

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ SAAD DAHLAB DE BLIDA

Faculté des Sciences de l'Ingénieur  
Département d'Aéronautique



Projet de fin d'études

En vue de l'obtention d'un Diplôme des Études Universitaire Appliquée  
(DEUA) en aéronautique

Option : Structure

Thème :



Présenté par :

✓ SEGHIR BOU ALI  
MOSBAH

Dirigé par :

M<sup>r</sup> HAMDI LARBI  
M<sup>r</sup> KIRAD ABD ELKADAR

PROMOTION: 2002/2003





# REMERCIEMENT

*Je tiens à remercier le bon Dieu  
Le tout puissant de m'avoir attribué  
La faveur de réussir mes études.  
Je tiens à remercier Monsieur *EL ARBI*  
Pour son bon conseil surré,  
Son aide et ces précieux conseils, qui m'ont beaucoup  
Aidé à ce moment de travail.  
Je remercie également tous ceux qui ont  
Collaboré de près ou de loin à  
La réalisation de ce projet spécialement  
Monsieur *EL ARBI* et tous les gens  
D'AIR ALGERIE (GLAMME) spécialement  
Monsieur *BOUCHOUCHI* et Madame *NACERA*.  
Mes remerciements s'adressent à l'ensemble  
Des enseignants de l'institut d'aéronautique (I.A.B).  
Et aux membres de jury qui nous  
Font l'honneur de jury ce travail.*





# DEDICACE

*Je dédie ce modeste travail à ma très Chère Mère  
ma très chère père*

*A mes chères frères et sœurs, Chaaben, Sliman  
Riad, Ramdhan , Abdel Kader, Amina, Saida, Hocine et  
le petit Ossama Je dédie également à mes oncles et mes  
cousins et toute la famille : Seghir bouali .*

*Je dédie également à mes amis, je commence par :  
Gazali, Tarek , Sami, Adel de Tadjenanet, Terki, Brahim,  
Nouir et Moussa, Farouk, Ramdani, ketfi , Karim,  
Athmen, Rezaiki, Zemouri, Bou baker, Miloude,  
Ahmed, Charika, A de Blida, Nabil, Rafik,*

*Je dédie également à mes collègues d'études .*

*Seghir bou ali Moshali*





# SOMMAIRE

## **Chapitre I : Description général**

<b>I-1 Généralités</b> .....	01
• La voilure de l'Air bus A310.....	03
<b>I-2 Commande de vol d'un AIRBUS A310</b> .....	04
• Commande primaire.....	04
• Commande secondaire.....	04
<b>I-2-a Les gouvernes</b>	
• Les ailerons .....	05
• Les gouvernes de direction.....	05
• Les gouvernes de profondeur.....	05
<b>I-3-a Les axes de control</b> .....	05
• L'axe de tangage.....	05
• L'axe de roulis.....	05
• L'axe de lacet.....	05
<b>I-2-c Assistance</b> .....	06
1-Servocommande irréversible.....	06
-Servocommande à corps fixe.....	07
-Servocommande à corps mobile.....	08
2-Servocommande réversible.....	08
<b>I-2-d Générateurs de sensation musculaire</b> .....	09
1- Efforts proportionne au déplacement de commande.....	09
2- Efforts proportionne à la vitesse de déplacement.....	09
3- Efforts proportionne aux accélérations.....	10
<b>I-3-e Les éléments constituant une aile d'avion</b> .....	11
• Les lisses.....	11
• Le revêtement.....	11
<b>I-4 Application des matériaux composites sur l'AIRBUS A310</b> .....	13
• Abréviation.....	13
<b>I-3-1 Caractéristiques</b> .....	13
A- Plastique renforcé de fibre de verre.....	13
B- Plastique renforcé de fibre de carbone.....	13
C- Plastique renforcé de fibre d'aramide.....	14
<b>I-3-2 Utilisations</b> .....	14

## **Chapitre II : Fonctionnement**

### **II-1 GAUCHISSEMENT**

▶ Présentation du fonctionnement .....	15
■ Commande ailerons.....	15
• principe de commande.....	15
■ Commande des spoilers.....	15
• principe de commande.....	15
• vérin de spoilers – valve de commande.....	18

▶ Fonctionnement.....	18
■ Sensation musculaire.....	18
■ Commande trim.....	20
■ Calculateur de commande spoilers.....	21
■ Mise en service des spoilers.....	23
■ Lois de braquage des spoilers.....	23
■ Contrôle de position ailerons.....	24
■ Contrôle de position spoilers.....	25
■ <b>AEROFREINS</b> .....	26
▶ Fonctionnement en vol.....	26
■ Déplacement aérofreins.....	26
■ Particularités des valves de commande aérofreins 1 et 2.....	26
■ Fonctionnement au sol.....	28
■ Manette aérofreins.....	29
■ Contrôle de position.....	30
■ Mélange ordre des gauchissement et aérofreins.....	30
<b>II - 2 DIRECTION</b>	
▶ Présentation du fonctionnement.....	31
■ Sensation musculaire.....	31
■ Trim.....	31
■ Mécanisme de limitation de débattements.....	32
● principe du fonctionnement mécanique.....	32
● Mise en service de mécanisme de limitation de débattement.....	32
● Circuit de commande.....	33
● Circuit de surveillance.....	33
● Contrôle de position de direction.....	33
<b>II- 3 PROFONDEUR</b>	
▶ Présentation du fonctionnement.....	34
■ Sensation musculaire.....	34
▶ Présentation du fonctionnement.....	34
● Mise en service de sensation musculaire.....	36
● Contrôle de position de gouverne de profondeur et plan horizontal.....	37
■ Plan horizontal réglable.....	37
▶ Présentation du fonctionnement.....	37
■ Commande mécanique.....	37

## Chapitre III : Maintenance

<b>I-1 Introduction</b> .....	40
<b>2- Définition de la maintenance</b> .....	40
<b>3- Les objectifs de la maintenance</b> .....	40
● La sécurité.....	40
● La disponibilité.....	40
● L'économie.....	41
<b>4- Les coûts d'exploitation directe d'un avion</b> .....	42
<b>5- Entretien programme d'un Airbus A310</b> .....	42
■ Le schéma classique d'entretien d'A310.....	42
● Visite prévol.....	42
● Visite journalière.....	42
● Visite A.....	42

• Visite B.....	42
• Visite C1.....	42
• Visite C4 .....	43
<b>II. Entretien des commandes de vol.....</b>	<b>44</b>
<b>II-1 Entretien général.....</b>	<b>44</b>
1. Ouverture.....	44
2. Inspection.....	44
3. Graissage.....	44
4. Essai.....	44
<b>II-2 Montage démontage des éléments de commandes de vol .....</b>	<b>45</b>
1- Désactivation des spoilers / aérofrein.....	45
2- Désactivation du système de commandes de spoilers.....	45
3- Démontage des spoilers.....	46
4- Inspection / Vérification des spoilers extérieurs et intérieurs.....	46
5- Ajustement des spoilers... ..	47
6-Installation des spoilers... ..	48
7-Activation des système de commandes des spoilers .....	49



## Liste des figures

### Chapitre :I

<b>Figures</b>	<b>Nom</b>	<b>Page</b>
01	Dimensions d'un AIRBUS A310	02
03	Servo- commande irréversible	06
04	Servo- commande à corps fixe	07
05	Servo- commande à corps mobile	08
06	Servo- commande réversible	09
07	Efforts proportionnelle au déplacement de commande	9
	Efforts proportionnelle à la vitesse de déplacement de	10
08	Commande	
09	Efforts proportionnelle aux accélérations	10
10	Les éléments de la structure d'un AIRBUS A310	12

### Chapitre :II

<b>Figures</b>	<b>Nom</b>	<b>Page</b>
01	Présentation des éléments de commandes	02
02	Vérin de spoilers- valve de commande	04
03	Commande trim.	05
04	Commande spoilers et aérofreins	07
05	Boutons poussoirs spoilers et aérofreins	08
06	Calculateur aileron	09
07	Calculateur spoilers	10
08	Vérin d'aérofreins -valve de commande	12
09	Mécanisme de commande aérofreins au sol	13
10	Manette aérofreins	14
11	Limitation débattement direction	18
12	Contrôle de position gouverne de direction	19
13	Les éléments de la gouverne de direction	21
14	Principe de commande de gouverne de profondeur	21
15	Calcule de position de gouverne de profondeur et plan horizontal réglable .	26
16	Plan horizontal réglable	27

### Chapitre :III

<b>Figures</b>	<b>Nom</b>	<b>Page</b>
1	Installation des spoilers extérieurs	51
	- Installation des spoilers extérieurs	52
2	Installation des spoilers intérieurs	53
	- Installation des spoilers intérieurs	54
	- Installation des spoilers intérieurs	55
3	Limites d'utilisation des spoilers	56
4	Ajustement des spoilers extérieurs	57

# Introduction

*L'histoire de l'aviation prend sa source dans le désir immémorial de s'élever dans l'air. Avant même de voler, le premier problème qui s'est posé à l'homme désireux d'imiter les oiseaux a été celui de quitter le sol.*

*Vers 1500, l'italien LEONARDO DE VINCI (1452 – 1519), fut le premier à étudié scientifiquement le problème et développa la première étude raisonnée sur le vol humain.*

*Après cette date, beaucoup des travaux ont été faits en réalisant des engins qui peuvent être classé selon leurs poids par rapport à l'air.*

*La découverte de l'aérostat par les frères MONGOLFIER, en 1783, ensuite un engouement tel pour les « globes » que les recherches sur les appareils plus lourds que l'air seront suspendues et vont prendre un certain retard.*

*Il fallut attendre la fin du dix-huitième siècle pour trouver celui que les anglais ont appelé « l'inventeur de l'aéroplane ». Sir GEORGE CAYLEY (1773 – 1857)*

*Dans son œuvre, ou il aborde de façon scientifique l'aérodynamique appliquée au « plus lourd que l'air », il différencie nettement la sustentation et la propulsion, ouvrant ainsi la voie au vol au moyen d'ailes fixes il construisit en 1807, ce que l'on considère comme le premier modèle réduit de planeur.*

*Le 09 octobre 1890, CLEMENT ADEL, que l'on considère en France comme le père de l'aviation, effectue sur 50 m, le premier vol en aéroplane à bord de l'école, engin en forme de chauve-souris munis de deux hélices entraînées par un moteur à vapeur.*

*Le pionnier du vol plané. L'allemand OTTO LILIENTHAL. (1848 – 1896), constructeur de planeurs légers sur lesquels il réalisa des nombreux vols.*

*Lilienthal était un scientifique : Il construisait sans cesse son modèle et enregistrerait soigneusement les résultats de ses expérimentation au profit d'autre chercheur. Entre 1890 et 1896 Lilienthal expérimentait plusieurs types de planeurs monoplane et biplane de son invention, il réalisait plus de 2000 vols, dont le dernier lui coûta la vie (Faute de contrôle de l'appareil).*



*En analysant les résultats des deux travaux de Lilienthal les frères 'WRIGHT' ORVILLE et WILBUR, aux États – Unis. Ce dernier a opté à concevoir l'appareil « Le flyer » muni d'un moteur à combustions (à essence) synthétisant leurs recherches.*

*Le 17 décembre 1903 sur la plage de KITTY HAWK, près de NORFOLK en Caroline du nord, ils réalisent quatre vols d'une durée comprise entre 12 et 59 secondes dont un vol de 260 m de distance. Vole a contrôle avec pour la première fois les rudiments des commandes de vol.*

*Depuis lors, l'aviation a connu une véritable évaluation, en passant par les deux guerres mondiales qui ont mis en évidence l'efficacité des avions et les performances des pilotes jusqu' a nos jours et avec la naissance d'une industrie aéronautiques, l'humanité a de grands évènements historiques.*

*Donc l'avion est une machine très complexe sa construction évolue avec le temps et ainsi que les commandes de vols, qui sont des dispositifs permettant de changer la position de l'avion.*

*Notre travail consiste a étudié les commandes de vol d'AIRBUS A310, il comporte trois chapitre :*

- Chapitre I : Description générale d'AIRBUS A310.*
- Chapitre II : Fonctionnement des éléments de commandes de vol .*
- Chapitre III : Maintenance.*

*L'objectif de ce travail comprendre les différents éléments et mécanisme intervenant dans chaque configuration.*

# CHAPITRE I

## Description général d'un Airbus A310



## I-1 GENERALITE :

L'Airbus A310 est un avion moyen courrier de nouvelle génération équipé d'un fuselage de section circulaire, d'un empennage cruciforme et d'un train d'atterrissage tricyle , cet avion à une longueur de **46.43 m** , l'envergure **43.90 m** et l'hauteur maximale **15.80 m**,( voir figure :01)

Le fuselage de section circulaire est entièrement pressurisé, à l'exception du:

- cône avant et cône arrière.
- logement de train.
- longueur conditionnement d'air.

Le niveau supérieur comprend le poste de pilotage, la cabine passagers et les toilettes et office avant et arrière.

Le niveau inférieur comporte des soutes (Électronique, avant et arrière) , l'accès de la cabine s'effectue par quatre portes, une avant, une arrière de chaque côté du fuselage. Les deux portes situées au dessus de la voilure constituent des issues de secours.

L'AIRBUS A310, est équipé d'un train d'atterrissage tricyle se compose :

- De deux trains principaux, équipés chacun de quatre roues montée en boogie c'est trains s'escamotent vers le fuselage.
- D'un train avant équipé de deux roues en diablo orientable, ce train s'escamote vers l'avant.
- D'un patin de queue afin protège de la partie arrière du fuselage, lors des décollage.





En conditions normales les trappes sont simultanément actionné par des vérins hydrauliques de manoeuvres, l'alimentation hydraulique des trappes est assurée par le circuit vert, en état de sortie secours des trains, en utilisant la manivelle mécanique, chaque roue des trains principaux est équipé d'un bloc de frein hydraulique commandé par le circuit (vert et jaune), l'efficacité du freinage est contrôlée par un dispositif de freinage automatique qui est également installé. Le circuit d'orientation des roues du train avant est alimenté par le circuit vert.

L'**AIRBUS A310 – 200** à une masse de décollage de **132 tonnes** et une masse à l'atterrissage de **118.5 tonnes**.

La motorisation est prévue avec deux réacteurs général électrique **CF6 – 80C2** ces réacteurs de type double attelage à compresseurs axiaux avec soufflant avant développant une poussé de **22680 KG**.

- **La voilure de L'AIR BUS A310 :**

L'aile est un élément destine à assurer la sustentation de l'avion, pour des raisons techniques. La voilure est constitué d'un profil de type super critique se caractérise par :

- Bord d'attaque très arrondi.
- Un extradors à faible courbure.
- Une concavité de l'intrados près de bord de fuite.

Le profile super critique par rapport a un profil normal :

- Augmenter l'épaisseur relative du même nombre de mach de vol donc d'accroître la capacité en carburant dans la voilure épaisse, ce ci permet également de diminuer la masse structurale de la voilure.

- Augmenter l'allégement de la structure et la rendre de meilleure qualité à basse vitesse .
- La répartition de pression sur ce profil fait apparaître une augmentation des charges au voisinage du bord d'attaque et du bord de fuite .

## **I-2 Commandes de vol :**

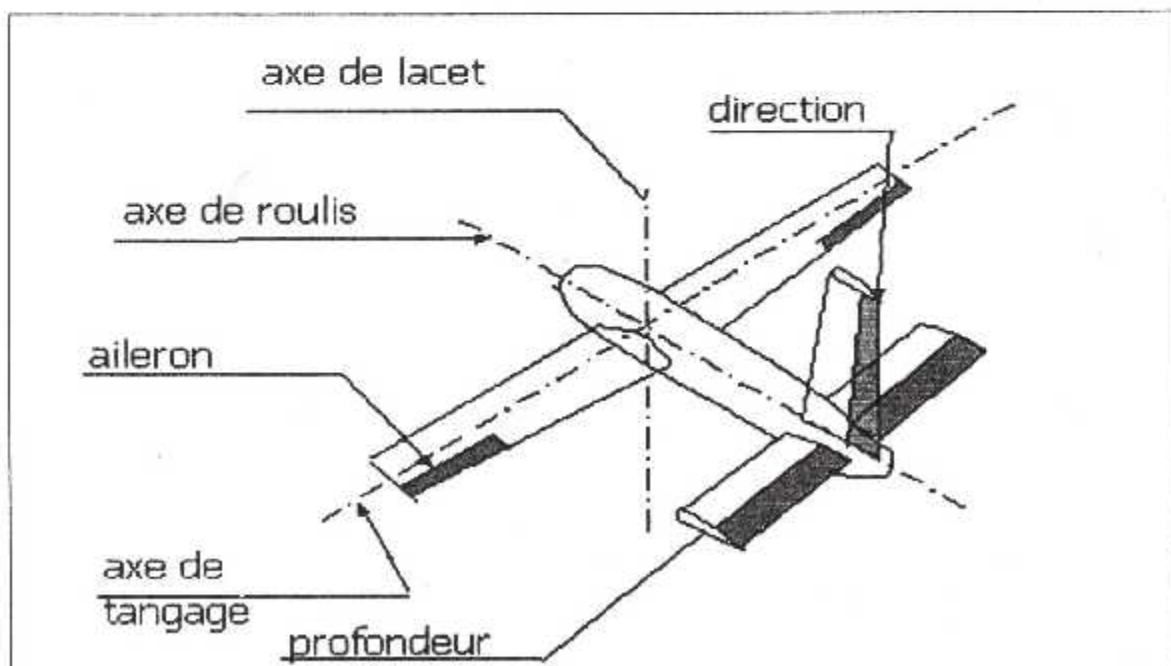
Les commandes de vol sont des dispositifs qui permettent de changer la position de l'avion autour des axes de référence.

Les commandes de vol sont divisés en deux :

- **Commandes de vol primaires** : grâce auxquelles on commande les évolutions (gouvernes , ailerons).
- **Commandes de vol secondaires** : grâce auquel on modifie la configuration aérodynamique de l'avion (spoilers, hypersustentateurs, etc....).

Le tableau ci-dessous, récapitule ces commandes :

Axes de référence	commandes	Gouvernes
Tangage	Manche	Profondeur
Lacet	Palonniers	Direction
Roulis	Volant	Ailerons



( Figure : 02) Les axes de référence.



### **I-2-a Gouvernes :**

Montées au bord de fuite, les gouvernes constituant les surfaces mobiles que ça soit sur les ailes ou les empennages.

Ils prennent la forme du bord de fuite, d'un braquage d'un angle ( $\delta$ ), la configuration aérodynamique de l'avion varie comme suivant :

- **Les ailerons :**

Ce sont des surfaces mobiles situées dans la région de bord de fuite, pivotant vers le haut ou vers le bas en opposition de phase sur chacune des ailes afin d'augmenter la portance sur une aile et la diminuent sur l'autre, pour incliner l'avion lors des virages selon l'axe longitudinal.

- **Les gouvernes de direction:**

La gouverne de direction est fixée sur la dérive le mouvement de lacet est obtenu en actionnant sur les palonniers qui fait braquer l'avion à gauche ou à droite.

Les dimensions de la gouverne ont un rôle déterminant dans le contrôle directionnel en cas de panne de moteur sur un avion multi moteurs.

- **Les gouvernes de profondeur :**

Elle est fixée par son articulation sur le plan fixe horizontal, créant un moment piqueur ou cabreur, d'où l'avion peut mouvoir en profondeur et contrôler directement l'angle d'attaque de l'avion.

### **I-3-a Les axes de références :**

L'avion vol par rapport à trois axes de référence :

- **Axe de tangage :**

Cet axe passe par le centre de gravité de l'avion il est perpendiculaire au plan de symétrie de l'avion. Autour de cet axe les mouvements de piqué ou bien cabré.

- **Axe de roulis :**

Il passe par le centre de gravité de l'avion, contenue dans le plan de symétrie de l'avion, les mouvements qui s'opèrent autour de cet axe sont des mouvements d'inclinaison à gauche ou bien à droite. (Voir **figure : 02**)

- **Axe de lacet :**

Il passe par le centre de gravité de l'avion les mouvements autour de cet axe sont des virages à gauche ou bien à droite. ( voir **figure : 02** )

Pour obtenir la position de l'avion , le pilote dispose de commande pour contrôler les éléments par rapport a leurs axes de référence comme donné par le tableau montré en page 05.

### 1-2-c Assistance:

Les moments de charnière des transporteurs modernes sont trop importants pour être mécaniquement modulés.

La longueur des organes de transmission cabine-gouverne (câbles , bielles) est grande. Le cheminement de l'effort pilote y induirait des allongements relatifs non négligeables.

Il est, alors, préférable d'installer des assistants.

- Moteurs hydrauliques (vérin).
- Servocommandes ou servodynes.
- Générateurs de sensation musculaire.

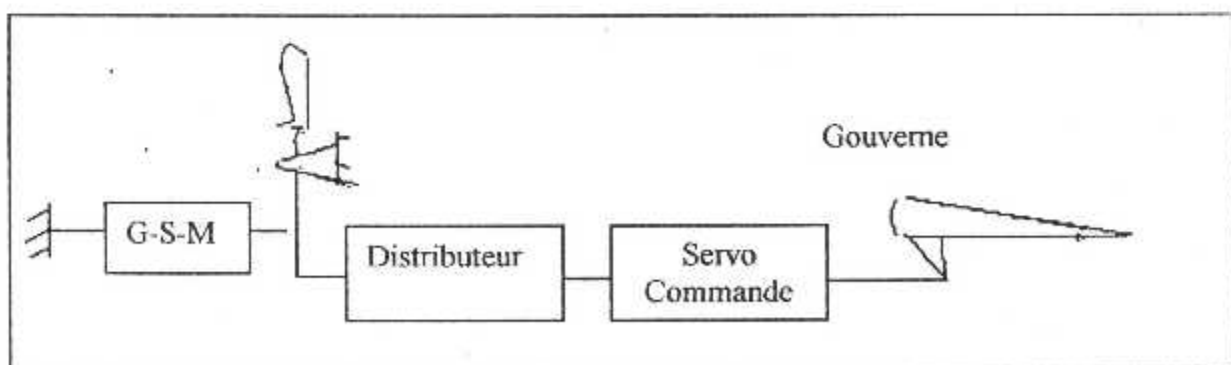
### 1- Servocommandes irréversibles :

En vol, le moment de charnière est intégralement absorbé par la servocommande.

L'effort à fournir dans la commande, par le pilote, pour maintenir une position, est à peu près nul, la servocommande est dite irréversible.

Cet commande fournit entièrement l'effort nécessaire pour braquer la gouverne, il est nécessaire de procurer au pilote, un effort créé artificiellement lui permettant de ressentir une sensation musculaire compensant la sensation pilotage qui n'est pas fournie.

Ces dispositifs de sensation musculaire artificiel fournissent un effort proportionnel au braquage de la gouverne(gauchissement, direction).( voir figure :03)



(Fig :03) Servocommande irréversible

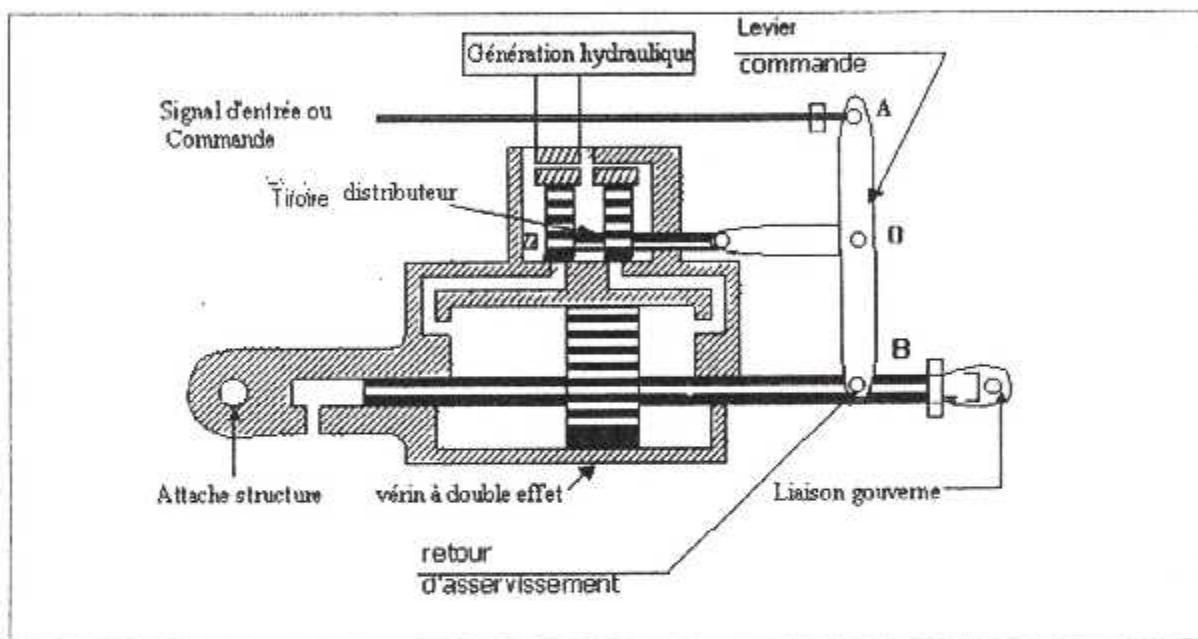


### - Servocommande à corps fixe :

Dans ce type de servocommandes, le corps de vérin est fixé à la structure et la tige est liée à la gouverne.

L'alimentation hydraulique du vérin est assurée par un tiroir distributeur commandé par un levier d'asservissement.

- Le déplacement du point **A** est assuré par la commande pilote.
- Le déplacement du point d'articulation **O** est celui du tiroir distributeur.
- Le déplacement du point d'articulation **B** est assuré par le déplacement de la tige du vérin.



(Fig ;04) :servocommande à corps fixe.

Le signal d'entrée déplace le point **A**, le point **B** étant fixe, le levier d'asservissement tourne autour de **B** et le déplacement de **O** entraîne le tiroir distributeur qui assure l'alimentation en pression de l'une des chambres du vérin, l'autre chambre est mise en retour.

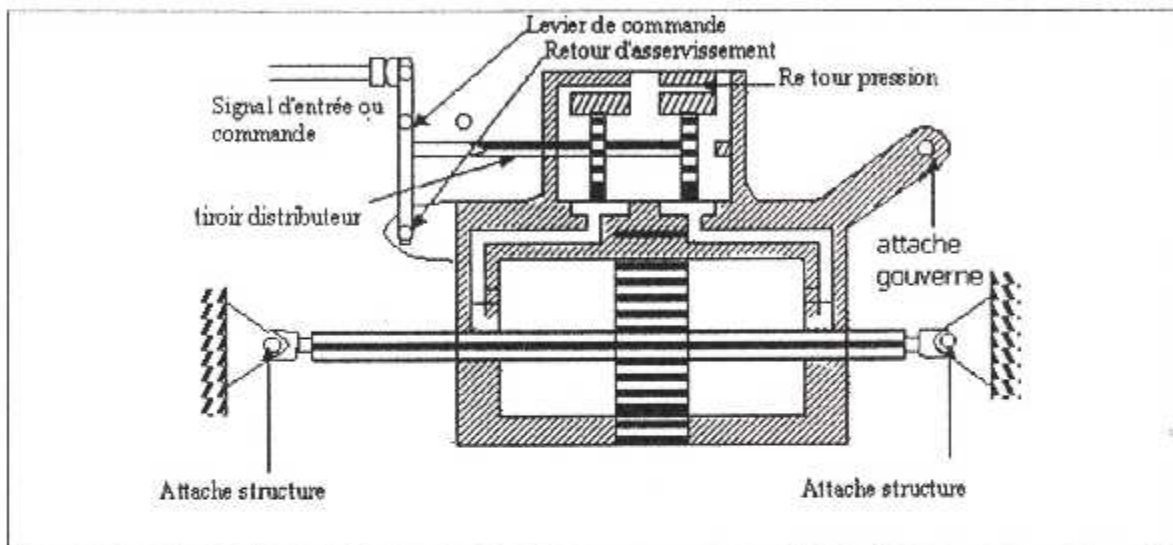
Le signal de commande n'évolue plus : le point **A** est fixe, l'alimentation en pression de l'une des chambres du vérin provoque le déplacement de la tige du vérin donc, de la gouverne( signal de sortie).(voire figure :04)

Le levier d'asservissement tourne autour de **A** et le point **O** revient à sa position, au neutre. Le tiroir distributeur revient aussi au neutre, comme le cas précédent, l'alimentation hydraulique est isolée et la nouvelle position de **B** est maintenue.

**-Servocommande à corps mobile :**

Dans ce type de commande, la tige du vérin est fixé sur la structure et le corps du vérin est lié à la gouverne.

Son fonctionnement est ressemblant au premier sauf que le corps du vérin se déplace au lieu de la tige.

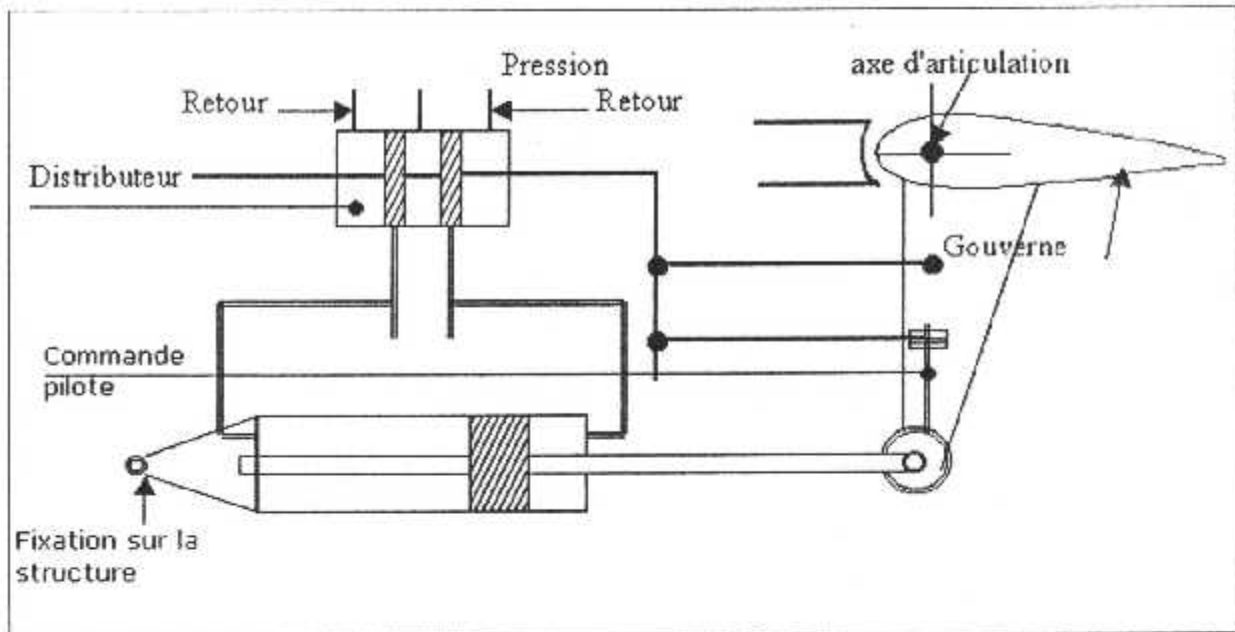


(FIG :05) Servocommande à corps mobile

**2 -Servocommande réversible :**

La servocommande assure la majeure partie  $F_1$  de l'effort  $F$  nécessaire, mais le complément  $F_2 = F - F_1$ , chemine directement jusqu'à la commande. Le générateur de sensation musculaire n'est plus indispensable puisque la sortie  $F$  est réinjectée sous forme atténuée  $F_2$ .

Les câbles de cheminement de  $F_2$  subissent donc des allongements relatifs, dus par ailleurs aux variations de températures. Des tendeurs asservis en assurent une tension constante. ( voir figure :06).



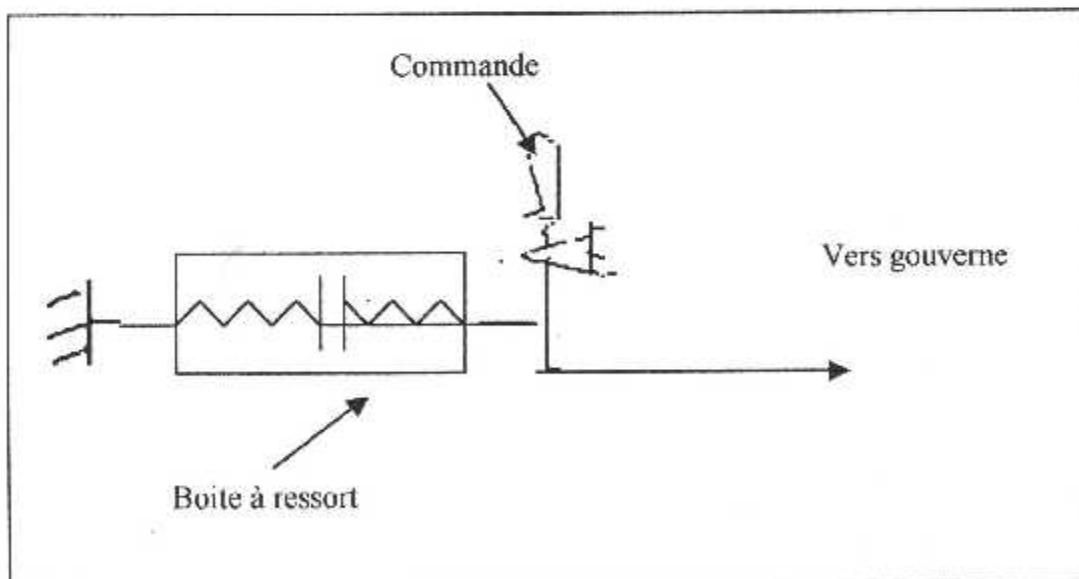
(Fig :06) : Servocommande réversible.

**I-2-d Générateurs de sensation musculaire :**

Montés en parallèle sur les compensateurs genre servo-tab et sur les servocommandes irréversibles.

**1- Effort proportionnel au déplacement de commande :**

Un ressort donne un effort proportionnel à son allongement. (boite à ressort).



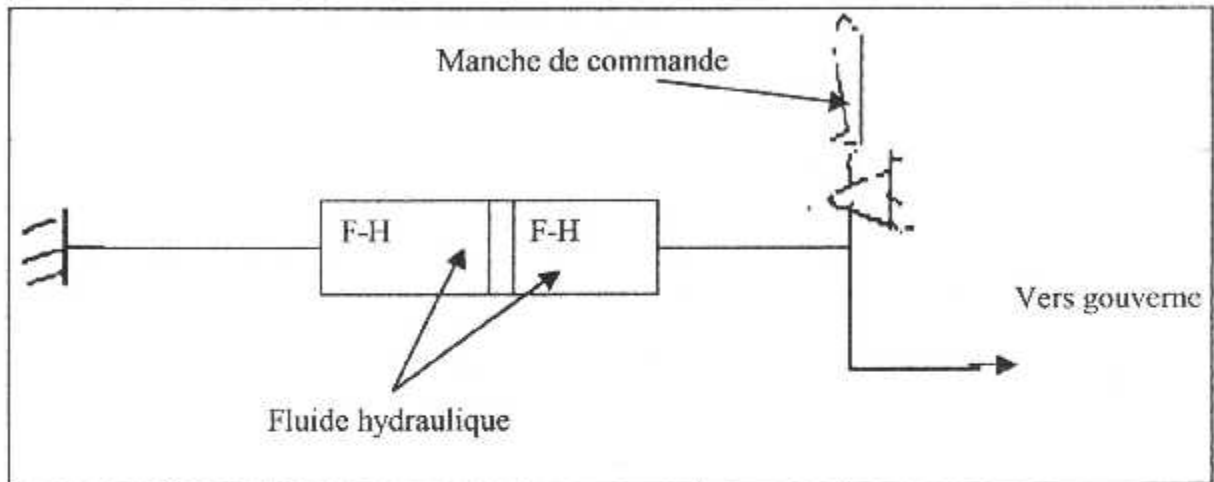
(Fig :07) Effort proportionnel au déplacement de commande



### 2-Effort proportionnel à la vitesse de déplacement de commande :

Comme l'indique la figure ci-dessous, un amortisseur est monté à la commande.

En laminant le fluide hydraulique incompressible, un effort proportionnel à la vitesse de déplacement de la commande est délivré **DASH-POT**



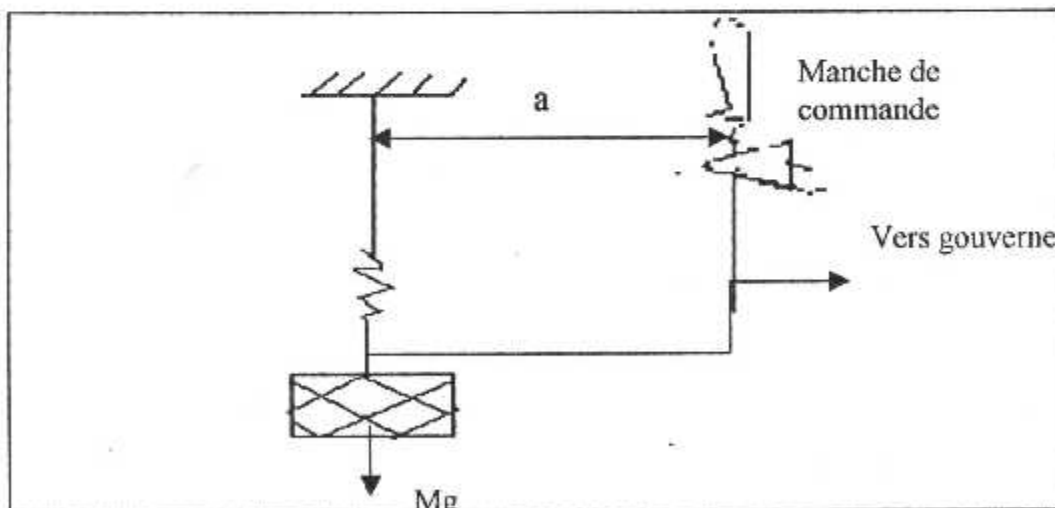
(Fig :08) Effort proportionnel à la vitesse de déplacement de commande

### 3-Effort proportionnel aux accélérations (*tête-pieds*) : Secousse

Ces accélérations centrifuges apparaissent dans les secousses et les virages.

En vol horizontal, une masse 'M', déportée de 'a', exerce un moment nul puisque son poids 'Mg' est équilibré par un ressort.

Si  $\gamma z > g$ , un couple =  $M(\gamma z - g) \cdot a = Mg \cdot a \cdot (n - 1)$ , durcit la commande.



(Fig :09) Effort proportionnel aux accélérations

### I - 3 Les éléments constituant une aile d'avion :

La structure interne de la voilure se compose des éléments suivants :

- **les longerons :**

Ils constituent les éléments longitudinaux de la voilure (dans le sens de l'envergure)

Et ils encaissent les efforts de la flexion, un longeron comporte des semelles et une ou deux âmes en acier ou en alliage léger.

- les semelles travaillent sur tout en traction et en compression.
- les âmes travaillent sur tout en cisaillement.

Les longerons ont une section décroissante de l'emplanture à l'extrémité de l'aile en raison de la variation des efforts supportés.

- **Les nervures :**

Elles constituent les éléments transversaux de la voilure latérale, leur rôle est de :

- Donner la forme au profil de l'aile.
- Transmettre au longeron et au revêtement les efforts encaissés par le revêtement.

Les revêtements sont généralement constitués par deux semelles réunies par une âme qui doit résister aux efforts tranchants.

- **Les lisses :**

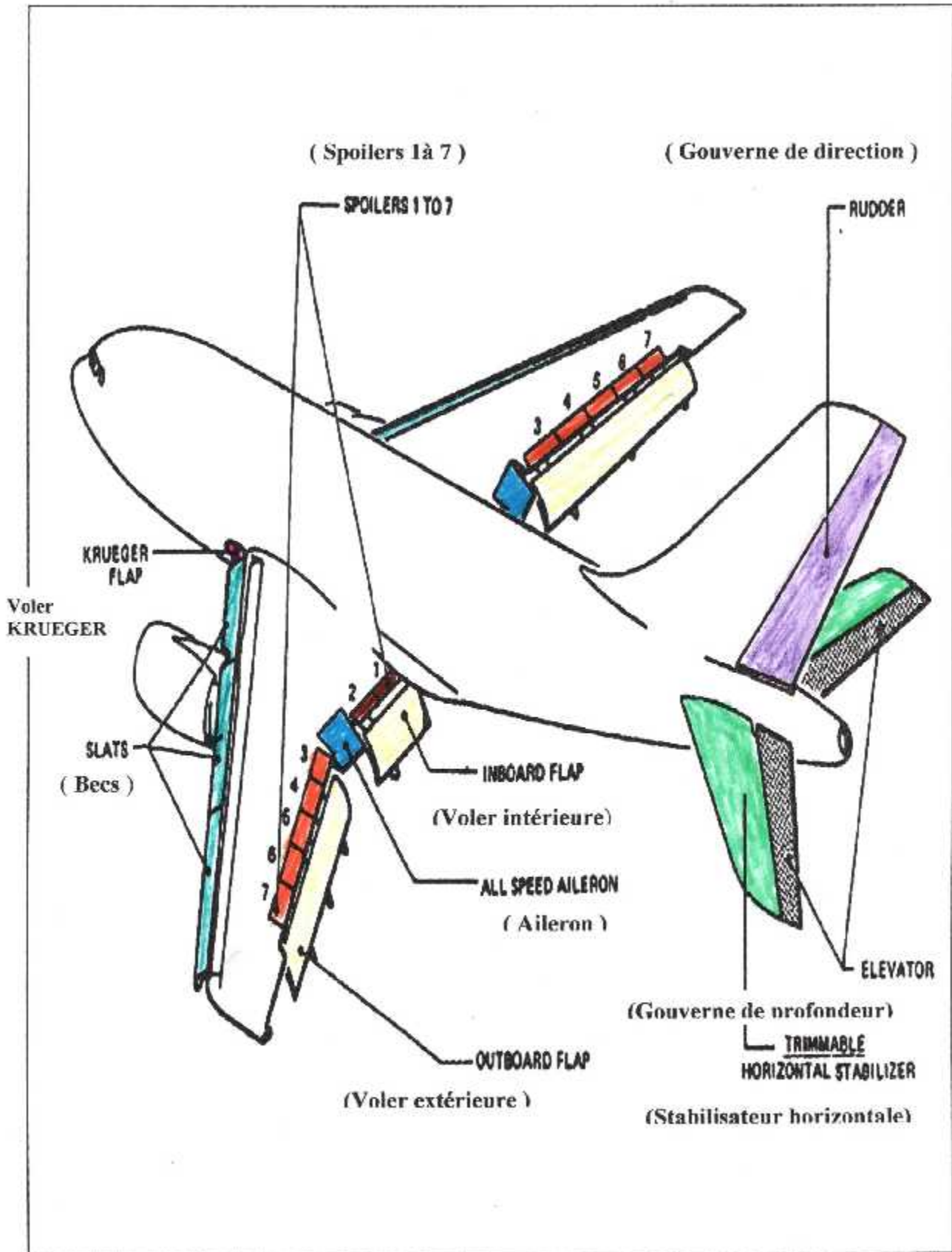
Appelées raidisseurs, elles sont des barres métalliques placées longitudinalement à la voilure, logée dans les cornières des nervures.

Elles participent à encaisser les charges de pression sur le revêtement.

- **Le revêtement :**

C'est l'enveloppe qui couvre les composantes précédentes, dans tous les types de la structure. Le revêtement travaille en encaissant les efforts de torsion et de flexion

Il travaille en compression ou en traction suivant qu'il est installé à l'extrados ou à l'intrados de la voilure, au sol ou au vol, un raidissage longitudinale et donc nécessaire.



(Figure : 10) Les éléments de la structure d'un AIRBUS A310



### I – 3 application des matériaux composite sur Airbus A310 :

Un matériau composite c'est un matériau hétérogène groupant plusieurs constituants :

\* **Le renfort** : sa fonction principale consiste à supporter l'essentiel des efforts appliqués .

\* **La matrice** : elle lie les fibres et distribue les charges entre elles tout en les protégeant . de plus elle donne la forme à la pièce .

\* **L'Abréviation** :

- AFRP : ( Aramide fibre reinforced plastic ) : plastique renforcé de fibre aramide .
- CFRP : ( carbon fibre reinforced plastic ) : plastique renforcé de fibre de carbone .
- GFRP : ( glass fibre reinforced plastic ) : plastique renforcé de fibre de verre .

#### I-3-1 Caractéristiques :

##### A- Plastique renforcé de fibre de verre :

###### . **Avantage** :

- Bonne tenue température .
- Dilatation thermique faible .
- Conductivité thermique faible .
- Bonne tenue à l'humidité et à la corrosion .

###### . **Inconvénient** :

- Mécaniquement inférieur aux autres fibres .
- Faible module d'YOUNG = grand flexion .

##### B- Plastique renforcé de fibre de carbone :

###### . **Avantage** :

- Excellents propriétés mécaniques .
- Très bonne tenue en température en atmosphère non oxydante .
- Dilatation thermique nulle .
- Bonne propriétés thermique et électrique .

- Masse volumique faible .
- Insensible aux rayures .
- . **Inconvénients :**
- Mauvaise tenue chimique à l'O<sub>2</sub> à partir de 400°C .
- Corrosion galvanique avec certains métaux .
- Prix élevé .

#### C- Plastique renforcé de fibres d'aramide :

- . **Avantage :**
- Résistance à la rupture excellente .
- Faible masse volumique .
- Dilatation thermique .
- Absorption des vibration .
- Bonne résistance aux chocs et à la fatigue .
- Bonne résistance chimique .
- . **Inconvénients :**
- faible résistance en compression .
- Reprise d'humidité = nécessité d'un étuvage avant imprégnation .
- Usinabilité délicate .

#### I-3-2 Utilisations :

##### • Fuselage :

- Plancher cabine : CFRP - AFRP .
- <sup>10</sup> Carnage aile fuselage : CFRP .
- Radom : CFRP .

##### • Aile :

- Spoilers 1 – 2 – 3 – 4 – 5 construction de type de nervure et revêtement : CFRP .
- Spoilers 5 – 6 – 7 construction du type sandwich revêtement : CFRP .
- Panneau de bord d'attaque et panneau au dessus de trains : GFRP
- Principaux : GFRP .

# **CHAPITRE III**

## **Fonctionnement**

### **des éléments de commandes de vol**



Ce chapitre comporte l'étude des principaux mouvements d'un Airbus A310 .

## **I . GAUCHISSEMENT**

### **► . Présentation du fonctionnement :**

La commande en gauchissement autour de l'axe de lacet est assurée sur chaque aile par :

- 1 aileron appelé ASA (all speed aileron)
- 5 spoilers numérotés 3 - 4 - 5 - 6 - 7 .située a l'extrados de l'aile , utilisé pour renforcer l'action des ailerons . (voir Fig :12, chapitre :I )

### **■ . Commande ailerons :**

#### **● principe de la commande :**

La timonerie du poste est constituée de deux voies gauche et droite, quand le pilote agit sur le volant le mouvement est transmis par une bielle à un sélecteur a câble avant qui assure la régulation de tension de câble et transmet le mouvement vers le sélecteur d'entrée du différentiel aileron .

Ce différentiel aileron à deux fonctions :

- Transmission de l'ordre des volants vers les tiroir servo – commande.
- Transmission de l'ordre d'abaissement de l'aileron de 10° à la sortie des volet KRUEGER .

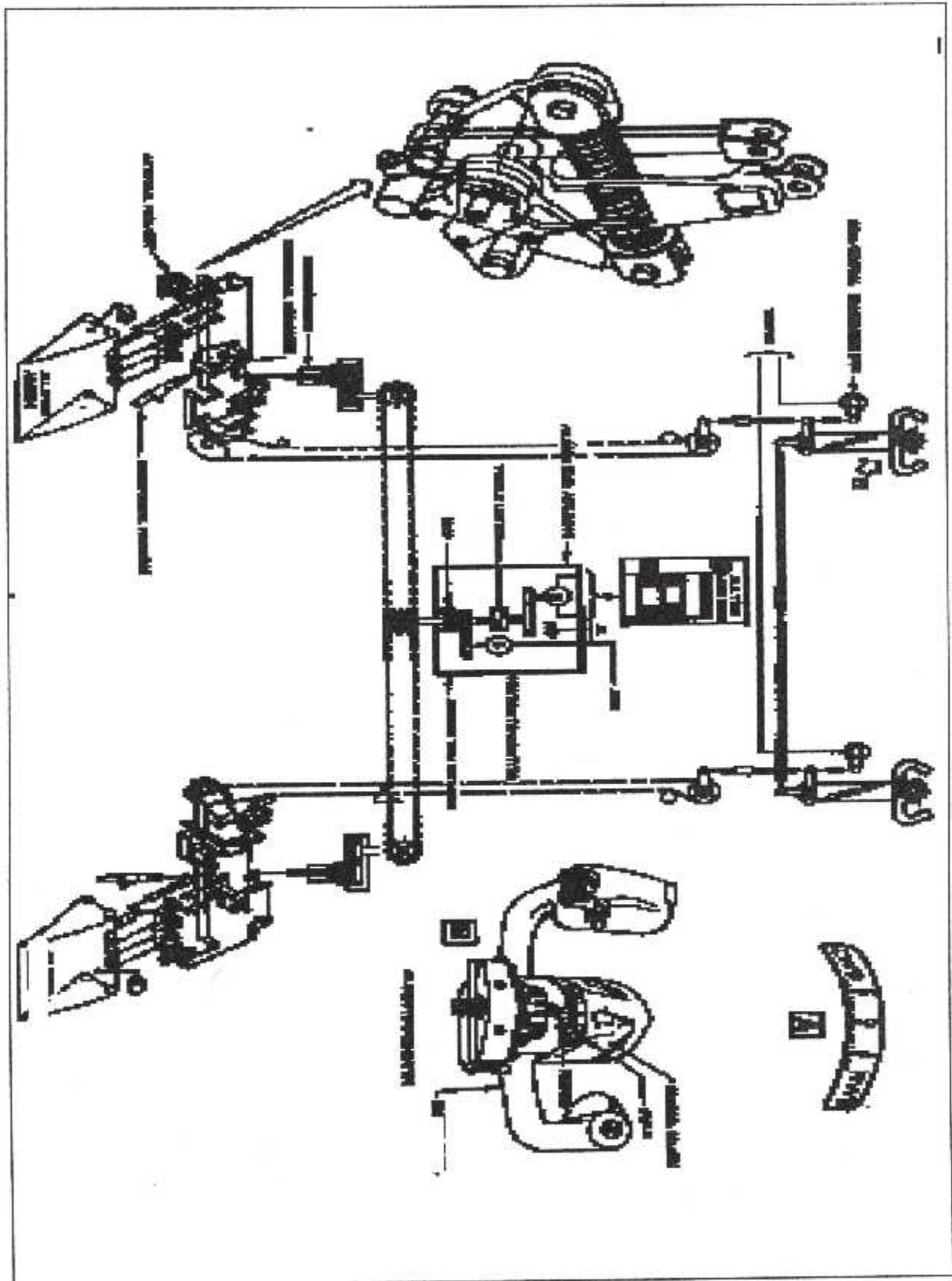
Cet ordre est donné par un vérin hydraulique , ( voir figure :01)

### **■ . Commande des spoilers**

#### **● . Principe de la commande**

Les déplacements des volants sont transformés en signaux électriques par des synthros appelés RVDT (Rotary Variable Différentiel Transducer). Ces signaux électriques sont dirigés vers le calculateur de commande des spoilers appelée EFCU (Electrical Flight Control Unit). Chaque vérin de spoiler est équipé d'un synchro linéaire appelé LVDT ( linear Variable Différentiel Transducer ) . voir (Fig. 04 .)

Ce synchro élabore un signal électrique qui est fonction de la longueur du vérin. Ce signal est dirigé ver le calculateur de commande des spoilers. Le rôle de L'EFCU est donc de comparer le signal volant avec le signal vérin. Si l'accord n'est pas réalisé, un signal fonction de l'écart est appliqué à la servo-valve située dans le bloc appelé valve de commande. Le vérin alors est alimenté par l'hydraulique et les spoilers se mettent en accord avec la position des volants .



( Fig : 01 ) Présentation des éléments de commandes ailerons

### •. Vérin de spoiler – valve de commande

Chaque panneau de spoiler est actionné par un vérin hydraulique alimenté par l'intermédiaire d'une valve de commande

► **Fonctionnement** : Lorsque la valve de commande est sans pression, le tiroir by-pass repère (2) alimente la servo-valve. La pression agit également sur le piston repère (5) qui par l'intermédiaire du poussoir repère (4) maintient le clapet repère (3) ouvert. Dans ces conditions le retour de la servo-valve est assuré et la chambre petite section du vérin est en liaison avec la servo-valve. voir (fig : 02 )

Lorsque la servo-valve ne reçoit aucun ordre électrique, la pression hydraulique est dirigée vers la chambre grande section est au retour et ainsi le vérin est rétracté.

Le panneau de spoiler est plaqué sur l'aile. Lorsqu'un signal de braquage est appliqué sur la servo-valve, celle-ci dirige la pression vers la chambre grande section et met la chambre petite section au retour.

Le déplacement du piston est contrôlé par le synchro linéaire qui élabore un signal de retour d'asservissement. Ce signal est dirigé vers l'EFCU.

Lorsque le spoiler est en accord avec la position des volants, le signal électrique appliqué sur la servo-valve disparaît.

Celle-ci interrompt l'alimentation de la chambre grande section et ainsi le mouvement du panneau de spoiler est stoppé.

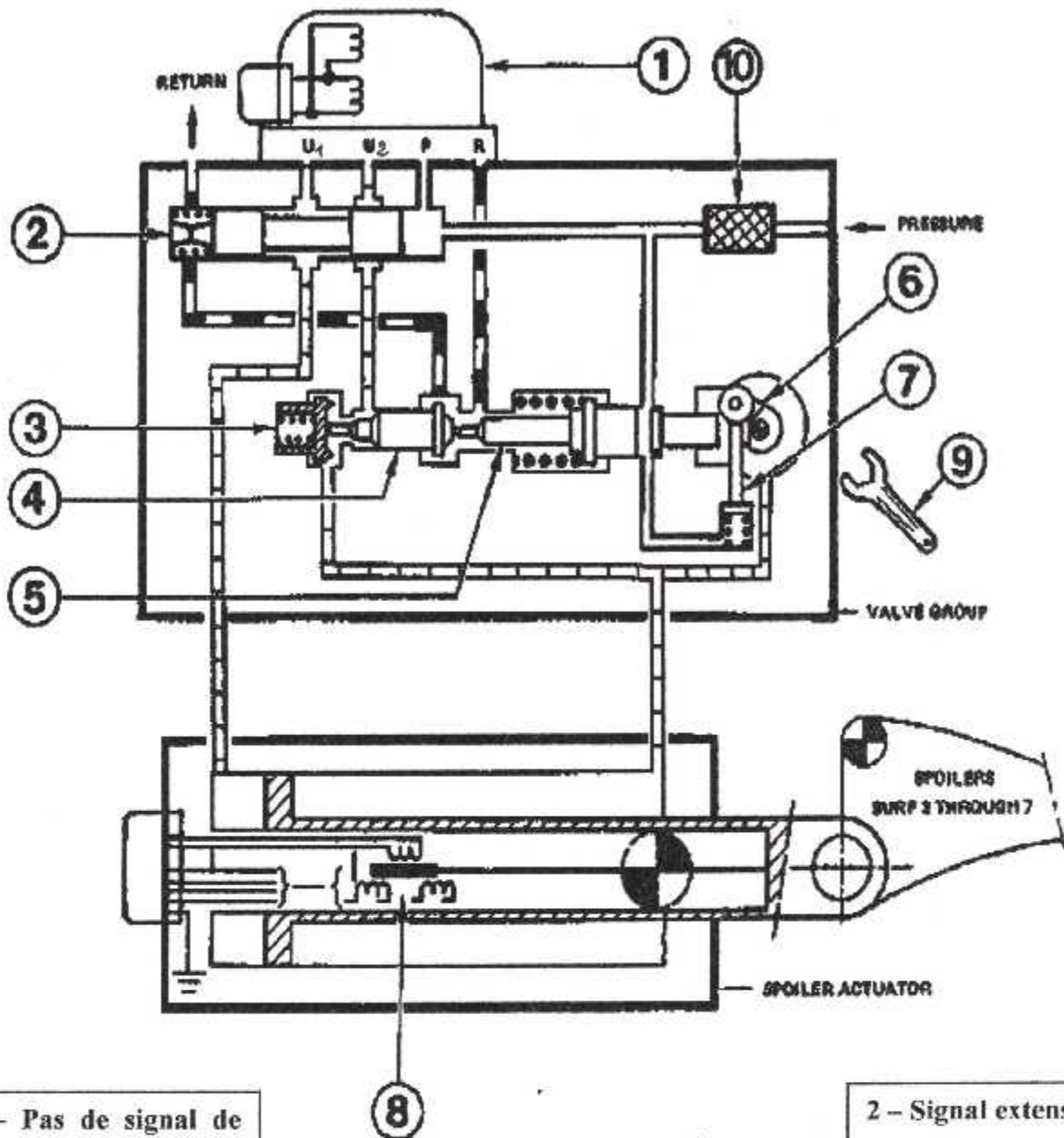
#### 4.2.2. Sensation musculaire et trim.

On utilise la sensation musculaire pour faire sentir au pilote l'échelle des efforts mise en action afin de manœuvrer les commandes en accord avec l'ordre émis mentalement

Le bloc de sensation musculaire fait varier les efforts sur les volants en fonction du braquage. Il n'y a pas de fonction vitesse sur la commande de gauchissement voir (Fig : 01)

Le trim. assure la remise au neutre de la sensation musculaire. Le guignol situé en sortie du vérin de trim. reçoit un ordre en provenance du système d'abaissement de 10° de l'aileron. Cet ordre permet de déplacer le neutre de la sensation musculaire pendant l'abaissement de l'aileron





1 - Pas de signal de braquage ou défaut :

- pression U2
- retour U1
- vérin rétracte

1 - SERVOVALVE  
 2 - BYPASS VALVE  
 3 - CLOSING VALVE  
 4 - PRESSURE INCREASING VALVE  
 5 - PLUNGER  
 6 - MAINTENANCE UNLOCKING CRANK LEVER  
 7 - PRESSURE CONTROLLED PISTON  
 8 - FEED BACK TRANSDUCER (LVDT)  
 9 - MAINTENANCE WRENCH  
 10 - FILTER

2 - Signal extension

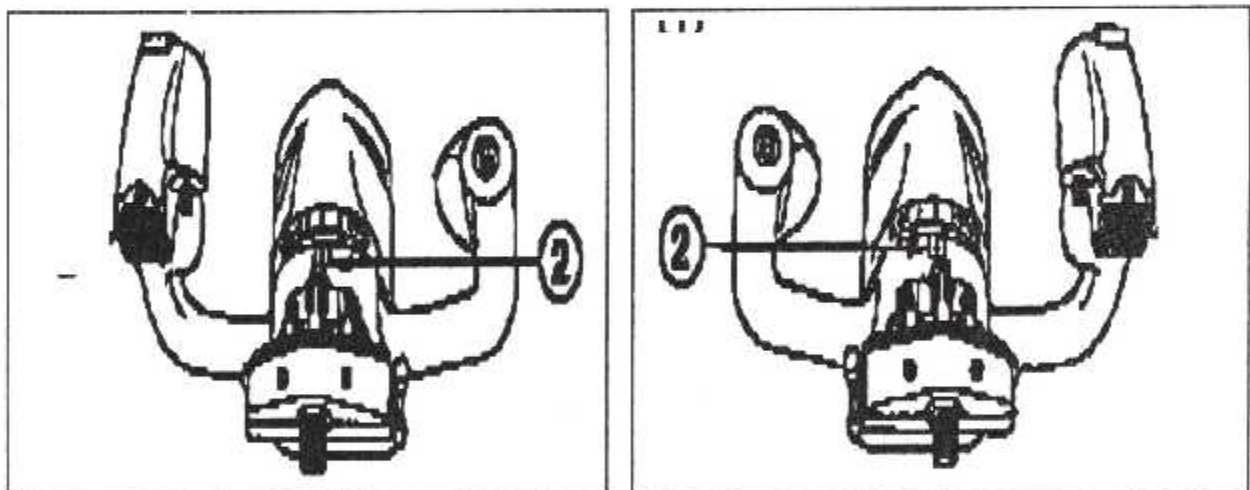
- pression U1
- retour U2
- vérin sortie

( Fig : 02) Vérin de spoilers – valve de commande

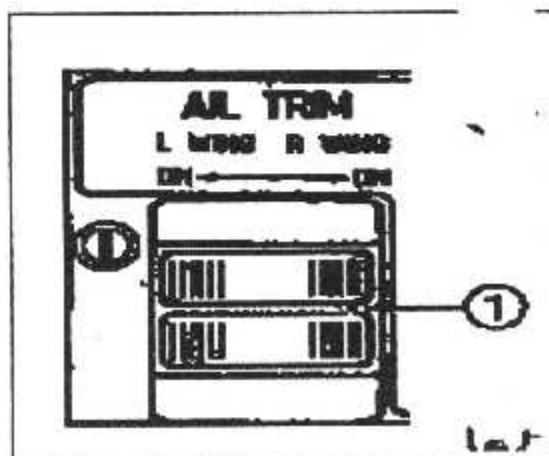
### ■. Commande de trim

Le trim gauchissement est électrique. La commande est constituée par deux palettes situées sur le pylône. Le moteur électrique fonctionne si les deux palettes sont déplacées simultanément dans le même sens. La liaison moteur électrique – vérins de trim est assurée par chaîne et câbles. La position du trim est contrôlée par des plaquettes situées sur les volants (voir fig : 03 ) .

<p>① – Interrupteurs de trim ailerons ( ail trim. )</p>	<p>La commande du trim est électrique . - Si les deux interrupteurs déplacés dans le même sens gauche ou droit ( L wing ou R wing ), le braquage maximum des ailerons est environ de <math>\pm 7^\circ</math>, la vitesse de déplacement est d'environ <math>0.4 \text{ }^\circ/\text{s}</math> .</p>
<p>② – Indicateur de trim.</p>	<p>La position de trim est donné par un repère peint sur les volants qui se déplacent devant une graduée ( <math>7^\circ</math> gauche , <math>7^\circ</math> droit ) fixée à la partie supérieure de chaque manche .</p>



(Fig : 03) commande de trim.



**■. Calculateur de commande spoilers EFCU :**

Pour chaque spoiler on trouve :

- 1 circuit de commande
- 1 circuit de surveillance.

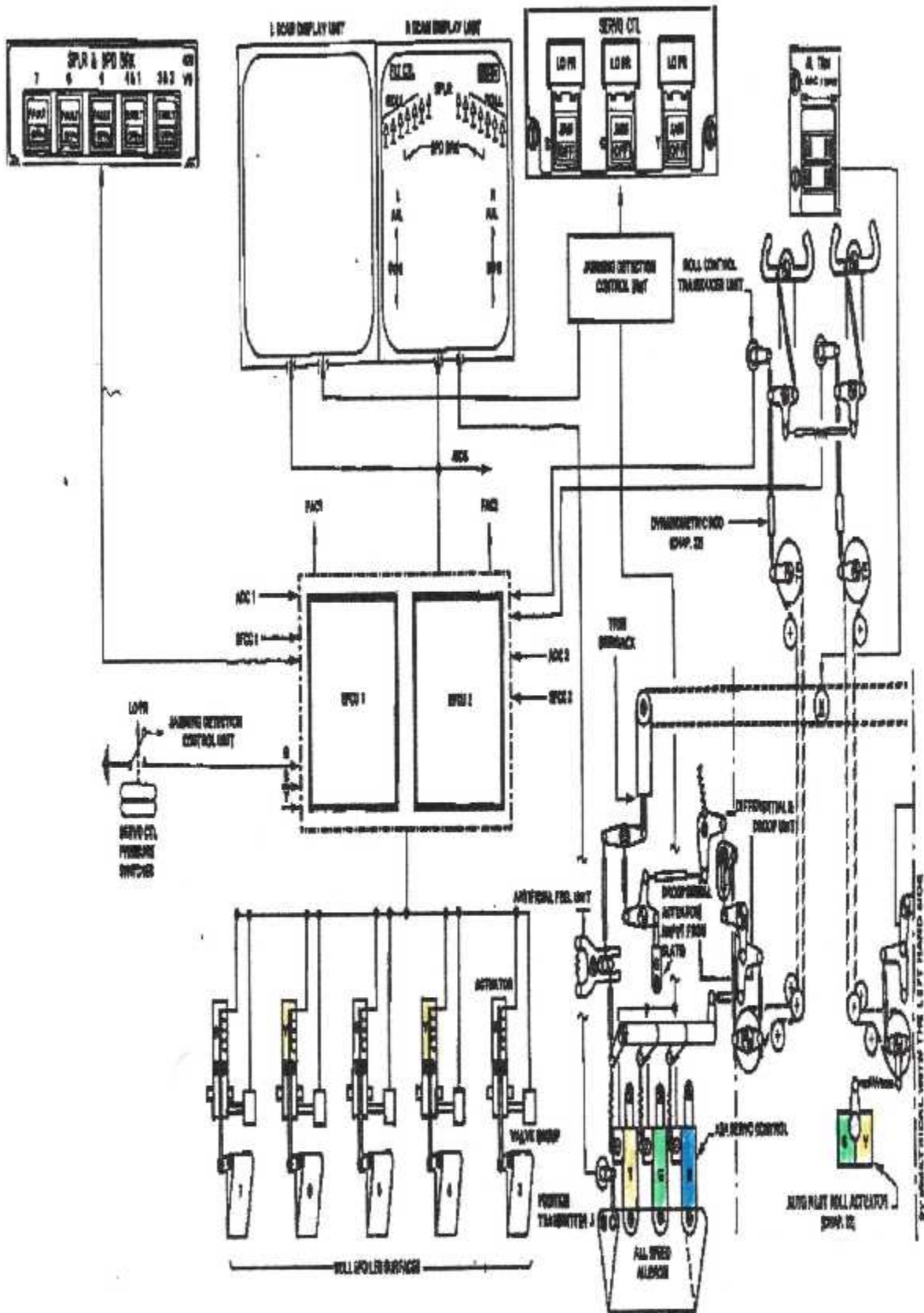
Le circuit de commande agit sur la servo-valve. Le circuit de surveillance interrompt la commande de la servo-valve en cas de défaut. Cette interruption se produit si la position du spoiler par rapport à la demande devient supérieure à un seuil prédéterminé pendant plus d'une demie seconde. . La valeur du seuil est de :

- au sol, 2°5
- en vol { • braquage spoiler > demande : 2°5  
          { • braquage spoiler < demande : 13°

La servo-valve ne reçoit plus de signal de commande. De ce fait, elle se met dans une position qui assure l'alimentation du vérin dans le sens rétraction.

Les calculateurs de commande spoilers sont au nombre de deux (**fig.04**) Ils reçoivent les signaux électriques de position volants de quatre synchros (RVDT). Deux sont commandés par le volant gauche, les deux autres par le volant droit.



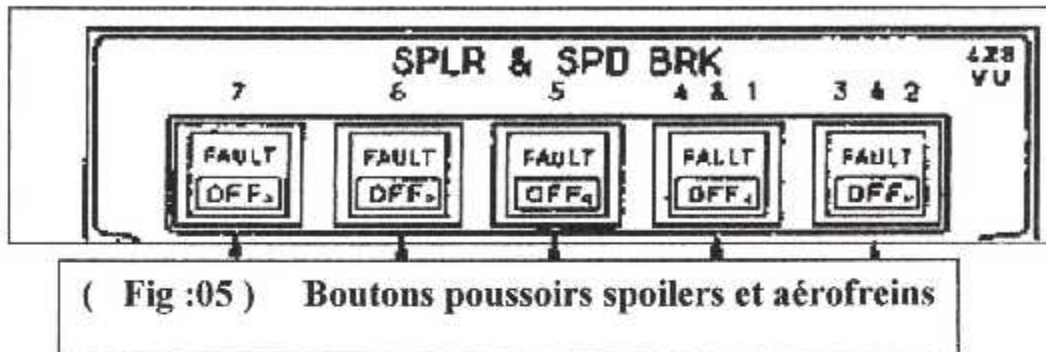


( Fig : 04 ) Commandes spoilers et aérofreins

### ■. Mise en service des spoilers (Fig : 05 )

Grâce aux cinq boutons-poussoirs **FAULT/OFF-RESET** situés au panneau supérieur pilotes , deux de ces cinq poussoirs assurent également la mise en service des aérofreins.

Chaque panneau de spoilers assure la remise en service sur les deux ailes d'un ou de deux spoilers .



- Bouton poussoir enfoncé : les circuits correspondants sont activés .
- Bouton poussoir relâche : les circuits correspondants désactivés .

Boutons poussoirs	Désignations
OFF/ RESET	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le voyant OFF est allumé blanc.</li> <li>- Les circuits désactivés .</li> </ul>
FAULT	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le voyant allumé ambre .</li> <li>- Les circuits désactivés .</li> </ul>

### ■. Lois de braquage des spoilers

Les calculateurs de commande des spoilers (EFCU) reçoivent des signaux :

- Des centrales aérodynamiques **ADC 1** et **ADC 2**, voir **fig :04** ( page :07 )
- De position becs et volets en provenance des boites de commande 1 et 2 des becs et Volets appelées **SFCC 1** et **2** (Slats –Flaps control computer).

IL y a trois lois de braquage :

- Basse vitesse (braquage maxi **35°**)
- Basse vitesse avec volets **40°** (braquage maxi **35°**)
- Haute vitesse (braquage maxi **20°**)

## a) Signal ADC valide

- Vitesse < 250 kt (463 km/h) : loi basse vitesse .
- Vitesse > 250 kt : (463 km/h) loi haute vitesse .

## b) signal ADC non valide

- Becs sortis : loi basse vitesse
- Becs rentrés : loi haute vitesse

## c) Signaux ADC et position becs non valides :

- Loi basse vitesse.

**Nota**

La loi basse vitesse volets 40° est engagée si :

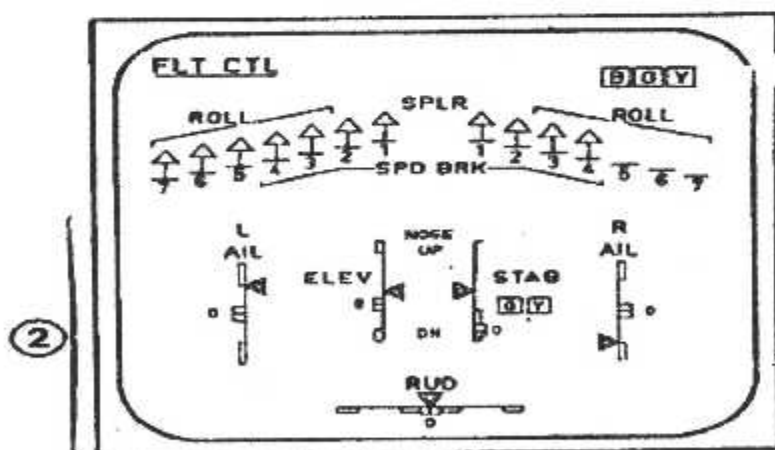
- 1- Les conditions d'engagement de la loi basse vitesse sont satisfaites.
- 2- Le signal de position volets est valide.

**■. Contrôle de position aileron**

Le contrôle de position des ailerons s'effectue sur l'écran droit de L'ECAM. La position des ailerons est signalée par le déplacement des index devant les échelles repérées ASA (ALL speed aileron). Les débattements sont montrés par la figure :06

La position des ailerons est donnée par les index qui se déplacent devant les échelles gauche L et droit R La page des échelles correspond aux débattements

Ail Ail maximum .



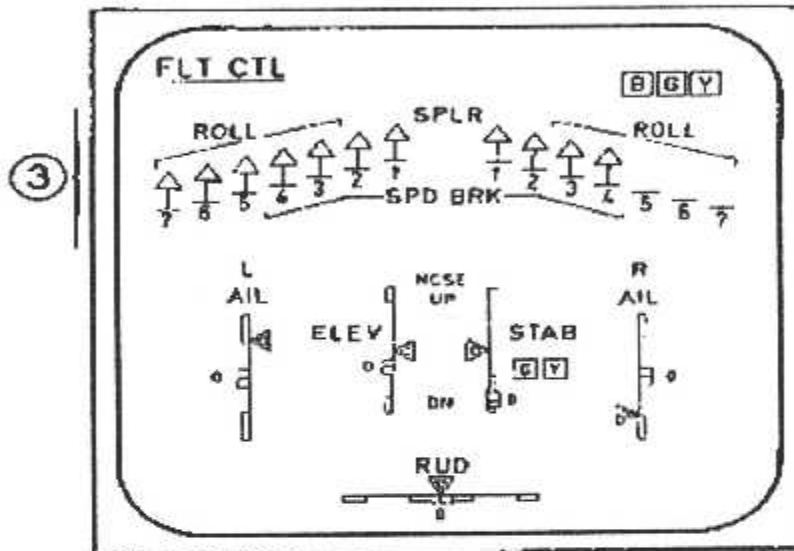
( Fig : 06 ) Calculateur ailerons



### ■. Contrôle de position des spoilers :

La position des spoilers est signalée de la façon suivante :

- spoilers rentrés- chaque panneau est représenté sur l'écran par un tiret.
- Spoilers en mouvement :
- une petite flèche apparaît au-dessus du tiret. En conditions normales ces indications sont vertes ,( voir fig : 07)



( Fig :07 ) calculateur spoilers

**Note :** En cas de défaut les indications tirets et flèches deviennent ambres et les numéros des panneaux en défaut apparaissent sous les tirets.

<b>Vert</b>	Le spoiler est rentré .
<b>Ambre</b>	Le spoiler est rentré mais il y a panne .
<b>Vert</b>	Le braquage du spoiler est supérieur à 2° .
<b>Ambre</b>	Le spoiler est braqué mais une panne est détectée par le calculateur EFCU .
<b>Vert clignotant</b>	Au sol , spoilers sorties tant que les aérofreins 1 et 2 ne sont pas rentrés .

## ■. AEROFREINS :

### ►. Fonctionnement en vol :

L'augmentation de traînée est obtenue par la sortie sur chaque aile des panneaux repérés 1-2-3-4.

La manette aérofreins située à gauche sur le pylône peut être déplacée de la position **RETRACT** à la position **FULL**. La manette est en liaison mécanique avec des synchros qui élaborent des signaux électriques en fonction de la position manette. Ces signaux électriques sont envoyés vers le calculateur de commande des aérofreins **E.F.C.U.** (voir fig : 05 ) .

Le fonctionnement de L'E.F.C.U., des vérins et des valves de commande est identique à celui traité dans valve - spoilers (page :03 )

### ■. Débattement aérofreins

Lorsque la manette est placée sur **FULL** le débattement maximum est de :

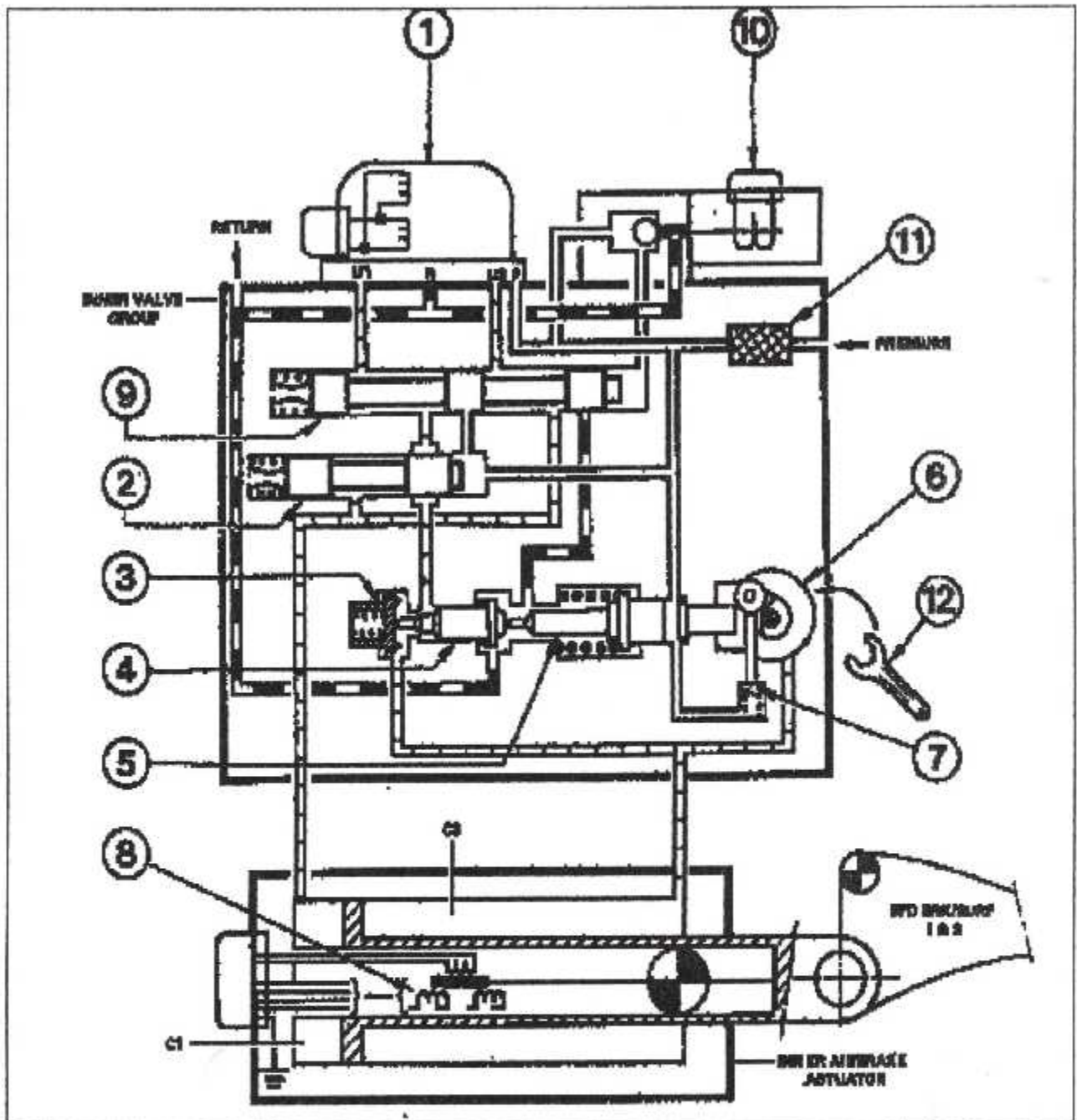
- 45° pour les aérofreins 3 et 4.
- 22°5 pour les aérofreins 1 et 2.

### ■. Particularités des valves de commande aérofreins 1 et 2

Les valves de commande des aérofreins 1 et 2 sont équipées d'un clapet à bille commandé par un solénoïde repéré 10 qui n'existe pas sur les valves de commande des aérofreins 3 et 4. Ces clapets assurent une sécurité lorsque le panneau d'aérofrein étant braqué la servo-valve se bloque dans le sens sortie. Dans ce cas, le défaut d'asservissement est détecté par le circuit de surveillance de L'E.F.C.U.

Le solénoïde est alimenté et la bille s'applique sur le siège de gauche. La chambre droite du tiroir 9 est mise au retour. Sous l'action du ressort le tiroir 9 se déplace vers la droite. Ceci a pour effet de diriger la pression vers la chambre petite section du vérin. Ainsi, le panneau d'aérofrein rentre. (voir figure :08) .

Cette sécurité a été prévue sur les aérofreins 1 et 2 car un braquage permanent de ces panneaux ferait perdre de l'efficacité au stabilisateur et aux gouvernes de profondeur.



- |                                       |                                |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| 1 - SERVO VALVE                       | 7 - PRESSURE CONTROLLED PISTON |
| 2 - BYPASS VALVE                      | 8 - FEEDBACK TRANSDUCER (LVDT) |
| 3 - CLOSING VALVE                     | 9 - ACTUATOR RETRACTION VALVE  |
| 4 - PRESSURE INCREASING VALVE         | 10 - SOLENOID VALVE            |
| 5 - PLUNGER                           | 11 - FILTER                    |
| 6 - MAINTENANCE UNLOCKING CRANK LEVER | 12 - MAINTENANCE WRENCH        |

fig : vérin d'aérofreins - valve de commande .

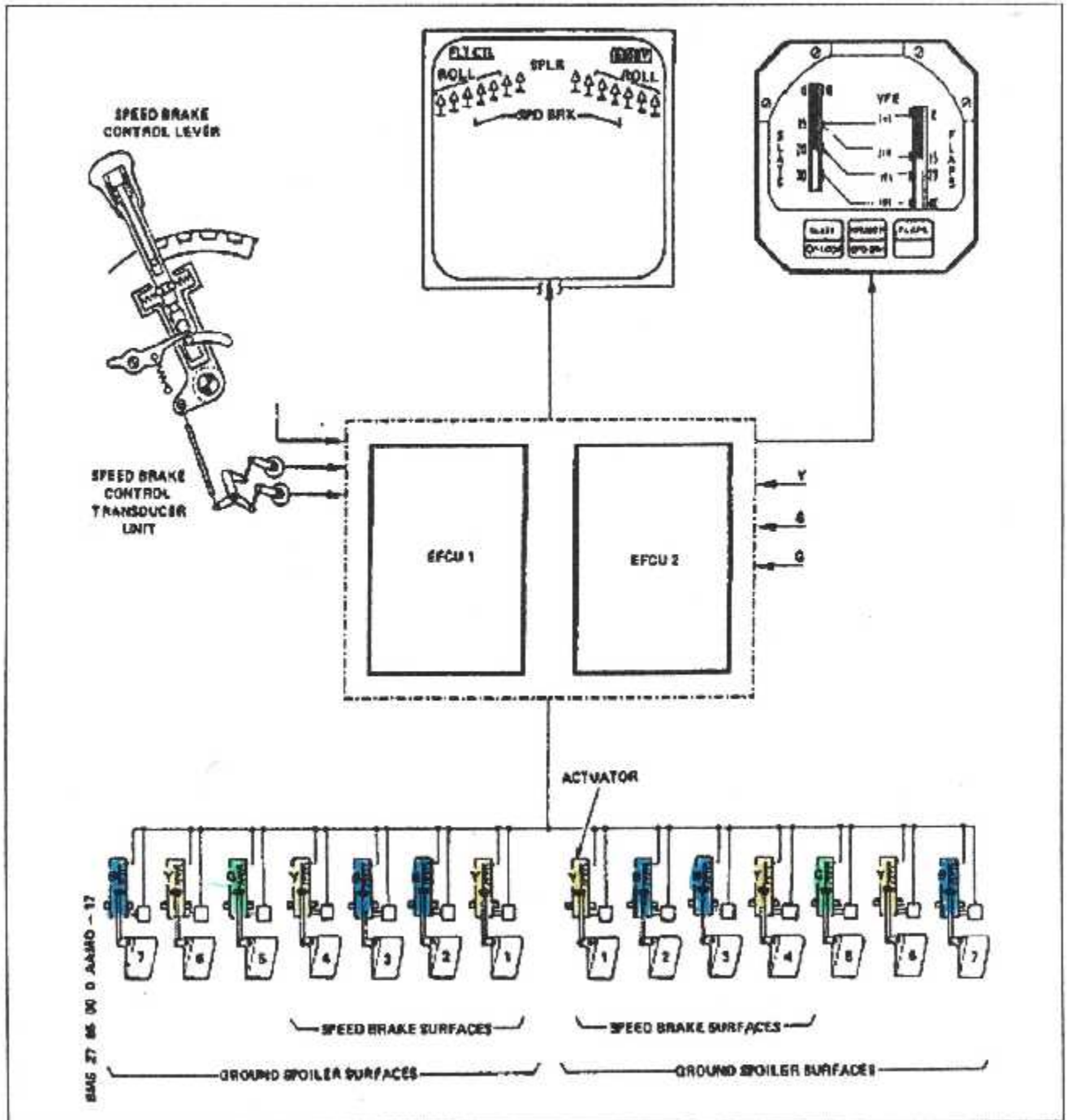


### ■ Fonctionnement au sol :

L'augmentation de traînée à l'atterrissage ou - arrêt est assurée sur chaque aile par le braquage à 50° de sept panneaux (1 à 7).

Le fonctionnement est automatique si les conditions suivantes sont réalisées :

- 1/ Manette aérofreins armée (poignée tirée vers le haut)
- 2/ Les deux manettes de poussée sur réduit.
- 3/ Vitesse des roues arrière des trains principaux supérieures à 50 KT ( 92.6 Km/h).



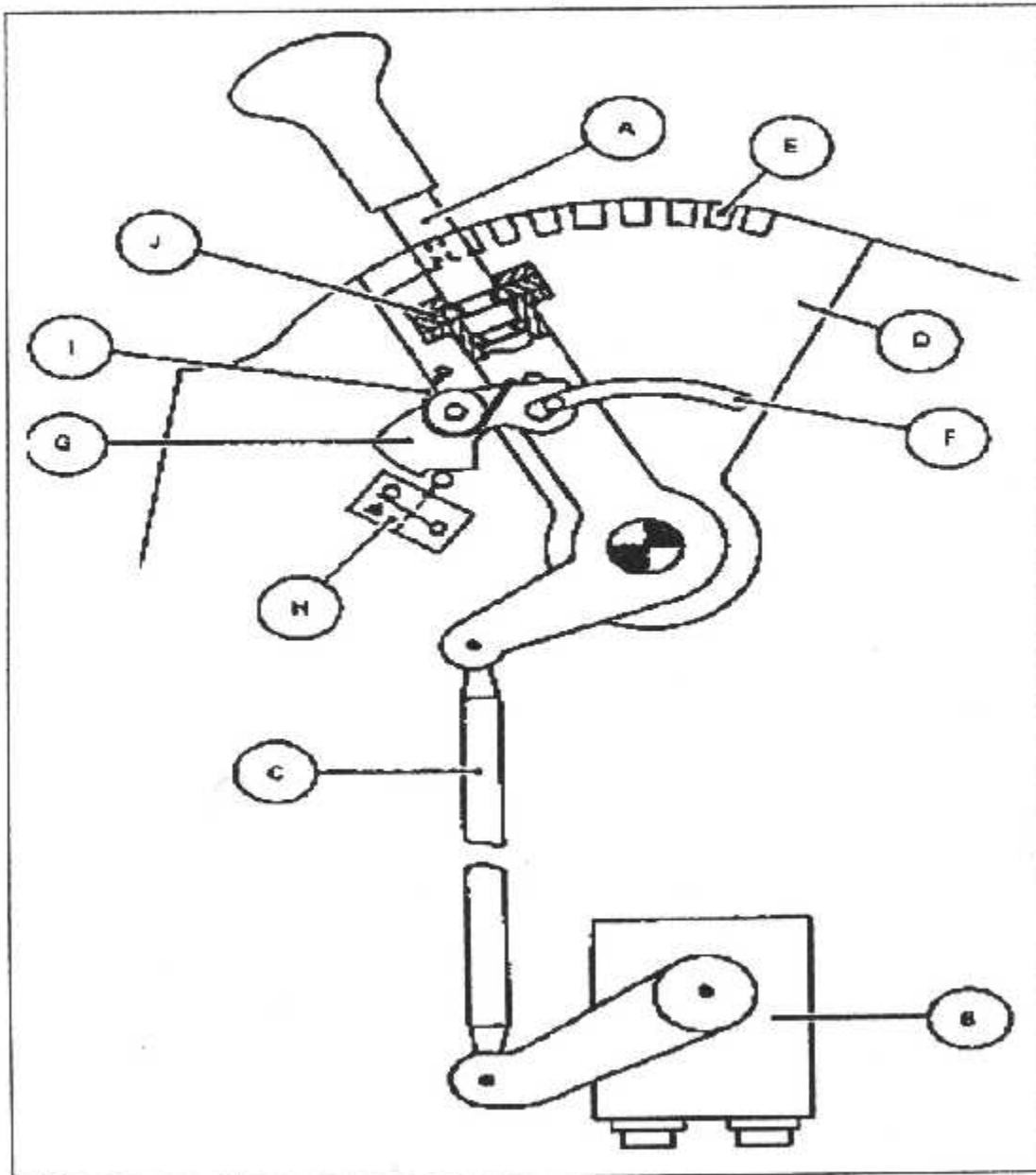
( fig : 1 ) Mécanisme de commande aérofreins au sol

**Note :** Ce dernier signal est pris en compte dans la mesure ou les amortisseurs sont comprimés et l'altitude inférieure à 5 feet. ( 1.5m ).

■. **Manette aérofreins :**

L'armement se fait en tirant la poignée vers le haut. La poignée est maintenue armée par l'intermédiaire d'un verrouillage à bille repéré (J) (la gorge inférieure de la poignée se présente en face des billes). Voir ( fig : 10 )

L'axe repéré (F) est solidaire de la poignée. Lors de l'armement il se déplace vers le haut et provoque la rotation de la came repéré (G). Cette came ferme le micro-contact d'armement du circuit automatique.



( Fig :10 ) Manette aérofreins

### ■. Contrôle de position

Le contrôle de position des panneaux d'aérofreins est identique à celui des spoilers qui a été décrit en page : 06

Un voyant bleu **SPEED BRAKES** situé sur l'indicateur **BECS/VOLETS** s'allume si un ou plusieurs panneaux d'aérofreins ne sont pas rentrés.

\* au sol , si la vitesse est supérieure à **170 KT ( 314.84Km/h )**.

\* en vol Si la vitesse est inférieure à **170 KT( 314.84Km/h )** , le voyant clignote.

### ■. Mélange des ordres gauchissement et aérofreins

#### a) Ordre aérofreins + Ordres gauchissement < 45°

Dans ce cas l'ordre gauchissement s'ajoute à l'ordre aérofreins pour les panneaux 3 et 4 sur l'aile intérieure au virage.

**EXemple : 01** ► aérofreins 20° gauchissement : virage à gauche 10° .

Ailes	Degré de sortie	
	Aile gauche	1 et 2
3 et 4		30°
5 et 6 et 7		10°
Aile droite	1 et 2	10°
	3 et 4	20°
	5 et 6 et 7	0°

#### b) Ordre aérofreins + Ordre gauchissement > 45°

Dans ce cas le braquage est limité à **45°** sur l'aile intérieure au virage. Sur l'aile extérieure le braquage est égale à **45°** moins l'ordre gauchissement.

**Exemple : 02** ► aérofreins 40° gauchissement : virage à gauche 10°

Ailes	Degré de sortie	
	Aile gauche	1 et 2
3 et 4		45°
5 et 6 et 7		10°
Aile droite	1 et 2	20°
	3 et 4	35°
	5 et 6 et 7	0°

c) Ordre aérofreins au sol : Tous les panneaux spoiler et aérofreins sont braqués à **50°**



## ■. DIRECTION :

### ►. Présentation du fonctionnement :

Le mouvement des palonniers est transmis par bielles à un sélecteur à câble avant qui assure la régulation de tension. De ce sélecteur la transmission du mouvement est assurée par câble vers un sélecteur à câble arrière qui commande un mécanisme différentiel.

Ce mécanisme assure plusieurs fonctions :

- Il transmet les ordres palonniers vers les tiroirs servocommandes a travers un mécanisme de limitation de débattements.
- Il agit sur la bielle à ressort de sensation musculaire.
- Il reçoit :

\* Les ordres du servomoteur PA par l'intermédiaire d'un mécanisme de surpassement.

\* Les ordres du servomoteur et amortisseur de lacet ( YAW DAMPER ) qui amortit les oscillations de lacet. Les ordres d'amortisseur de lacet( YAW DAMPER) ne sont pas ressentis aux palonniers. Voir( **figure :13** ).

### ■. Sensation musculaire

Les efforts sur les palonniers sont reproduits par une bielle à ressort double effet. Le corps de la bielle est fixé sur le mécanisme différentiel. La tige centrale est commandée par le vérin de trim.

La restitution d'efforts est obtenue de la façon suivante : lors des déplacements palonniers, la tige centrale étant fixe, le déplacement du corps de la bielle provoque la compression du ressort.

### ■. Trim

- Le trim assure la "remise au neutre" de la bielle à ressort. Ce ci est obtenu par le déplacement de la tige centrale qui permet au ressort de retrouver sa longueur initiale.
- Le vérin de trim. est commandé par moteur électrique.
- La commande du moteur s'effectue par un sélecteur rotatif situé sur le pylône.
- La position du trim est lue sur le compteur situé à gauche du sélecteur de commande.
- La mise en service du trim s'effectue grâce aux boutons – poussoir RESET - FAULT , voir ( **fig : 13** )

### ■ Mécanisme de limitation de débattements :

#### ● Rôle

Le rôle de ce mécanisme est de limiter les débattements maximum de la gouverne de direction en fonction de la vitesse avion :

- La vitesse 0 à 165 KT ( 305.58 Km/h ) le débattement maximum ( $\pm 30^\circ$ ) .
- La vitesse > 165 KT( 305.58 Km/h ) le débattement maximum diminue .
- à 350 KT ( 648.2 Km/h) débattement maximum( $\pm 5^\circ$ ) .

#### ● Mise en service de mécanisme limitation débattement :

La mise en service des calculateurs se fait par les boutons poussoirs :

<b>Bouton poussoirs limitation débattement direction RUD TRAVEL SYS 1 et 2 .</b>	Ces boutons poussoirs assurent la mise en service des calculateurs FLC ( feel and limitation computer ) mécanisme de limitation débattement de la gouverne de direction .
<b>Bouton poussoir enfonce</b>	Le calculateur correspondant est engagé , les ordres élaborés par ce calculateur sont envoyés vers le moteur électrique correspondant . les deux systèmes peuvent être engagé simultanément .
<b>Bouton poussoir relâche</b>	Le voyons <b>OFF/ R</b> allume blanc est le système correspondant est désactivé . - <b>FAULT</b> s'allume ambre si un défaut est détecté dans le système correspondant

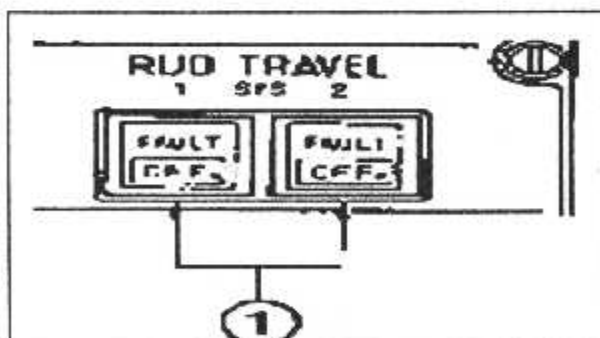


fig :11 limitation débattement direction

Les signaux de vitesse en provenance des **ADC1** et **2** sont reçus par les deux calculateurs. C'est le signal le plus élevé qui est pris en compte. Chaque calculateur comporte :

- circuit de commande.

- Circuit de surveillance.

• **Le circuit de commande :**

Reçoit les signaux suivants :

- le signal de vitesse (ADC1 et ADC 2).
- le signal de position du guignol (2) fourni par synchro (RVDT).

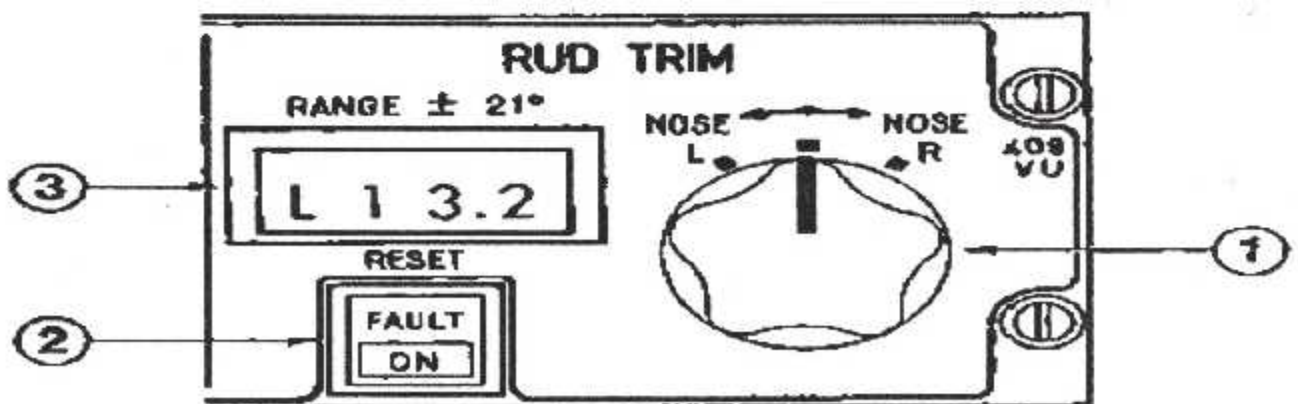
Le rôle du circuit de commande est donc de comparer les deux signaux. Si l'accord n'est pas réalisé, un signal fonction de l'écart est appliqué au moteur électrique. Celui-ci déplace le guignol (2) afin que sa position soit en accord avec le signal vitesse, ( voir Fig :13).

• **Le circuit de surveillance :**

Reçoit les mêmes signaux et effectue le même calcul que le circuit de commande. Les signaux d'écart circuit de commande et circuit de surveillance sont comparés. Si un désaccord est détecté, le calculateur correspondant est neutralisé. Si la panne se produit sur le système 1 le relais est prit immédiatement par le système 2. le voyant ambre FAULT incorporé au bouton poussoir s'allume, L'E.C.A.M. est activé. Le circuit de surveillance intervient également en cas défaut du signal ADC ou du signal synchro du guignol (2). Si l'ensemble de limitation de débattements est resté bloqué en configuration haute vitesse, L'E.C.A.M. est activé.

• **Contrôle de position de direction :**

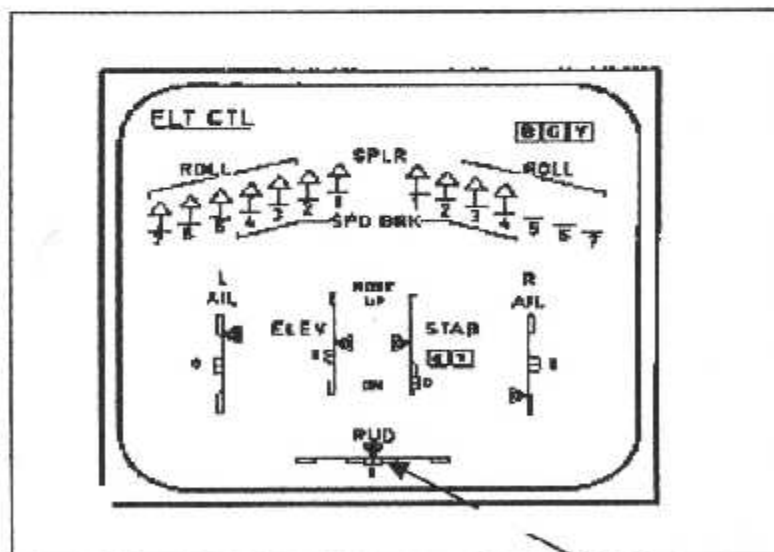
La position de la gouverne de direction est donnée par l'index mobile qui se déplace devant l'échelle repérée RUD. La plage de l'échelle correspond aux déplacements maximum. voir ( fig : 12 )



( fig. : 12) Contrôle de position du gouverne de direction ( RUDER )



<p>1. Sélecteur rotatif de trim.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce sélecteur permet de commander le moteur électrique de trim .</li> <li>- Il est à trois positions <b>NOSE L – NEUTRE - NOSE R</b> .</li> <li>- Il est rappelé automatiquement au neutre .</li> <li>- Permet de braquer la gouverne de direction de <math>\pm 21^\circ</math> max .</li> </ul>
<p>2. Bouton poussoir de remise au neutre (REST)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ce bouton permet le retour du trim a zéro .</li> <li>- Le bouton ON est allumé blanc dès que le zéro est atteint.</li> </ul> <p>Quand le bouton poussoir enfonce .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le voyant <b>FAULT</b> allume ambre si un défaut du circuit de retour automatique ou un défaut de transmetteur de position .</li> </ul>
<p>3. Indicateur de position de trim</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Donne le sens de trim <b>L</b> (gauche ) ou trim <b>R</b> ( doit)ainsi que la valeur 0 à 21° .</li> </ul>



( fig : 12 )Contrôle position de la gouverne de direction



## **■ Profondeur :**

### **► présentation du fonctionnement :**

Le contrôle autour de l'axe de tangage est obtenue par deux gouvernes de profondeurs ; une gouverne gauche et une droite .

par sécurité, la commande de profondeur est double, elle se compose d'une voie gauche et droite. La conjugaison des deux voies est assurée.

- à l'avant par un guignol à seuil d'effort.

- à l'arrière par un guignol à seuil d'effort et une bielle de verrouillage équipée d'un solénoïde.

- de 0 à 30 Kt ( 55.56 Km/h) la bielle est verrouillée ( solénoïde non alimenté).

- de 30 Kt ( 55.56 Km/h) à 195 Kt(361.14Km/h) la bielle est verrouillée ( solénoïde alimenté).

- au-delà de 195 Kt(361.14Km/h) la bielle est verrouillée (solénoïde non alimenté).

Ces conjugaisons avant et arrière assurent une sécurité en cas de blocage de l'une des voies dans les phases décollage et atterrissage (vitesse comprise entre 30 Kt ( 55.56 Km/h) et 195 Kt(361.14Km/h) ).

### **■.Sensation musculaire:**

#### **►. Principe de fonctionnement:**

Le bloc de sensation musculaire reproduit des efforts sur les manches en fonction de braquage des gouvernes et de la vitesse avion.

Les efforts en fonction du braquage sont reproduits par une bielle à ressort, ceux en fonction de la vitesse par une barre de torsion.

La torsion de la barre est assurée par un ensemble mécanique à gain variable qui est commandé par deux servo-commandes hydrauliques, voir ( figure :14).

#### **●. Mise en service de sensation musculaire de gouverne de profondeur :**

La mise en service des calculateur se fait par les boutons poussoirs PITCH FEEL1 et 2 situés au panneau supérieur pilote.

Le calculateur n°1 reçoit les information vitesse des ADC 1 et 2 (signal ADC 1 pris en compte, signal ADC 2 en attente).

Le calculateur N°2 reçoit également les information vitesses des ADC 1 et 2 (signal ADC 2 pris en compte signal ADC 1 en attente chaque servo-commande comprend:



- 1 solénoïde.
- 1servo-valve.
- 1 tiroir distributeur.

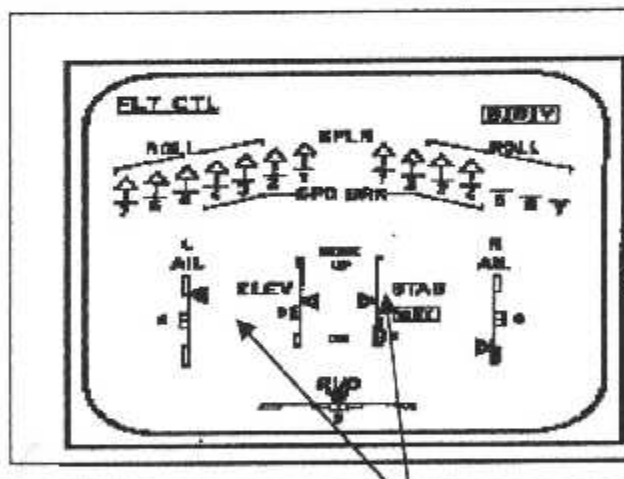
La voie gauche est en liaison avec le bloc de sensation musculaire qui reproduira des efforts sur les manches en fonction du braquage et de la vitesse.

Le servo-moteur est installé dans la partie gauche du plan horizontal. La liaison avec la commande profondeur comporte un mécanisme de surpassement

Chaque voie est également équipée d'une bielle dynamométrique qui permet le pilotage transparent ( engagé, possibilité de piloter par les manche)

#### **■ Contrôle de position de gouverne de profondeur et plan horizontal réglable :**

Les positions gouverne de profondeur et plan horizontal réglable sont donné par des index mobiles qui se déplacent devant les échelles ELV et STAB . la plage des échelles correspondant aux déplacements maximum, voir ( figure : 15)



(Fig :15) Control de position gouverne de profondeur et plan horizontal réglable

**■ Plan horizontal réglable :****► Présentation de fonctionnement :**

Le plan assure le trim. de profondeur , le déplacement du plan est obtenu par un système vis et écrou .

L'écrou est solidaire du plan , la vis est entraînée par deux moteurs hydrauliques .

L'un est alimenté par le circuit VERT , l'autre par le circuit JAUNE à travers une valve

Il y a deux possibilités de commandes :

- Mécanique : par les volants situés de part et d'autre du pylône .
- Électrique : par les inverseurs situés sur les volants gauche et droit .

**● Commande mécaniques :**

les volants sont en liaison par câbles et chaînes avec les tiroirs distributeurs des moteurs hydrauliques .

Les butées volants en piqués et cabré sont obtenues par un ensemble de rondelle à ergots . Chaque rondelle doit faire un tour pour entraîner la suivante . La dernière rondelle vient en butée sur un boîtier lorsqu'elle est entraîné à son tour . voir

( **figure :16** )







# CHAPITRE III

## Maintenance

## I- INTRODUCTION :

Dans ce chapitre on va étudier une partie de la maintenance de l'Air bus A310 , faisant en premier une présentation générale de la maintenance de cet avion

### I-2 – DEFINITION DE LA MAINTENANCE :

L'entretien d'un aéronef peut être définie comme un ensemble des actions destinée à maintenir ou remettre l'aéronef ou ces éléments en état de sécurité (notion d'aptitude au vol ) : vérification réparation , modification , révisions , inspections , etc.

### I-3 – LES OBJECTIFS DE LA MAINTENANCE :

L'avion est une machine très complexe, sa construction à nécessité la maîtrise d'une multitude de sciences , donc sa maintenance est aussi complexe mais nécessaire et vital par l'exigence de la sécurité.

\* **La sécurité** : C'est une exigence réglementaire, l'aéronef doit au cours du temps conserver les caractéristiques et les exigences de navigabilité définie et approuvées lors de sa certification.

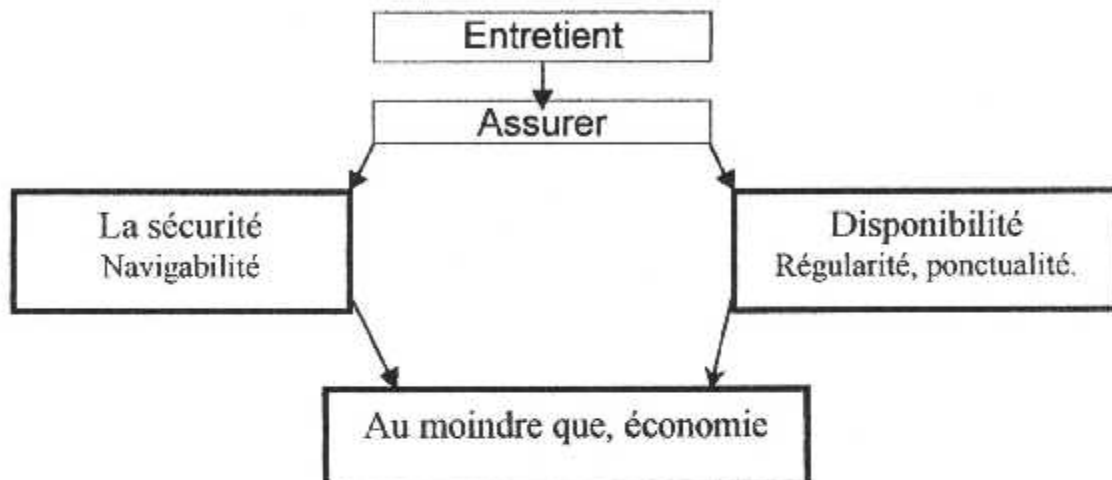
(performances , domaine de vol , intégrité de cellule et des propulseurs , sécurité et disponibilité des système et équipements .... ) en fonction de l'objectif réglementaire de sécurité .

\* **La disponibilité** : Un aéronef représente un investissement coûteux. Une compagnie aérienne recherche donc des taux d'utilisation élevés. Pour ce la, un aéronef de transport doit être en état d'accomplir sa mission au moment voulu, mais en toute sécurité

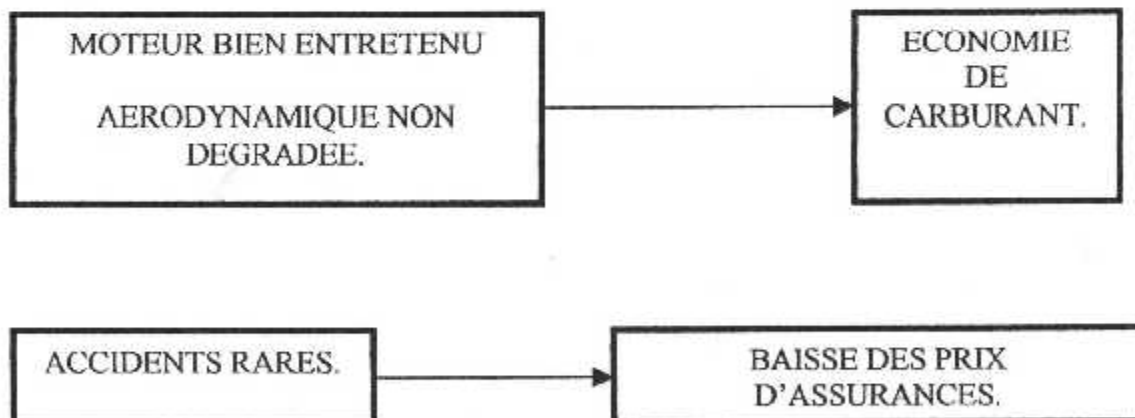
Le retard ou l'annulation d'un vol constituant non seulement une perte directe pour la compagnie, mais nuisent aussi à son image au pré des passagers. Dans une certaine mesure, cet inconvénient par un volant important d'aéronefs de réserve ou par des affrètements auprès d'autres transporteurs n'est pas satisfaisant économiquement.



\* **L'économie** : La satisfaction des deux premiers objectifs est dictée, entre autres par des impératifs économiques. Mais entretenir des aéronefs nécessite une organisation et des moyens matériels et humains qui coûtent cher, pour minimiser les coûts d'entretiens il faut trouver le meilleur compromis économique possible entre les deux premiers objectifs et le troisième.



Il s'agit de minimiser les coûts globaux et pas seulement les coûts d'entretiens. Ainsi il ne faut pas perdre de vue que l'entretien peut lui-même contribuer à diminuer d'autres coûts.



#### I-4- LES COÛTS D'EXPLOITATION DIRECTE D'UN AVION :

La répartition des coûts directe d'exploitation peut varier sensiblement d'une entreprise à un autre. Pour des aéronefs comparables en moyenne on peut estimer le coût direct d'exploitation.

#### I-5- PROGRAMME D'ENTRETIEN DE L'AIRBUS A310 :

L'entretien d'aéronef doit être organiser de manière à minimiser les temps d'immobilisation, il s'agit donc de regrouper les opérations élémentaires d'entretien d'importance et de périodicité comparable. Ces groupes d'opérations sont s'appelés VISITES.

- **Le schéma classique d'entretien d'airbus A310 :**

- **Visite prévol : T**

Qui peut éventuellement être faite par l'équipage et qui est faite normalement par les techniciens de maintenance, vérification des pleines d'huile, de l'état et du gonflage des pneumatiques, des freins et des amortisseurs vérification visuelle de l'absence des fuites carburant, et de l'état général de l'avion.

- **Visite journalière :**

Comporte , outre les opérations de la visite prévol , d'autres vérification portant par exemple sur l'état général du fuselage et de la voilure , des entrée d'air des moteurs la tendance est à espacer ce type de visite à trois jours , vois plus .

- **Visite A :**

Tout les 400 HDV à  $\pm 40$  HDV, ou tous les quatre mois environs (la première échéance atteintes) .Elle comporte des inspections visuelles plus détaillée des systèmes et composantes de la structure , par exemple les trains d'atterrissage les prise d'air ,le mécanisme des parties mobiles , de la voilure , les portes , l'oxygène , les systèmes de détection de fumées .

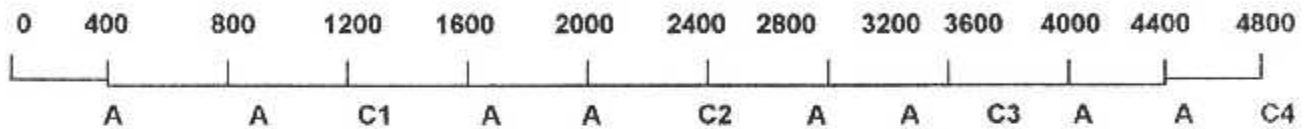
- **Visite C1 :**

Toutes 1200 HDV ou 12 mois environ (la première échéance atteintes), on ajoute à la liste A des inspections plus poussés pour vérifier le fonctionnement des systèmes durée : 2 – 3 jours.

- **visite C4 :**

Toute les **4800 HDV** ou **4 ans** (la première échéance attendes). Elle comporte des inspections supplémentaires entraînent des démontages pour vérifier des parties d'accès difficile, avec examen minutieux de tous les systèmes et de toute la structure.

- **Schéma d'entretien d' un Airbus A310 en AIR ALGERIE :**



## **II. ENTRETIEN DES COMMANDES DE VOL:**

### **II-1 Entretien général :**

Lors des différents visite C, des protocoles d'inspections détaillés sont appliqués aux différents éléments des commandes de vols.

Ces protocoles comportent généralement quatre phases :

- Ouverture
- Inspection (Visuelle, ou assisté ).
- Graissage
- Essai

#### **1- Ouverture :**

Elle consiste à dégager tous les accès pour pouvoir inspecter les différents éléments et mécanismes des commandes de vol.

#### **2- Inspection :**

C'est une inspection profonde suivant tout une procédure qui pour certain éléments nécessitant des inspections aux ultrasons et des vérifications des torquages .

Exemple : Ferrure attache stabilisateur et gouverne .

Des protocoles d'inspection visuelle recherche aussi toutes les fuites hydrauliques des différents mécanismes des commandes de vol .

#### **3- Graissage :**

Une série de plus trente protocoles nous donne toutes les procédures de graissage des éléments de commandes de vol.

Tous les protocoles de graissage sont montré clairement et le graissage se fait grâce à une pompe de graissage.

Cette opération est très importante car un mécanisme mal graissé peut à l'extrême se casser .

#### **4- Essai :**

Une série de protocole permet d'effectuer tous une série de test pour toutes les commandes de vol

Ces test se font en plusieurs parties et nécessite la présence des trois techniciens au poste de pilotage et d'un technicien au sol ( les deux relié par interphone ).

Cette procédure permet de vérifier visuellement l'exactitude des différents position commandés du poste de pilotage .

Lors de ces essais on peut donner à l'avion différents configuration (Air /Sol) afin de s'assurer du bon fonctionnement de tous les éléments dans toutes les configurations possibles .



## **II-2 Montage/démontage des éléments des commandes de vols**

### **II-2-1 Désactivation des spoilers/aérofreins**

Ce procédé contient des tâches de désactivation et activation du système de commande de spoilers/aérofrein, sont utilisées pour empêcher le mouvement accidentel du spoilers pendant l'entretien. Il contient également des tâches de la pose, la dépose, l'inspection et l'ajustement des spoilers extérieurs et intérieurs.

#### **II.2.2. Désactivation du système de commande de spoilers :**

- Installer le verrou du PCA ; Cette tâche met les spoilers dans la position haute et verrouillée.
- Désactiver le levier d'aérofrein pour l'opération de levier vers l'avant ou de poussée d'inversion ;
  - ◆ Déplacer le levier d'aérofrein vers sa position bas et verrouillée.
  - ◆ Ouvrir le disjoncteur (11G11, auto aérofrein ) sur le panneau (P11), et attacher l'étiquette de DO-NOT-CLOSE.
  - ◆ Couper le courant électrique si nécessaire pour l'entretien .
- Ouvrir le disjoncteur d'air/sol ou simuler le mode d'air ; cette tâche empêche le mouvement de spoilers quand vous changez le système de logique d'air/sol ;
  - ◆ Déplacer le levier d'aérofrein vers sa position bas et verrouillée.
  - ◆ Ouvrir le disjoncteur (11G11) sur le panneau (P11) et attacher l'étiquette de DO-NOT-CLOSE.
  - ◆ Simuler le mode d'air si nécessaire pour l'entretien.
- Débrancher le connecteur électrique de PCA ;
  - ◆ Déplacer le levier d'aérofrein vers sa position bas et verrouillée.
  - ◆ Ouvrir le disjoncteur sur le panneau supérieur (P11) et attacher l'étiquette de DO-NOT-CLOSE.
  - ◆ Couper l'énergie hydraulique des circuits gauche, droit et central.
  - ◆ Débrancher le connecteur électrique de PCA du spoilers si nécessaire pour l'entretien.

### II.2.5. Ajustement des spoilers extérieurs ou intérieurs :

- ❖ Fournir la pression aux circuits hydrauliques gauche, droit et central.
- ❖ Enlever l'étiquette de **DO-NOT-CLOSE** et fermer les disjoncteurs sur le panneau supérieur (P11) .
- ❖ Enlever l'étiquette de **DO-NOT-OPERATE** et déplacer les commutateurs gauche, droit et central d'isolement de commande de vol sur le panneau droit latéral (P11) , en position **ON** .
- ❖ Déplacer le levier d'aérofrein entièrement vers le haut.
- ❖ Rétracter les volets de bord de fuite.
- ❖ Désactiver les volets de bord de fuite.
- ❖ Déplacer le levier d'aérofrein à sa position basse et verrouillée, et s'assurer que les spoilers sont entièrement en bas.

#### ❖ Pour les spoilers extérieur ;

Faire ces étapes pour inspecter et ajuster le dégagement du spoilers au volet (figures 04) ;

- Inspecter la distance entre les spoilers (vue **B-B** ) et ajuster le joint si nécessaire.
- Inspecter la distance entre le spoilers et la structure adjacente (vue **A-A** et **C-C**) et ajuster les joints si nécessaire.
- Inspecter le dégagement entre le principal bord du spoilers et la structure arrière d'ail (vue **D-D** et **E-E** ) . Ajuster les joints si nécessaire.
- Inspecter le dégagement du spoilers au volet et ajuster le PCA si nécessaire.

#### ❖ Pour les spoilers intérieurs ;

Faire ces étapes pour inspecter et ajuster le dégagement du spoilers au volet ( figures 04) ;

- Inspecter le dégagement entre les spoilers (vue **A-A**) et ajuster le joint si nécessaire.
- Inspecter le dégagement entre le spoilers et la structure adjacente (vues **B-B** et **C-C**), et le joint si nécessaire.
- Inspecter le dégagement entre le principal bord du spoilers et structure arrière d'ail (vues **D-D** et **E-E**). Régler le joint si nécessaire.
- Inspecter le dégagement du spoilers au volet et ajuster le PCA si nécessaire.

#### ❖ Mettre l'avion de nouveau à son habituelle condition ;

- Enlever l'étiquette de **DO-NOT-CLOSE** et fermer ce disjoncteur sur le panneau **11G11**(auto aérofrein) .
- Couper la pression des circuits hydrauliques gauche , droit et central .
- Couper le courant électrique s'il n'est pas nécessaire et fermer les panneaux d'accès applicables (pour le spoilers numéro **6 , 5, 7** ) .

**II.2.3. Démontage des spoilers :****□ Démontage des spoilers extérieurs :**

- ❖ Démontez les composants du spoilers (01) :
  - Cavalier (15) ;
  - L'extrémité bielle (tige) du PCA (24) .
  
- ❖ Enlever les quatre boulons du charnier (04) ( 3,11, 3 et11).
- ❖ Enlever le spoilers extérieur (01) .

Faire ces procédures pour les autres spoilers extérieurs. (voir figures :01)

**□ Démontage des spoilers intérieurs :**

- ❖ Ouvrir les panneaux d'accès applicables.
  - 552BB (pour le spoilers numéro 06) .
  - 552GB (pour le spoilers numéro 05).
  - 652BB (pour le spoilers numéro 07) .
  
- ❖ Démontez les composants du spoilers (05) :
  - Cavalier (15) .
  - L'extrémité de la tringle du PCA (30) .
  
- ❖ Enlever les quatre boulons du charnier ( 16, 17, 17 et 16) .
- ❖ Enlever le spoilers intérieurs (05) .

Faire ces procédures pour les autres spoilers intérieurs.(Voir figures : 02)

**II.2.4. Inspection/Vérification des spoilers extérieurs et intérieurs :**

Ce procédé a seulement des illustrations et les tables de limite d'usinage qui montrent les données pour l'usage limite . Il n'y a aucune procédure pour accéder, a la pose ou dépose des parties des spoilers.

**1. Limites d'utilisation des spoilers :**

Employer les données fournies dans les ( figures :03) pour inspecter les spoilers pour une utilisation excessive.

## II.2.6. Installation des spoilers :

### 1) Installation de spoilers extérieur :

- Appliquer une quantité de graisse aux écrous, aux boulons, aux rondelles, aux entretoises extérieurs du charnière , aux roulements et aux charnières avant que vous les installiez.
- Placer les entretoises extérieures des charnières (09) et les roulements (20) en position sur les moitiés des charnières de spoilers.
- Mettre le spoilers (01) dans sa position correcte.
  
- **Faire ces étapes pour relier la charnière extérieure à la charnière intérieure (vue A) ;**
  - ◆ Installer le boulon (03) , les rondelles ( 2, 4 ) et la douille (06) .
  - ◆ Installer l'écrou (05) et serrer le .
  
- **Faire ces étapes pour relier deux charnières externes ( vue C) ;**
  - ◆ Installer le boulon (11) , la rondelle (10) .
  - ◆ Installer l'écrou (19) et serrer le .
  - ◆ Relier le cavalier (15) au spoilers (11).
  
- Déplacer manuellement le spoilers via sa gamme de débattement et faire ce contrôle ; s'assurer que le spoilers se déplace librement .
  
- **Faire ces étapes pour relier l'extrémité de la tige de PCA (24) au spoilers (01) ;**
  - ◆ Installer la douille (21) , les rondelles ( 22 , 25 ) et le boulon (26) .
  - ◆ Installer l'écrou (23) et serrer le .
  
- Lubrifier les garnitures de graisse.
- Enlever le verrou de vérin du spoilers.
- Abaisser le spoilers (01) .  
( voir figure :01)

### 2. installation de spoilers intérieur :

- Appliquer une quantité de la graisse aux écrous, aux boulons, aux rondelles et aux charnières avant de les installer.
- Mettre le spoilers (05) dans sa correcte position.
  
- **Faire ces étapes pour relier les deux charnières externes (vue A) ;**
  - ◆ Installer le boulon (16), la rondelle (06) et l'entretoise (01) .
  - ◆ Installer l'écrou (07) et serrer le .
  - ◆ Relier le cavalier (15) au spoilers (05) .

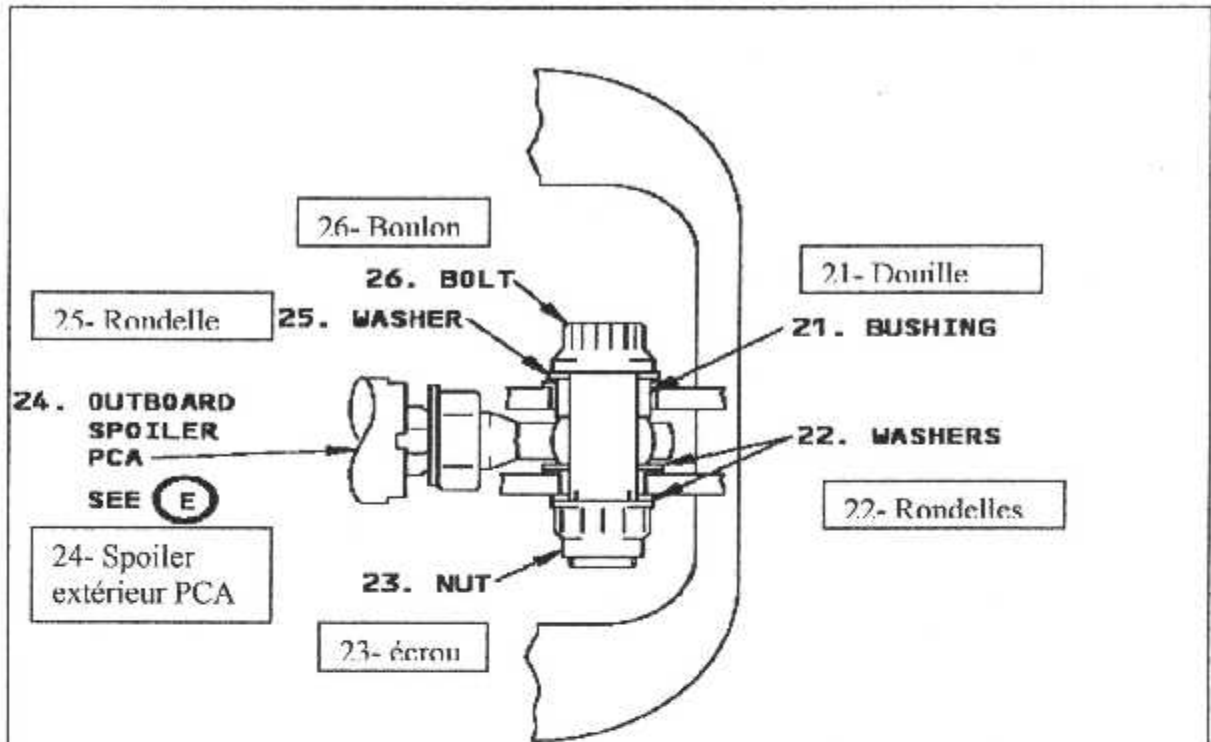


- **Faire ces étapes pour relier l'extérieur à l'intérieur de charnière (vue B) ;**
  - ◆ Installer le boulon (17) , les rondelles ( 18 ,19 et 21 ) et la douille (20).
  - ◆ Installer l'écrou (22) et serrer le .
- **Faire ces étapes pour relier l'intérieur à l'intérieur de charnière (vue C) ;**
- Installer le boulon (17) , la plaque (23), la douille (20) et la rondelle (21) ;
  - ◆ Installer le boulon qui relie la plaque (23) au longeron arrière de l'aile.
  - ◆ Installer l'écrou (22) et serrer le .
- Déplacer manuellement le spoilers via sa gamme complète de débattement ;  
Et s'assurer que le mouvement de spoilers est libre.
- **Faire ces étapes pour relier l'extrémité de la tige de PCA au spoilers (05) ;**
  - ◆ Installer la douille (28) et le boulon (38) .
  - ◆ Installer l'écrou (29) et serrer le .
  - ◆ Installer le boulon (23) et le collier (32) qui relie le collier de verrou (34) à la chape du spoilers.
- Lubrifier les garnitures de graisse.
- Enlever le verrou de vérin du spoilers.
- Abaisser le spoilers (05) .  
(voir figure : 02)

### III.3.6. Activation du système de commande des spoilers :

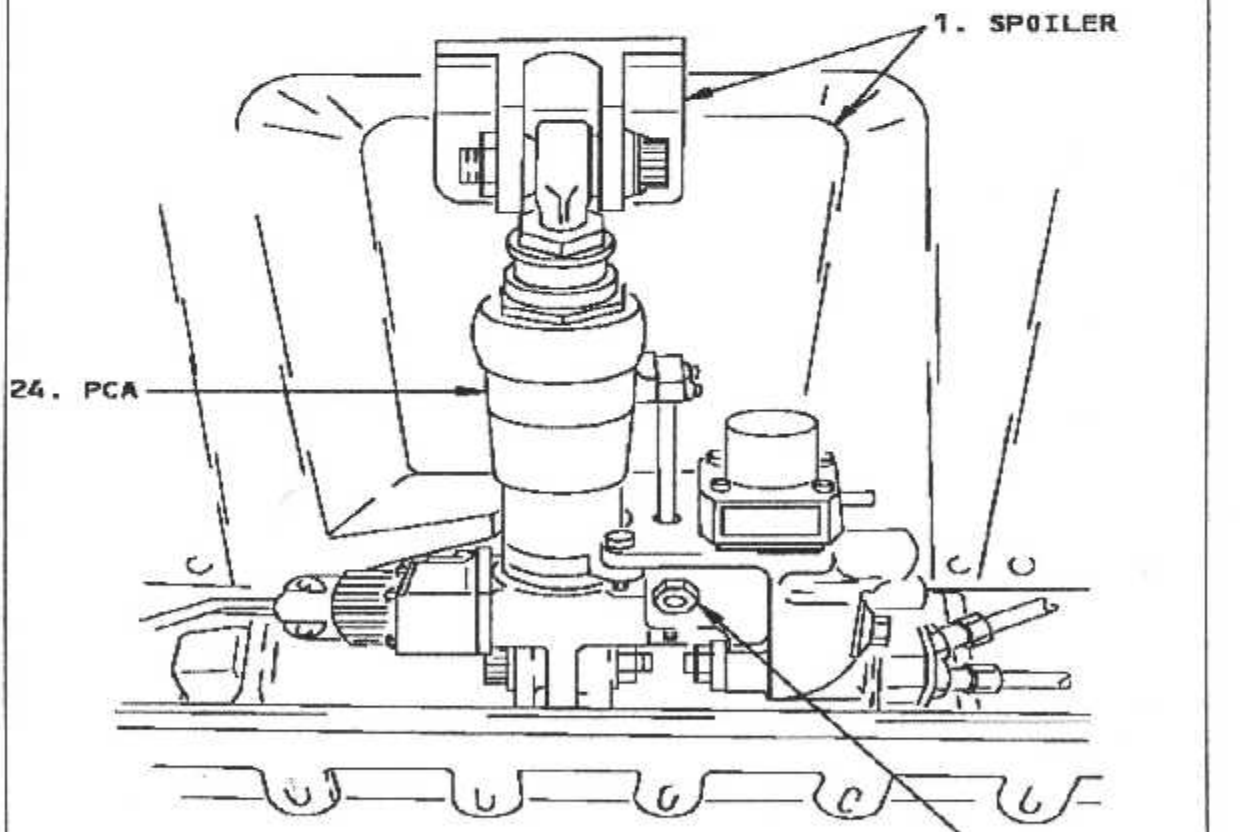
- Enlever les verrous de PCA pour activer les spoilers/aérofren.
- Activer le spoilers/aérofren après l'opération de levier vers l'avant ou de poussée d'inversion ;
  - ◆ Déplacer le levier de poussée vers l'avant a sa position de poussée ralentie.
  - ◆ Déplacer le levier de poussée d'inversion à sa position OFF.
  - ◆ Enlever l'étiquette de DO-NOT-CLOSE, et fermer le (11G11) sur (P11) .
- Ouvrir le disjoncteur électrique de commande de vol ou couper le courant électrique ;
  - ◆ Appliquer le courant électrique.
  - ◆ Enlever les étiquettes de DO-NOT-CLOSE , et fermer les disjoncteurs sur (P11).
- Ouvrir le disjoncteur d'air/sol ou simuler le mode d'air ;
  - ◆ S'assurer que le levier d'aérofren est dans ça position bas et verrouillée.
  - ◆ Enlever la simulation de mode d'air .

- ◆ Enlever l'étiquette de DO-NOT-CLOSE , et fermer le (11G11) sur (P11).
- Débrancher le connecteur électrique de (PCA) ;
  - ◆ S'assurer que l'énergie hydraulique est coupé dans le circuit gauche, droit et central .
  - ◆ S'assurer que les disjoncteurs électriques de commande de vol sur le panneau (P11) sont ouverts.
  
  - ◆ Brancher la connecteur électrique au (PCA) .
  - ◆ S'assurer que le levier d'aérofrein en position bas et verrouillé.
  - ◆ Enlever les étiquettes de DO-NOT-CLOSE et fermer les disjoncteurs de commande sur le panneau (P11) .



PCA CONNECTION POINT

(D)



OUTBOARD SPOILER PCA

(E)

FIG : 01 Installation des spoilers extérieurs

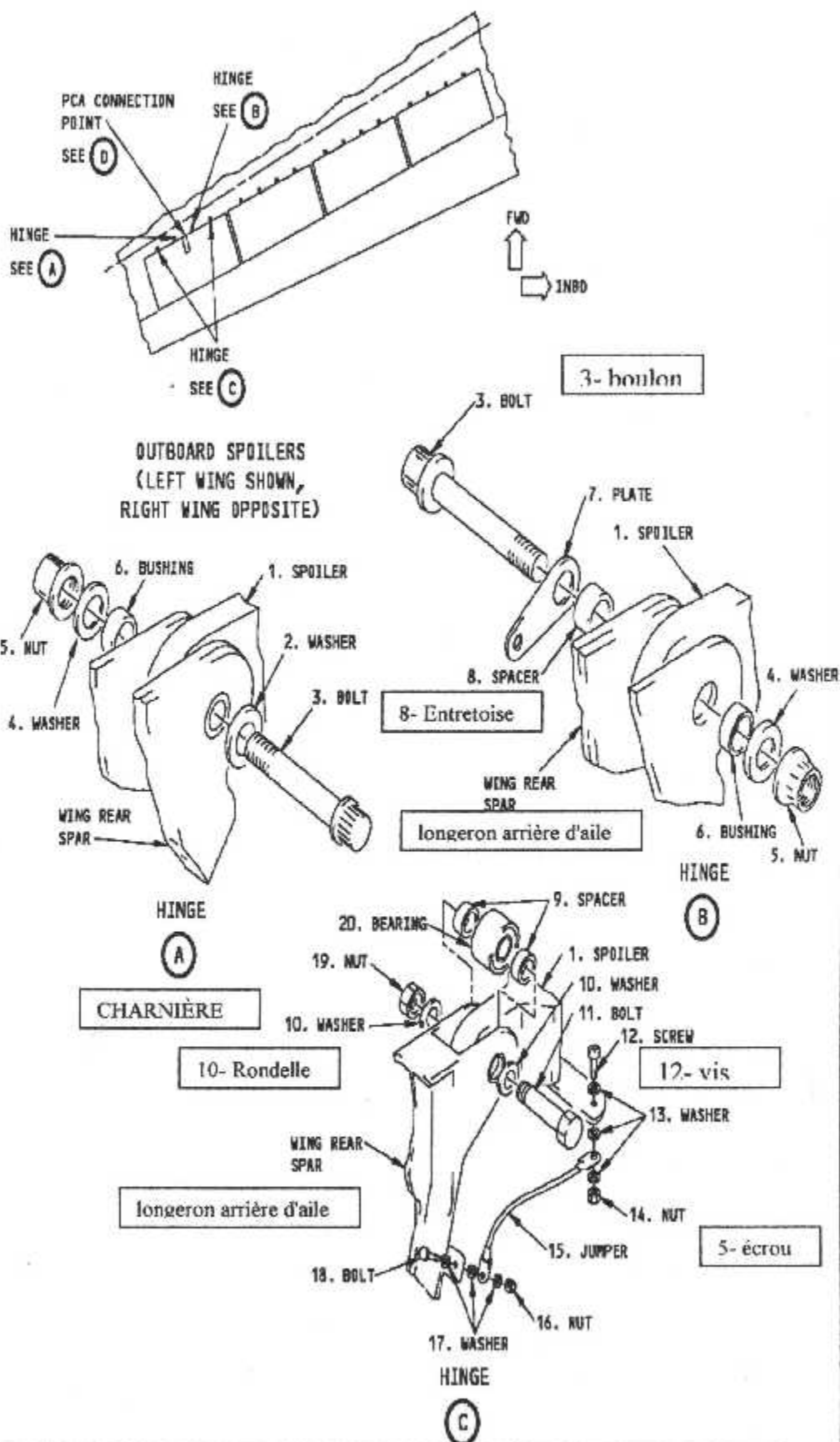
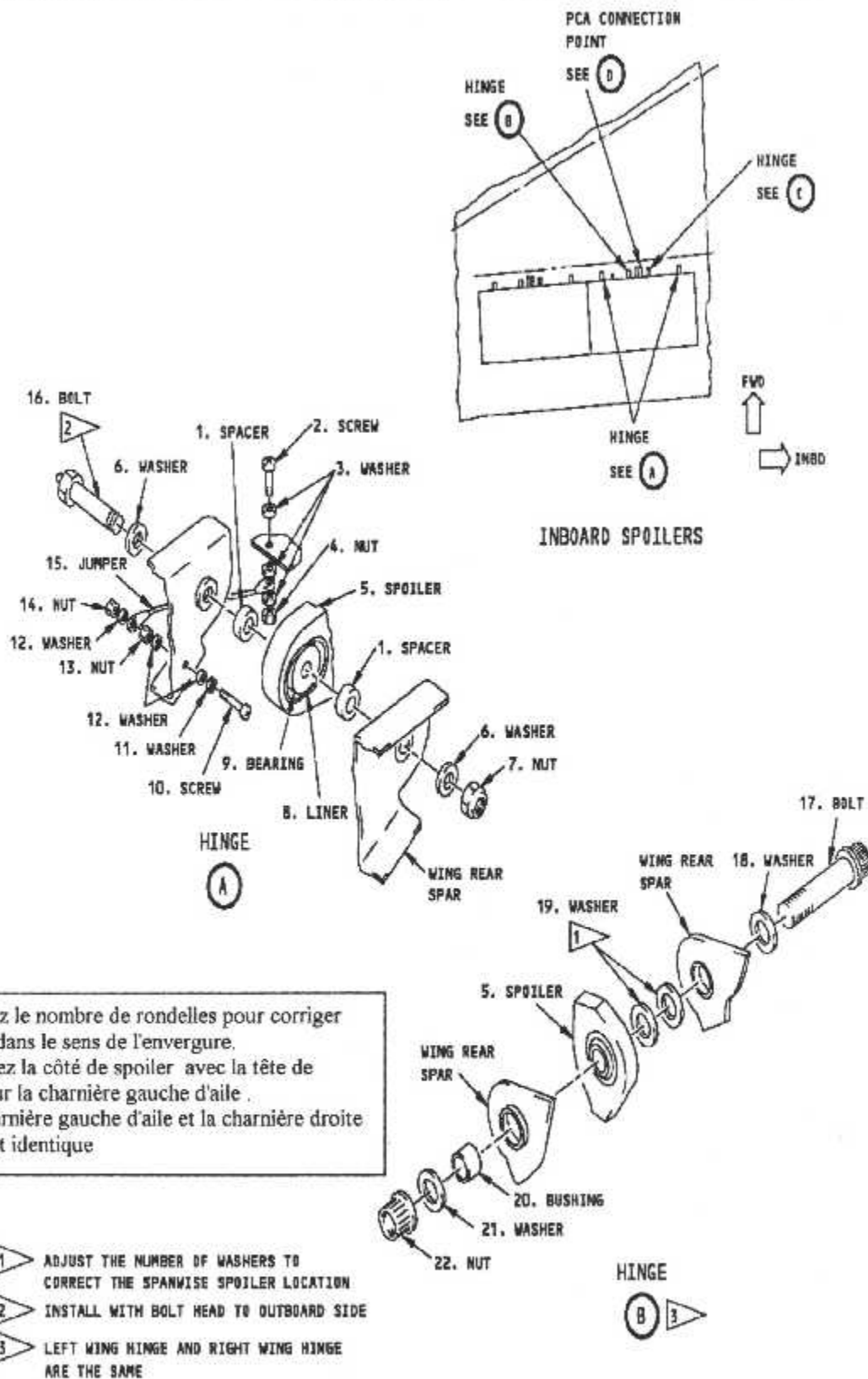
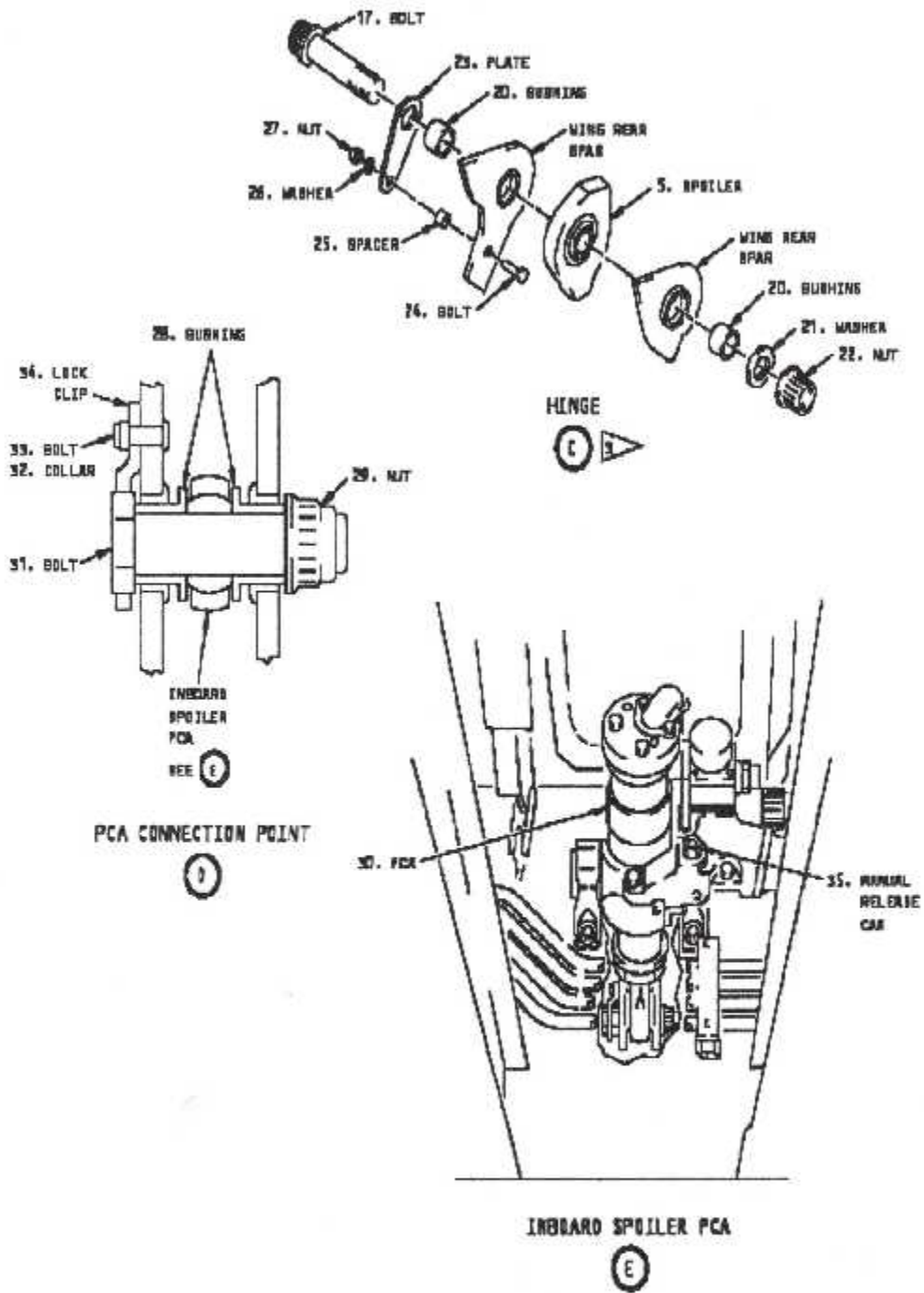


FIG : 01 Installation des spoilers extérieurs

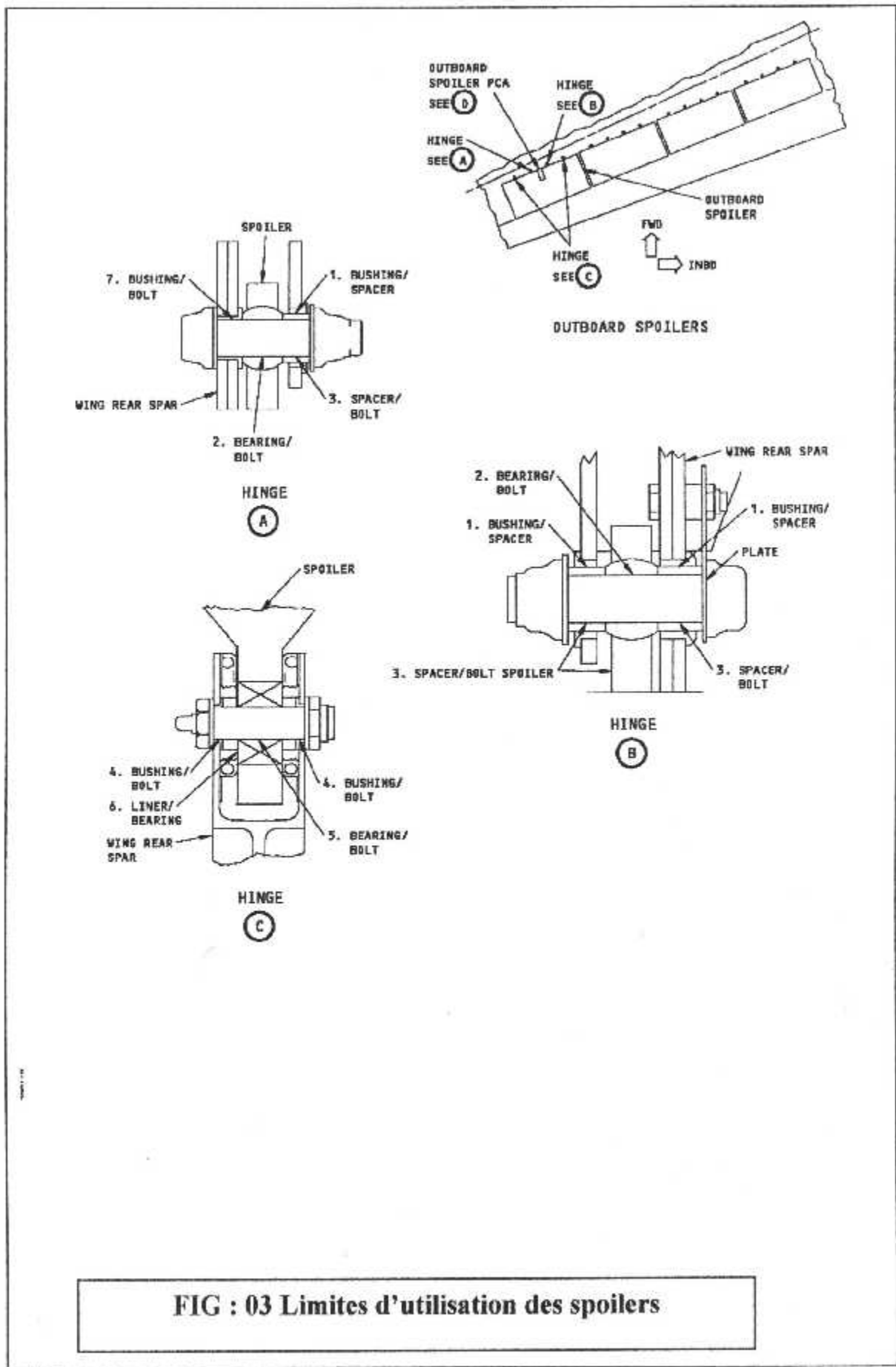


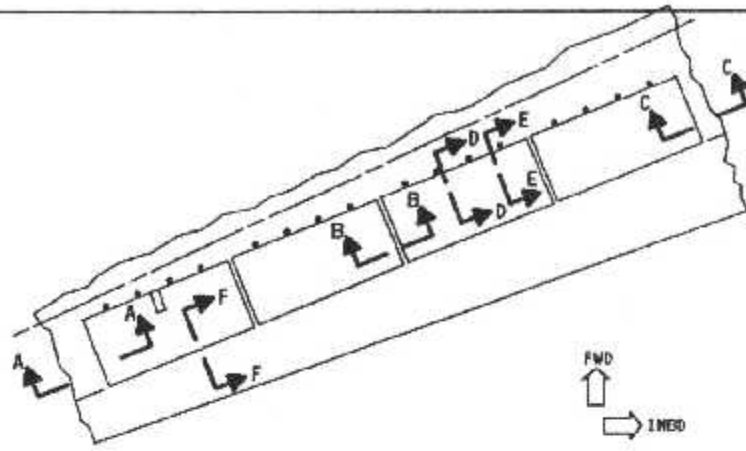


**FIG : 02 Installation des spoilers intérieur**

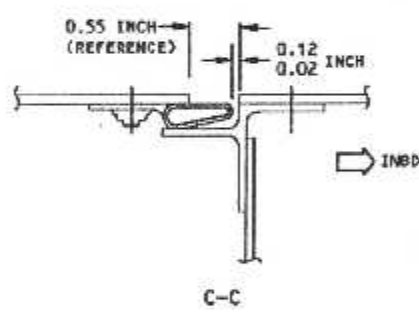
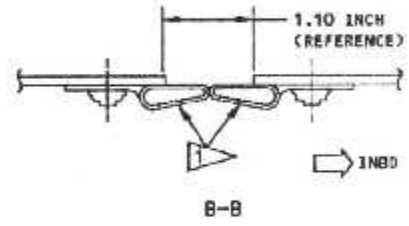
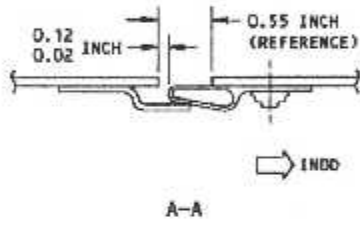


**FIG : 02 Installation de spoiler intérieur**





OUTBOARD SPOILERS LEFT WING SHOWN  
(RIGHT WING OPPOSITE)

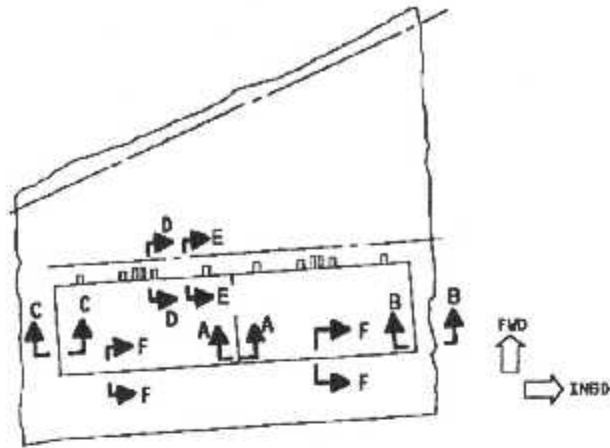


- 1 ADJUST THE ADJACENT SEALS TO 0.05-0.10 INCH COMPRESSION AND TIGHTEN THE RETAINER FASTENERS.
- 2 REFER TO AMM 27-61-00/501 FOR THE DATA NECESSARY TO ADJUST THE SPOILER-TO-FLAP CLEARANCE.

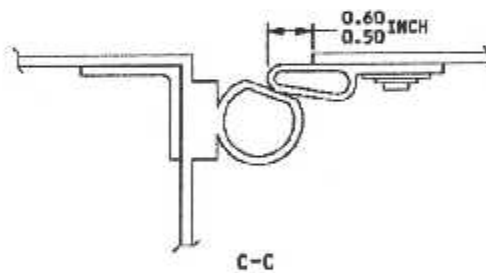
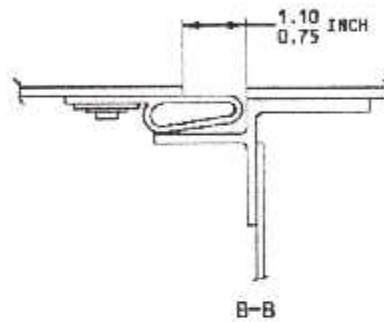
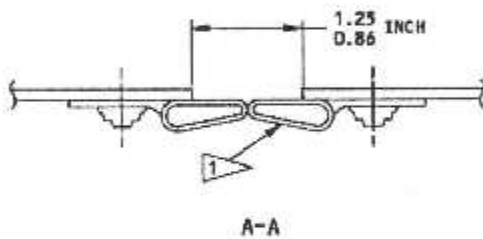
1- Ajustez les joints adjacents sur la compression de (0,05-0,10 inch), (0.127-0.254cm) et serrez les attaches d'arrêtoir.  
 2 -Référez à AMM 27-61-00/501 pour les données nécessaires pour ajuster le dégagement spoiler-volet.

**FIG :03 Limites d'utilisation des spoilers**





INBOARD SPOILERS LEFT WING SHOWN  
(RIGHT WING OPPOSITE)



- 1- ADJUST THE SEALS UNTIL THEY ARE COMPRESSED 10 TO 20 PERCENT AND TIGHTEN THE RETAINER FASTENERS
- 2- REFER TO 27-61-00/501 FOR THE DATA NECESSARY TO ADJUST THE SPOILER-TO-FLAP CLEARANCE.

1- Ajustez les joints jusqu'à ce qu'ils soient comprimés 10 à 20 % et serrez les attaches d'arrêt.

2- Référez à 27-61-00/501 pour les données nécessaires pour ajuster le dégagement spoiler - volet

**FIG : 04 Ajustement des spoilers intérieurs**

# Conclusion

En abordant ce sujet et à travers notre étude descriptive nous avons découvert un domaine très vaste à la fois simple et complexe.

Ce travail nous a permis de connaître :

- ❖ L'importance des commandes de vol d'un avion, et les types des commandes (primaires et secondaires)
- ❖ Les axes de références pour contrôler l'avion et les éléments utiliser pour chaque mouvement, (gouvernes, volets..).
- ❖ Les mécanismes intervenant dans le fonctionnement de chaque élément suivant : direction, ailerons, spoilers, aérofreins, profondeur.
- ❖ L'importance des opérations des maintenances d'un avion et leurs objectifs

De même cette étude nous a permis de côtoyer le monde de la maintenance aéronautique dans toute son importance, les mois que nous avons passés à la direction technique d'**Air Algérie** nous ont offert des grandes perspectives pour le futur.

## ***BIBLIOGRAPHIE***

**1- Livre AIR France DI.TI N° 3.10.20 .**

**2- CD-Rom AMM ( Aircraft Maintenance Manuel ).**

**3- Dictionnaire technique aéronautique et l'espace**

**( anglais – franch ), par Aenri Goursau 1985.**

## GLOSSAIRE

Français	Anglais
Aérofrein	Speedbrake
Amortisseur de lacet	Yaw damper
Arbre d'entrée	Input shaft
Becs	slats
Bielle de conjugaison ou d'interconnexion	interconnecting spring rod
Bielle dynamométrique	dynamometrique rod
Bloc de commande des becs	slats power control unit
Bloc de commande des volets	flaps power control unit
Butées d'entrée	input stops
Butée du levier d'entrée	input lever stops
Butée du test au sol	ground test stops
Came	cam
Chaîne de commande	control channel
Chaîne de surveillance	monitor cannel
Clapet anti-cavitation	anti cavitation check - valve
Clapet anti-retour	check - valve
Clapet de surpression	relief valve
Clapet de surpression de pression de commande	pressure controlled relief valve
Collecteur	manifold
Cran manette	lever notch
Débattement	surface deflection
Echelle graduée	scale
Embrayage électromagnétique	electromagnetic clutch
Frein de bout d'aile	wing tip brake
Clapet ou rouleau	roller
Gouverne de direction	rudder
Gouverne de profondeur	elevator
Grippage	jam
Levier	lever
Levier à butées variables	variable stops lever
Levier de commande	control lever
Limiteur de couple	torque limiter
Manche	control column
Micro - contact de détection grippage	jaming détection microswitch
Ordre d'abaissement	droop signal
Orifice d'amortissement au sol	ground dampning orifice
Orifice de réchauffage	heating orifice
Plan horizontal réglable	trimable horisontal stabilizer
Plein sortie.	full
Point de levage	horst point
Poutre de bogie	bogie beam
Prise de parc hydraulique	hydraulic ground connection
Réducteur de débattement direction	rudder travel
Régulateur de tension	tension regulator
Rentrée	retract
Ressort de pré charge	preloaded spring



## GLOSSAIRE

FRANCAIS	ANGLAIS
Retour d'asservissement	Feed brak
Robinet d'isolement	Isolation valve
Roue arrière	Aft wheel
Sensation musculaire artificielle	Artificial feel
Sensation musculaire profondeur	Pitch feel
Spoiler de roulis	Roll spoiler
Servocommande	Servo control
Seuil	Threshold
Synchro	Transducer
Valve de commande	Control valve
Valve de priorité	Priority valve
Vérin	Actuator
Vérin à vis de trim.	Trim screw jack
Vérin de trim.	Trim actuator
Volant de gauchissement	Control wheel
Volets	Flaps
Volet externe	Outboard flap
Volet interne	Inboard flap
Volet kruger	Kruger flap

## TABLEAU DES ABREVIATIONS

SINPOLES	DESIGNATION
ADC	AIR DATA COMPUTER
AIDS	AIRCRAFT INTEGRATE DATA SYSTEM
EFCU	AIRCRAFT INTEGRATE DATA SYSTEM
SFCC	SLATS FLAPS CONTROL COMPUTER
THS	TRIMMABLE HORIZONTAL STABILIZER
WTB	WING TIP BRAKE
ECAM	ELECTRICAL CONTROL AIRCRAFT MONITORING

### Résumé

Les commandes de vol sont des dispositifs permettent de changer la position de l'avion autour des axes des référence .

L'objectif de ce travail est d'élabore une étude descriptives, d'un commandes de vol d'Airbus A310.

Grâce à cette étude on a pu comprendre et avoir clairement leurs différentes composantes.

Cependant, le but est aussi de comprendre le principe de fonctionnement des systèmes de commandes de vol, et finalement leurs opérations de maintenance.

### Resume

The flight controls are devices make it possible to change the position of the plane around the axes of the reference .

The objective of this work is of prepares a study descriptive, of orders of flight of Airbus A310.

Thanks to this study one with been able to include/understand and to have clearly their Different components.

However, the goal is also to include the principle operation of the control devices of flight, and finally their maintenance actions.

### ملخص

إن أنظمة التحكم في الطائرة عبارة عن مكونات تسمح بتغيير وضعية الطائرة حول محاورها الثلاثة .

إن الهدف المسطر من خلال هذا العمل إعداد دراسة حول أنظمة التحكم في الطائرة ولقد مكنتنا هذه الدراسة من فهم و استيعاب مختلف الأجزاء المكونة لها.

كما أن الهدف المحوري هو فهم مبدأ عمل أنظمة التحكم في الطائرة وأخيرا عمليات صيانتها.