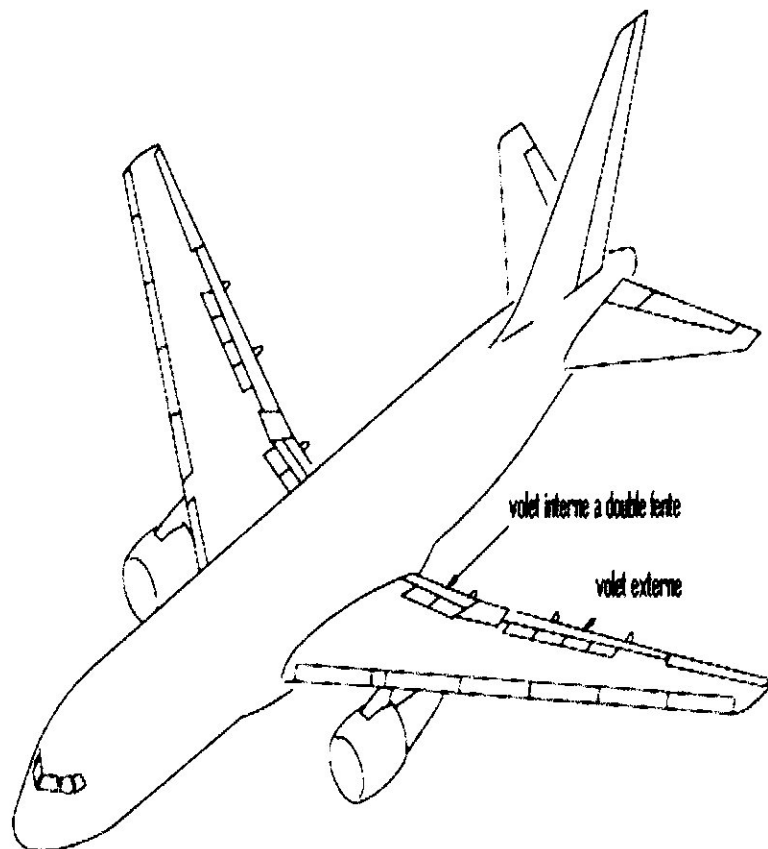
BOEING 767-300

rayon airplan de dimension et de rotation

volet

---

Les positions de volets dans boeing 767<sup>300</sup>

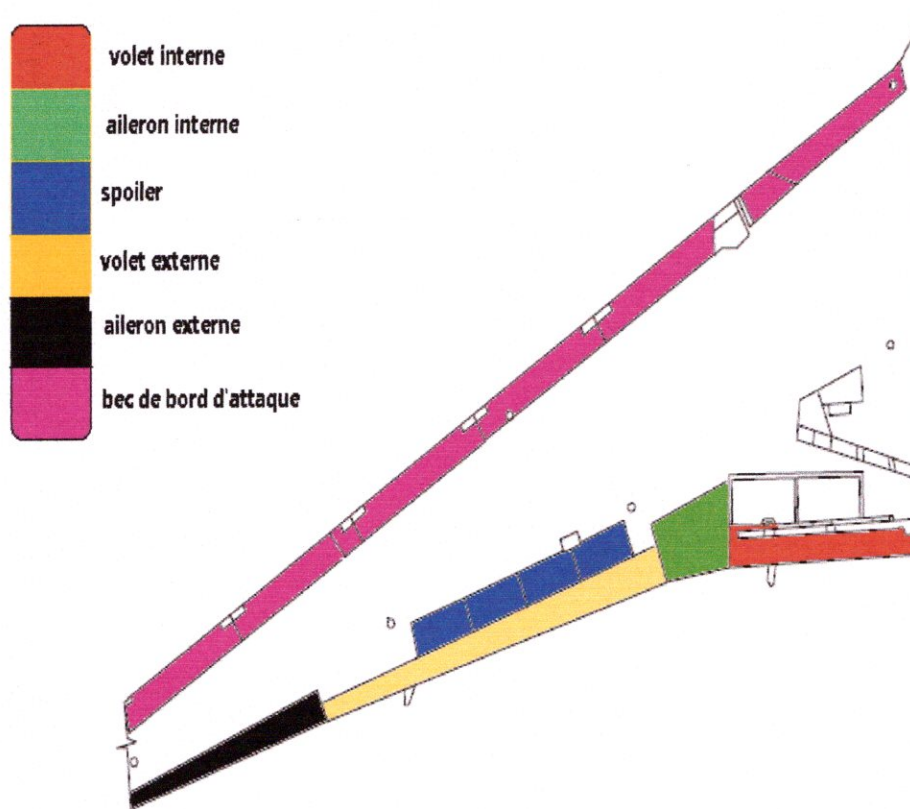


volet de bord de fuite

## La description d'aile boeing 767<sup>300</sup>

. Les volets de bord de fuite fournissent la portance supplémentaire pendant le décollage et l'atterrissage. Une fois déployés, les volets fonctionnent en même temps que les bords de bord d'attaque « slat » pour augmenter efficacement la surface des ailes.

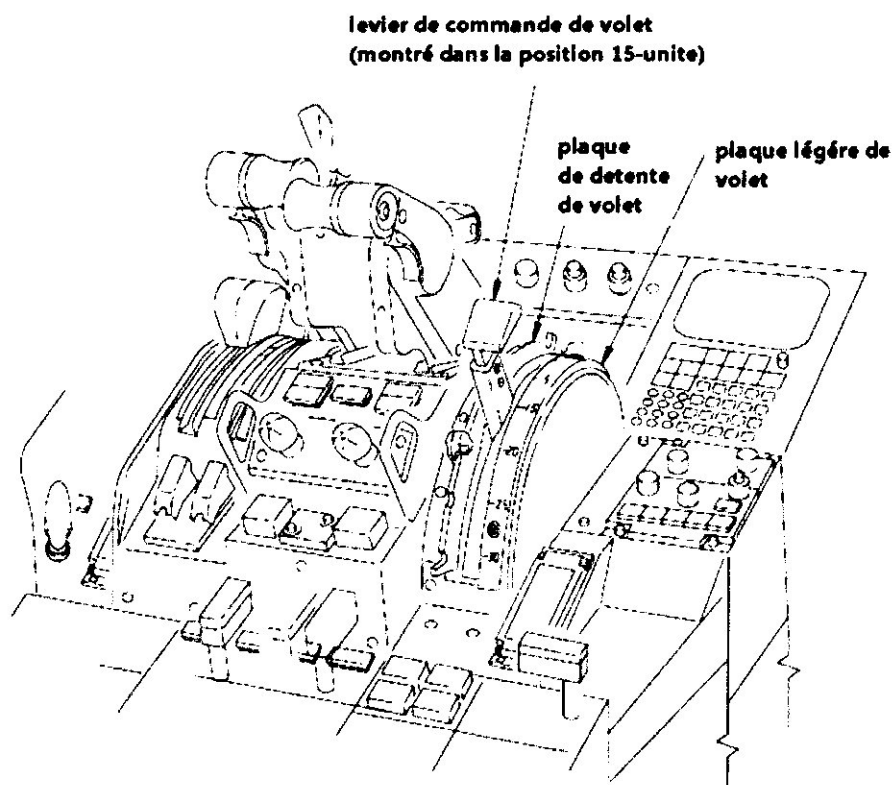
. Le système de volet de bord de fuite est constitué d'un volet intérieur et extérieur sur chaque aile. Le volet intérieur se compose d'un volet principal et d'un volet secondaire (**volet fowler**). Un volet simple qui est situé à la position extérieure. Les volets sont fusionnés avec l'aile une fois rétractés.



description d'aile

Boeing 767-300

## Levier de commande dans le cockpit :



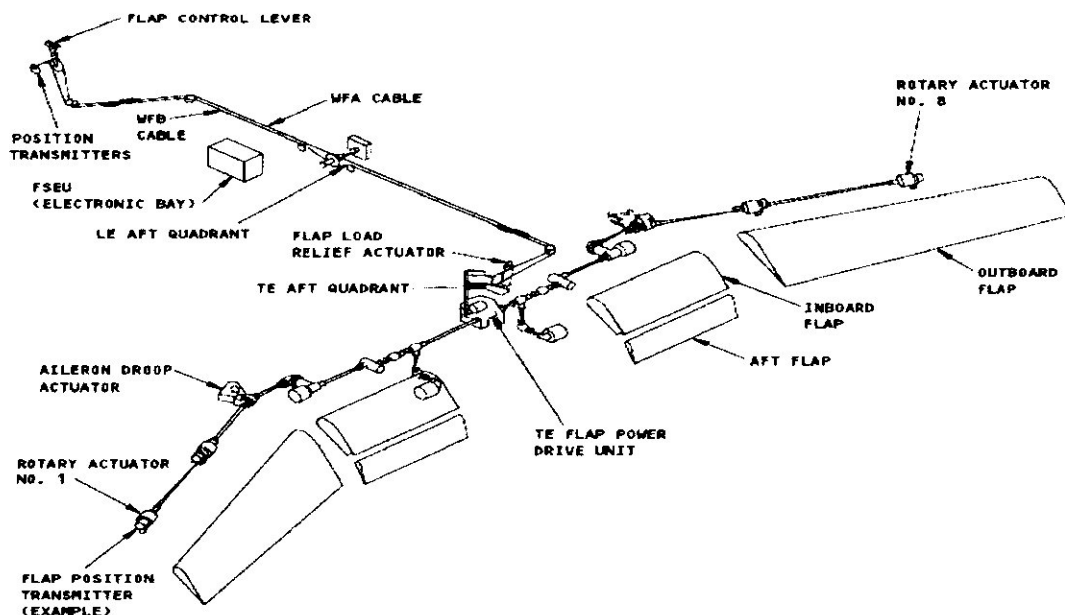
### **levier de commande de volet et emetteurs de position**

-Pendant le mode normal les volets sont actionnés par le circuit hydraulique central. Le fonctionnement de volet est contrôlé par le levier de commande de volet sur le cockpit de contrôle de bas-côté. Le levier de volet est connecté par des câbles et des torque tube à l'unité d'entraînement d'alimentation électrique de volet .

-Pendant le travail en bascule, les volets sont actionnés électriquement. Le fonctionnement de volet est contrôlé par le switch d'ALTN dans le cockpit. Ces commutateurs contrôlent un moteur électrique qui conduit l'unité d'entraînement d'alimentation électrique de volet.



## Notion sur le Mécanisme de volet BF de Boeing 767<sup>-300</sup>



volet de bord de fuite  
mécanisme

il peut être actionner hydrauliquement, ce qu'on appelle le mode normal.

Aussi le fonctionnement secours, en cas de perte d'hydraulique (fonctionnement électrique)

Le fluide hydraulique est stocké au niveau des baches (réservoir)

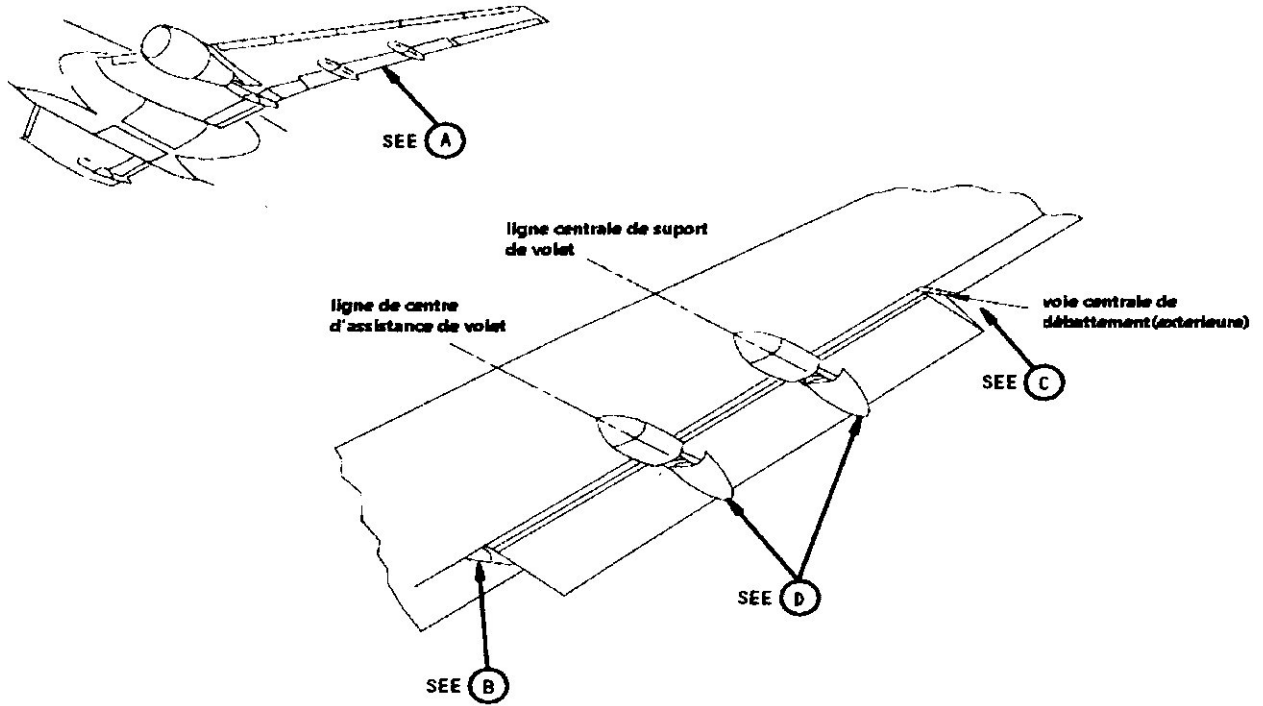
Dans le cas B767-300 ces baches sont situées une dans la nacelle moteur gauche – on l'appelle circuit left, l'autre bache dans la nacelle

moteur droit ,on l'appelle circuit right ;et le 3<sup>eme</sup> dans le logement train principal et on l'appelle circuit central.

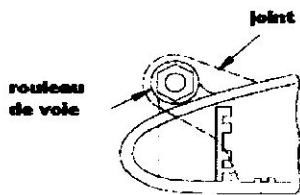
Si on veut actionner les volets par exemple ,on actionne les pompes hydraulique par l'intermédiaire des switchs (ON/OFF) placé sur le panneau P6 (overhead pannel) dans le cockpit puis on déplace au fur et à mesure la manette volets et les volets se déplacent .la manette liée au selecteur par un système de cablerie . le selecteur à son tour ordonne le moteur volet à tourner suivant les instructions du secteur.une fois le moteur volet tourne ,il entraine tout un système de **torque tube** qui sont relies entre eux bar des boitiers de transmission et les volets se déplacent soit sur rentrés ou sortie .

Le contrôle de l'hydraulique dans le système est assuré par l'intermédiaire des switchs placés sur les modules de préssion pour éviter la dessymetrie des volets par exemple

**Volet externe de BF**

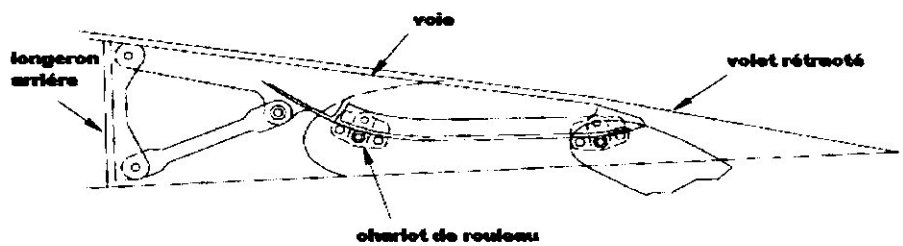


**volet externe (en traction)**



**extrémité intérieure**

**(B)**

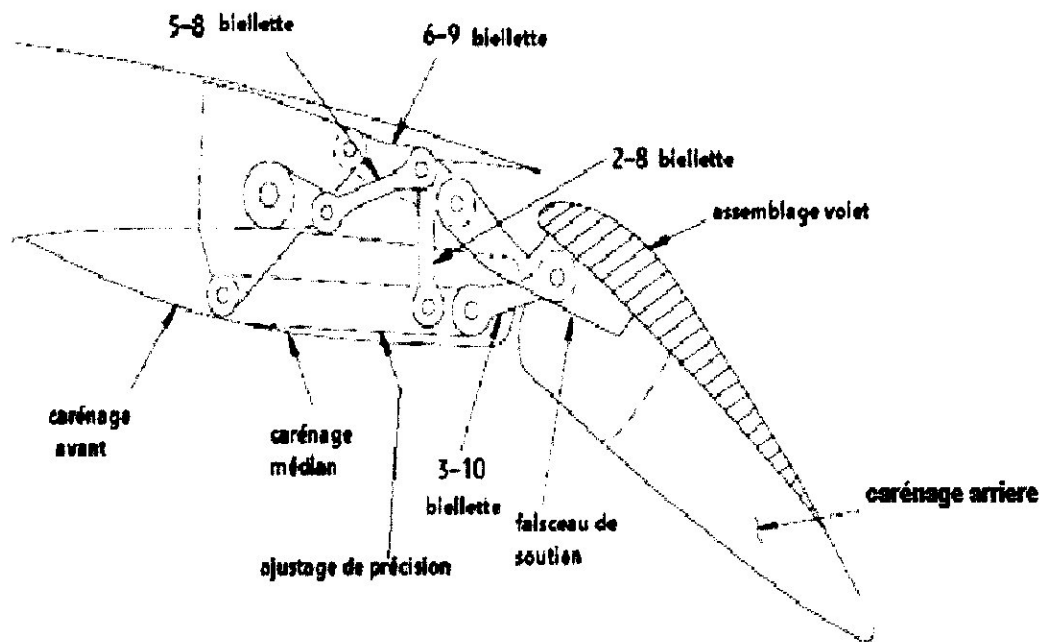


**voile de controle débattement**

**(C)**

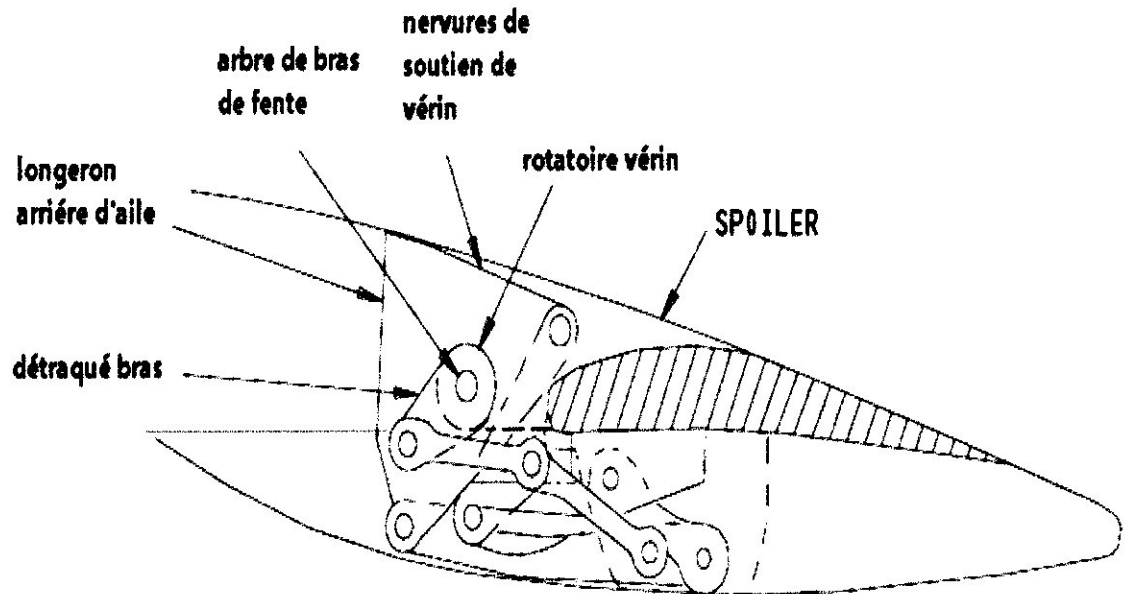
**volet externe de BF (Boeing 767-300)**

**Volet externe en traction :**



**volet externe en traction**

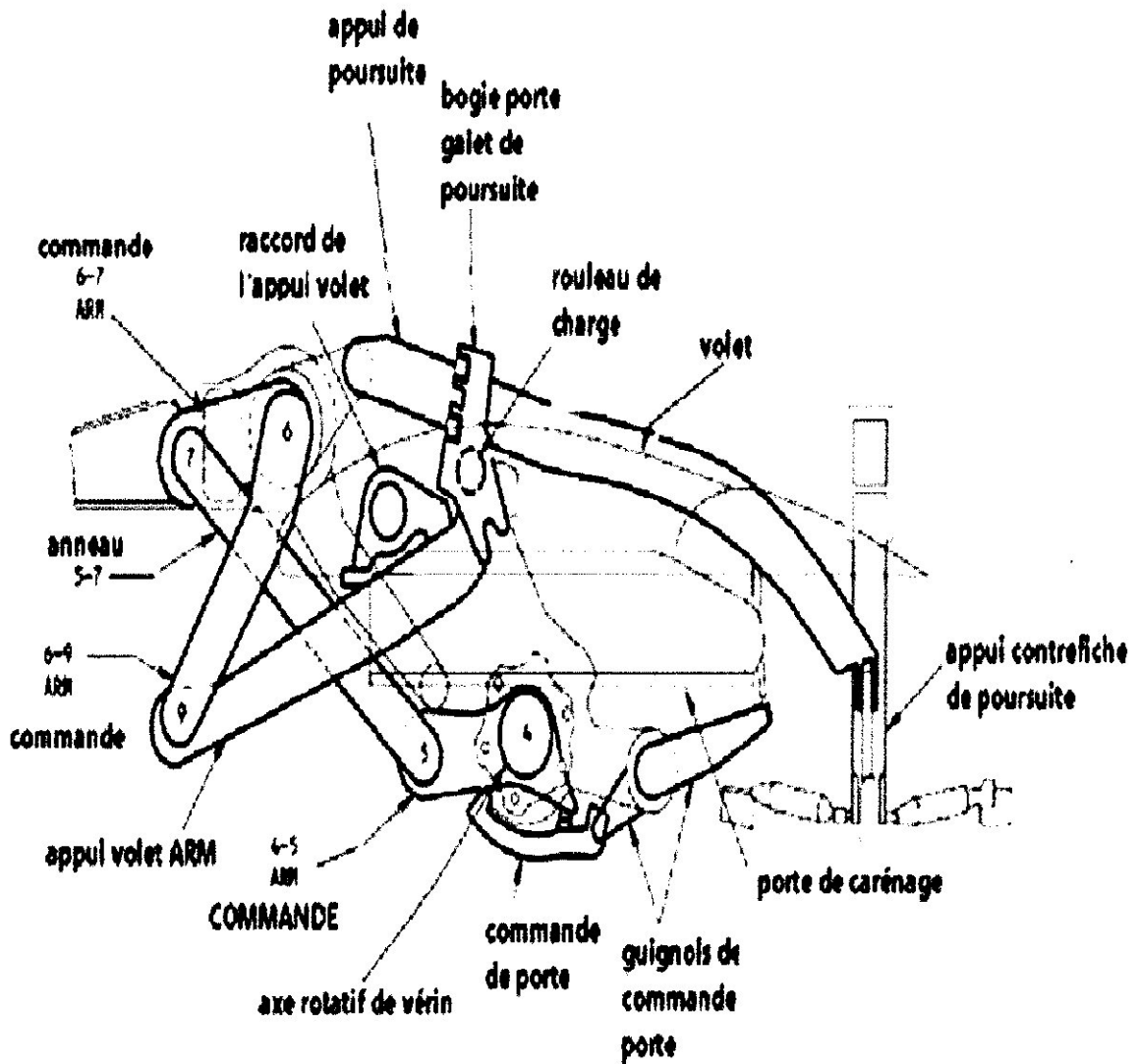
**Le volet externe rétracté :**



**volet rétracté**

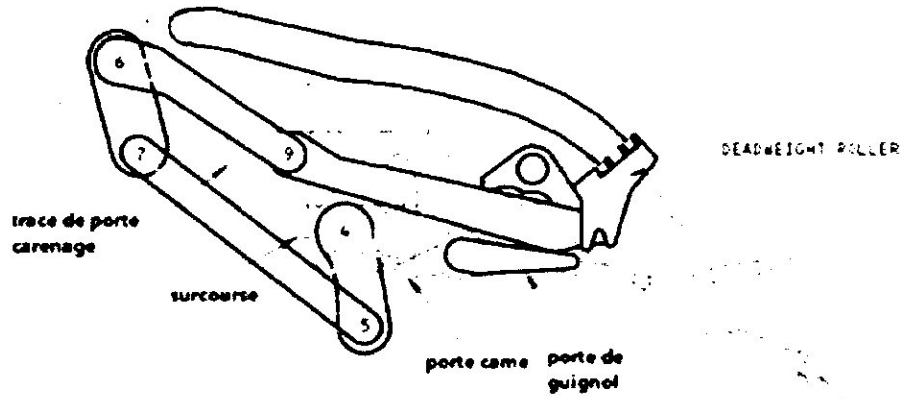
**volet externe**

Volet interne rétracté :



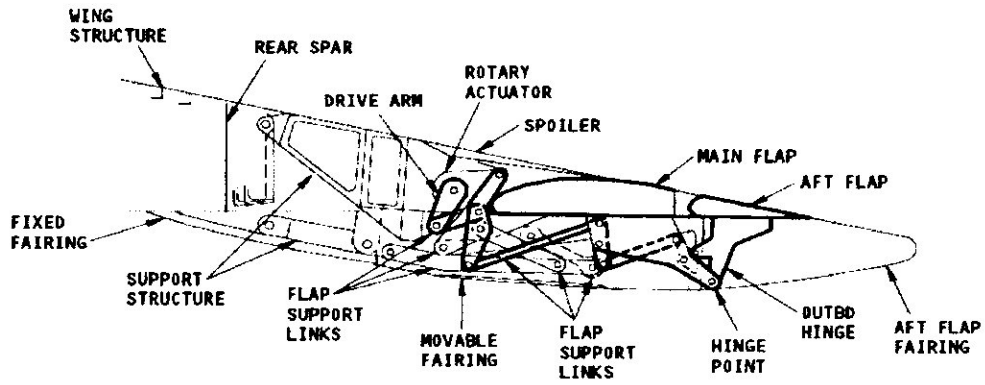
**volet interieure en position entrée**

**Volet interne en traction :**

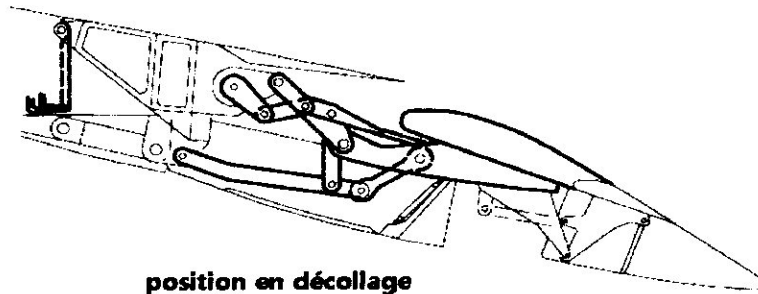


**volet interieure en traction**

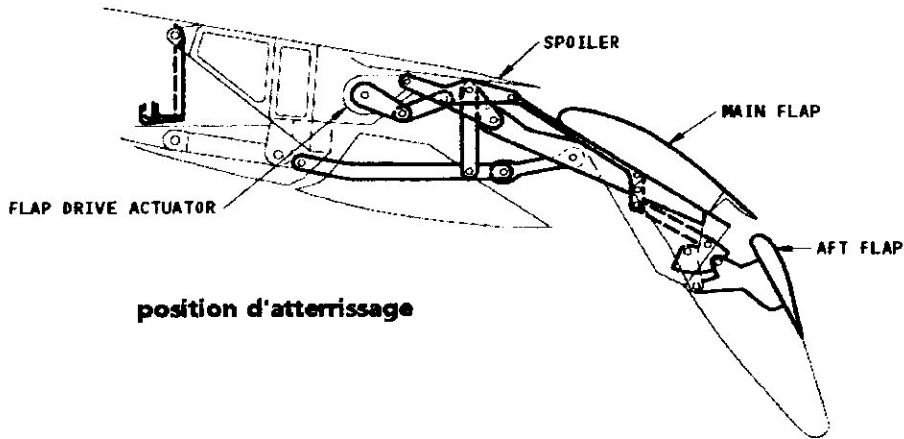
**Mécanisme extérieure de volet interne de BF (Boeing 767<sup>300</sup>)**



**position en croisière**



**position en décollage**

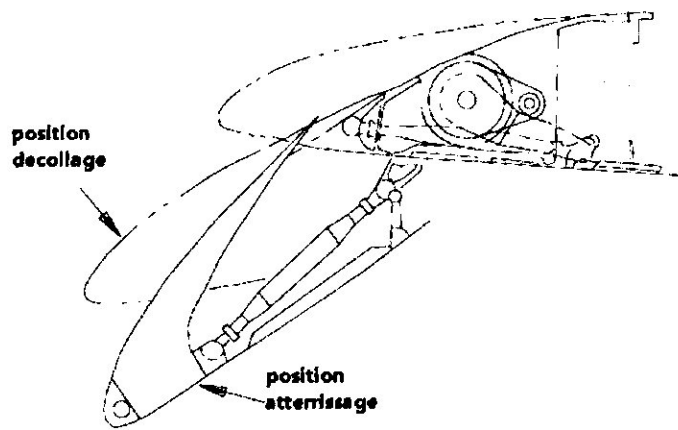
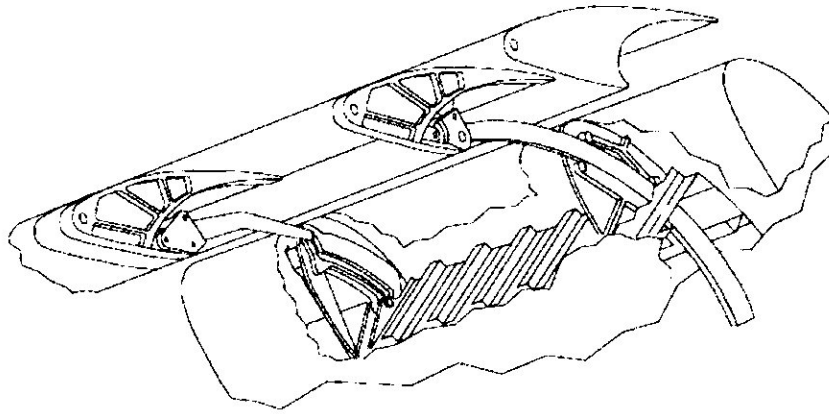


**position d'atterrissage**

**mécanisme extérieure  
volet interne B767-300**



**Les becs de bord d'attaque :**



**Bec de bord  
D'attaque**



# CHAPITRE 4

## **MAINTENANCE**

### **1-Définition de la Maintenance :**

La **maintenance** est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifique ou en mesure d'assurer un service déterminé.

### **2-Objectifs de la maintenance :** On exerce la maintenance pour assurer :

#### **a- Sécurité :**

C'est une exigence réglementaire, l'aéronef doit conserver au court du temps ses caractéristiques de navigabilité définies et approuvées lors de la certification, il est évident qu'un accident ou plusieurs peuvent nuire à l'image de marque du constructeur et de la compagnie aérienne.

#### **b- Disponibilité :**

Un aéronef représente un investissement coûteux, une compagnie aérienne cherche toujours des taux élevés d'utilisation de l'avion HDV/JOUR (heures de vol / jour) dite moyenne journalière .

#### **c- Coût :**

La satisfaction des deux premiers objectifs est dictée entre autre par des impératifs économiques. L'entretien des aéronefs nécessite une organisation de moyens matériels et humains qui coûtent cher. Il faut trouver donc le meilleur compromis entre les deux premiers objectifs et le troisième.

### **3-Types de maintenance :**

#### **3-1- Maintenance corrective :**

C'est une maintenance qui est effectuée après une défaillance qui est un évènement aléatoire.

#### **3-2- Maintenance préventive :**

C'est une maintenance effectuée dans l'intention de réduire la possibilité de défaillance d'un bien donné ou la dégradation d'un service rendu.

Le but de cette maintenance est d'augmenter la durée de vie des équipements, diminuer le temps d'arrêt lors des pannes, et enfin faciliter la gestion des stocks.

Elle se divise en deux types :

#### **a- Maintenance Conditionnelle :**

C'est une maintenance qui est soumise à un type d'évènement prédéterminé qui révèle l'état de dégradation (exemple l'usure, bruit, ...).

Elle se base sur le diagnostic avant de remplacer l'élément inspecté.

#### **b- Maintenance Systématique :**

C'est une maintenance effectuée selon un échéancier établi en fonction du temps et du nombre d'unités (heures de vol, temps calendaire, nombre de cycles).

Cette maintenance permet de diminuer le nombre d'avaries, d'améliorer la sécurité, comme elle permet d'augmenter la durée de vie des équipements.

#### **4- Evolution de la politique de maintenance :**

La politique de maintenance est passée par plusieurs phases qui sont :

- Avant 1960 la maintenance consistait à faire des révisions générales à potentiel fixe.
- Avant 1966 on pratiquait des révisions générales spécifiques des parties froides et chaudes du moteur en introduisant la visite intermédiaire.
- En 1966 l'introduction des programmes de fiabilité.
- En 1969 l'introduction de la maintenance modulaire.
- En 1972 l'introduction de la maintenance selon l'état.

#### **5- Notion de ☒ fiabilité ☒ :**

La tâche la plus rentable consiste à remplacer ou de réparer l'équipement avant qu'il ne tombe en panne, et si possible juste avant . Dans les travaux de fiabilités et de statisticiens afin de déterminer le moment exact pour effectuer la maintenance programmée, ils sont arrivés finalement à une conclusion qui est que souvent le moment exact n'existe pas ; donc tout système ou autre se trouve affaiblit d'un taux de défaillance en général quasiment aléatoire.

Donc en faisant la recherche on arrive à éliminer les interventions inutiles en assurant bien sûre la sécurité des vols.

#### **5-1- Définition de la fiabilité :**

La fiabilité est l'aptitude d'un dispositif à accomplir une fonction requise dans les conditions d'utilisation et pour une période de temps déterminé ; la période de temps peut être remplacée par un nombre de cycle, par une distance parcourue.

#### **5-2- La relation (qualité - fiabilité) :**

La qualité d'un produit est caractérisée par sa conformité aux spécifications qui la définissent, mais encore par son aptitude à demeurer conforme à ces spécifications pendant la durée de vie.

On a tendance à désigner par qualité la conformité du produit à sa spécification, à sa sortie d'usine par fiabilité son aptitude à demeurer conforme au cours de la période d'utilisation. Notons que :

- Il n'y a pas de bonne fiabilité sans qualité initiale.
- La fiabilité est une extension de la qualité dans le temps.

## **6- Différents modes d'entretien :**

### **6-1- Entretien avec temps limite (Hard Time) :**

Un équipement donné suit le mode avec temps limite, signifie que cet élément doit être déposé avant d'atteindre un certain potentiel prédéterminé par le constructeur (heures de vol, temps calendaire, nombre de cycle) et ça :

- Soit pour être révisé
- Soit pour être retiré du service -réformé- (vie limite).

### **6-2- Entretien selon l'état (On Condition) :**

Cela signifie que l'équipement subit des interventions périodiques ou éventuellement soumis à des observations continues grâce à des méthodes élaborées (inspections visuelles, inspection par des méthodes de contrôle non destructif (CND), par des essais de bon fonctionnement, banc d'essai) pour déterminer son état. Les critères suivis pour déterminer l'équipement qui peut être entretenu selon ce mode sont :

- Possibilité d'évaluer la dégradation de l'état, généralement sans dépose, par inspection visuelle, mesures des paramètres significatifs, essais etc...
- Définition dans un document d'entretien de la valeur limite des paramètres significatifs, ces derniers ont des tolérances sur la qualité, les performances, l'usure ou la diminution de la résistance ou défaillance, nécessite des travaux ultérieurs sur les éléments.

### **6-3- Entretien en mode de surveillance du comportement**

#### **Condition Monitoring) :**

On dit qu'un équipement suit un entretien avec surveillance du comportement en service, signifie que l'on interviendra sur cet équipement qu'après indication de défaillance.

Ce mode d'entretien n'est applicable qu'aux équipements dont la défaillance ne va pas se répercuter sur l'état de navigabilité .Cet entretien nécessite la mise en œuvre des moyens appropriés de suivi pour sélectionner les éléments dont le niveau de fonctionnement n'est pas



satisfaisant (fiabilité, statistique, consommation ).

Ce mode maintenance est en partie basé sur la connaissance statistique des comportements de l'élément dont on surveille la vie.

Pour pouvoir attribuer ce mode à un équipement, il faut que cet

Equipement remplisse certaines conditions qui sont les suivantes :

- Il doit être doublé, avec système de secours
- Il faut qu'il soit très fiable
- Ne touche pas à la sécurité
- Avoir les indications du système (équipement) au cockpit.

### **7-Stratégie de la Maintenance :**

Le réacteur nécessite une maintenance préventive et curative pour augmenter sa longévité et diminuer le nombre d'occurrence de pannes au cours de son fonctionnement. Cette maintenance consiste en deux méthodes utilisées régulièrement et qui sont :

- Entretien en ligne
- Entretien en atelier

#### **7-1- Entretien en ligne :**

## volet

---

C'est une inspection suivant des protocoles et des fiches de travaux établis par le département d'engineering suivant le manuel de maintenance établi par le constructeur du moteur .Cette inspection consiste à faire des vérifications avant et après chaque vol, suivant un compte rendu matériel (CRM) établi par l'équipage navigant .

On vérifie le circuit carburant visuellement (on vérifie l'état de tous les composants) :

- Filtre carburant.
- Pompe carburant.
- Régulateur carburant.
- Echangeur huile carburant.
- Fuite carburant.
- Bonne fixation des composants et des raccords.
- Absence de corrosion.
- Absence de déformation.
- Absence de criques.
- Absence de fuite.

En cas d'avaries, on interviendra suivant les fiches de travaux.

Cette maintenance engendre plusieurs inspections :

• **Inspection de routine :**

C'est une inspection qui est faite après chaque vol et qui vérifie d'une manière visuelle les composants extérieurs du moteur.

Cette inspection obéit à des normes établies par le constructeur du moteur ; elle est prescrite en :

Inspection journalière ET Inspection hebdomadaire

• **Vérification de fonctionnement :**

Elle concerne la vérification du moteur au sol en inspectant les indicateurs au poste de pilotage.

• **Inspection en état :**

Elle concerne la structure métallique extérieure du moteur en contrôlant les fissures et les fuites.

• **PV2 :**

Cette inspection est réalisée toutes les 200 heures de fonctionnement du moteur.

• **Inspection boroscopique :**

Cette inspection nécessite un appareillage (le boroscope) et un éclairage variant en puissance de 150 à 300 Watts. Elle permet de contrôler l'état des parties internes du moteur :

- Les ailettes du compresseur
- La chambre de combustion
- Les ailettes de la turbine

#### **7-2- Entretien en atelier :**

C'est une inspection faite suivant un protocole et des fiches de travaux établies par le département engineering, avec des travaux beaucoup plus approfondis qu'en ligne.

Ces inspections sont :

- Inspection visuelle
- Absence de déformation
- Absence de criques
- Absence de corrosion

Avant d'entamer chacune des opérations il faut :

- Réunir les outils et matériels nécessaires à chaque inspection
- Bien comprendre la procédure
- Suivre la procédure

L'inspection préliminaire détermine le niveau de maintenance, il existe trois (03) niveaux :

**Niveau I :**

La (PV2) est la maintenance du réacteur assemblé (contrôler tous les systèmes ensuite remettre en exploitation).

**Niveau II :**

Sous-traitance de tout le moteur assemblé (complet engine control) le protocole nécessaire est le shop indication report.

**Niveau III :**

La dépose modulaire : est une inspection de l'un des modules, tous les modules, ou bien des sous modules spécifiques.

**8-Schéma classique d'entretien Long /Moyen courrier :**

**Définition d'une visite :**

L'entretien des aéronefs doit être organisé en un temps cohérent, judicieux de façon à minimiser les temps d'immobilisation de l'aéronef, il s'agit donc de grouper des opérations élémentaires d'entretien d'importance et de périodicité comparables, ces groupes d'opérations sont appelés «VISITES»

Ces visites sont réparties comme suit :

**-Visite PREVOL (PV) :**

Elle peut être faite éventuellement par l'équipage visuellement.

(Exemple : vérifier le plein d'huile moteur, l'état du gonflage des pneus, une éventuelle présence de fuite...)

**-Visite JOURNALIERE (VJ) :**

Elle se fait après trois (03) jours d'exploitation de l'avion.

VJ = VP + Autres inspections

Elle comporte en plus des opérations de la VP d'autres inspections portant par exemple sur l'état général du fuselage, la voilure, des entrées d'air du moteur ...etc... La tendance à espacer pour ce type de visite est de trois (03) jours ou plus.

**- Visite A :**

Elle s'effectue chaque 300 - 400 HDV ( un mois à peu près ) sans démonter .

VA = VJ + Autres inspections

Inspection visuelle plus détaillée des systèmes et composantes de la structure (exemple : train d'atterrissage, surface des ailes, les moteurs et leurs fixations avec le mât, les portes, l'oxygène, les mécanismes des portes mobiles, systèmes de détection de fumée...etc.

Cette visite a une durée moyenne de huit (08) jours.

**-Visite B :**

S'effectue chaque 1000 - 1200 HDV (à peu près chaque trois (03) mois)

VB = VA + Autres inspections

On ajoute à la visite A d'autres inspections plus poussées pour vérifier le fonctionnement du système.

La durée de la visite est de deux (02) à trois (03) jours.

**-Visite C :**

Elle s'effectue à 3600 - 4000 HDV (chaque un an ).

VC = VB + Autres inspections

On inspecte les équipements et systèmes cachés (à accès difficile)  
nécessite une dépose pour les inspecter. (Exemple : plancher)

Elle dure une semaine (moyenne internationale).

**-Visite D (GV, RG):**

Elle s'effectue de cinq (05) à sept (07) ans.

La grande visite est une vérification complète de l'avion est effectuée  
avec examen minutieux (inspection de tous les systèmes, et toute la structure).

Elle dure un mois (moyenne internationale).

GV : grande visite

RG : révision générale

**Remarques :**

- On applique les visites selon le mode d'entretien correspondant à l'équipement.
- La terminologie A, B, C et D et les périodicités sont données à titre d'exemple, les périodicités des visites peuvent varier d'une compagnie



à une autre et pour un même type d'avion .

La périodicité dépend de :

- La fréquence des vols (moyenne journalière)
- L'expérience et du type d'exploitation de la compagnie aérienne.

### **8- Documents de maintenance (constructeur) :**

#### **8-1- Définition de quelques documents :**

##### **- L'AMM (Airplane Maintenance Manual) :**

Il englobe les procédures qui relatent les fonctions suivantes :

- Dépose/pose des équipements
- La localisation des équipements
- Ajustements/tests de confirmation de bon fonctionnement
- Nettoyage/Peinture
- Inspection/vérification
- Réparation

volet

---

**- Le SSM (System Schemat Manual) pour BOEING :**

Permet à l'utilisateur une compréhension du mode opérationnel des systèmes, il explique aussi les interconnexions de tous les LRU (élément déposable en ligne) constituant les systèmes ou les sous-systèmes.

Sinon pour AIRBUS on a le CMM (Component Maintenance Manual)

**- Le WDM (Wiring Diagram Manual):**

Le WDM fournit les détails de câblage point par point dans l'avion.

**- L'IPC (Illustrated Part Component) :**

L'IPC fournit un détail sur l'emplacement, le montage et démontage, ainsi que le détail de chaque élément, il donne aussi le numéro de série de chaque élément constituant l'équipement

**- Le FRM (Fault Reporting Manual) :**

Le FRM est utilisé par l'équipage pour améliorer la communication avec le personnel de maintenance au sol, l'équipage utilise ce manuel pour avoir le code de la faute.

**-Le FIM (Fault Isolation Manual) :**

Le FIM est utilisé pour réparer des fautes observées dans l'avion, on démarre la recherche à partir du code de la panne, ou une description de la faute (symptômes observés). Le FIM identifie les actions de maintenance à entreprendre pour corriger la faute .

**8-2- Documents utilisés lors de la maintenance non programmée**

**(Unscheduled maintenance) :**

Les manuels utilisés lors de cette maintenance sont :

- Fault Isolation Manual (FIM) pour BOEING, Trouble Shooting Manual (TSM)  
pour AIRBUS .
- Built In Test Equipment Manual (BITE manual)
- Airplane Maintenance Manual (AMM)
- Fault Reporting Manual (FRM)
- Structural Repair Manual (SRM)

### **8-3- Documents utilisés lors de la maintenance programmée**

#### **(Scheduled maintenance ) :**

Les documents utilisés sont :

- Airplane Maintenance Manual (AMM)
- Maintenance Planning Manual (MPD)

### **8-4-Documents utilisés comme supports :**

Ces documents sont utilisés comme support d'aide dans la maintenance programmée et la non programmée :

- WDM
- SSM (pour BOEING)
- IPC

### **9-Maintenance des volets :**

La maintenance des volets obeit au type « selon etat ».

Au niveau d'air algerie les techniciens n'effectuent les reparation que sur des petites parties ,et il ne réparent pas le volet entier car le cout de la rénovation est cher ,dans ce cas là ;le volet est envoyé a son constructure pour être réparé.

## Conclusion :

Suite aux recherches effectuées concernant ce thème, on est arrivé à comprendre le fonctionnement des volets et leur domaine d'utilisation et avec quels autres organes ces derniers travaillent en synchronisation.

Le stage effectué au sein d'AIR ALGERIE nous a été bénéfique car on a pu

Se rapprocher des avions et prendre connaissance des différents éléments et composants

la structure d'un avion ainsi que l'organisation de l'atelier .

On espère que notre travail constituera un support à la fois riche et simple d'utilisation pour les étudiants du domaine .

Vu la vasteté de ce thème, on souhaiterait que notre travail soit enrichi par les promotions à venir .