

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA  
DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE



# Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de  
D.E.U.A en aéronautique option structure.

**theme:**

**Etude technique des différents**



**système des trains d'atterrissage**

**HERCULE C-130**

Proposer par :

- Boumediene merouane abdelkader
- Meslem Abdelmadjid

Mr : promoteur

✓ Kirad abdelkader

année universitaire 2003/2004



# Remerciement

En premier lieu, on doit remercier le bon  
Dieu le seul qui nous a donné la force  
et les moyens pour réaliser ce travail

Nous remercions notre promoteur Mr Kirad Abdelkader  
qui nous a aidé énormément durant toute l'année.

Nous tenons à remercier infiniment tous ceux qui on  
attribué de près ou de loin dans ce modeste travail .

➤ *Boumediene Merouane Abdelkader*

➤ *Meslem Abdelmadjid*



# dédicace

Je dédie ce modeste travail :

- A mes très chers parents pour le soutien moral
- A ma mère pour son réconfort continu.  
Et son grand amour.
- A mon père qui je lui souhaite une très longue et heureuse vie.
- A mes frères et sœurs .
- A tous mes amis de promotion.
- A tous les amis de la cité universitaire sans exception.
- A mon binôme 'Abdelkader'

**MESLEM ABDELMADJID**



# Remerciement

En premier lieu, on doit remercier le bon  
Dieu le seul qui nous a donné la force  
et les moyens pour réaliser ce travail

Nous remercions notre promoteur Mr Kirad Abdelkader  
qui nous a aidé énormément durant toute l'année.

Nous tenons à remercier infiniment tous ceux qui on  
attribué de près ou de loin dans ce modeste travail .

➤ *Boumediene Merouane Abdelkader*

➤ *Meslem Abdelmadjid*



**INTRODUCTION.....1**

**CHAPITRE I :HISTORIQUE POUR L'AVION C-130 HERCULE**

I- Historique pour l'avion C-130.....2

I-1. Caractéristiques principales de l'avion C-130.....4

I-2. Généralité sur les trains d'atterrissage.....6

I-2-1 Le différent rôles du train d'atterrissage .....6

I-3. Les éléments constituant des trains d'atterrissage .....6

I-4. Le train classique .....7

I-4.1.Les avantage principal du train classique .....7

I-4.2.Les inconvénient principal du train classique .....7

I-5. Le train tricycle .....9

I-5.1.Les avantages du tain tricycle.....9

I-5.2.Les inconvénients majeurs du roue avant..... 9

**CHAPITRE II : SYSTEME DE RELEVAGE DU TRAIN D'ATTERRISSAGE**

II-1. Généralités .....11

II-2. Système de commande normale .....11

II-2.1Système de secours.....11

II-2.2.Système indicateur de position et système d'alarme .....13

II-2.2.1. Fenêtre d'inspection .....14

II-2.2.2. Dispositifs de sécurité pour opération au sol .....14

II-3. Train principal .....15

II-3.1. Amortisseurs .....15

II-3.2. Gonflage .....16

II-4. Contrefiche de couple .....16

II.4.1. Roues et pneus .....16

II.5. Mécanisme de relevage des trains principaux .....	22
II-5.1. Vérin à vis .....	22
II-5.2. Butées .....	22
II-5.3. Rondelle frein.....	22
II-5.4. Moteur hydraulique .....	26
II-5.5. Boite d'entraînement manuel .....	26
II-5.5.1. Frein .....	26
II-5.5.2. Mécanisme d'accouplement .....	26
II-6. Portes de train principal .....	26
II- 7. Train de nez .....	28
II- 7.1. Amortisseur .....	28
II-7.2. Gonflage .....	28
II- 7.3. Roues et pneus .....	28
II-7.4. Mécanisme de relevage du train de nez.....	28
II.7.5. Mécanisme de verrouillage down .....	31
II-7.6. Mécanisme de verrouillage up .....	31
II- 8. Portes du train de nez .....	34
II-9. Système hydraulique du train.....	38
II-9.1. Discription.....	38
II-9.1.1. Train principaux .....	39
II- 9-2 . Fonctionnement.....	41
II- 9-2 .1 . Rentrée des trains .....	41
a) Rentrée des trains principaux .....	41
b) Rentrée du train de nez.....	41
II- 9. 2.2. Sortie des trains.....	42
II-10. Système électrique de commande et de surveillance.....	42
II- 10. 1. Indicateurs de position.....	42
a) Lampe rouge .....	43

b) Klaxon .....	43
c) Emplacement des composants.....	45
II- 11.Fonctionnement générale.....	45
II-11.1.Conditions initiales .....	45
II-11.2.Indication de position.....	45
II-11.3 Décollage.....	45
II -12.Retree des trains.....	46
II-13. Sortie normal du trains.....	46
II-14. Sortie des trains en cas de panne du système UTILITY.....	47
a)Trains principaux.....	47
b)Train de nez.....	48

**CHAPITRE III : SYSTEME DE FREINAGE DU TRAIN  
D'ATERRISSAGE**

III-1. Généralités.....	49
III-2. Disposition.....	49
III -2.1.Freins .....	49
III-2.2. Circuit de freinage normal.....	52
III-2.3. Circuit de freinage de secours.....	60
III-2.4.Frein de parking .....	62
III-2.5. Système anti-dérapiage.....	63
III-2.5.1Principe.....	63
III-2.5.2. protection roue bloquée.....	63
III-2.5.3.Protection à l'atterrissage .....	63
III-2.5.4.Description .....	65
III-2.6.Système de test .....	66
III-2.6.1. Test dynamique du système qui limite la décélération des roues .....	67
III-2.6.2. Teste avant l'atterrissage.....	68
III-2.6.3.Système de détection et d'avertissement de panne .....	69

## **CHAPITRE IV : SYSTEME DE DERECTION DU TRAIN D'ATTERRISSAGE**

IV-1. Généralités.....	73
IV-2. Description.....	73
IV-3. Direction de roue avant.....	75
a) Centrage de roue avant.....	75
b) Source d'alimentation.....	76
IV-3.2. fonctionnement du circuit de direction de roue avant.....	77
a) Direction "au repos".....	77
b) Direction " en fonctionnement "	77
c) Maintien de l'angle sélectionné.....	79
d) Retour au neutre.....	79
IV-4.Rechapage.....	80
IV-4.1. Dommages .....	80
a) Dommages potentiels.....	80
b) Dommages fonctionnels.....	80
1- Pneu en coupe.....	80
2- Nombre de fissures.....	83
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>84</b>



# Table des figures

## Chapitre I

Figure 01 : les éléments du fuselage de C-130 (vue de cote).....	05
Figure 02 : les trains d'atterrissage classique.....	08
Figure 03 : les trains d'atterrissage tricycle.....	08

## Chapitre II

Figure 04 : C-130. Train d'atterrissage et porte principale.....	10
Figure 05 : système –feuille de vitesse de C-130.....	12
Figure 06 : les éléments des circuits au sol.....	15
Figure 07 : train d'atterrissage principal .....	17
Figure 08 : fut d'atterrisseur de train d'atterrissage.....	18
Figure 09 : diagramme de service de fut d'atterrisseur de vitesse de C-130.....	19
Figure 10 : roue de train d'atterrissage principal.....	20
Figure 11 : voies de train d'atterrissage principal et vis de décollage.....	21
Figure 12 : vis de décollage et arrête de train principal de C-130 .....	23
Figure 13 : mécanisme de commande de train d'atterrissage principal.....	24
Figure 14 : boite de vitesse principal et frein de train d'atterrissage.....	25
Figure 15 : mécanisme de relevage de train avant .....	27
Figure 16 : train d'atterrissage avant.....	29
Figure 17 : diagramme de service de fut d'atterrisseur de vitesse.....	30
Figure 18 : trappes de train d'atterrissage .....	32
Figure 19 : le vérin de train d'atterrissage.....	33
Figure 20 : mécanisme de boîtier de verrouillage train haut.....	35
Figure 21 : trappes de train d'atterrissage de nez.....	36
Figure 22 : commande de train d'atterrissage et système d'avertissement.....	37

Figure 23 : localisation des éléments hydraulique de système vitesse d'atterrissage.....	40
Figure 24 : commutateurs de position et d'avertissement de train d'atterrissage de C-130.....	44

### Chapitre III

Figure 25 : ensemble de frein.....	50
Figure 26 : localisation des éléments de système de C-130.....	51
Figure 27 : localisation des éléments de circuit de freinage.....	53
Figure 28 : distributeur de freinage.....	54
Figure 29 : conjuguent valve anti-dérapiage.....	56
Figure 30 : fusible hydraulique de frein de C-130.....	57
Figure 31 : système anti-départ de C-130.....	64
Figure 32 : système anti-dérapiage.....	67
Figure 33 : circuit de freinage hydraulique .....	70
Figure 34 : composants de commande de direction du train avant.....	72

### CHAPITRE IV

Figure 35 : commande de direction du train avant.....	74
Figure 36 : bande de roulement.....	78
Figure 37 : structure de l'enveloppe .....	81
Figure 38 : Déminuation du caractéristique de pneu en fonction de nombre d'atterrissage.....	82
Figure 39 : nombre de fissures.....	82
Figure 40 : diagramme de rechapage.....	83

# Introduction

Le train d'atterrissage est organe essentiel pour l'avion.

Il assure la liaison de l'avion avec le sol, c'est aussi un ensemble des éléments permettant les manœuvres au sol (décolage, atterrissage), appelé aussi atterrisseur sont composés de deux trains principaux et d'un train auxiliaire.

Le train transmet des efforts importants est localisé à la structure de l'avion au moment de l'impact.

Dans cette étude simplifiée nous avons illustré, d'abord de l'historique pour l'avion (C-130) hercule.

Dans le deuxième chapitre nous avons étudié le système de relevage des trains d'atterrissage.

Ensuite, nous avons consacré le troisième chapitre pour le système de freinage du train d'atterrissage.

Et pour le quatrième chapitre, nous avons étudié le système de direction des trains d'atterrissages.

Enfin la conclusion.



**CHAPITRE I :**

***HISTORIQUE POUR L'AVION***

***C-130 HERCULE***

### I- Historique pour l'avion C-130 :

Le prototype Y C-130 des avions hercules fut son premier vol en 23 août 1954 un quart de siècle plus tard, plusieurs modifications (variation) ont été fait sur la même conception du base.

Ces modifications et améliorations incorporées, contribuaient dans un processus révolutionnaire grâce à lui cet avion a pu lui maintenir une position de prééminence parmi les avions cargo actuels.

Cet appareil se caractérise par un train d'atterrissage à plusieurs roues parfaitement adapté aux terrains sommairement aménagés, une voilure hauts portant les moteurs, des empennages en flèche et une rampe de chargement ventrale permettant d'accéder à la soute à fret, large de 3.13 m et haute de 2.81m.

D'origine le C-130 à été conçu pour être un avion cargo - transport militaire. Le premier model de construction hercule était le C- 130 A équipé d'un moteur allison T 56 A -1A (et plus tard par le T56-A 9) à hélice à trois pales. Le model A à un poids au décollage de 56386.8 kg, son rayon est de 1900 nautical miles (3509 KM).

En 1958 le premier model B à été produit (construit). Equipé d'un moteur T 56 -A-7, portant une hélice à 04 pales construit par Hamilton standard. Chaque moteur développe une puissance de 4050 CV (ESHP), une amélioration de près de 8 % plus que ceux équipant le C 130 A, le model B est aussi incorporé des réservoirs aux centres des ailes pour assurer des longs trajets, ces améliorations plus les changements dans les systèmes hydrauliques et électriques ont remontés le poids au décollage à 135 000 pound (61235 Kg). Le C 130 E à été introduit en 1961, le model E présente de nombreuses améliorations et modifications structurelles, ce qui à permis d'augmenter la charge payante à 20430 kg, mais la différence externe majeure à été l'addition d'un réservoir extérieur entre les deux moteurs dans chaque

aile, ces réservoirs qui ont pourvus la capacité de l'avion d'un supplément de 8172 kg de carburant, ont par conséquent augmentés le poids à 155 000 pounds (70307 Kg).

En 1965 les avions hercules furent leur première apparition dans le monde des services commerciaux aériens par le L-100 dont le désigne s'est essentiellement dérivé de l'avions C-130 E, tout les L- 100 qui l'ont suivis, partagent les models militaires leurs structure de base, mais il sont spécifiés pour les utilisations commerciales. les requirements spéciaux des opérateurs commerciaux en ont amenés en effet au développement des nouvelles importantes branches de la famille HERCULE le premier avion hercule (naissant, provenant ) de cet élargissement était le L-100-20.

Sa premier apparition était en 1968. son compartiment cargo est de 100 inch ( 2.54 m) plus long que ce du L-100.

Les séries L100-20s ont été aussi le premiers avions équipés du moteurs alisons 501 AD 22A version commercial du turbo propulseur T56- A-15 aussi un model allongé à été ajouté en 1970, c'est le L-100-30. cet avion à un compartiment de 80 inches (2.0 m) plus long que ce L-100-20s.

En 1965 était aussi l'année de naissance du C-130 H il à été équipé d'un moteur très puissant, le T56-A- 45 qui développe plus de 4910 CV ESHP.

LE C-130, équipés de divers types de moteurs une version spéciale pourvue d'un train d'atterrissage à skis et d'équipements adaptés aux missions arctiques ou antarctiques à également été réalisée. La production de la version la plus répondu.

L'avion (l'ockheed C-130) hercule, de construction aluminium, est conçu pour le transport rapide des frets et des passagers, sa charge marchande est de 22 tonnes, ou le transport des passagers est porté à 92 masse troupes, son poids à vide est de 34356 kg et il part supporter une charge maximale de 1968 kg à une altitude considérée comme plafond pratique que de 10060 m.

sa vitesse de croisière est de 700 km. L'avion est divisé en deux compartiment :**(figure 01)**

- La cabine de pilotage : permettant le logement de l'équipe et le contrôle de l'avion.
- Le semi mono coque fuselage : pour le transport du dont de chargement, s'effectue par l'arrière de l'avion.
- Le C-130 est équipé de quatre turbo propulseurs attachés sur les ailes entraînant chacun une hélice **HAMILTON STANDARD** à pas variable.

### **I-1. Caractéristiques principales de l'avion C-130 :**

Pays d'origine :	.....USA.
Constructeur :	.....l'ockheed martin.
Envergure :	.....40.41 m.
Longueur :	.....34.37 m.
Largeur de fuselage :	.....12.50 m.
Moteur :	.....4 turbopropulseurs Avco Lycoming T56A-15 de 4510 kgp.
Charge utile :	.....128 hommes de troupes ou 92 Parachutistes ou 17970 kg de fret.
Masse :	.....maximum au décollage, 79380 kg.
Vitesse maximale :	.....600 km/h.
Distance franchissable :	.....4000 km.





## **I-2. Généralité sur les trains d'atterrissage :**

Le train d'atterrissage est un organe essentiel de l'avion permettant d'assurer la liaison intermédiaire entre l'avion et le sol, sans ce système il est pratiquement impossible à l'avion de décoller ou d'atterrir.

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

### **I-2-1. Le différent rôles du train d'atterrissage :**

- il supporte l'avion au sol et fournit le moyen de manœuvre
- il sert à freiner l'avion au sol et parfois, selon les modèles à procurer un freinage aérodynamique en vol d'une façon comparable aux aérofreins.
- il supporte les charges latérales lors du roulage au sol et lors des atterrissages et des décollages en conditions de vent de travers.
- il sert à absorber l'énergie verticale de l'avion au moment de l'impact et assurer à l'avion une suspension souple au sol, la stabilité et la maniabilité sont également assurées par le train.

### **I-3. Les éléments constituant des trains d'atterrissage :**

- le fut, qui renferme généralement l'amortisseur.
- les biellettes de contre-fiche, qui maintiennent le fut vertical et le renforcent.
- Les compas, qui maintiennent les roues dans l'axe de roulement.
- Les essieux.
- Les roues.

- Les freins et leurs accessoires.
- Les pneus.

#### **I-4. Le train classique :(figure 02)**

Le train d'atterrissage se compose de deux roues principales placées en avant du centre de gravité et d'une ou plusieurs roues fixées à l'extrémité arrière du fuselage et qu'on appelle roulette de queue. Celle-ci peut pivoter librement ou être dirigée par un système de conjugaison rattaché au palonnier.

##### **I-4.1. Les avantages principal du train classique :**

Permettre à l'avion de se poser sur des terrains cahoteux, sur les quels on risquerait d'arracher la roue avant si l'appareil était muni d'un train tricycle. Le train classique laisse aussi une plus grande garde à l'hélice lorsqu'on fait un décollage, trois point. Ce qui est possible sur le plupart des avions équipés d'un tel train. de plus, la roulette de queue offre moins de surface frontale qu'une roue avant sur un même type d'avion. Donc elle crée moins de traînée.

##### **I-4.2. Les inconvénient principal du train classique :**

On peut citer la fâcheuse tendance au cheval de bois et la difficulté à la manoeuvrer au sol du fait de la visibilité réduite vers l'avant.

Le cheval de bois est rotation de l'avion autour de son axe de lacet au sol, rotation entretenue par l'inertie même de l'appareil.

La position élevée du nez de l'avion est la cause de la mauvaise visibilité lors du roulage au sol dans un avion à train classique.

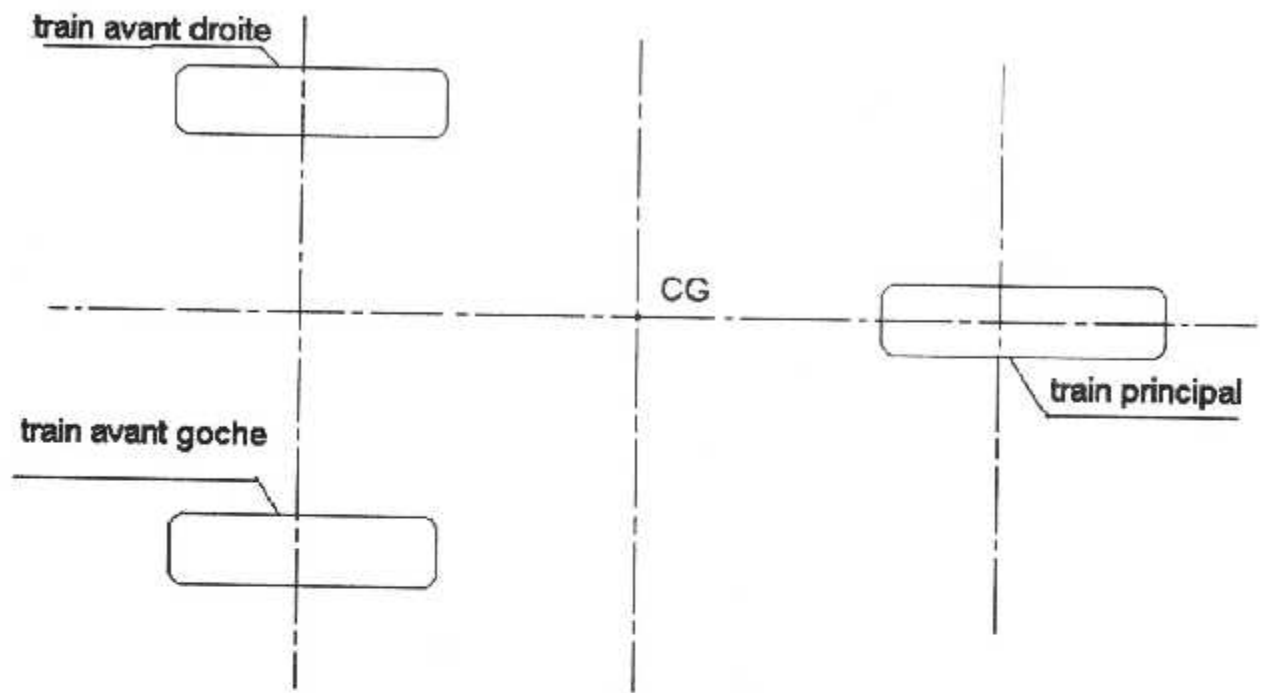


Figure 02 : train d'atterrissage classique

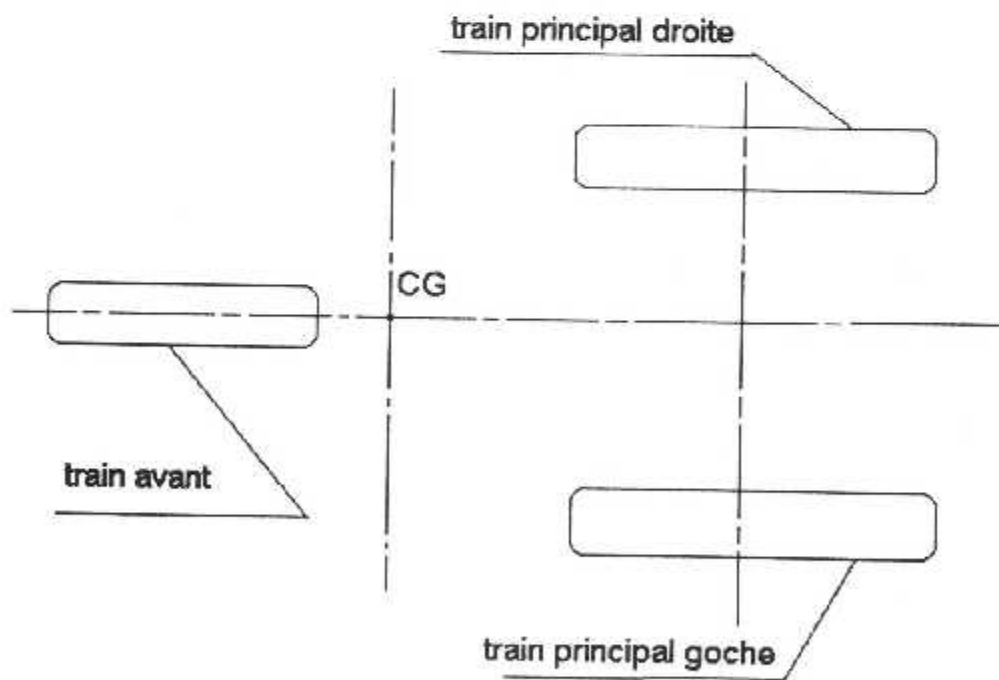


Figure 03: train d'atterrissage tricycle

**I-5. Le train tricycle :( figure 03)**

Le train tricycle est la formule la plus couramment utilisée à l'heure actuelle. Il est constitué d'une roue avant et d'un train principal situé en arrière du centre de gravité. On équipe toutefois certains avions à train tricycle d'un sabot de queue qui sert à la protéger lors des décollages et des atterrissages trop cabrés.

**I-5.1. Les avantages du train tricycle :**

- Il permet d'appliquer très fortement les freins sans risquer de culbuter vers l'avant.
- Il offre une plus grande visibilité.
- Il tend à empêcher l'avion d'effectuer un cheval de bois puisque le centre de gravité placé en avant du train principal ramène l'appareil en ligne droite lors d'une amorce de mouvement de l'acier au sol.
- Il permet de faire reposer l'avion sur plusieurs jambes de train principales placées les unes en arrière des autres de part et d'autre de l'axe longitudinal.

**I-5.2. Les inconvénients majeurs du roue avant :**

Ce sont sa fragilité et sa tendance au shimmy.



**Chapitre II :**

**SYSTEME DE RELEVAGE DES**

**TRAINS D'ATERRISSAGE**

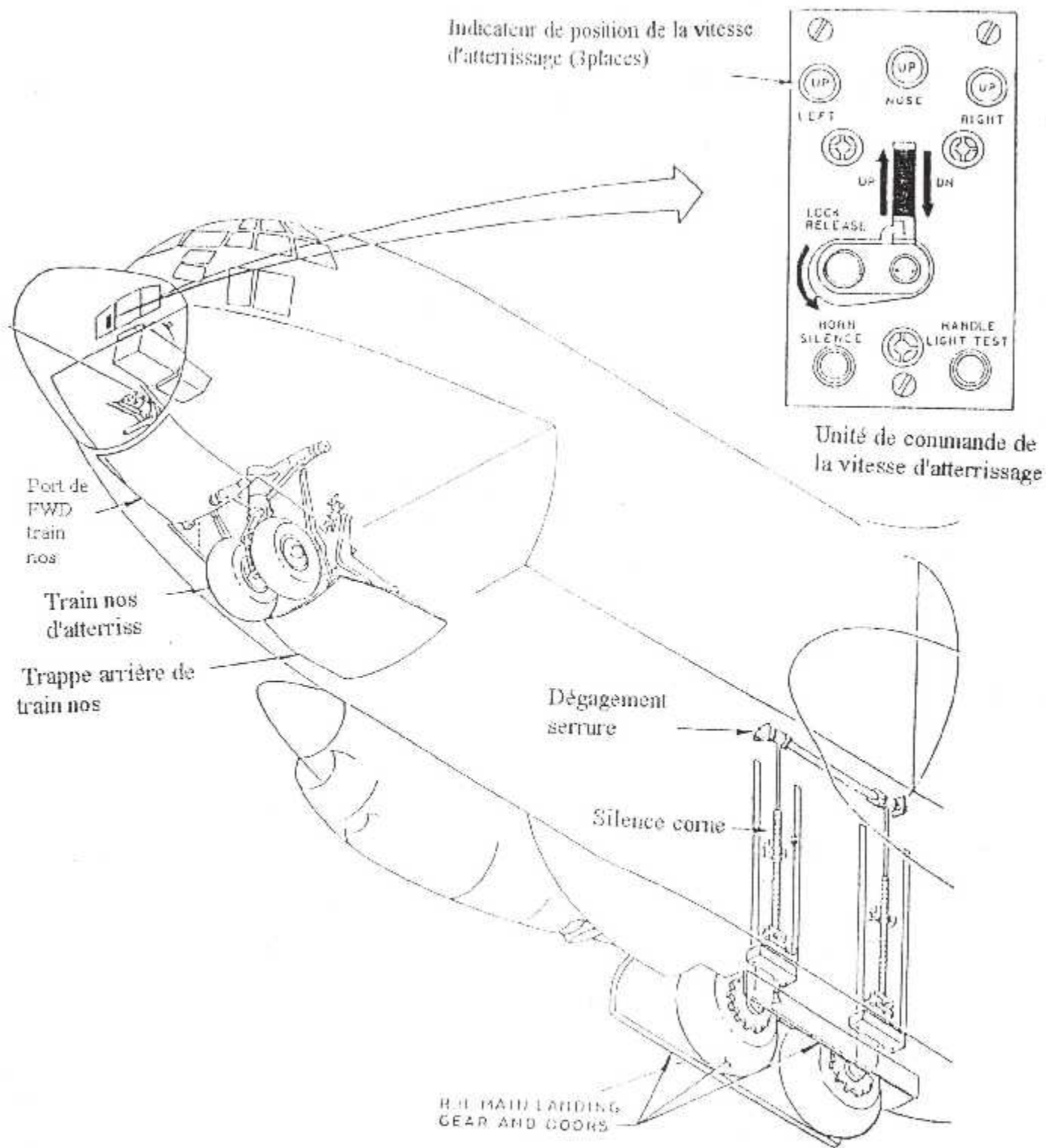


Figure : 04

C-130 . Train d'atterrissage et Porte principale

**II-1. GENERALITES :**

Les trois trains principaux du C - 130 sont escamotable. Les trains principaux rentrent dans leurs logements respectifs une simple translation verticale. Le train de nez rentre en pivotant vers l'avant. Chaque train actionne lui-même les portes de son propre logement.

**II-2. SYSTEME DE COMMANDE NORMALE :(figure 04)**

Le mécanisme est hydraulique. Il reçoit la pression du système UTILITY. Le levier de commande se trouve sur le panneau copilote. Il commande les trois trains simultanément. Quand l'avion est au sol, le levier de commande son déverrouillage aussitôt après le décollage, quand les amortisseurs des trains principaux sont étendus. En cas de mauvais fonctionnement, le levier peut être déverrouillé à la main en faisant pivoter la poignée vers le bas, comme l'indique la flèche sur le panneau.

**II-2.1. Système de secours :(figure 05)**

Un système de secours individuel est prévu pour chaque train. En secours, on actionne les trains principaux avec une manivelle, après avoir débrayé le moteur hydraulique utilisé en commande normale. La poignée de débrayage et l'axe d'entraînement manuel sont installés dans le compartiment cargo, sur la paroi avant des logements. Le système de secours du train de nez comprend :

- a) une poignée de déverrouillage UP dans le plancher du cockpit, à gauche du siège copilote. En tirant cette poignée vers le haut, on déverrouille le train manuellement.
- b) une valve d'urgence admettant la pression auxiliaire dans les déclencheurs du train en vue de le sortir et de le verrouiller en position DOWN. Cette même pression peut aussi être utilisée pour déverrouiller le train de la position UP.

Le levier de commande de la valve se trouve à l'avant du compartiment cargo, sur la paroi gauche.

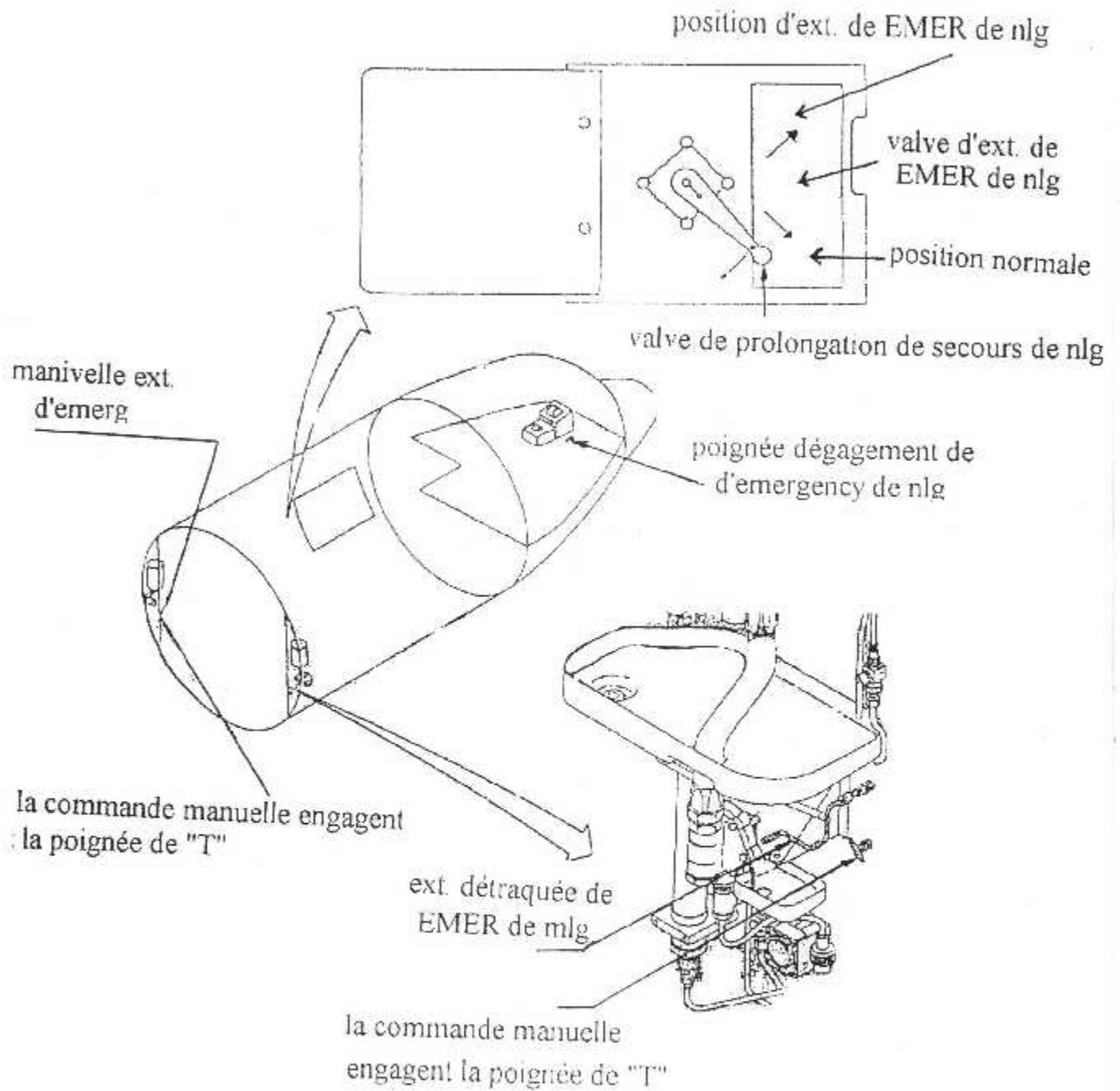


Figure : 05

Systeme feuille de vitesse de C-130



**Remarque :** ( Attention de consignes d'utilisation de train d'atterrissage ).

La valve de porte cargo de rampe et doit être en position neutre avant que L'activation de secours du train d'atterrissage .




1) du fil de freinage de coupeur et la EMER de mouvement prolongent la poignée de valve .

2) actionnent la pompe à main au panneau de commande de rampe à l'arrière de la porte de parachutiste de main gauche , (la pompe de système auxiliaire peut être utilisée au lieu de la pompe à main).

3) après l'atterrissage et avoir installé la position « normal » et fil de freinage de poignée de valve de la sûreté serrure. Retour de ground en place.

### II-2.2. Système indicateur de position et système d'alarme :

Trois voyants magnétiques placés au-dessus du levier de commande normale Indiquent la position du train.

-  : train verrouillé UP.
-  : train en transit.
-  : Train verrouillé DOWN.

Une lampe rouge intégrée au levier de commande normal s'allume quand :

- a) Les trois trains ne sont pas complètement sortis ou complètement rentrés.
- b) Un commande de puissance est ramené en dessous du minimum de puissance prévue pour la croisière alors que les trains ne sont pas verrouillés en position **DOWN**.

On peut vérifier le bon état de la lampe rouge en poussant sur le bouton '**HANDLE LIGHT TEST**'.

Un klaxon logé dans le plafond du cockpit émet un son continu quand les trains ne sont pas verrouillés en position **DOWN** et:

- soit les commande de puissance sont ramenés en dessous du minimum prévu pour la croisière.

- soit le levier de commande des ailerons est mis en position 70% ou plus.
- Dans le premier cas, on peut l'arrêter en poussant un instant sur le bouton 'HORN SILENCE'.

### **II-2.2.1. Fenêtre d'inspection :**

Des fenêtres accessibles en vol permettent à l'équipage d'observer la position des trains.

Deux fenêtres sont installées du comportement cargo.

La fenêtre d'inspection du train de nez est incorporée à un panneau démontable de la paroi arrière du logement, sous le plancher du cockpit.

Un commutateur placé à côté permet d'allumer la lampe d'éclairage du logement.

#### **Note :**

Les fenêtres d'inspection des trains principaux et le panneau qui contient la fenêtre d'inspection du train de nez sont démontables en vol. On peut ainsi accéder à certaines parties des trains en vol. Les vis de fixation sont à tête carrée. On peut les enlever avec la manivelle du système de secours des trains principaux.

### **II-2.2.2. Dispositifs de sécurité pour opération au sol :(figure 06)**

Ces dispositifs sont prévus pour empêcher toute rétraction accidentelle des trains.

On bloque le train de nez en intronisant une broche dans la tige de piston du vérin de commande.

Le verrou de sécurité des trains principaux est une pièce que l'on fixe au moyen.

D'une broche sur l'extrémité inférieure d'une des deux vis de commande de chaque train. Il ne doit être installé que lorsqu'on effectue certains travaux.

Les verrous de sécurité sont mis à bord de l'avion, dans une boîte située derrière la porte arrière droite.

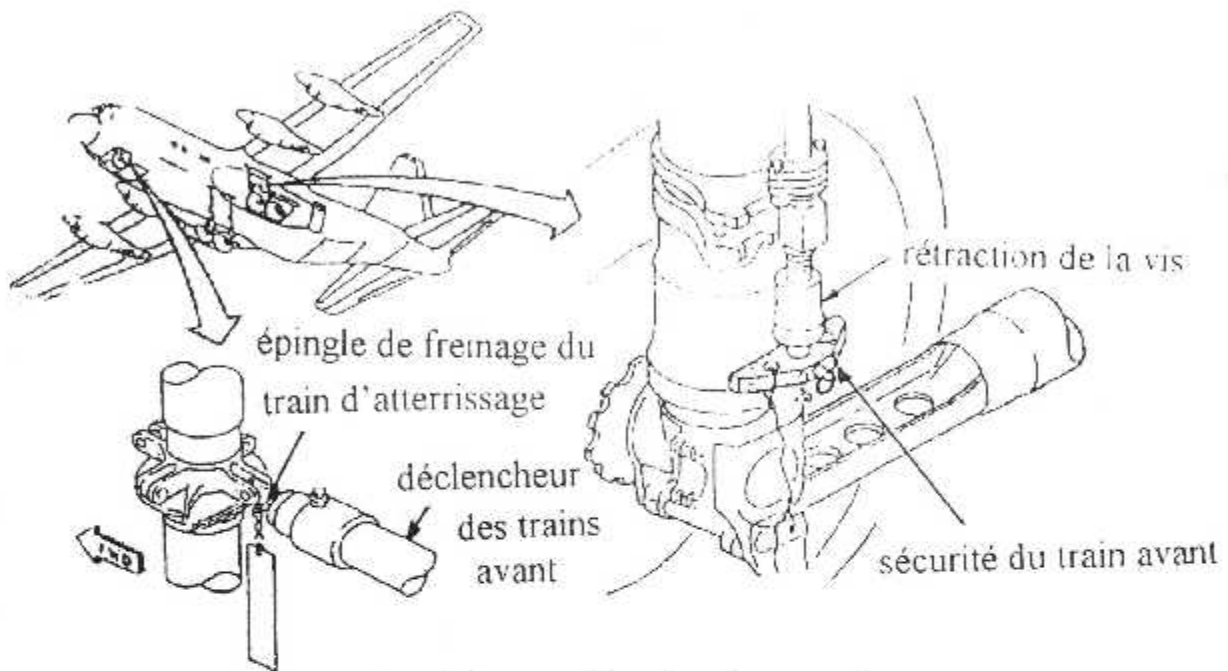


Figure : 06 Les éléments des circuits au sol

### II-3. TRAIN PRINCIPAL :(figure 07)

Composé de deux amortisseurs reliés par un élément de reprise de couple.

#### II-3.1. Amortisseurs : (figure 08 et 09)

Type : oléopneumatique.

Valve de gonflage et de remplissage au-dessus.

Valve de drainage en dessous.

Un joint de réserve dans le coussinet inférieur pour dépannage de secours en escale.

### **II-3.2. Gonflage :**

Pression d'azote, amortisseur complètement étendu :

1 484 806 Pas si poids inférieur à 767 250 Kg.

1 968 232 Pas si poids supérieur à 767 250 kg.

Gonflage avion sur roues : consulter la courbe d'entretien donnant l'extension en fonction de la pression.

On mesure ( l'extension x ) entre l'écrou à la base de l'amortisseur et le centre du trou supérieur d'une attache solidaire du piston de l'amortisseur. Cette attache est prévue pour fixer éventuellement un point d'appui pour un cric.

### **II-4. Contrefiche de couple :**

Composé d'un cylindre attaché au piston de l'amortisseur avant et d'un piston attaché à l'amortisseur arrière. Ne contient ni huile, ni azote.

#### **II.4.1. Roues et pneus : ( figure 10)**

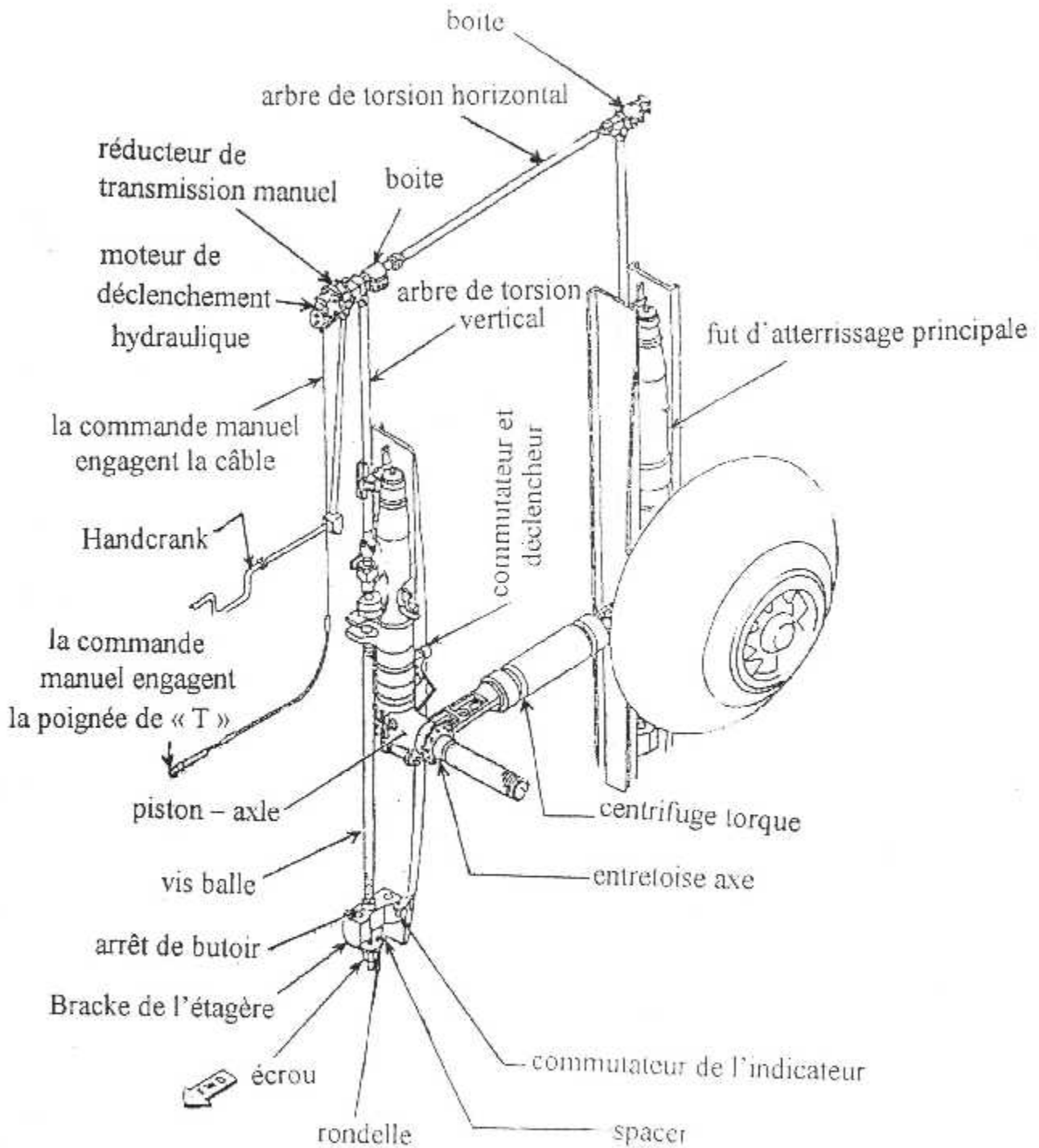
L'écrou de fixation de la roue est bloqué sur l'axe par une vis de sécurité. Celle-ci assure aussi la fixation du détecteur de patinage.

Le chapeau de roue est fixé par des vis. Il entraîne le détecteur de dérapage. Les pneus sont du type 20.00 -20/26 PR.

La pression de gonflage doit être adaptée au poids de l'avion. Elle varie entre 483 425 et 863 229 Pas environ.

#### **Note :**

Un point de levage est prévu en dessous de chaque amortisseur .  
Toute fois, si la hauteur disponible est trop faible pour y placer le cric, on peut fixer un patin à l'avant ou à l'arrière de l'amortisseur selon le cas ( Raccord mettant sur cric de remorquage démontable). Ce même accessoire permet aussi d'attacher un câble de remorquage.



**Figure : 07** TRAIN D'ATTERRISSAGE

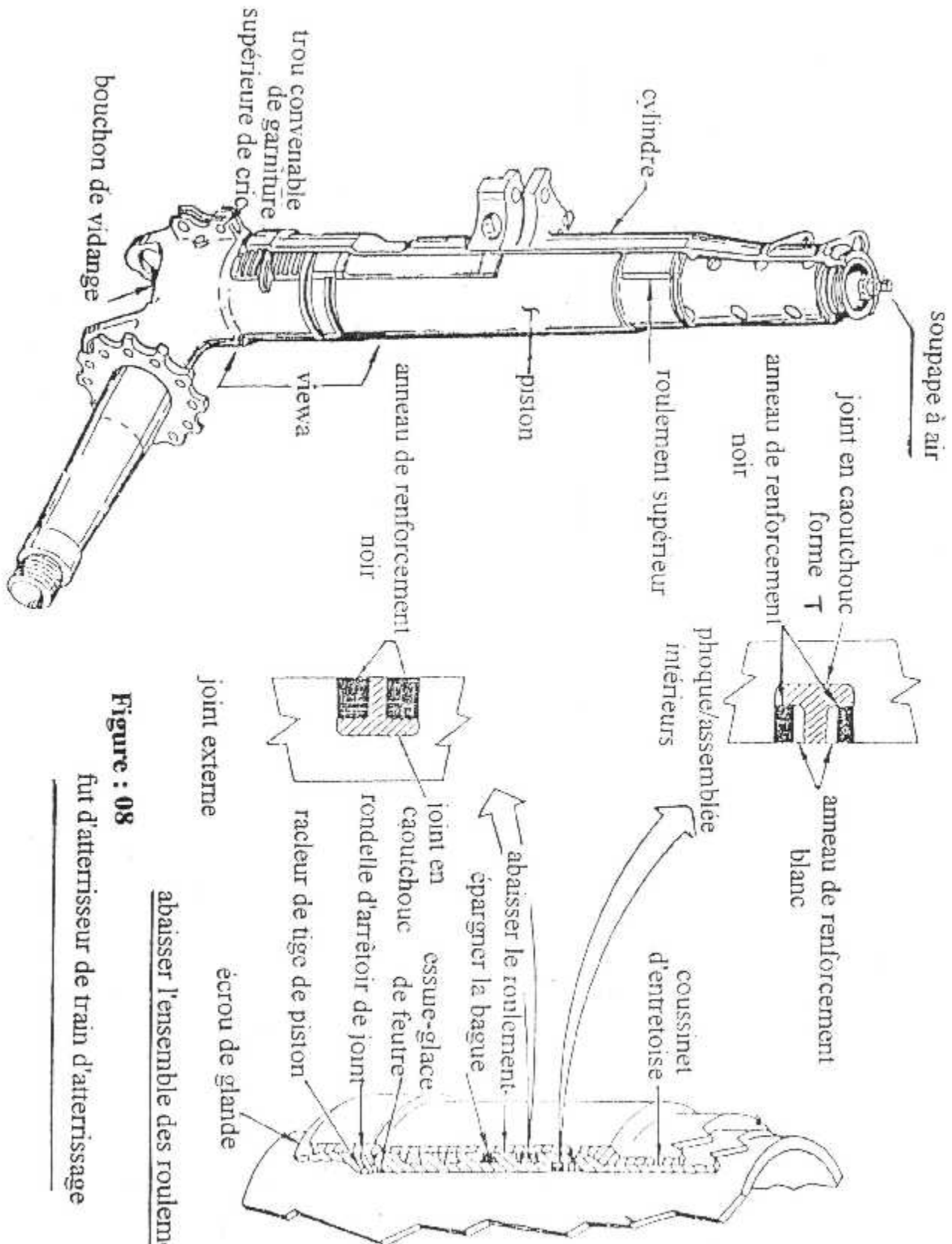
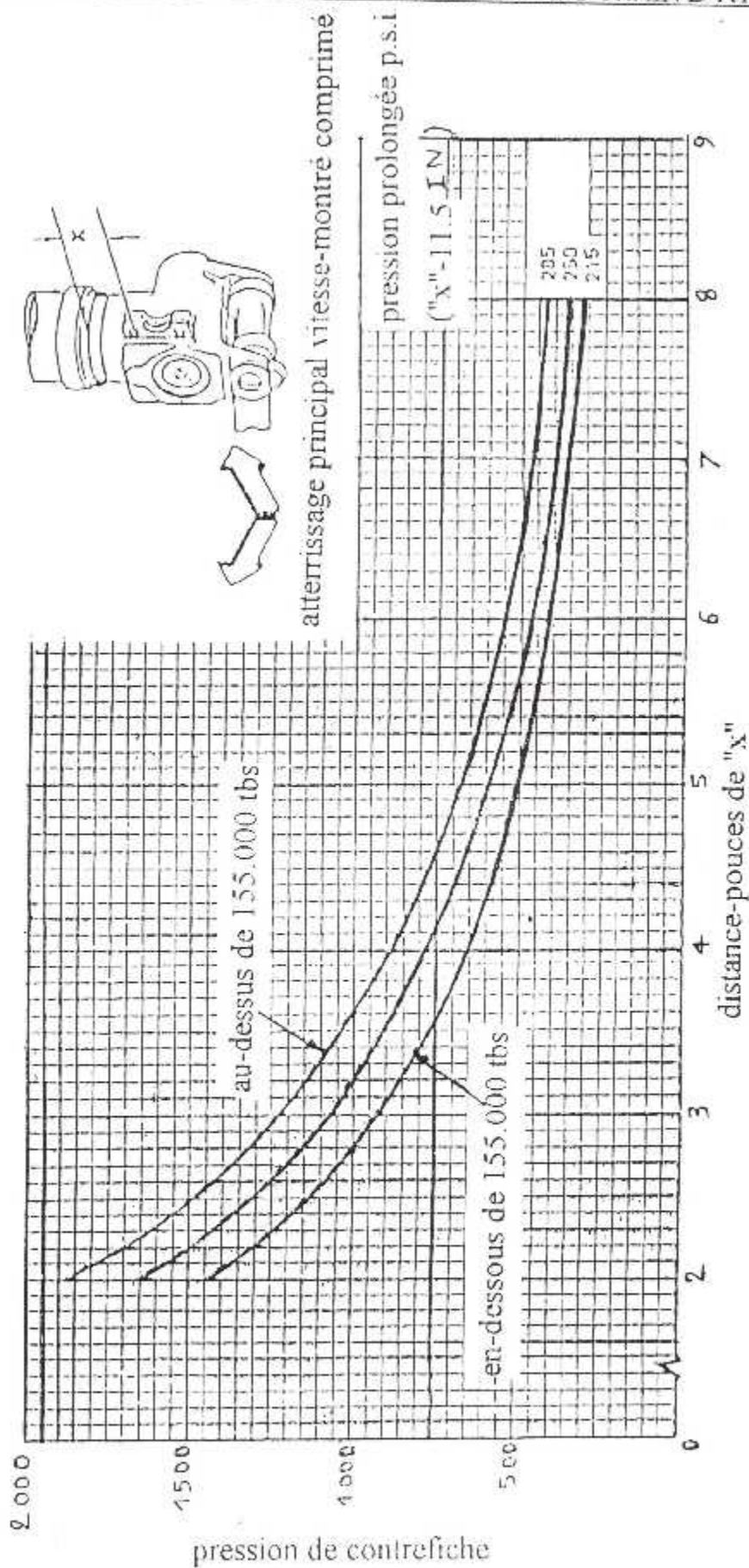


Figure : 08

fut d'atterrisseur de train d'atterrissage

abaisser l'ensemble des roulements



(mesurés à partir de la ligne centrale de écrou à de glande du trou convenable de garniture supérieure de cric)

**Figure : 09** diagramme de service de fut d'atterrisseur de vitesse de c.130  
(pas nécessairement à jour)

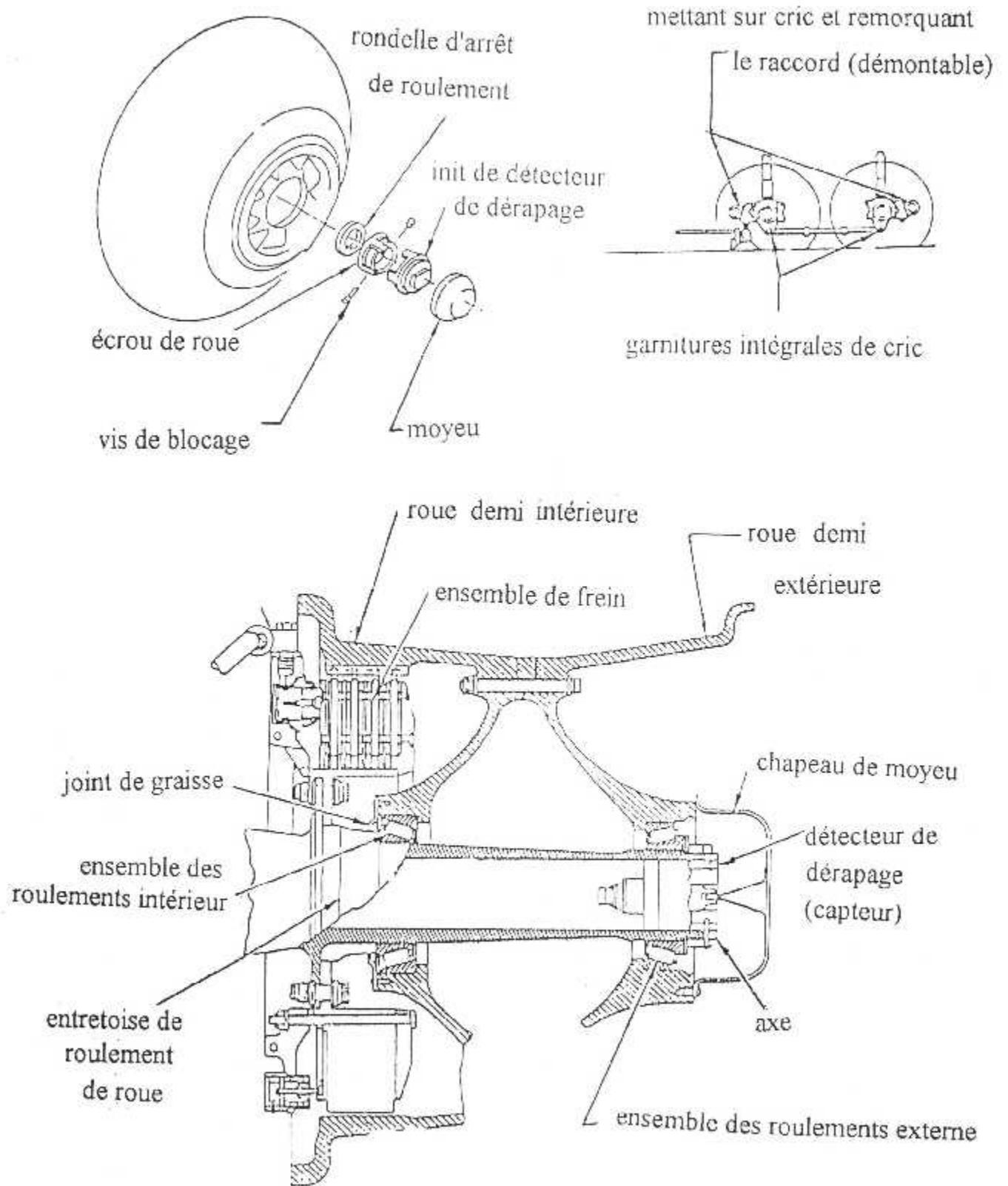


Figure : 10 roue de train d'atterrissage principal



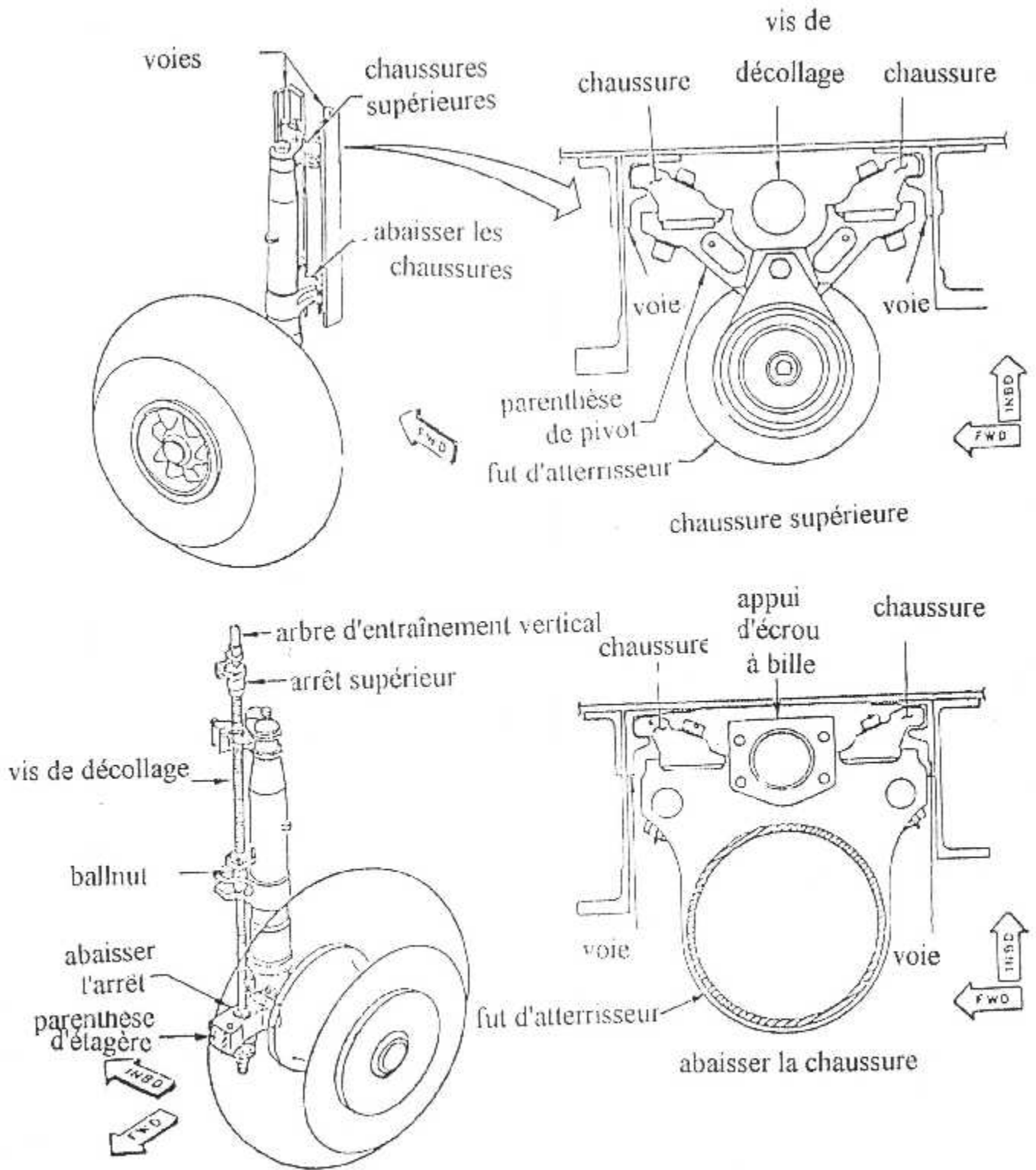


Figure : 11

voies de train d'atterrissage principal de c.130- et vis de décollage.

**Attention :**

Ne jamais installer le cric sous le contrefiche de couple. Si le poids de l'avion dépasse une certaine limite (58 500 Kg. Pour **Lockheed 130 H**).

**II.5. Mécanisme de relevage des trains principaux : (figure 11 , 12 et 13)**

Chaque amortisseur est relié à la structure par :

- a) des patins qui glissent dans les rails verticaux.
- b) Un vérin à vis.

Le moteur hydraulique entraîne les vis par l'intermédiaire d'un mécanisme qui comprend :

- a) La boîte d'entraînement manuel.
- b) Un axe horizontal.
- c) Deux axes verticaux.
- d) Deux renvois d'angles entre l'axe horizontal et les deux axes verticaux.

**II-5.1. Vérin à vis :**

Ecrou à billes fixé à l'amortisseur. Vis supportée par un roulement au-dessus et quatre en dessous. Les roulements inférieurs supportent l'effort axial sur la vis quand l'avion est au sol. Le logement de ces roulements peut pivoter sur des tourillons dans un support attaché à la structure.

**II-5.2. Butées :**

Une butée partiellement élastique à chaque extrémité de la vis. (quand l'écrou contacte la butée, l'anneau élastique se dilate, ce qui amortit le choc).

**II-5.3. Rondelle frein**

A la base de chaque vis , empêche la vis de tourner sur la vis applique la rondelle sur le logement des roulements. Cette rondelle constitue le verrouillage **DOWN** du train.

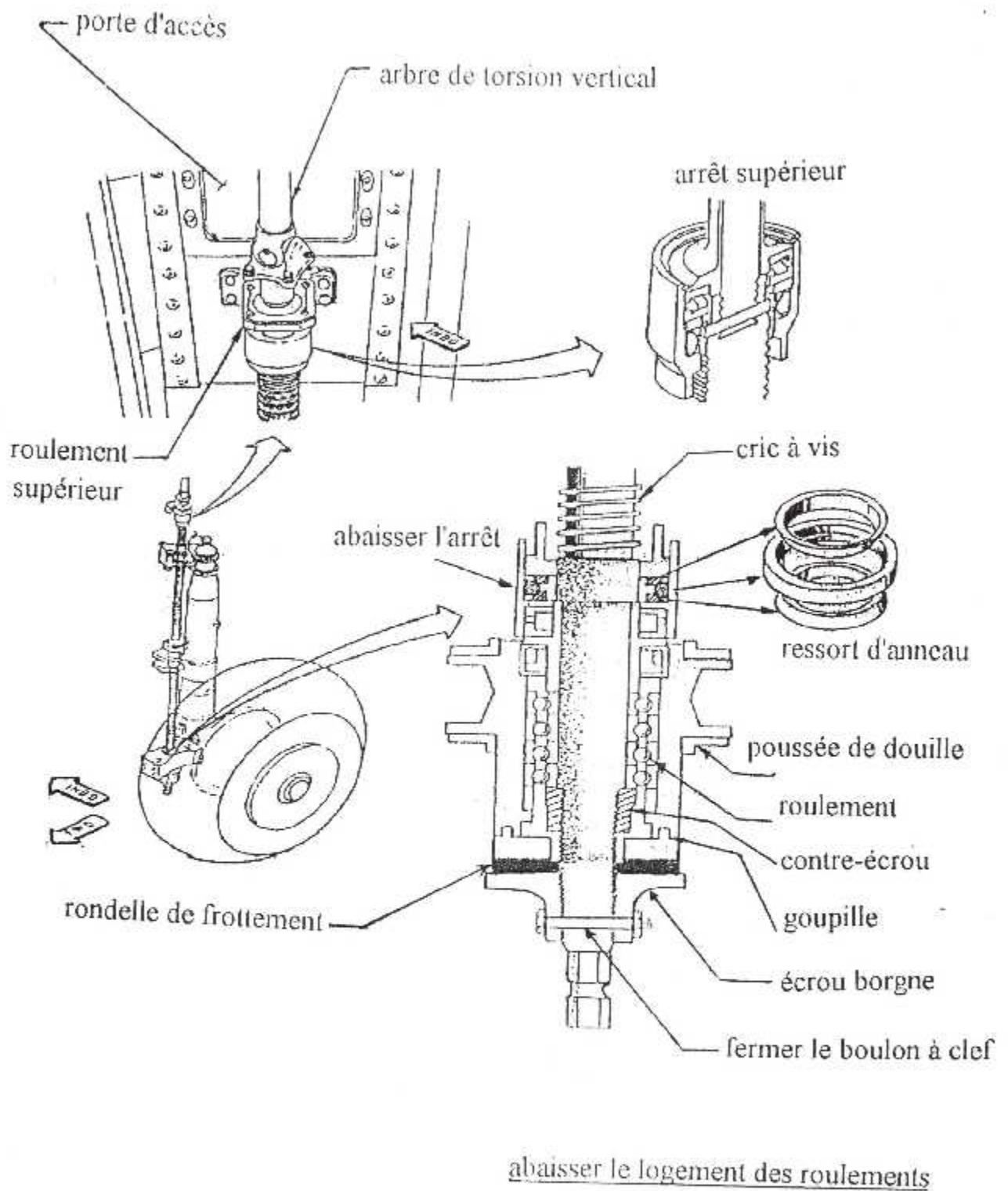
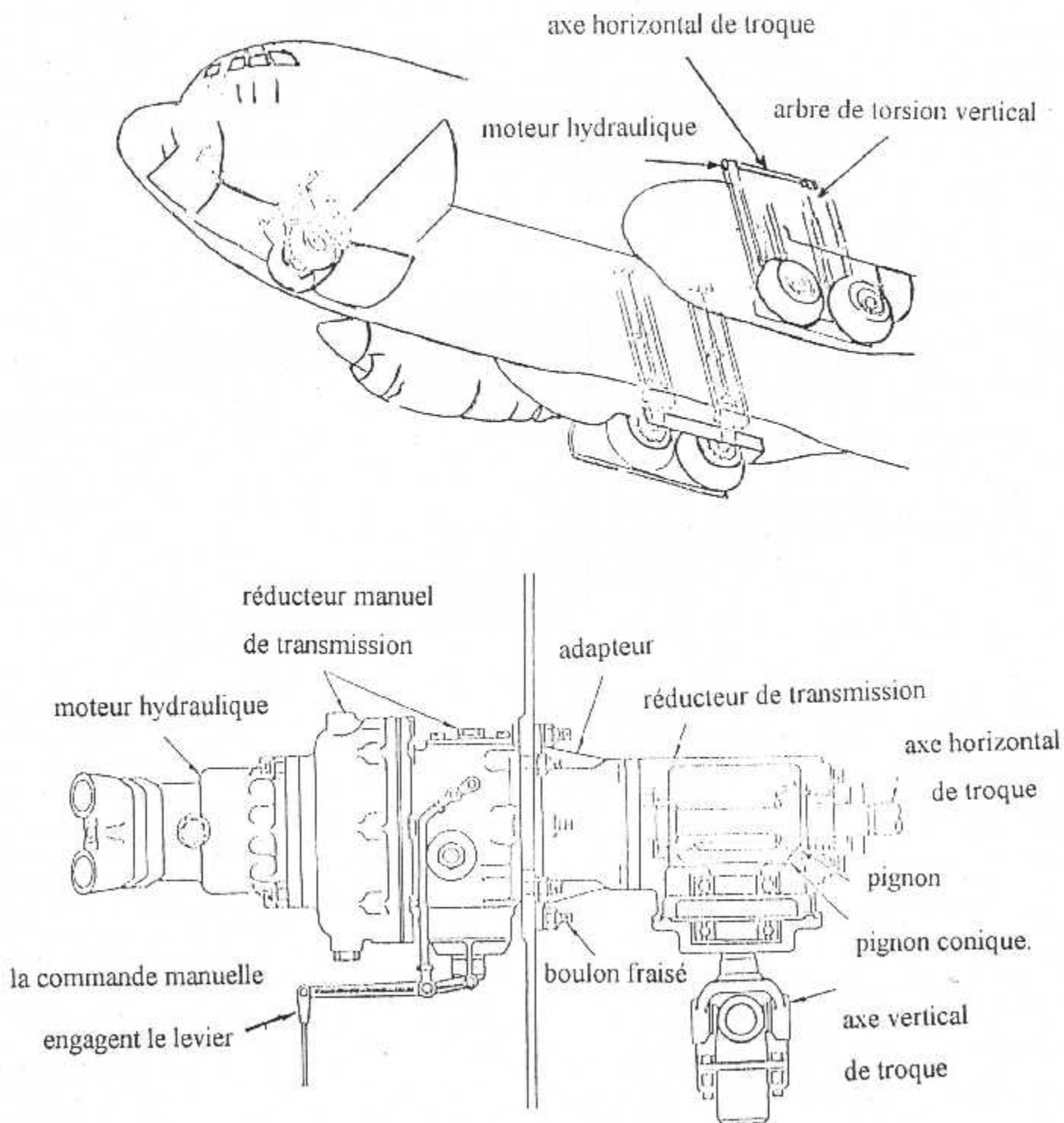


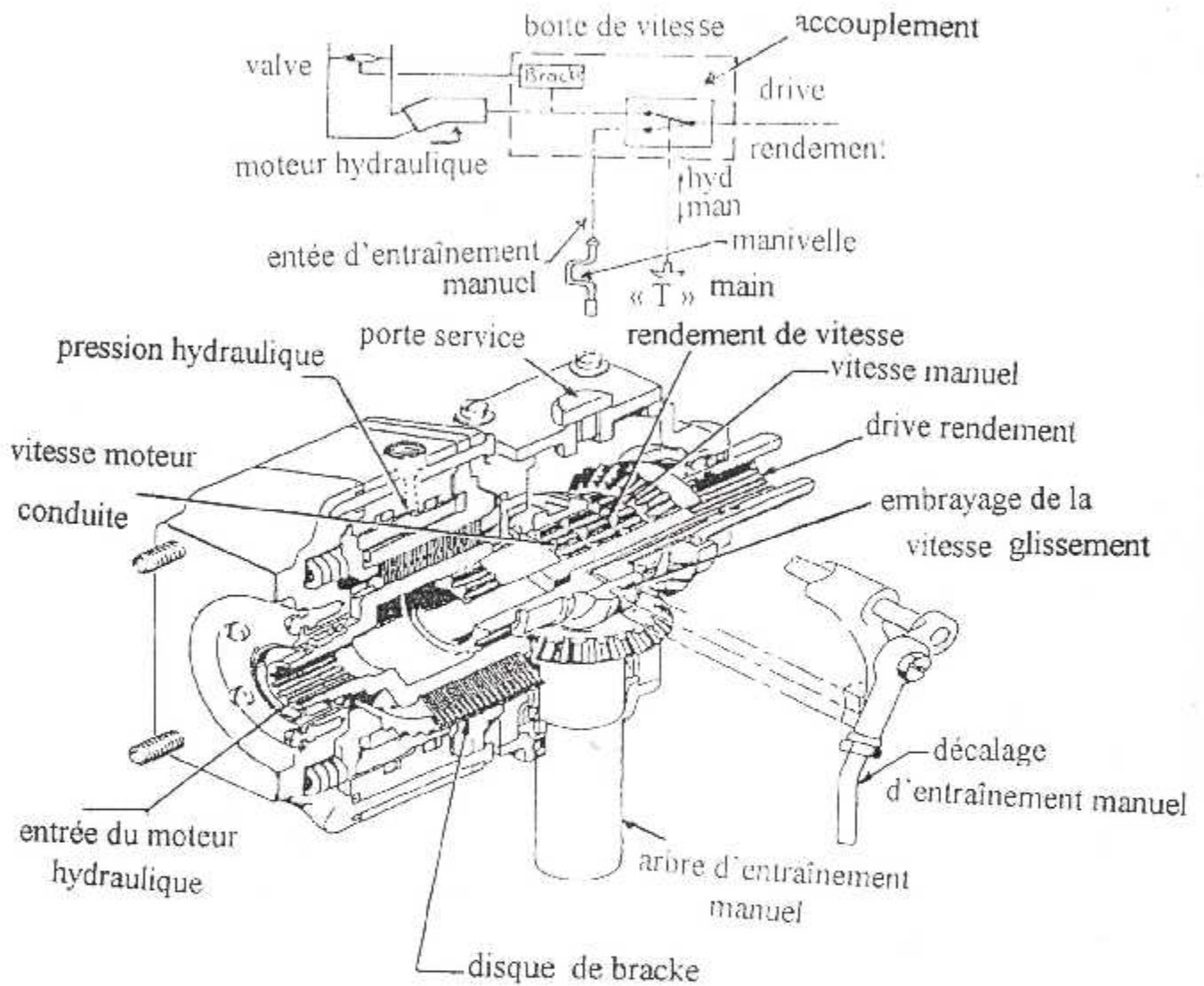
Figure : 12

vis de décollage et arrêts de train principal de c.130-

**Figure : 13**

mécanisme de commande de train d'atterrissage principal de c. 130-





**Figure : 14** boite de vitesse principale et frein de train d'atterrissage.

**II-5.4. Moteur hydraulique :**

Moteur réversible à 9 pistons.

**II-5.5. Boite d'entraînement manuel :**

Comprend :

- un axe d'entrée actionné par le moteur hydraulique et équipé d'un frein.
- un axe d'entrée pour la commande manuelle.
- un de sortie.
- un mécanisme d'accouplement.

**II-5.5.1. Frein :**

Assure le verrouillage **UP** du train.

Type : à disques.

- Appliqué par des ressorts.
- Relâché par la pression hydraulique.

**II-5.5.2. Mécanisme d'accouplement :**

Constitué par engrenage à denture intérieure, pouvant glisser sur engrenage solidaire de l'axe de sortie. Glissé vers l'avant, il accouple le pignon de sortie avec un pignon entraîné par le moteur hydraulique. Vers l'arrière, il débraye le moteur hydraulique et embraye la commande manuelle. Le vitesse d'embrayage est actionné par la «T» poignée.

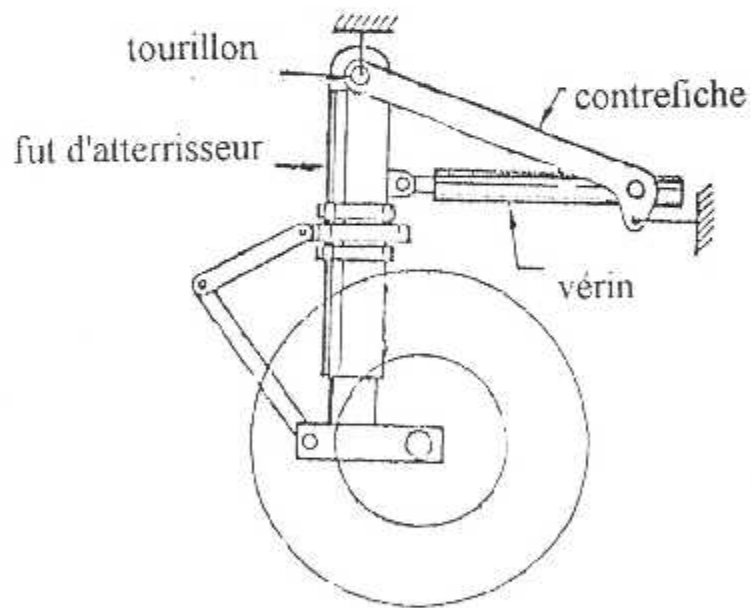
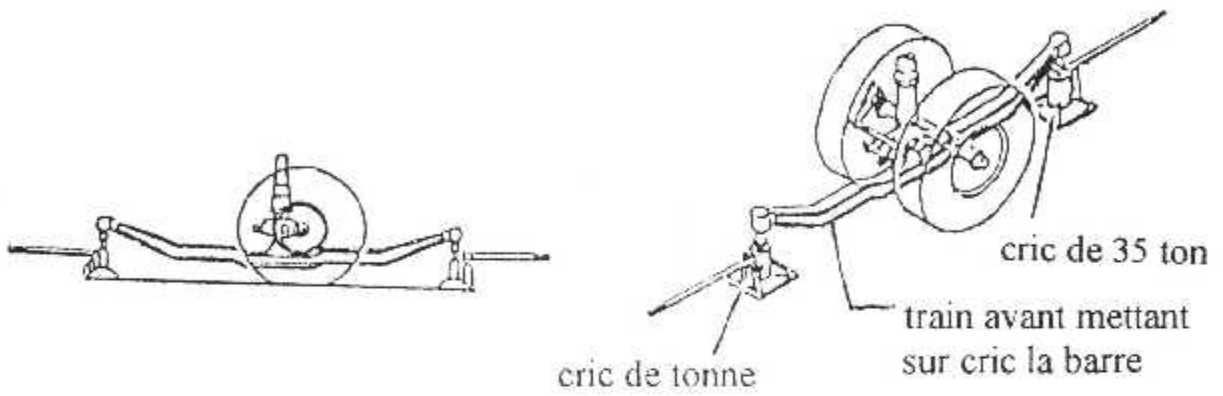
**II-6. Portes de train principal :**

Actionnées mécaniquement par le train.

Train **down** : portes ouvertes.

Train **up** : portes fermées.

pour faciliter l'accès au train lors des travaux d'entretien, il est possible d'écarter la porte extérieure en plaçant un bras supplémentaire entre la porte et son mécanisme de commande. Ce bras installé dans le logement du train, au-dessus de la porte. Il est rangé en position verticale. On l'installe avec des broche.



**Figure : 15 Mécanisme de relevage du train avant**

**Attention :**

Il faut installer les broches de l'avant vers l'arrière.

**II- 7.Train de nez: (figure 14)****II- 7.1. Amortisseur : (figure 15)**

Type : oléopneumatique.

Valve d'entretien au-dessus utilisée pour remplir, gonfler ou drainer.

Branche supérieure du coppas connectée à un collier de direction mobile autour du cylindre.

came de centrage internes pour aligner les roues avec l'axe du fuselage lorsque l'avion est en vol (amortisseur étendu).

**II-7.2. Gonflage :**

Le gonflage se fait de préférence avion sur vérins. Dans ce cas, la pression normale est de 2 071 823 Pas. (amortisseur complètement étendu).

Pour le gonflage avion sur roues, ajuster la quantité d'azote pour obtenir l'extension correcte.

**II- 7.3. Roues et pneus : (figure 16)**

Mode de fixation de roues sur l'axe : même principe que pour les trains principaux.

- Pneus : 12.50-16
- Pression de gonflage 414 364 Pas.

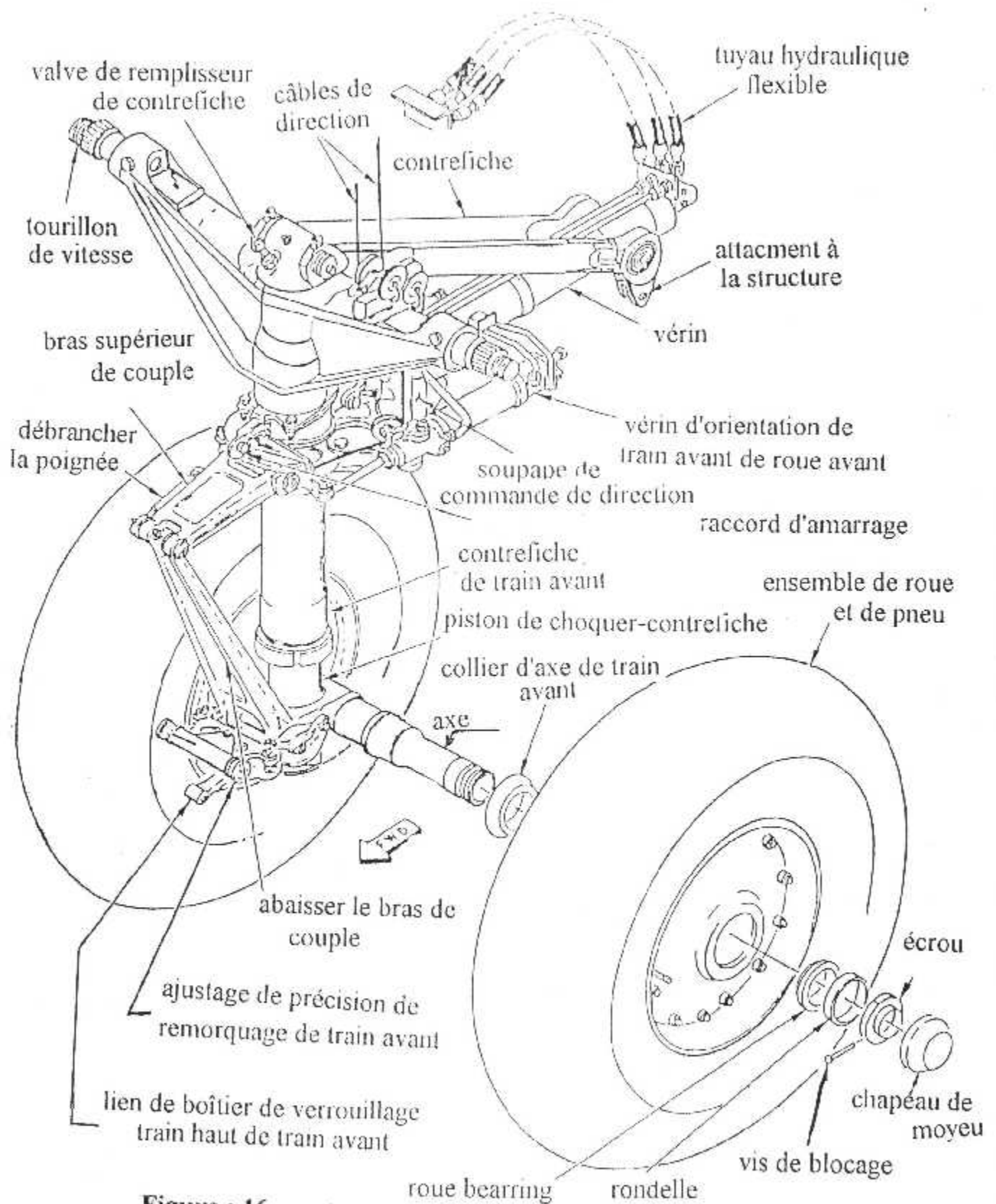
Un point de levage est prévu à la base de l'amortisseur . Dans le cas où les deux pneus sont plats, l'espace libre sous ce point de levage ne permet pas le placement du cric. Dans ce cas, il faut utiliser une barre intermédiaire comme l'indique le dessin ci-dessous.

**II-7.4. Mécanique de relevage du train de nez :**

L'amortisseur est relié à la structure par :

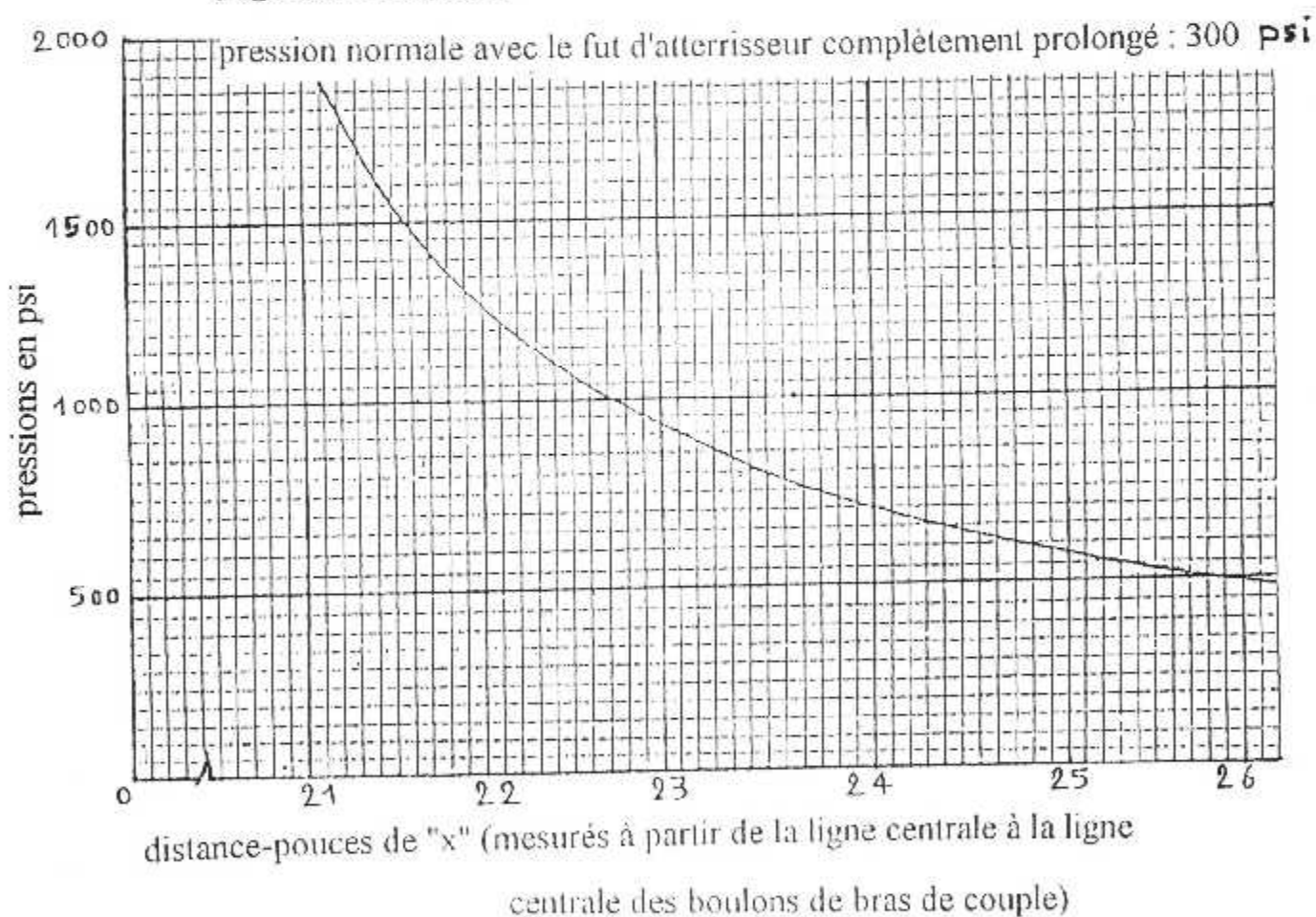
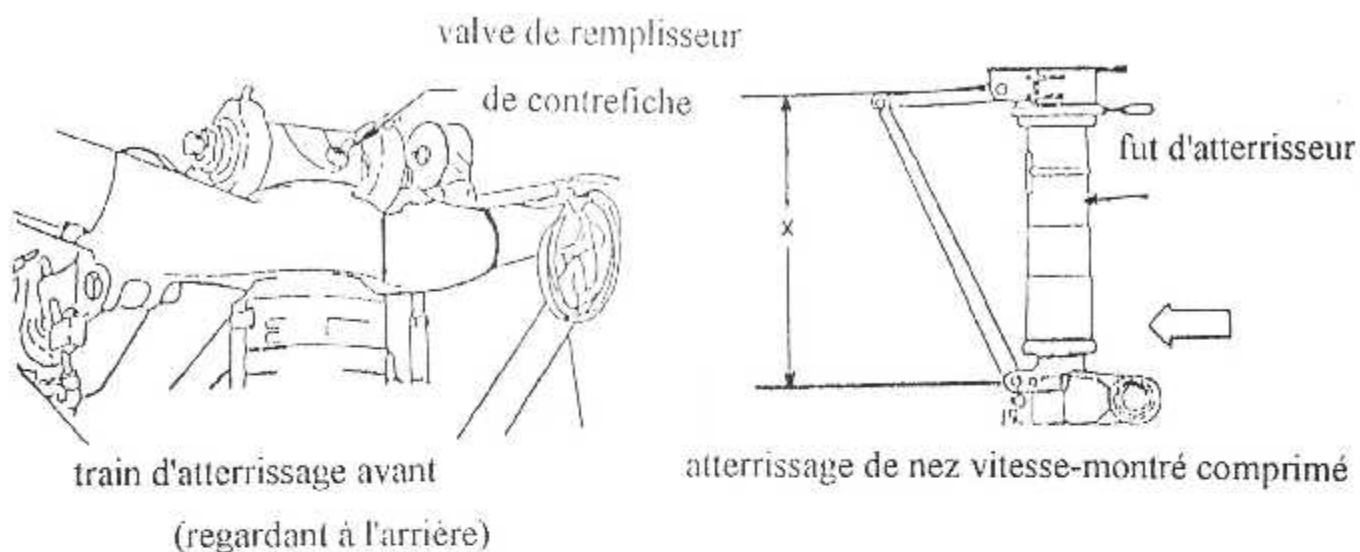
- a) son tourillon de gare.





**Figure : 16**

train d'atterrissage avant



**Figure : 17**  
diagramme de service de fut d'atterrissage de vitesse  
 (pas nécessairement à jour)

b) deux bras croisés de drague.

le vérin hydraulique de commande s'étend lors de la rentrée du train .

Il pousse l'amortisseur vers l'avant.

### **II.7.5. Mécanisme de verrouillage down : (figure 19)**

Intégré au vérin de commande ,constitué par 4 doigts dans le piston. Quand le piston est complètement rétracté, un piston de verrouillage chasse les doigts vers l'extérieur dans une cavité plus grande du cylindre.

En s'introduisant au centre des doigts, le piston empêche toute rétraction de ceux-ci . Le vérin est bloqué. Le piston de verrouillage est tenu dans cette position par la pression **DOWN** est par un ressort.

A la rentrée du train la pression **UP** repousse le piston de verrouillage vers l'avant. par suite du bord en biseau du cylindre les doigts reviennent vers le centre, libérant ainsi le piston.

#### **Notes :**

- 1) un témoin blanc dépassé du fond du cylindre quand le train est verrouillé (fut d'atterrisseur)
- 2) La tige indicatrice actionne le micro contact témoin du verrouillage **DOWN**.
- 3) La broche de sécurité contrefiche bloque le piston de verrouillage. On la place dans un trou a l'extrémité de la tige de piston (vérin).

### **II-7.6. Mécanisme de verrouillage up : (figure 20)**

constitué par :

- a) deux mâchoires articulé sur un support a l'avant du logement du train.
- b) Une attache fixée la base de l'amortisseur.
- c) Un vérin hydraulique.

Les mâchoires restent ouvertes aussi longtemps que le train n'est pas en position **UP**. Quand l'attache **UP** du train entre dans les mâchoires, elle pousse un guide vers le haut . Celui-ci referme les mâchoires sous l'attache.

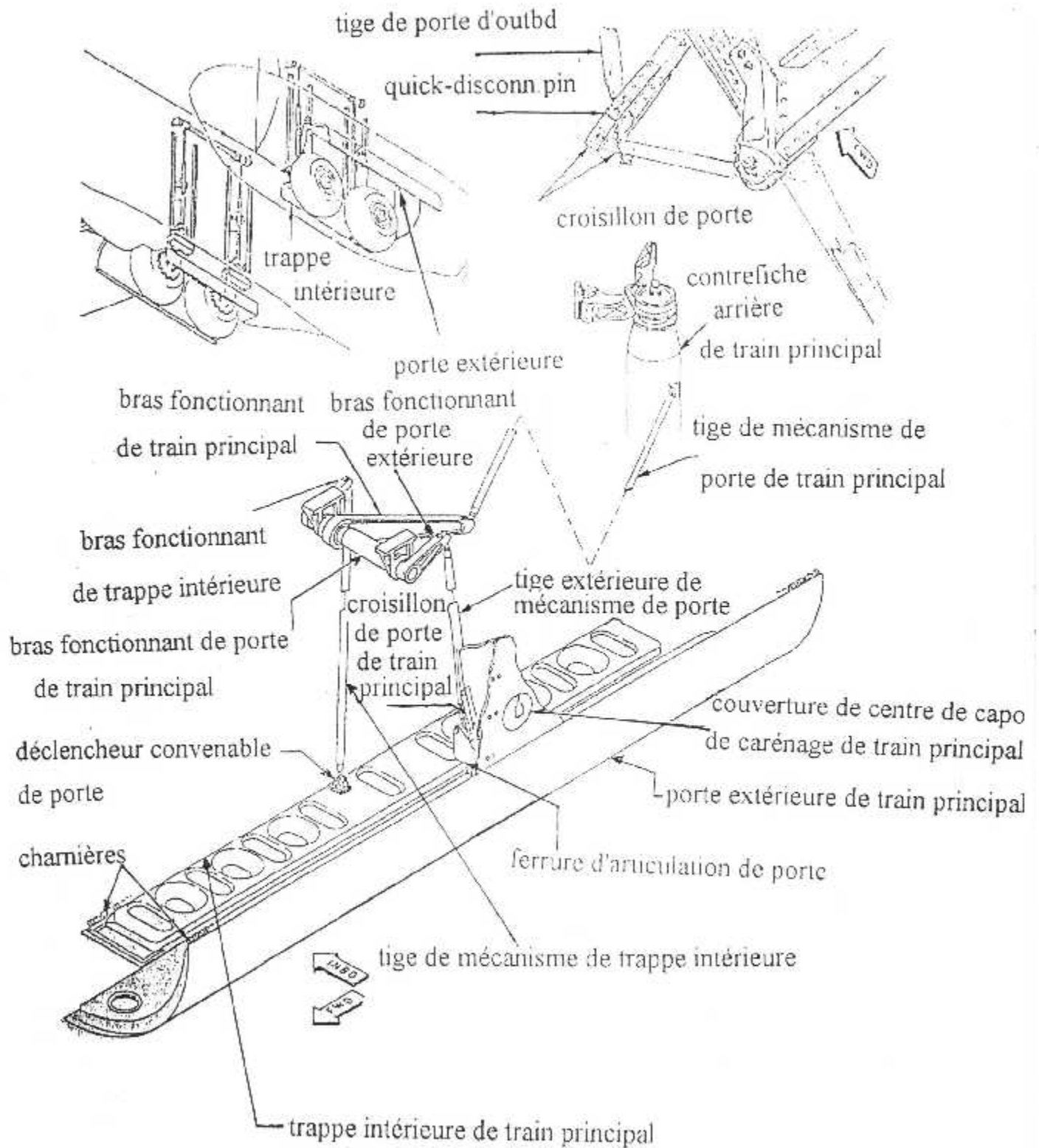
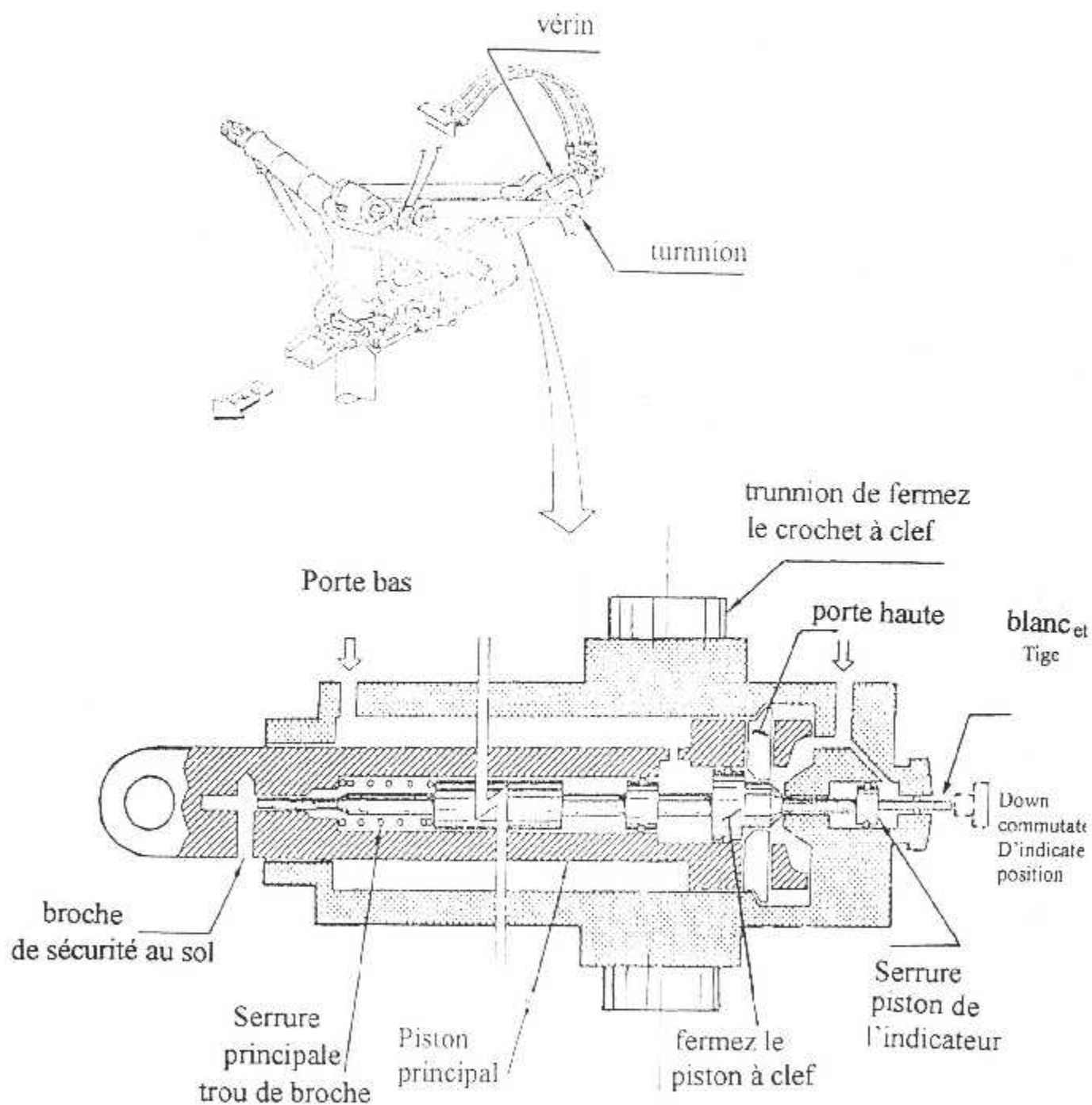


Figure : 18 trappes de train d'atterrissage de c. 130

Figure : 19 C-130 le vérin de train d'atterrissage.



En même temps ,le déclencheur hydraulique s'étend sous l'action de la pression **UP** .la tige de piston bloque les mâchoires en position fermée.

Des billes chargées par des ressorts maintiennent le piston de le déclencheur en place quand on coupe la pression. Pour ouvrir les mâchoires ,il faut envoyer de la pression dans la conduite **DOWN** ou ouvrir l'emergency extension valve ou tirer sur la poignée de déverrouillage manuel. Celle-ci tire sur la tige du piston.

**Note :**

Le déclencheur hydraulique actionne également un micro contact témoin du verrouillage **UP**.

**II- 8. Portes du Train de nez :** (figure 21)

Actionnées mécaniquement par le tourillon du train Porte avant : s'abaisse en pivotant vers l'avant, puis se referme pendant le transit du train.

**Porte arrière :** Se déplace vers le bas et l'arrière quand le train sort. Reste ouverte quand le train est sorti. Des butées a ressort stabilisent la porte en position ouverte en s'appuyant sur la tôle inférieure du fuselage.

Les bras d'entraînement de tringle rie sont montés sur les extrémités cannelées des axes du tourillon.

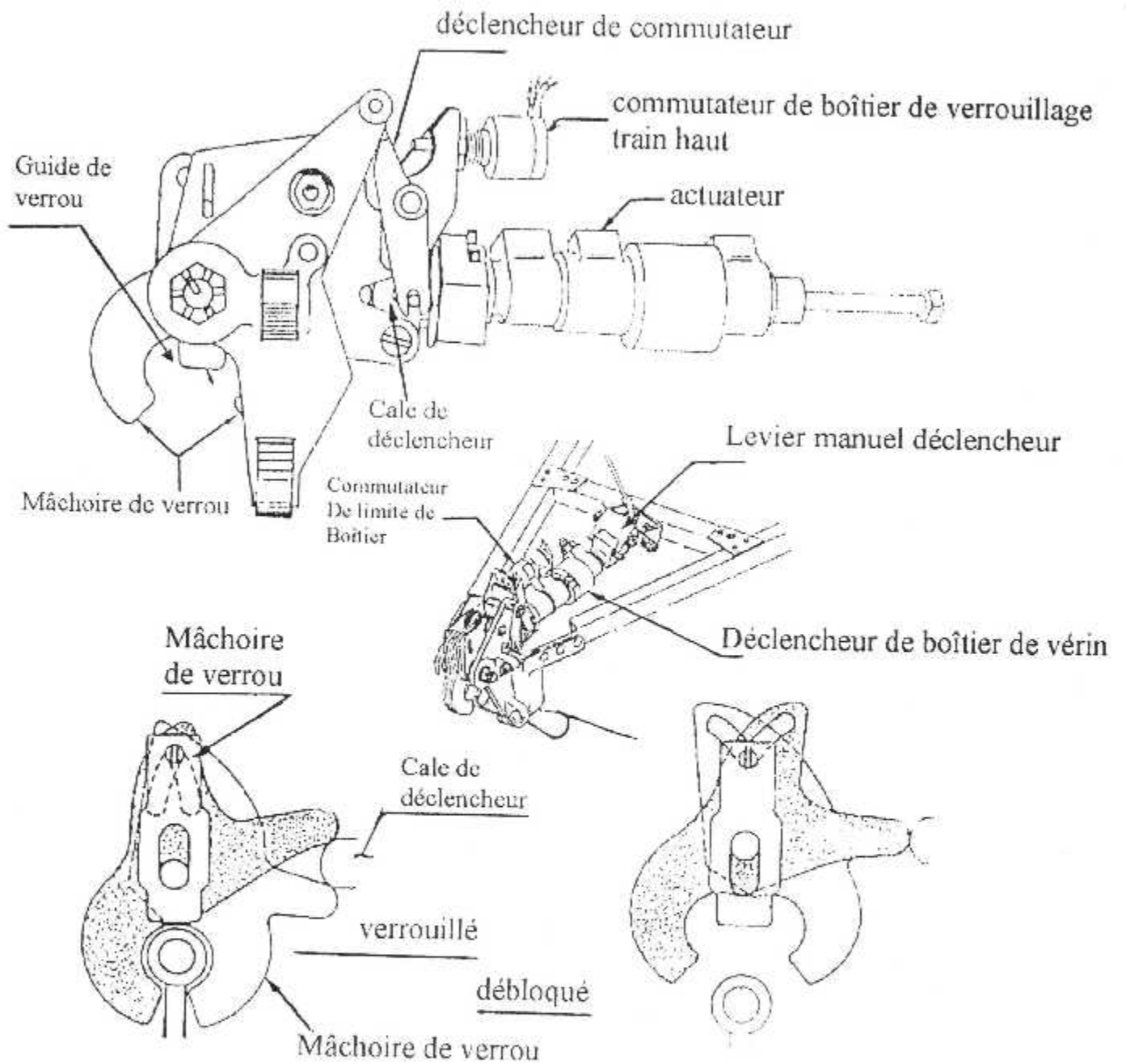
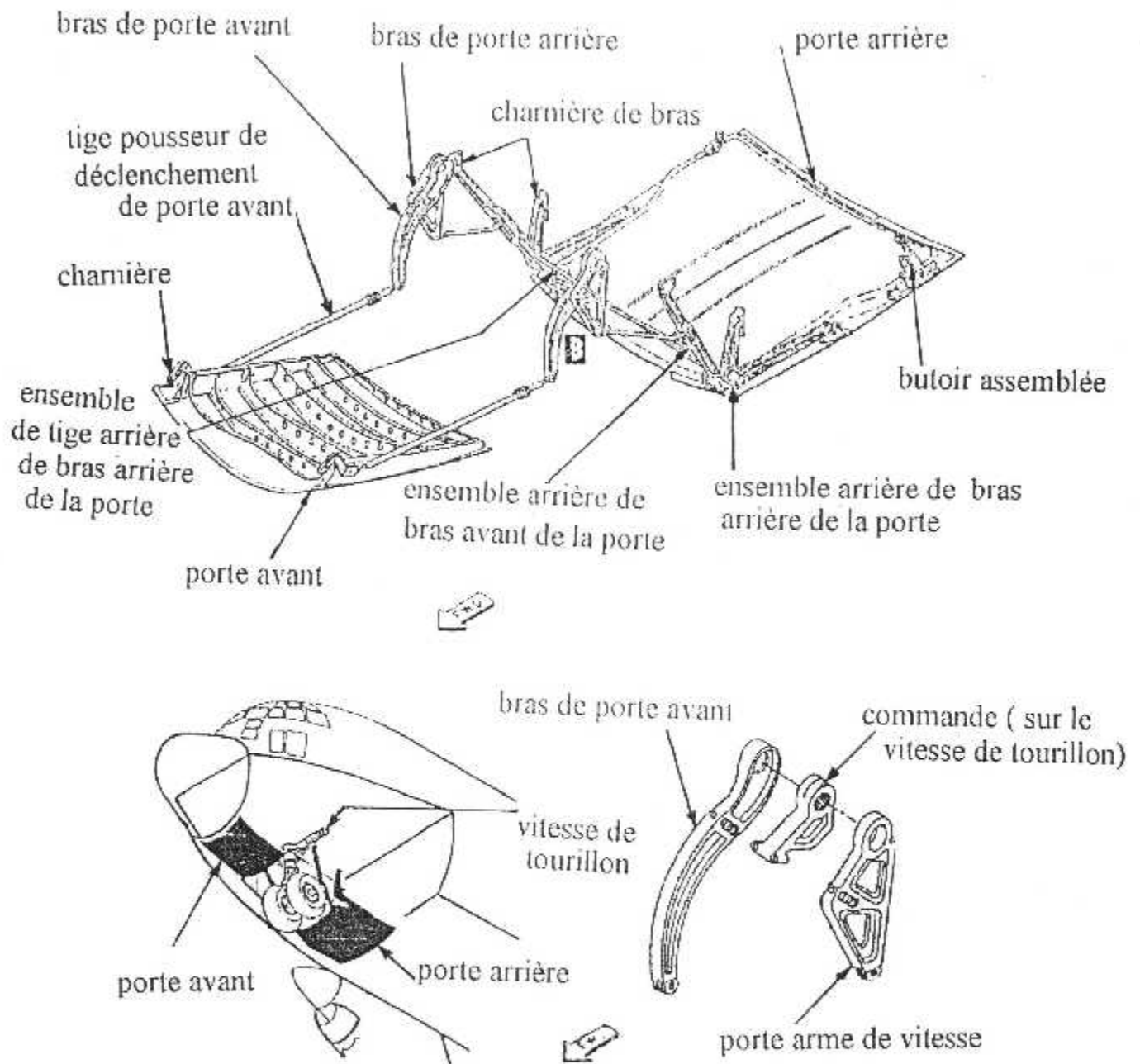


Figure : 20

**Mécanisme de boîtier de verrouillage train haut**



C-130 Trappes de train d'atterrissage de nez

Figure : 21



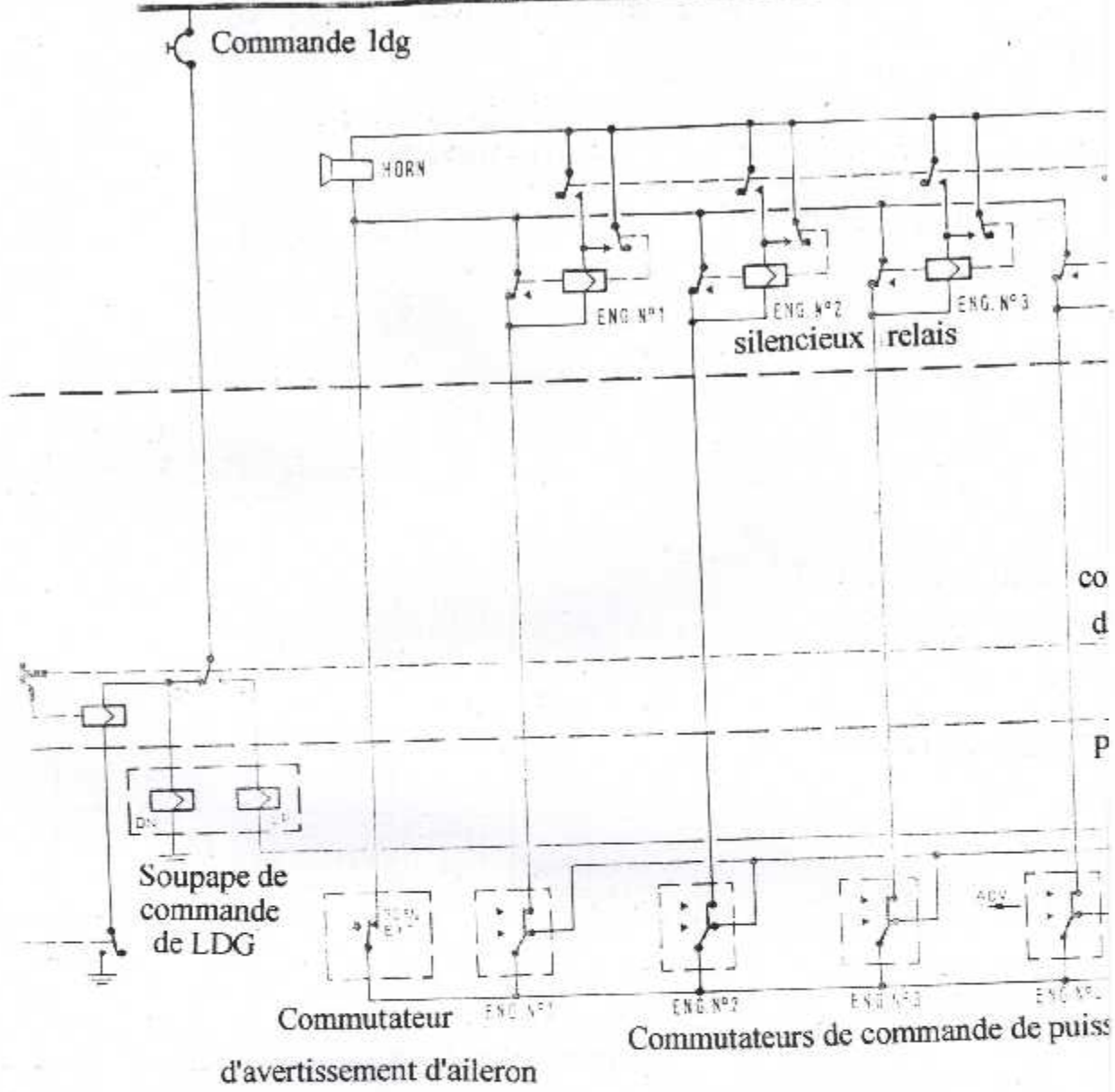
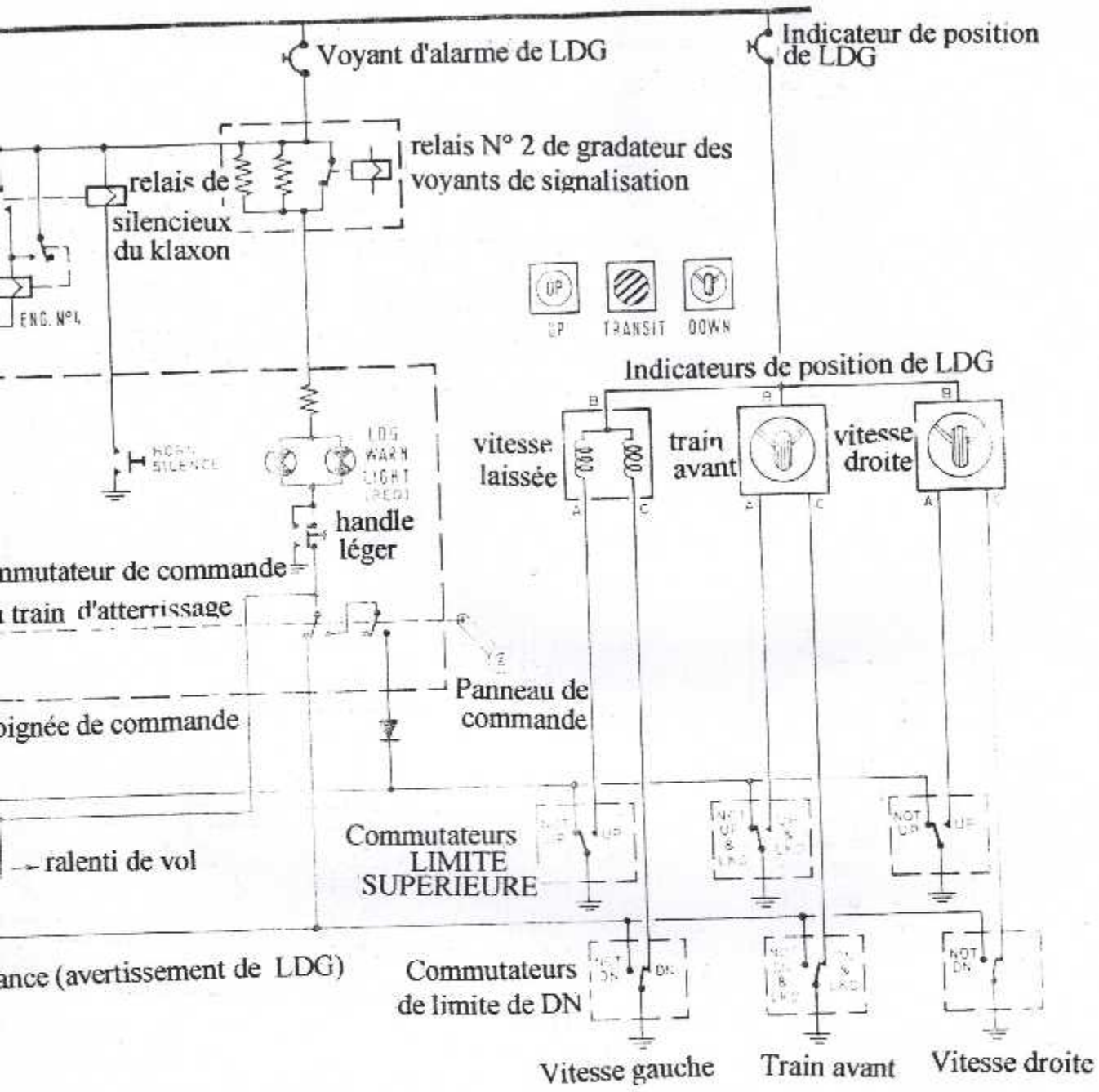


Figure : 22 C.130 - CONTROL TRAIN D'AITT



ARRIVÉE ET SYSTÈME D'AVERTISSEMENT

**II-9. Système Hydraulique du Train****II-9-1 Description**

Composants	Emplacement	Caractéristiques/Fonction
Soupape de commande d'atterrissage de train	Panneau UTILITY (coté gauche du compartiment cargo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valve électrique a deux solénoïdes. Trois positions caractéristiques : <ul style="list-style-type: none"> <li><b>DOWN</b> : solén. down excité.</li> <li>Interconnexions: DN avec Pression UP avec Retour .</li> <li>Un verrouillage interne maintient la valve dans cette position même si on coupe son excitation.</li> <li><b>UP</b> : solén. UP excité.</li> <li>Interconnexions : <b>Up</b> avec pression <b>DN</b> avec Retour .</li> <li><b>NEUTRAL</b> : valve désexcitée.</li> <li>Solen. excité Dernier</li> <li>Lieu : <b>UP</b>.</li> <li>Interconnexions : <b>UP</b> et <b>DN</b> avec <b>RET .PRESS</b>. Bloquée.</li> </ul> </li> <li>• possibilité de commande manuelle directe par deux boutons poussoirs sur la valve (<b>UP</b> et <b>DN</b>).</li> </ul>

**II-9.1.1. Train principaux :**

Régulateur d'écoulement	Voir ( <b>figure 23</b> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stabilisant la vitesse du moteur en limitant le débit de retour.</li> <li>• valve d'amortissement .réduit le débit fournit au moteur quand le train arrive en fin de course UP. actionné par le patin supérieur de l'amortisseur avant.</li> <li>• valve navette .connecte le frein de verrouillage UP avec la conduite d'arrivée de pression ou moteur.</li> <li>• régulateur de débit .limite la vitesse de rentrée et de sortie du train.</li> <li>valve navette .dirige la pression auxiliaire vers le vérin lorsqu'on sort le train de nez avec le système de secours (pas de pression dans la conduite <b>DOWN</b>).</li> <li>• mécanisme de verrouillage interne bloque le piston en position rétractée . engagé par un ressort . relâchée par la pression <b>UP</b> .</li> <li>• commande le mécanisme de verrouillage UP.</li> </ul>
Clapet solénoïde contrôlable	Voir ( <b>figure 23</b> )	
Train de nez.	Extrémité arrière Du vérin du commande  extrémité arrière du vérin de commande.  Voir ( <b>figure 19</b> )	

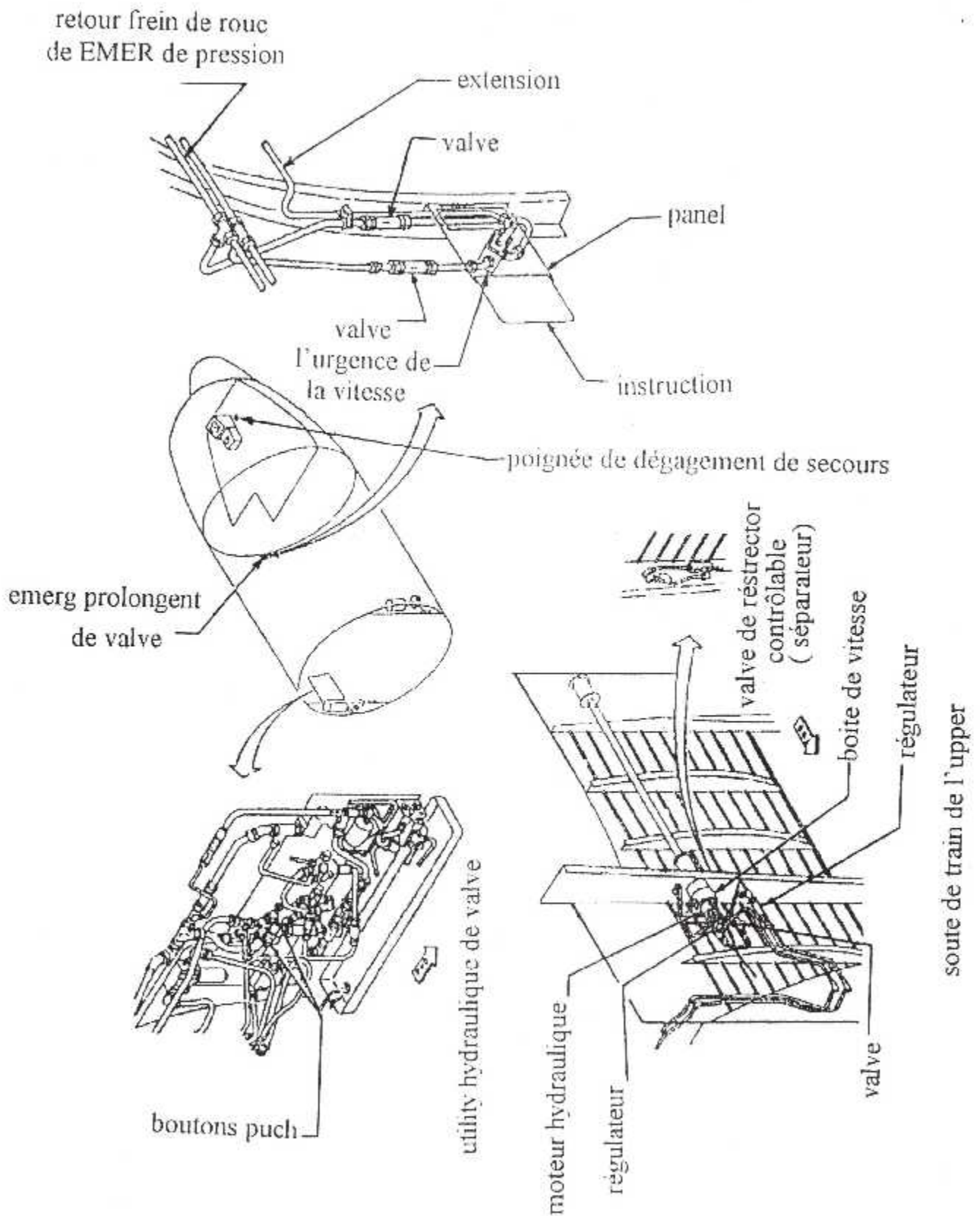


Figure : 23

localisation des éléments hydraulique de système vitesse d'atterrissage

	voir (figure 20)  avant de compartiment cargo-paroi latérale gauche.	<p>deux piston en tandem si pas de pression, piston tenu en place par une détente à ressort</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Commande manuelle.</li> </ul> <p>Position normale : circuit de secours du train de nez dépressurisé position emergency : pression auxiliaire appliquée sur un piston du boîtier de verrouillage train haut déclencheur pour déverrouiller le train de nez de la position UP et sur le piston de principal pour le sortir et le verrouiller en position DOWN.</p>
--	---	---

## II- 9-2 . Fonctionnement :

### II- 9-2 .1 . Rentrée des trains :

Levier de commande en position UP. Solénoïde UP excité jusqu'au moment où les trois trains sont complètement rentrés. Conduite UP pressurisée (pression UTILITY) , conduite DOWN connectée avec le réservoir.

#### a) Rentrée des trains principaux :

La pression hydraulique desserre les freins des moteurs hydrauliques .Ceux-ci rentrent les trains .le régulateur de écoulement placé dans la conduite DOWN de chaque moteur limite la vitesse. Quand un train est presque complètement rentré, son patin supérieur avant actionne la snober valve qui réduit progressivement le débit, ce qui amortit l'arrivée en butée du mécanisme. Tant que les autres trains ne sont pas rentrée, c'est le moteur hydraulique qui maintient le train en UP .Ensuite, comme le solénoïde UP se désexcite, le frein se resserre. C'est lui qui verrouille le train en UP (UPLOCK BRAKE).

#### b) Rentrée du train de nez :

L'huile sous pression pénètre dans déclencheur principal par la connexion UP pendant le transit du train. En arrivant en UP , le train referme les

mâchoires sous l'attache prévue à l'avant de l'amortisseur. En même temps, fermer le déclencheur à clef s'étend. Il empêche les mâchoires de se rouvrir quand la control valve se désexcite.

### II- 9. 2.2. Sortie des trains :

Levier de commande en position **DOWN**. Même principe général que pendant la rentrée. Quelques différences :

1) La control valve reste en position **DOWN** après sortie complète des trains, même si on coupe son alimentation. La pression hydraulique contribue donc maintenir les trains en **DOWN**.

2) Le verrouillage des trains principaux est assuré par la friction des rondelles de freinage des vérins à vis .

Le vérin principal du train de nez est automatiquement bloqué lorsqu'il est complètement rétracté. Le verrouillage est maintenu si on coupe la pression.

### II-10. Système Electrique De Commande Et De Surveillance: (figure 22)

Levier de commande –valve de commande.

Le levier de commande actionne un micro contact incorporé au panneau. Un contact commande les enroulement **UP** et **DOWN** de la control valve. Les deux autres commandent la lampe rouge.

L'enroulement **UP** est connecté à la masse par les trois **UP** commutateur de limite en parallèle. Il est donc désexcité quand les trois trains sont rentrés.

Le « fermez le solénoïde à clef relasse » déverrouille le levier de la position **DOWN** quand les « atterrissez les commutateurs » des deux trains principaux sont en position « **ATR** ».

Les squat commutateurs sont attachés aux amortisseurs avant des trains principaux. Ils sont actionnés par un compas qui relie le cylindre de l'amortisseur avec son piston.

### II- 10. 1. Indicateurs de position :

Les indicateurs de position sont magnétique. Selon que les bornes **A** ou **C**

sont ou ne sont pas raccordées à la masse, on a les indicateurs suivantes :

- ⊕ : A à la masse, C isolé.
- ⊗ : A et C isolé, ou alimentation coupée.
- ⊙ : A isolé, C à la masse .

Les commutateur de limite UP et DN des trains principaux sont fixés à la structure. Ils sont actionnés par l'amortisseur avant.

Le UP et LKD commutateur du train de nez est actionné par le vérin de verrouillage UP. Le DN et LKD commutateur est monté à l'arrière du vérin principal. Il est actionné par le mécanisme de verrouillage de ce vérin.

#### **a) Lampe rouge :**

- Trois circuits différents commandent la lampe rouge .
- Les down commutateur de limite quand le levier de commande est en **DOWN**.
- Les **up** commutateur de limite quand le levier de commande est en **UP**.
- Les commutateurs de commande de puissance et les down commutateur de limite quelle que soit la position du levier de commande. Dans ce dernier cas, la lampe rouge s'allume chaque fois qu'un commande de puissance est ramené vers la position « **FLIGHT IDLE** » alors que les trois trains ne sont pas complètement sortis.

Les commutateur de commande de puissance sont dans le piédestal.

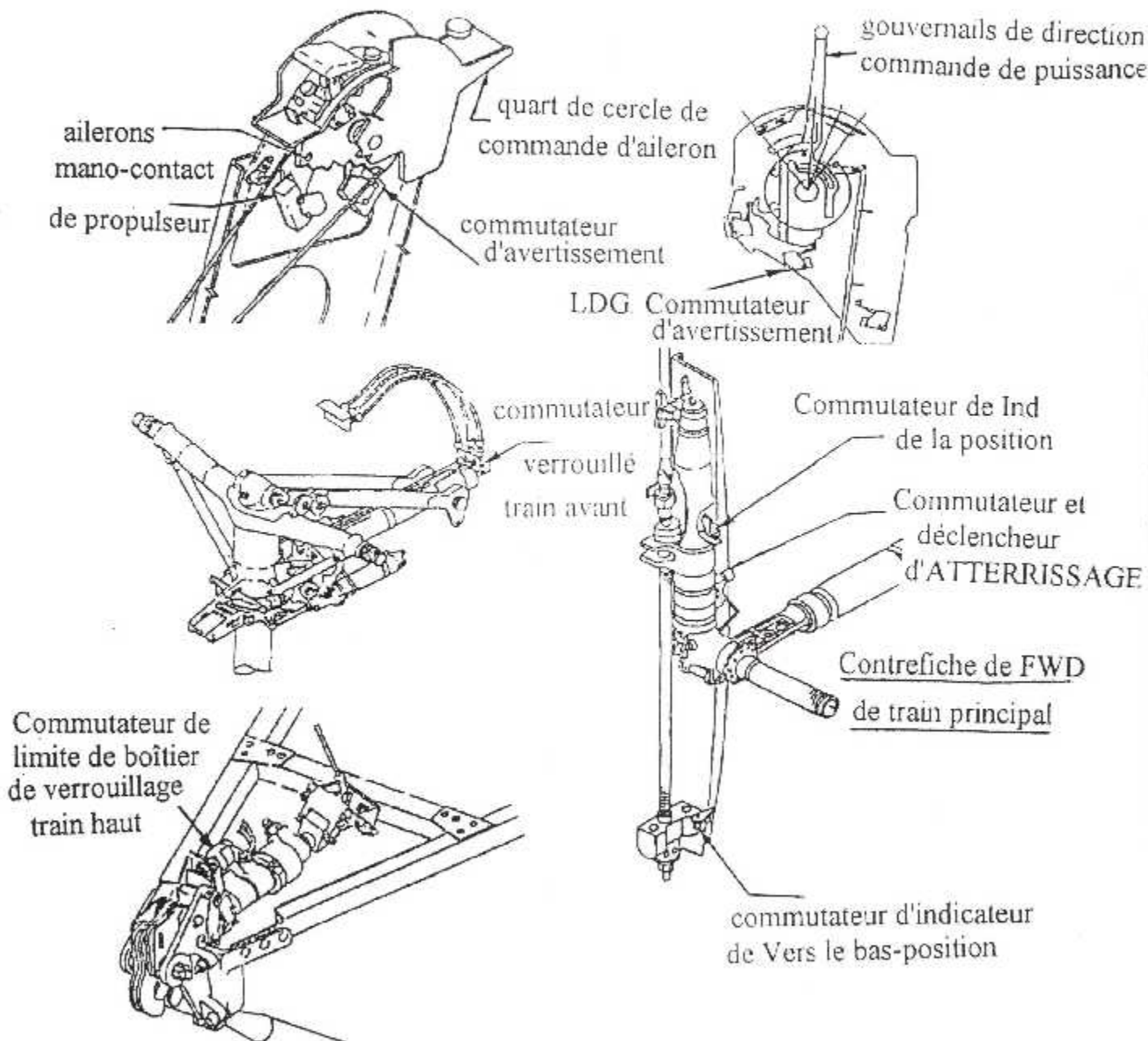
#### **b) Klaxon :**

Le klaxon se trouve dans le plafond du cockpit. Il signale que les trois trains ne sont pas complètement sortis quand :

- a) Le levier de commande des ailerons est en position 70 pour cent ou plus.
- b) ou lorsqu'un commande de puissance est retiré en **FLIGHT IDLE** ou au-delà.

Dans le deuxième cas, on peut l'arrêter en poussant un instant sur le bouton





Commutateurs de position et d'avertissement de train d'atterrissage de C.130

Figure : 24

« **HORN SILENCE** » du panneau de commande des trains. En effet, le « relais de silencieux de klaxon » fournit momentanément une alimentation aux quatre « relais de silencieux ». Celui qui correspond au moteur dont le commande de puissance est en **IDLE** s'excite, puis s'auto-excite. Il coupe la masse du klaxon.

**c) Emplacement des composants :**

aileron faire attention commutateur et commutateur de commande de puissance : dans le piédestal.

Horn relais de silener : sous le plancher du cockpit (Sta 157) dans l'axe du fuselage.

Silences relais **ENG.1,ENG.2,ENG.3 ,ENG.4** :dans le rack gauche sous le plancher du cockpit.

**II- 11. FONCTIONNEMENT GENERAL :**

**II-11.1. Conditions initiales :**

- Avion au sol.
- Levier **DOWN** – train **DOWN**.
- Pression **UTILITY**: 20 718 232 Pas.
- goupilles de sécurité.

**II-11.2. Indication de position :**

- Lampe rouge : éteinte .
- Levier verrouillé en **DOWN**.
- Pression appliquée dans des conduites **DOWN** .

**II-11.3. Décollage :**

Quand les amortisseurs avant des deux trains principaux sont

étendus, fermez le solénoïde à clef de dégagement déverrouille le levier de commande .

### **II- 12. Rentrée des trains :**

Levier de commande : **UP**.

La lampe rouge incorporée au levier s'allume immédiatement.

La control valve envoie la pression dans la conduite **UP**.

Dés que le train de nez se déverrouillé, son indicateur de position devient strié.

Il en est même pour les trains principaux dès qu'il quittent la position **DOWN**.

Quand un train principal arrive en position **UP** ou quand le train de nez se verrouille en **UP**, le voyant correspondant indique **UP**.

Lorsque les voyants indiquent tous les trois **UP**, la lampe rouge s'éteint et la valve de commande se désexcite. Elle relie le circuit hydraulique des trains avec le réservoir **UTILITY**.

Les trains principaux sont retenus en position **UP** par les freins des moteurs hydrauliques. Le train de nez est maintenu par le crochet de verrouillage **UP**.

Toutes les portes de trains sont fermés.

### **II-13. Sortie normale des trains :**

Levier de commande : **DOWN** .

La lampe rouge allumée. Indicateur de position striés.

La control valve dirige la pression vers la conduite **DOWN**.

La pression desserre les freins des moteurs hydrauliques et débloque les mâchoires de verrouillage **UP** du train de nez. Ensuite les trains descendent.

En fin de course, le vérin de commande du train de nez se bloque automatiquement.

Le verrouillage des trains principaux en position **DOWN** ne se pas produit qu'après l'atterrissage. C'est en effet par suite de la charge sur les roues que les rondelles de friction bloquent les vérins à vis.

Après sortie des trains, toutes les portes restent ouvertes, sauf la porte avant du train de nez.

La lampe rouge s'éteint dès que les trois trains sont complètement descendus (Symbole pour les trains indicateur de position ).

**Remarque :**

La valve de commande reste ouverte en **DOWN** même si on coupe son alimentation électrique.

**II- 14. Sortie des trains en cas de panne du système UTILITY :**

**a) trains principaux :**

Engager la manivelle de secours.

Tirer la poignée.

Tourner la manivelle jusqu'à ce que les vérins soient en butée. (environ 330 tours).

Pour comprimer la butée et ainsi amener le train en fin de course **DOWN**, remplacer la manivelle par une clef.

Quand l'opération est terminée, repousser la « T » poignée en position normale.

La « T » poignée débraye le moteur hydraulique et son frein. Aucune pression n'est donc nécessaire pour déverrouiller les trains principaux de la position **UP**.

**ATTENTION :**

Le train peut descendre par gravité. Ne pas essayer d'arrêter sa chute en repoussant la « T » poignée . Ce si endommagerait la boîte d'entraînement manuel.

Ne pas tirer la « T » poignée avec une force excessive. Si l'opération semble avec la manivelle

Si le train commence à descendre par gravité, retirer immédiatement la manuel avec la manivelle. En cas d'inversion intempestive du cliquet de la manivelle, celle-ci pourrait sérieusement blesser l'utilisateur.

**b) Train de nez :**

- 1) Tirer la poignée de déverrouillage manuel.
- 2) Mettre l'emergency extension valve en position **EMER**.
- 3) Actionner la pompe à main ou la pompe électrique du système **AUXILIARY** jusqu'à ce que le train se verrouille en position **DOWN**.

**Note :**

lors d'une sortie du train de nez en secours, une partie de l'huile du réservoir auxiliaire est absorbée par le vérin principal. Ce dernier refoule l'huile qu'il contenait dans la position train **UP**, vers le réservoir **UTILITY**. Après un essai du système emergency, le niveau auxiliaire sera trop bas et l'utility trop haut.

**CHAPITRE III :  
SYSTEME DE FREINAGE DES**



**TRAINS D'ATERRISSAGE**

### **III-1.GENERALITES :**

Seules les roues des train principaux sont équipées de freins. Deux circuits de freinage indépendants sont prévus :

Le circuit normal raccordé au système UTILITY.

Le circuit urgence (ou de secours) raccordé au système auxiliaire. Chaque circuit comprend un accumulateur. Celui-ci permet d'appliquer les freins quand toutes les pompes sont arrêtées ( en parking par exemple ).

En opération normale, l'effort sur les pédales détermine la pression fournie aux freins, à condition que les roues n'aient pas tendance à patiner. Dans le cas contraire, un système anti-dérapiage module automatiquement la pression autour d'une valeur maximum pour laquelle les roues sont au seul patinage.

- Lors du freinage en secours, il n'y a pas de protection contre le patinage.
- En parking, la pression peut indifféremment provenir de l'accu du système **NORMAL** ou de l'accu du système de secours.

### **III-2. DESCRIPTION :**

#### **III-2.1. freins :** ( figure 25)

Freins multirisques.

12 pistons.

12 ressorts de rappel avec système automatique de rattrapage d'usure.

une connexion hydraulique et une valve de purge au-dessus, deux valves de freinage en dessous.

Un indicateur d'usure à la partie inférieure.

-Bâti boulonné à une collerz de l'axe.

#### **NOTE :**

quand, frein appliqué, la partie normalement visible du tube indicateur d'usure devient nulle, il remplacer le frein, ( **figure25**).

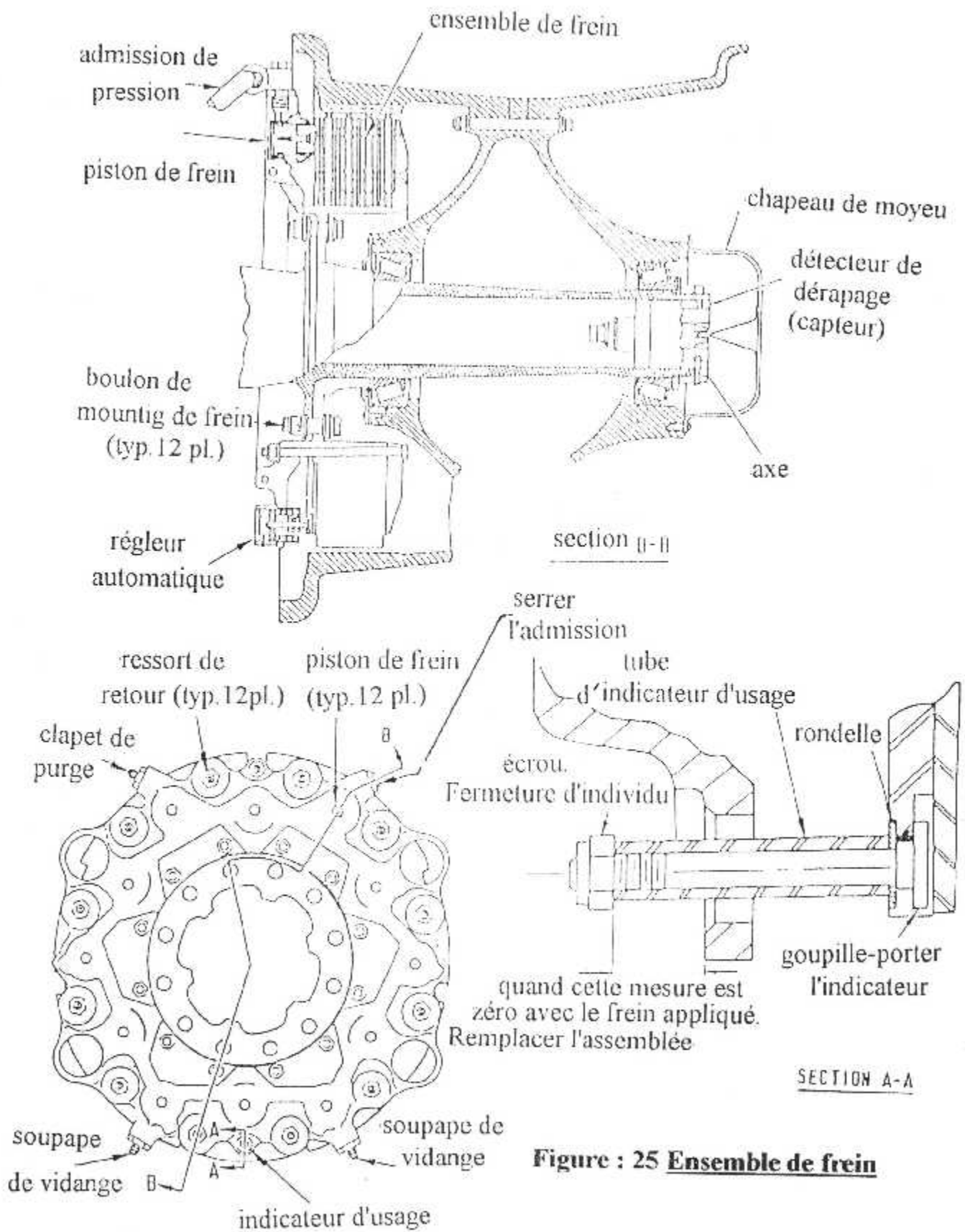


Figure : 25 Ensemble de frein



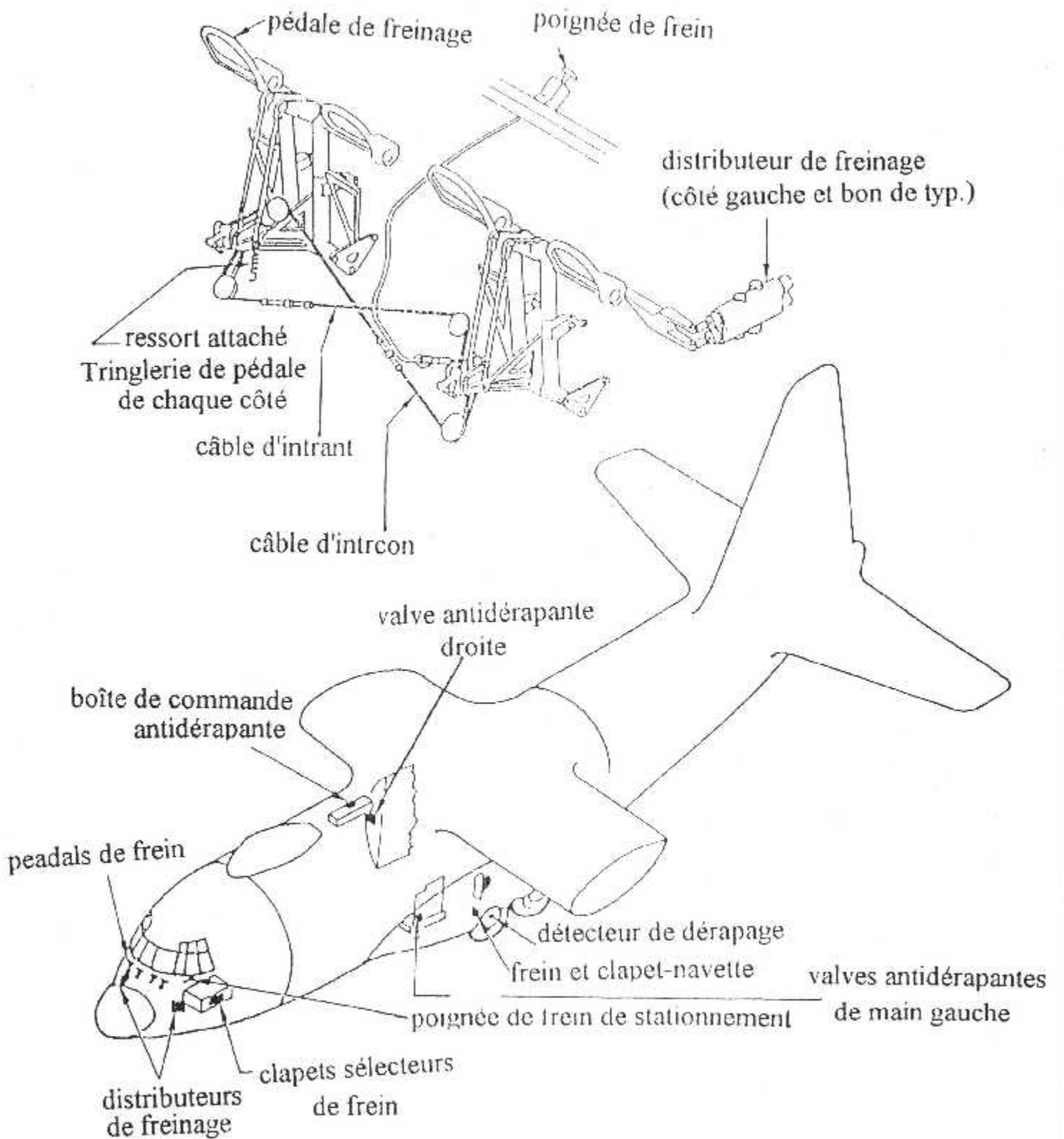


Figure : 26

localisation des éléments de système de C.130

**III-2.2. Circuit de freinage normal :**

Composants	Emplacement	Caractéristiques/fonction
Normal frein accumulateur.	Paroi droite du logement du train de nez (figure 27).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitue un réserve de fluide sous pression pour les freins, encore disponible après l'arrêt des pompes.</li> <li>• Type : piston libre. Capacité totale : 1,63 m<sup>3</sup> précharge : 10 359 116 pas.</li> <li>• Equipé d'une valve de gonflage et d'une manomètre.</li> <li>• La check valve dans la conduite d'alimentation de l'accu empêche toute décharge dans un autre circuit que celui des freins.</li> </ul>
Pression transmetteur.	Idem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmetteur de pression du type synchro (26 V.AC. 400 Hz).</li> <li>• Commande l'instrument <b>FREINS NORMAUX</b> du panneau copilote.</li> </ul>
Valve normale de sélecteur de frein.	Idem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solénoïde valve de sélection. Non excitée: système alimenté. Excité : circuit de freinage mis au retour. L'accu reste chargé</li> </ul>

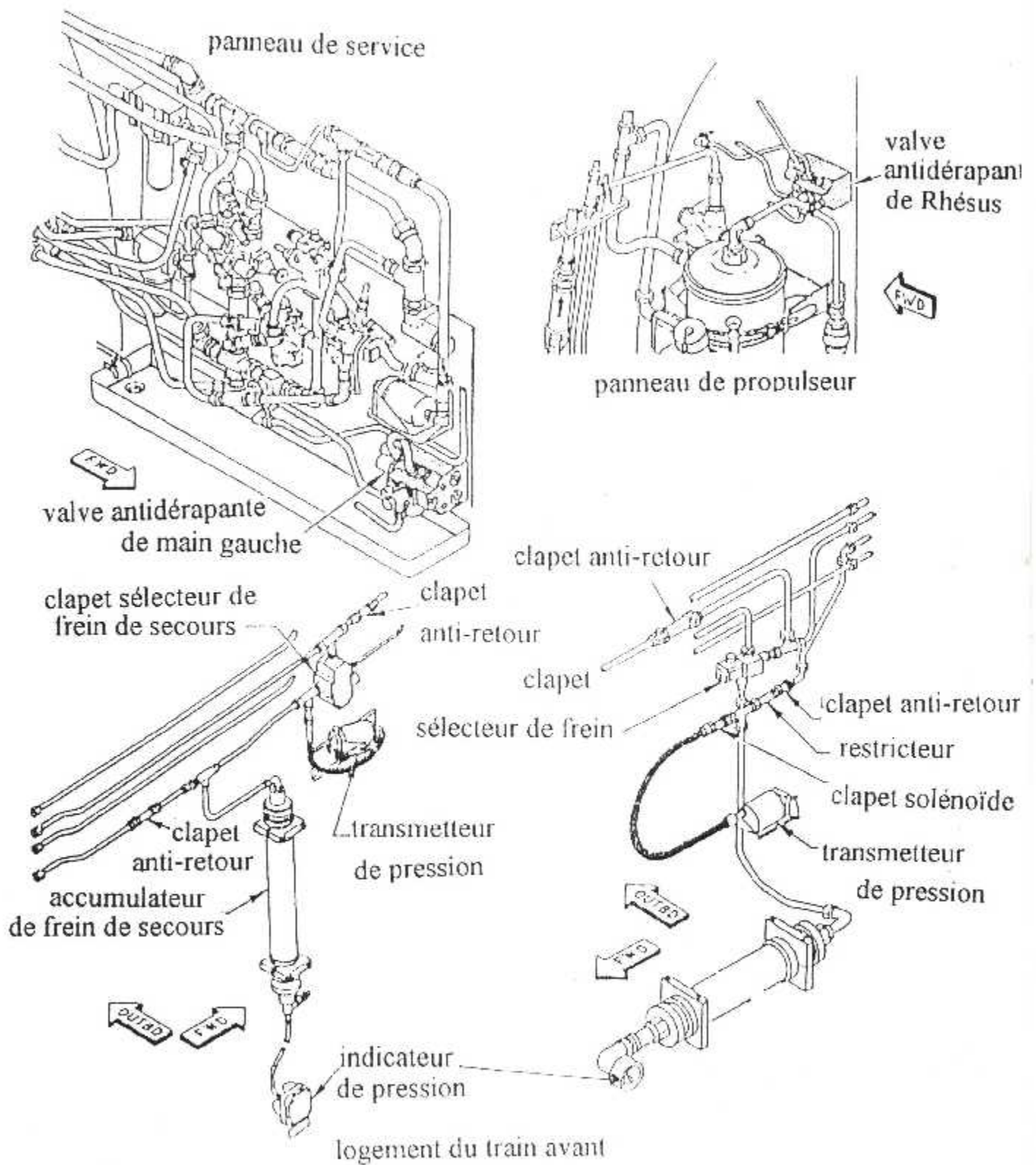


Figure : 27 Localisation des éléments de circuit de freinage

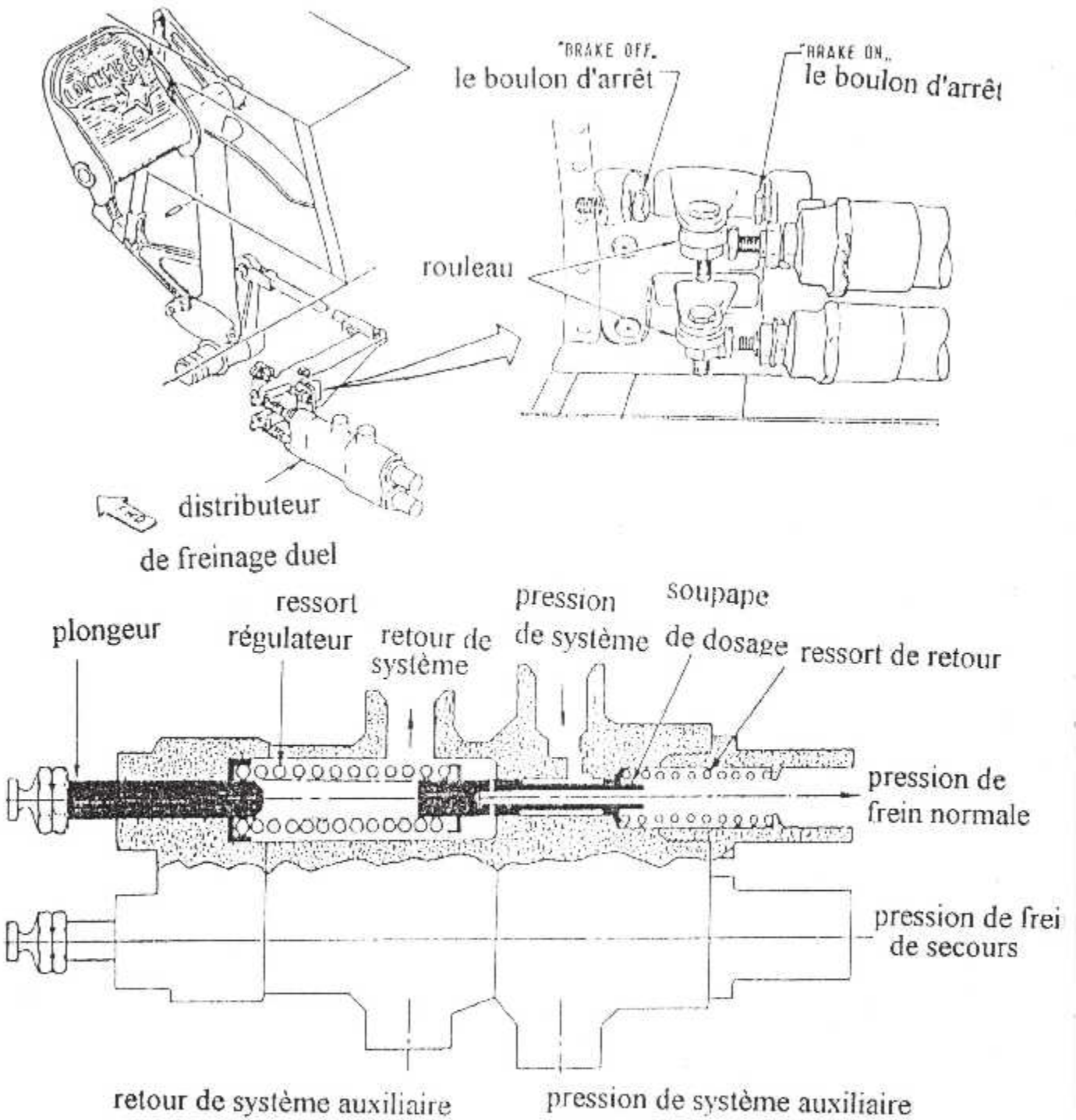


Figure : 28 distributeur de freinage.

<p>Distributeur de freinage dual (gauche et droite).</p>	<p>( figure 28)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solénoïde excité quand : levier de commande des train en <b>UP</b> ou freins sélecteur commutateur en urgence.</li> <li>• Deux tiroirs actionnés ensemble : un tiroir inclus dans le système normale, l'autre dans le système de secours.</li> <li>• Calibre la pression délivrée aux freins en fonction de l'effort exercé sur les pédales.</li> <li>• Valve gauche actionnée par les pédales gauches pilote et copilote. Commande les deux freins du train gauche.</li> <li>• Valve droite, pédales droites, train droit.</li> <li>• Trois positions caractéristiques du tiroir :             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. freins et retour interconnectés : pas d'effort sur les pédales, tiroir poussé en butée par un ressort (ressort de return).</li> <li>2. Freins et source de pression interconnectés : tiroir poussé en butée dans l'autre sens par les pédales. Effort sur le tiroir</li> </ol> </li> </ul>
--	---------------------	---

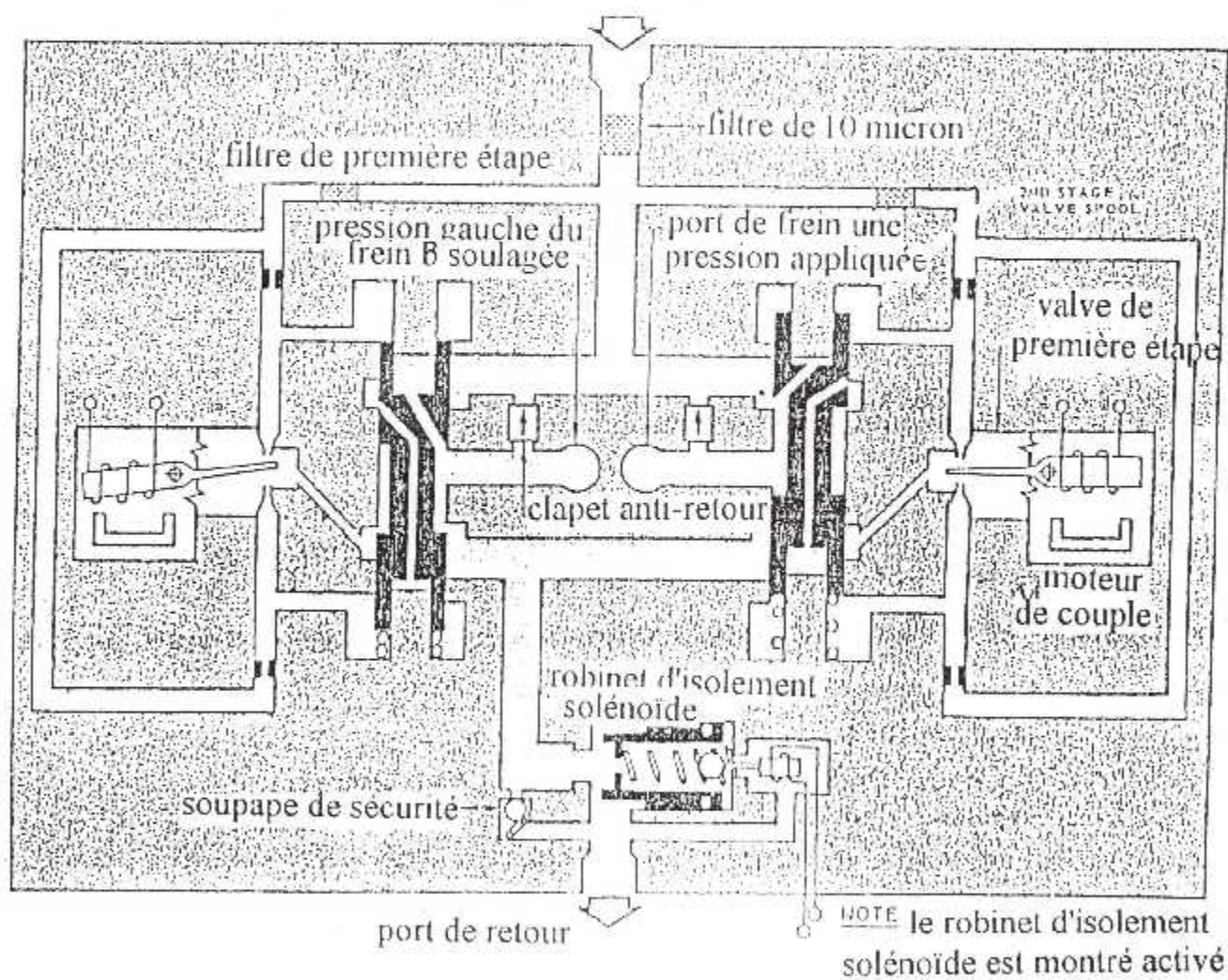
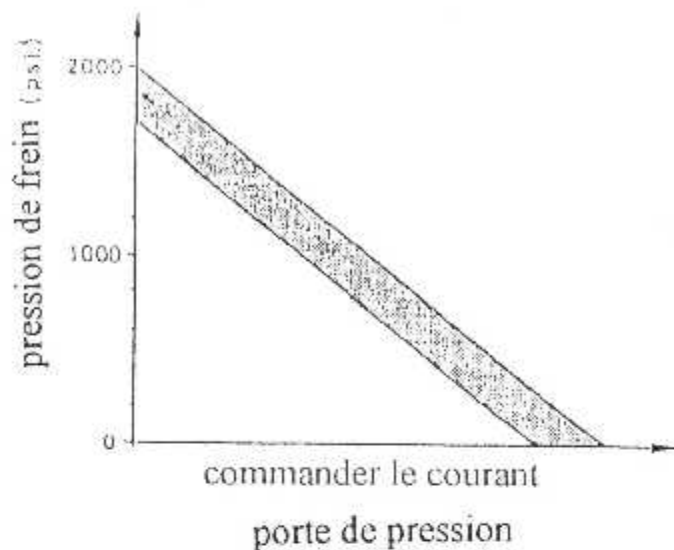


Figure :29 conjuguent valve antidérapante

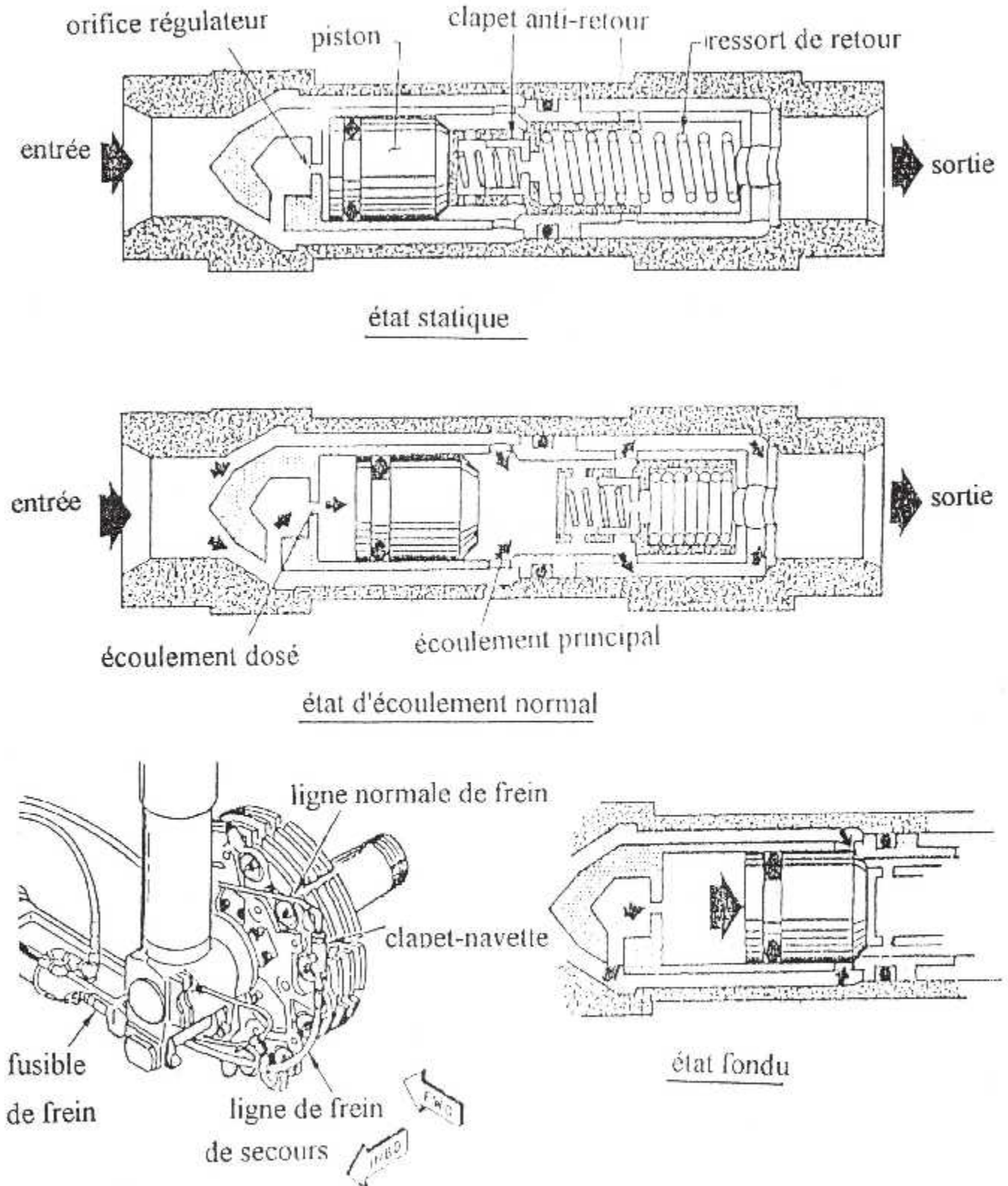


Figure : 30  
fusible hydraulique de frein de C.130

<p>Conjuguant les valves de dérapage</p>	<p>Valve gauche : panneau UTILITY. Valve droite : panneau <b>BOOSTER</b> ( figure 27)</p>	<p>limité par un ressort.</p> <p>3. Freins isolés de la source de pression et du retour : tiroir au neutre. Repoussé dans cette position par la pression freins quand celle-ci est suffisamment forte pour comprimer le ressort de commande.</p> <p>Comme la force du limite par un ressort augmente avec l'effort sur les pédales. Il en est de même de la pression délivrée aux freins.</p> <p>La butée "<b>BRAKE ON</b>" limite la pression délivrée aux freins entre 11 740 331 et 13 812 154 pas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduire la pression frein délivrée par les frein dual contrôle valves en fonction de signaux de commande provenant du système anti-dérapage.</li> <li>• Une valve double pour chaque train : une moitié par frein. Retour commun comprenant</li> </ul>
--	---	--



		<p>une chute- <b>OFF</b> valve actionnée par solénoïde.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chaque demi-valve composée de deux étages. 1 étage commandé électriquement. 2 étage commandé hydrauliquement par le premier.</li> <li>• Pour une même pression à l'entrée, la pression de sortie vers les freins est d'autant plus faible que le courant d'excitation du 1 étage est grand.</li> <li>• Pas de courant de commande : pression de sortie égale à la pression d'entrée.</li> <li>• Pendant le fonctionnement, fuite par les gicleurs du 1 étage vers le retour (solénoïde valve excitée). Fonctionnement impossible quand solénoïde valve fermée (désexcitée) c'est-à-dire quand :             <ul style="list-style-type: none"> <li>a)- Anti-dérapiage commutateur <b>OFF</b>.</li> <li>b)- Ou commutateur de sélecteur</li> </ul> </li> </ul>
--	--	--

Clapet- navettes.	Sur les freins ( <b>figure 30</b> )	<p>de frein en position <b>EMER</b>.</p> <p>c)- Ou train gauche et train droit complètement rentrés.</p> <p>d)- ou frein de parking engagé.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Connectent les freins avec le système qui fournit le plus de pression, tout en isolant les deux systèmes entre eux.</li> </ul>
----------------------	--	---

### III-2.3. Circuit de freinage de secours :

Composants	Emplacement	Caractéristiques/fonction
Accumulateur de frein de secours.	Paroi gauche du logement du train de nez ( <b>figure 27</b> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comme l'accu du système de freinage normal sauf :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacité : 3049 m<sup>3</sup> au lieu de 6098 m<sup>3</sup>.</li> <li>- Pression de gonflage : 6903000 pas au lieu de 10354500 pas.</li> </ul> </li> </ul>
Accumulateur de pression Clapet sélecteur de frein de secours.	Idem Idem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voir système normal.</li> <li>• Comme la sélecteur valve du système normal mais : valve excitée et fermée quand. Commutateur de sélecteur de frein en position</li> </ul>

<p>Distributeurs de freinage duel. Fusible hydrauliques.</p>	<p>Sous le contrefiche de couple des trains.</p>	<p><b>NORMAL.</b> Aucune dépendance du levier de commande des trains.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voir système normal.</li> <li>• Un fusible par frein.</li> <li>• Limitent la quantité de fluide perdue lors de l'application des freins en cas de fuite importante en aval (conduite flexible rompue par exemple).</li> <li>• Le piston du fusible se déplace tant qu'il y a un débit vers le frein ( le débit par l'orifice de mesure – doser orifice est proportionnel au débit vers le frein) si le débit vers le frein persiste pendant un temps plus long que le temps normal, le piston arrive en butée et coupe l'alimentation du</li> </ul>
--	--	--

		<p>frein. Le ressort ne ramène le piston dans sa position d'origine que si la pression en amont tombe à 34530 pas ou moins.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passage toujours libre en sens inverse, facilité par l'ouverture d'une check valve.</li> </ul>
--	--	---

**Remarque :**

Lorsque les deux clapets sélecteurs de frein sont désexcités, les deux parties de chaque distributeur de freinage duel sont alimentées. Pour une même position des pédales, l'effort de commande est le double de l'effort normal.

**III-2.4. Frein de parking : ( figure 26)**

- poignée de commande à l'avant à droite du pilote de bâton.
- Pour engager le frein de parking :
  1. Actionner les pédales de freins coté pilote.
  2. Tirer la poignée du frein de parking.
  3. Relâcher les pédales.

Un arrêt mis en place par la poignée empêche les pédales de revenir complètement la pression aux freins est de l'ordre de 9 668 508 pas.

pour relâcher le frein de parking, appuyer momentanément sur les pédales. Un ressort écarte la butée et ramène la poignée en position **OFF**.

### **III-2.5. Système anti-dérapage :**

#### **III-2.5.1.Principe :**

Le système considère qu'une roue patine quand elle décélère à un taux supérieur au taux de décélération maximum de l'avion. dans ce cas, il réduit la pression de freinage proportionnellement à l'excès de décélération.

Après disparition du patinage, il rétablit la pression à une valeur un peu inférieure à celle qui a causé le patinage. Cette nouvelle pression est d'autant plus faible que l'amplitude et jusqu'à ce qu'une nouvelle tendance au patinage apparaisse.

Si les conditions de la piste sont telles que au début du freinage, les roues patinent pendant un temps relativement long, le système réduit lui-même le niveau de la décélération maximum de l'avion.

#### **III-2.5.2. Protection roue bloquée :**

Si une roue s'arrête complètement alors que les autres tournent, le système relâche complètement le frein de la roue bloquée. Il ne le rapplique que lorsque la roue a repris une vitesse équivalent à celle des autres roues.

Le système de protection roue bloquée est automatiquement hors circuit quand la vitesse de l'avion est inférieure à 28 km/h. Il ne risque donc pas s'opposer à l'application des freins lors d'un virage serré à basse vitesse.

#### **III-2.5.3.Protection à l'atterrissage :**

Un circuit empêche l'application des freins tant les amortisseurs des trains principaux sont étendus.

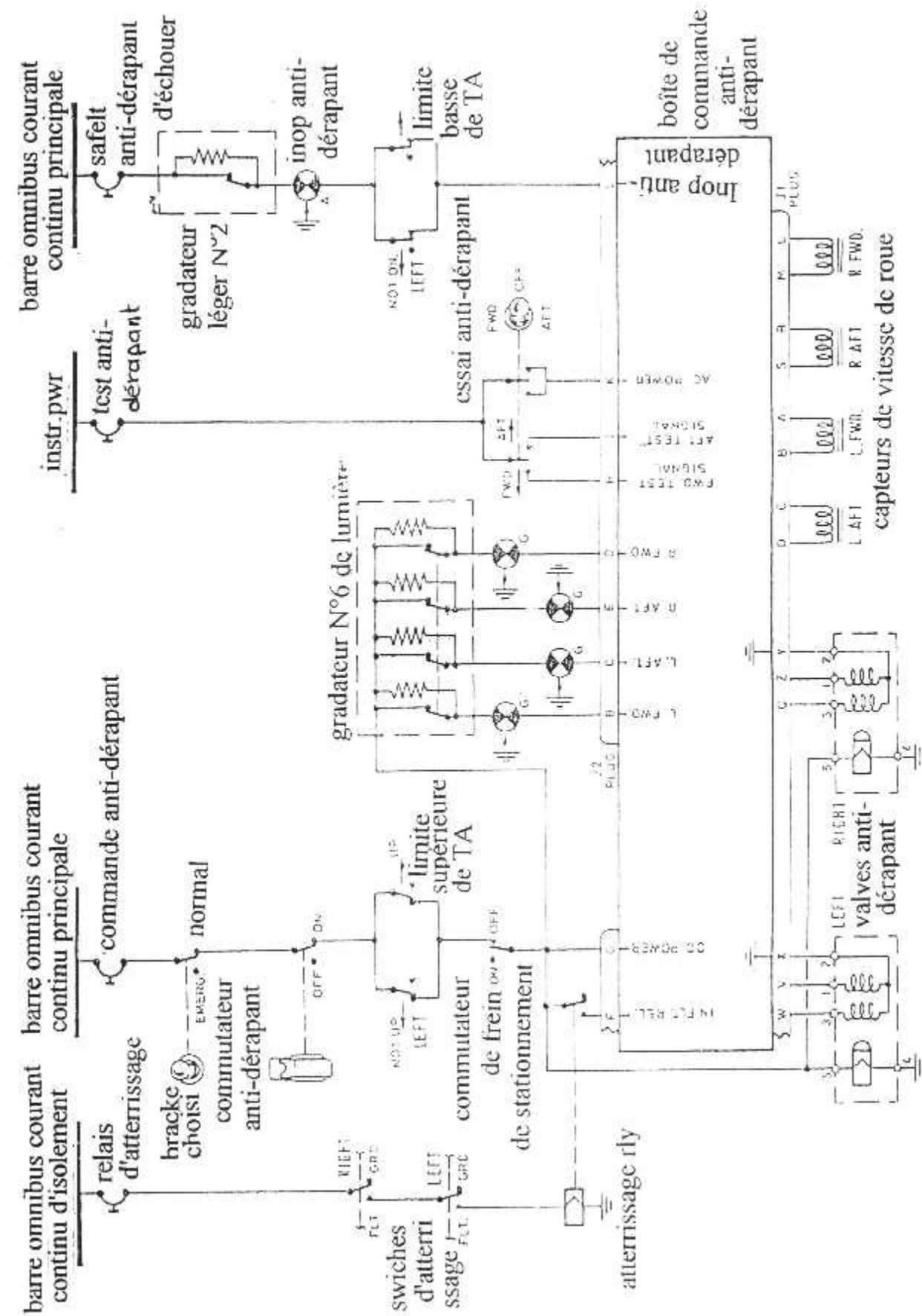


Figure : 31 SCHEMA - DU SYSTEME ANTI-DEPART DE C-130

**III-2.5.4.Description :**

Composants	Fonction / caractéristique
Capteurs de vitesse roue.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmetteurs de vitesse des roues (1 dans l'axe de chaque roue).</li> <li>• Fournissent une tension alternative dont la fréquence est Proportionnelle à la vitesse des roue. Alimentés en courant continu par l'intermédiaire de la boite de commande.</li> </ul>
Boîte de commande anti- dérapant.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boite de commande. Voir localisation (page 26)</li> <li>• Règle le courant de commande des deux dual anti-dérapage valves en fonction des signaux fournis par les transmetteurs de vitesse des roues.</li> <li>• Les circuits de commande sont réalisés au moyen de 4 cartes distinctes (1 par roue ).</li> <li>• Contient aussi une carte de test et de détection de panne (commande des lampes de test et de la lampe anti-inop de dérapage).</li> <li>• Alimentation DC pour le fonctionnement normal .</li> <li>• Conditions : voir schéma (figure 31 ) Alimentation AC supplémentaire pour le test du système.</li> <li>• Commande l'alimentation de la boite. Situé sur le</li> </ul>

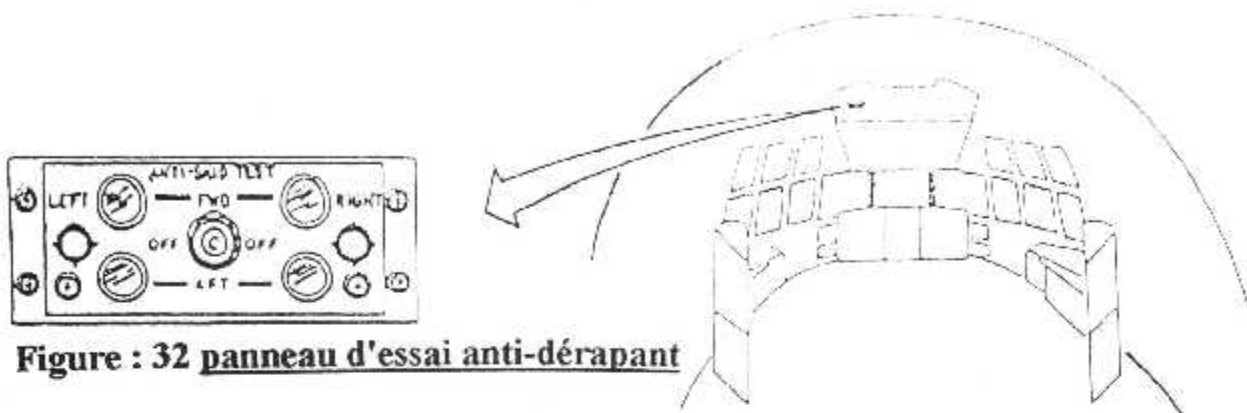
anti-commutateur de dérapage.	panneau copilote (panneau de commande de système hydraulique).
Commutateurs de limite train rentré.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coupent automatiquement l'alimentation DC de la boîte quand les deux trains principaux arrivent en position full UP (complètement rentré).</li> </ul>
Commutateurs de limite train sorti.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déconnectent la lampe anti- inop de dérapage lors de la rentrée des trains.</li> </ul>
relais d'atterrissage.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excité en vol, quand les amortisseurs des deux trains principaux sont étendus.</li> </ul> <p>Le signal qu'il envoie à la boîte entraîne le relâchement complet des freins à condition que les 4 roues soient arrêtées.</p>

### III-2.6.Système de test :

Quatre lampes et un commutateur de test sur l'aérien panel.

Toute lampe de test allumée indique que le courant d'excitation de l'anti-dérapage valve correspondante dépasse un certain niveau.





**Figure : 32 panneau d'essai anti-dérapant**

### **III-2.6.1. Test dynamique du système qui limite la décélération des roues :**

- Conditions :
1. Avion au sol (amortisseurs des trains principaux comprimés).
  2. anti commutateur de dérapage : **ON**.
  3. commutateur de sélecteur de frein : **NORMAL**.
  4. Frein de parking : lâché.

Dans ces conditions les quatre lampes sont éteintes avant de faire le test.

#### **Test :**

- a) pousser le commutateur de test sur **FWD** puis le relâcher.

Si le système fonctionne normalement, les lampes **FWD LEFT** et **FWD RIGHT** doivent s'allumer momentanément.

En actionnant le commutateur sur **FWD**, on envoie un courant alternatif dans les transmetteurs de vitesse des roues avant des deux trains, ce qui simule la rotation des roues. a l'instant ou on relâche le commutateur, tout se passe comme si les roues avant décéléraient rapidement.

Le circuit envoie une impulsion de courant dans les anti-dérapiage valves correspondantes, ce qui se manifeste par l'allumage des lampes **FWD** pendant un court instant.

b) Actionner momentanément le commutateur de test sur l'arrière. Les lampes arrière, doivent s'allumer un court instant quand on lâche le commutateur.

### **III-2.6.2. Teste avant l'atterrissage :**

Condition : 1. train sortis, roues arrêtées.

2. A/S commutateur : **ON**.

3. commutateur de sélecteur de frein : **NORMAL**.

4. frein de parking lâché.

5. amortisseur des train principaux complètement étendus.

Avant de faire le test 4 lampes sont allumées. En effet, le relais d'atterrissage commande l'excitation maximum des anti- dérapage valves, car les 4 roues sont arrêtées.

#### **Test:**

a) Test commutateur sur **FWD**. les 4 lampes doivent s'éteindre. On simule en effet la rotation des roues avant. Le signale de commande du relais d'atterrissage est donc surpassé.

b) relâcher le teste de commutateur.

Les lampes **FWD LEFT** et **FWD RIGHT** s'allument momentanément, puis après 2 à 3, les 4 lampes s'allument.

En relâchant le commutateur de test, on simule l'arrêt progressif des roues avant. La décélération Simulée dépasse momentanément le seuil autorisé. les lampes **FWD** s'allument momentanément.

Après 2 à 3 secondes, le signal vitesse roues est complètement annulé. Le relais d'atterrissage commande à nouveau l'excitation maximum des 4 anti-dérapiage valves. Les 4 lampes s'allument.

c) faire le même test en poussant le test commutateur un instant sur l'arrière.

**NOTE:**

Le test commutateur abaisse le seuil de commande au-delà duquel les lampes de test s'allument. C'est pourquoi elles s'allument lors du test dynamique du système. Quant le commutateur de test est en position **OFF**, elle ne s'allument que si les anti-dérapiage valves reçoivent un signal de commande maximum (avant d'atterrir ou roue bloquée).

**III-2.6.3. Système de détection et d'avertissement de panne:**

Un circuit logique allume les lampes anti-inop de dérapage sur le panneau de commande du système hydraulique quand, trains sortis :

a) L'alimentation **DC** de la boîte est coupée, c'est-à-dire :

- briseur « control anti-dérapiage » tiré.
- Ou commutateur de sélecteur de frein en urgence
- Ou anti- commutateur de dérapage au loin.
- Ou frein de stationnement s'engagent.

b) Ou circuit d'une anti-dérapiage valve ouvert.

c) Ou circuit d'un transmetteur de vitesse ouvert.

### accu normal de frein

- prech 1500 psi
- Cu total du chapeau 100 cu-in
- loction bon côté du nez w.w.

### note

les composants gauches et droits de circuit de freinage sont identiques

### frein normal choisi.

- solénoïde V.

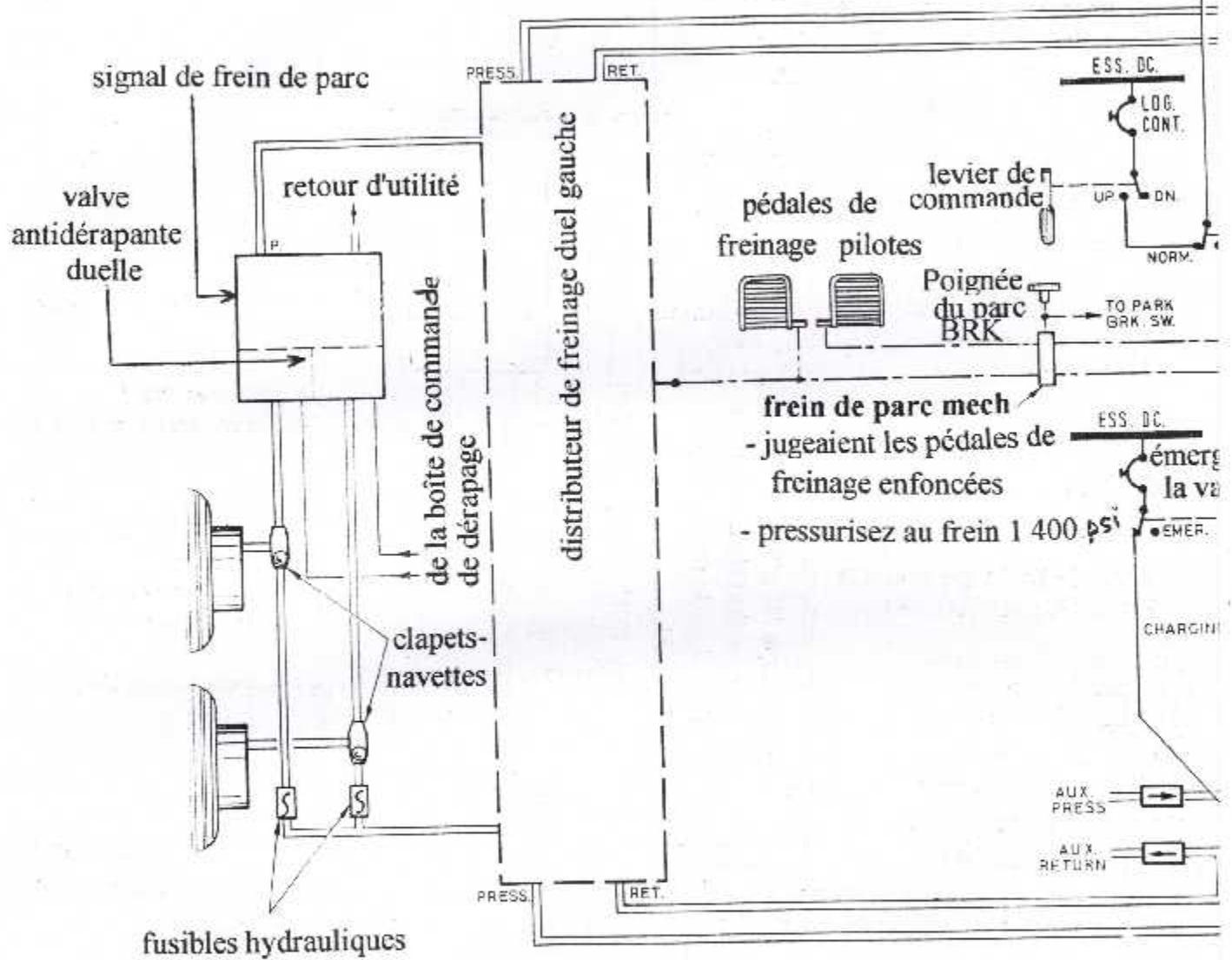
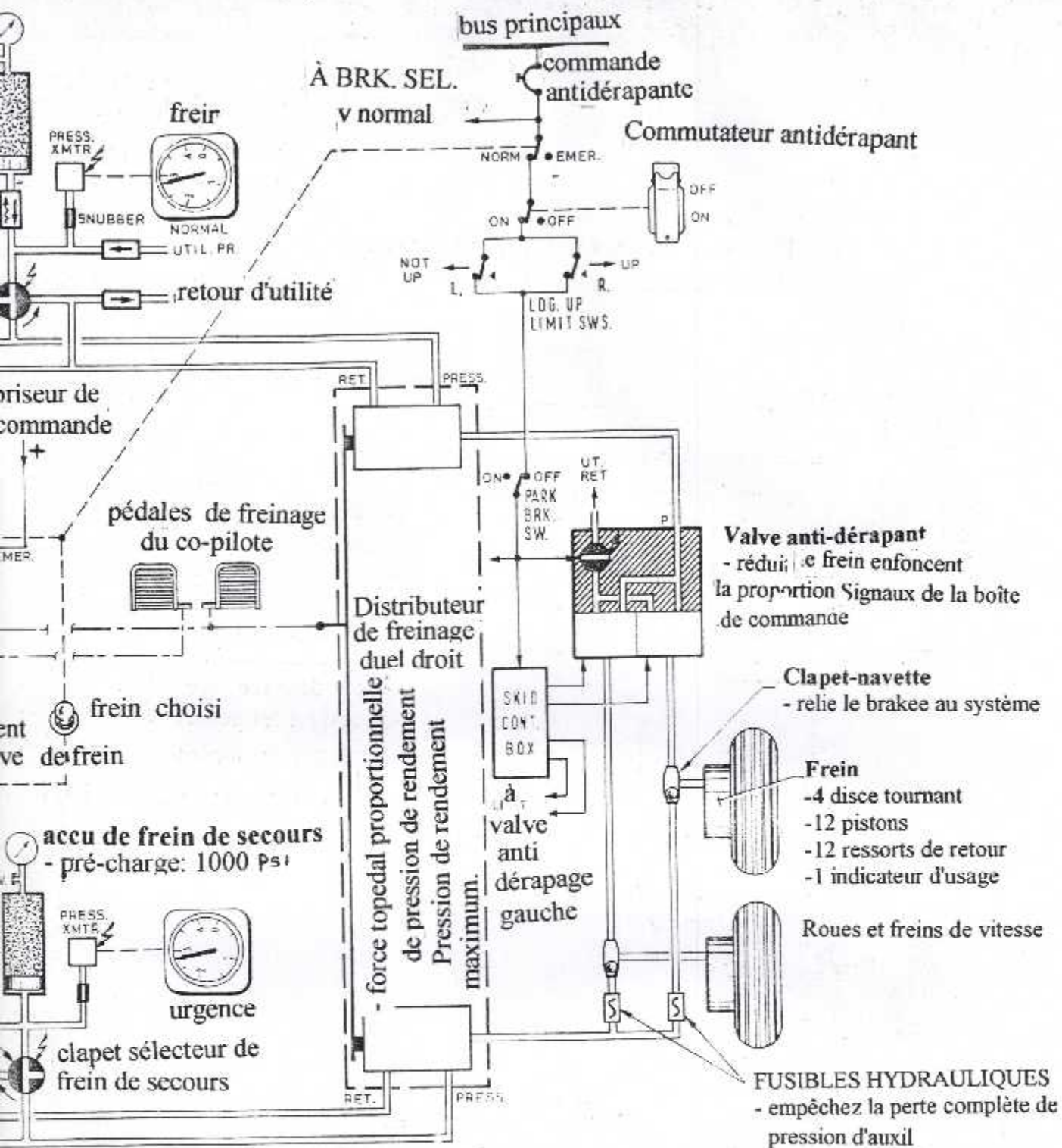


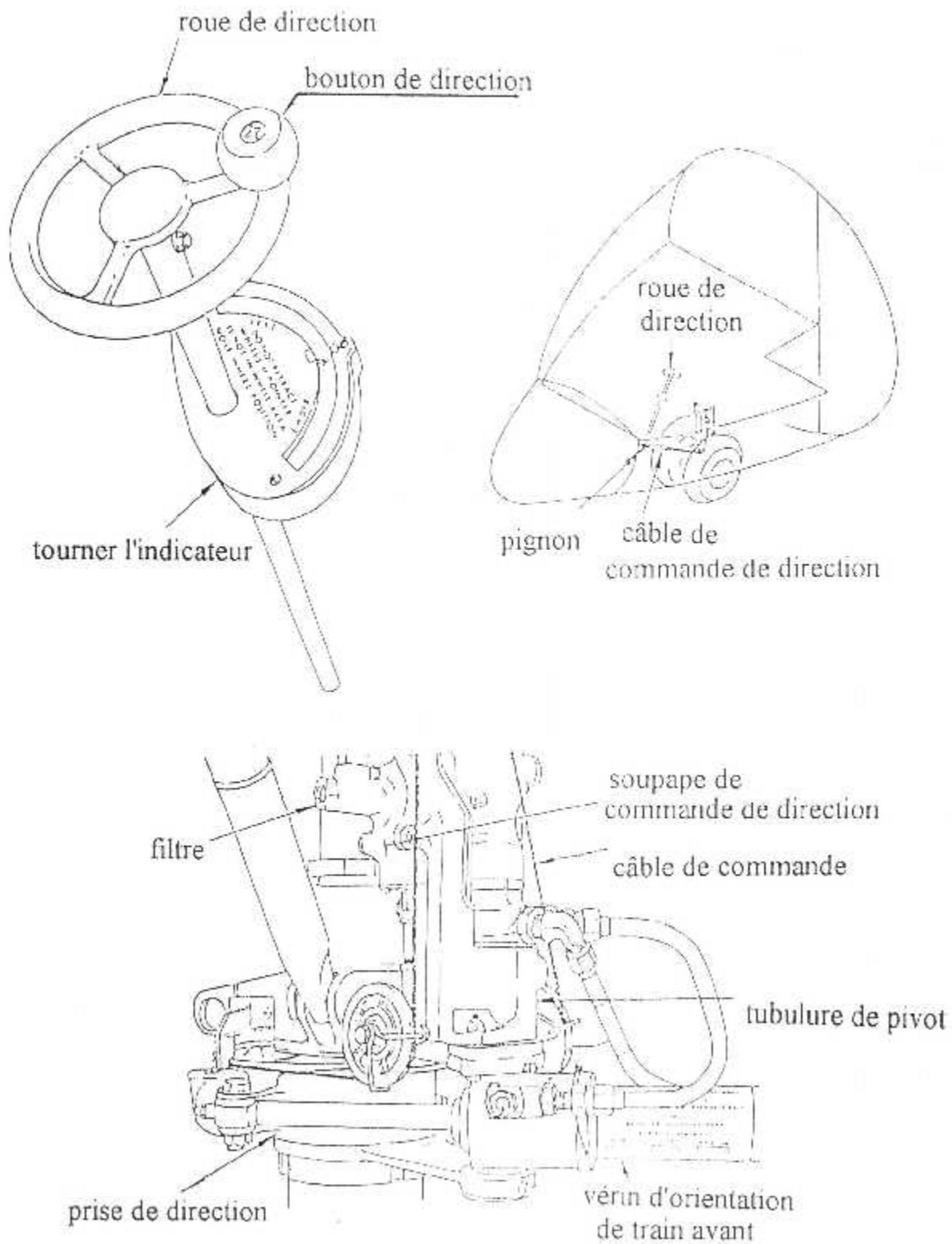
Figure : 33 C.130



**CIRCUIT DE FREINAGE HYDRAULIQUE**

**Remarque:**

Les trains d'atterrissage **DOWN** limite commutateur déconnectent la lampe anti- inop de dérapage dès que les trains commencent à rentrer tandis que les **UP** limite commutateur ne coupant l'alimentation de la boîte que lorsque les trains sont complètement rentrés. La lampe reste donc éteinte on rentre les trains.



**Figure : 34** composants de commande de direction du train avant





**IV-1. GENERALITES.**

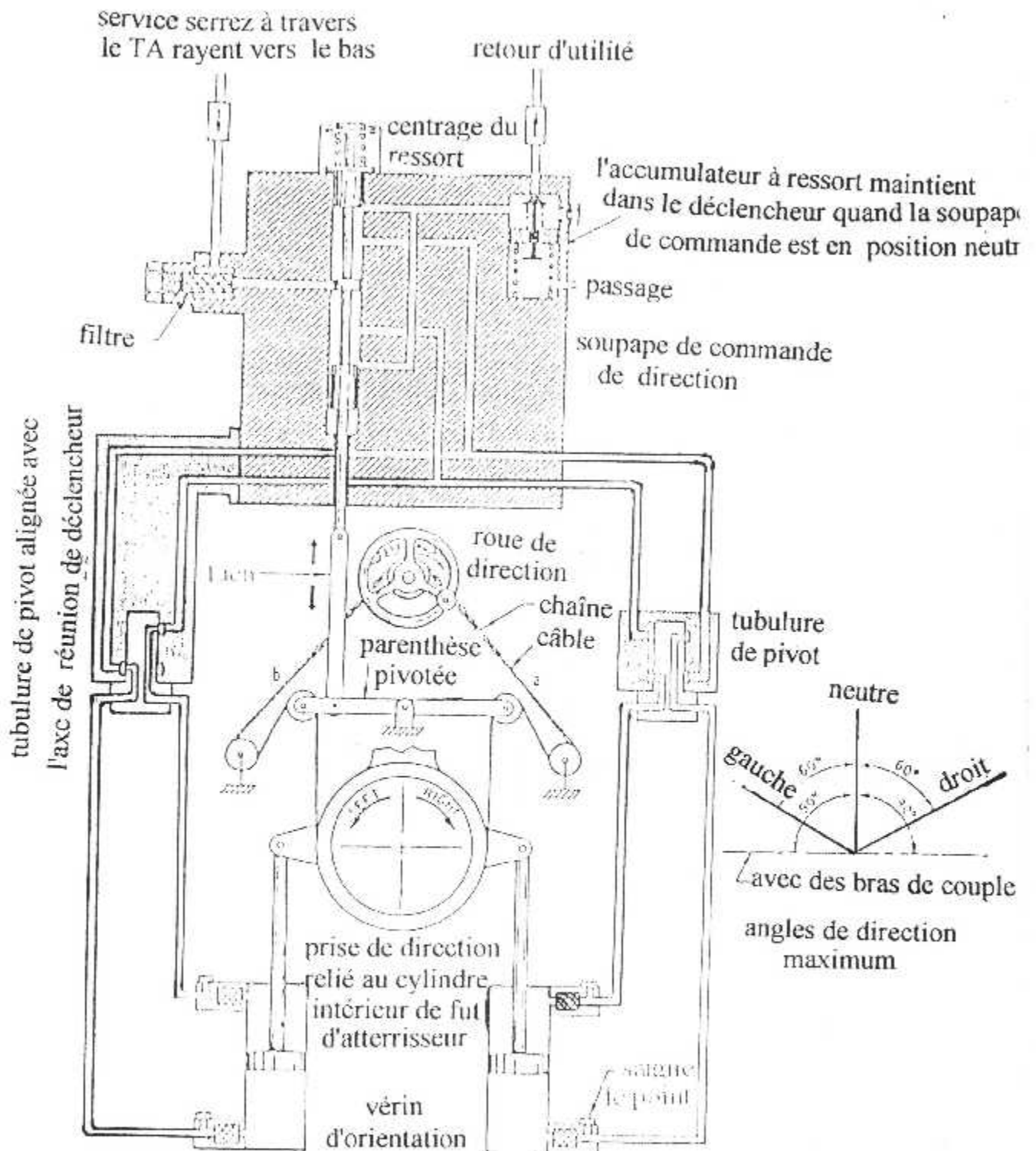
les roues de nez peuvent pivoter de 60° de part et d'autre du neutre. Le système de direction est hydraulique. Il est alimenté par le système **UTILITY** par l'intermédiaire de la conduite **DOWN** des trains.

Le volant de commande se trouve à l'avant gauche du cockpit.

En vol, quant l'amortisseur du train de nez est étendu, des cames maintiennent automatiquement le système de direction au neutre :

**IV-2. DESCRIPTION: (Figure 36)**

composants	Caractéristique/ fonction
Cylindre de direction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vérins hydraulique(2)installés à l'arrière de l'amortisseur.</li> </ul> <p>Le cylindre est supporté par un tourillon. Le piston actionne un collier de direction (prise de direction) relié au piston de l'amortisseur par un compas.(arme de couple).</p>
Plis Mani de pivot	<ul style="list-style-type: none"> <li>• raccords tournants entre les vérins et la valve de commande. Alignés avec les tourillons des vérins.</li> </ul>
Soupape de commande de direction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• valve de commande à tiroir comprenant:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>un ressort de centrage.</li> <li>un petit accumulateur.</li> </ul> </li> </ul> <p>au nature, le tiroir coupe l'alimentation des vérins et met ceux-ci en communication avec l'accu .</p> <p>L'accu absorbe ou fournit du fluide sous pression aux vérins pour combattre le shimmy</p>



**Schéma de commande de direction de train avant de C 130**

**Figure : 35**

Mécanisme de commande	<p>La pression interne de l'accu est limité à 72 418Pa</p> <p>Quand cette limite tend à être dépasser, un soupape s'ouvre et le surplus de fluide hydraulique retourne au réservoir .</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• l'axe du volant porte une roue dentier sont extrémité inférieure point de mouvement est transmis à la valve de commande par un chaîne puis par deux câbles . ceux-ci sont attacher au collier de direction.</li><li>• Un indexe sous le volant indique l'écart du volant et donc aussi des roues par rapport à la position neutre .</li></ul>
-----------------------	---

### IV-3. DIRECTION DE ROUE AVANT :

#### **a) Centrage de roue avant:**

Le système de centrage de la roue avant comprend deux ensemble cylindriques pistons montés concentriquement et un clapet anti-retour.

Le cylindre extérieur est continuellement alimenté par une pression d'air de 6 903 000Pa. Cette pression d'air peut atteindre le cylindre inférieur par forage.

Le fond du cylindre extérieur est fixée sur un pivot monté le boîtier réducteur du moteur. La tige du piston du cylindre intérieur pivote sur un axe monté sur la partie supérieure du train avant.

Lorsqu'une pression d'air est appliquée sur les pistons, la roue est centrée et reste ainsi jusqu'à ce que l'un ou l'autre de ces pistons soit repoussés par la force prépondérante exercée par le moteur en fonctionnement .

De plus, le retour au neutre de la roue avant est favorisé par montage même de la roue, en arrière du point de rotation de la partie pivotante.

**b) Source d'alimentation:**

L'air nécessaire au fonctionnement de la direction de roue avant est piqué sur la tuyauterie de circuit de train (6 903 000 Pa). Cette pression est utilisée pour le fonctionnement de système de retour dans l'axe et celui de l'embrayage pneumatique du moteur de direction .

Le système de retour dans l'axe reste alimenté tant que le circuit de train reste sous une pression normale. Un clapet anti-retour maintient la pression à l'intérieur du système de panne sur ce circuit d'alimentation .

L'embrayage est alimenté à travers une valve de contrôle. Cette valve, ainsi que celle du distributeur est ouverte lorsque l'interrupteur de commande de direction est sur sa position "ON".

La pression d'alimentation de 6 903 000 Pa est abaissée à 690 300 Pa, par un réducteur de pression, avant sons admission au distributeur .

Les pressions d'alimentation ne peuvent être utilisables que si les trois conditions suivantes réalisants:

appareil au sole (micro-contact de l'amortisseur du train gauche actionné).

Interrupteur de commande de direction de roue avant sur la position "ON".

Roue avant placée sous un angle inférieur à  $60^\circ$  (interrupteur de braquage maximum ).

**IV-3.2. fonctionnement du circuit de direction de roue avant :**

**a) Direction "au repos":**

le fonctionnement de la direction de roue est interdit lorsque son interrupteur de commande est sur la position "OFF".

Le système de retour dans l'axe reste alimenté par le circuit du train et la roue est centrée.

Les valves de contrôle de direction et d'embrayage sont désexcitées et coupent donc toute alimentation de ces accessoires. Le moteur pneumatique es déconnecté du boîtier de réduction .

La valve d'asservissement est à la position neutre et le moteur est mise à air par sa valve de contrôle .

**b) Direction " en fonctionnement ":**

Lorsque l'interrupteur de commande est placé sur "ON" la valve de contrôle de direction est excitée et une pression d'air de 690 300 Pa, (à travers un réducteur de pression de 6 903 000-690 300 Pa), est admise à la valve d'asservissement

De plus, la valve d'embrayage et une pression de 6903 000 Pa peut agir sur le piston de d'embrayage. Le piston comprime son ressort et le moteur alors couplé sur sa bote de réduction .

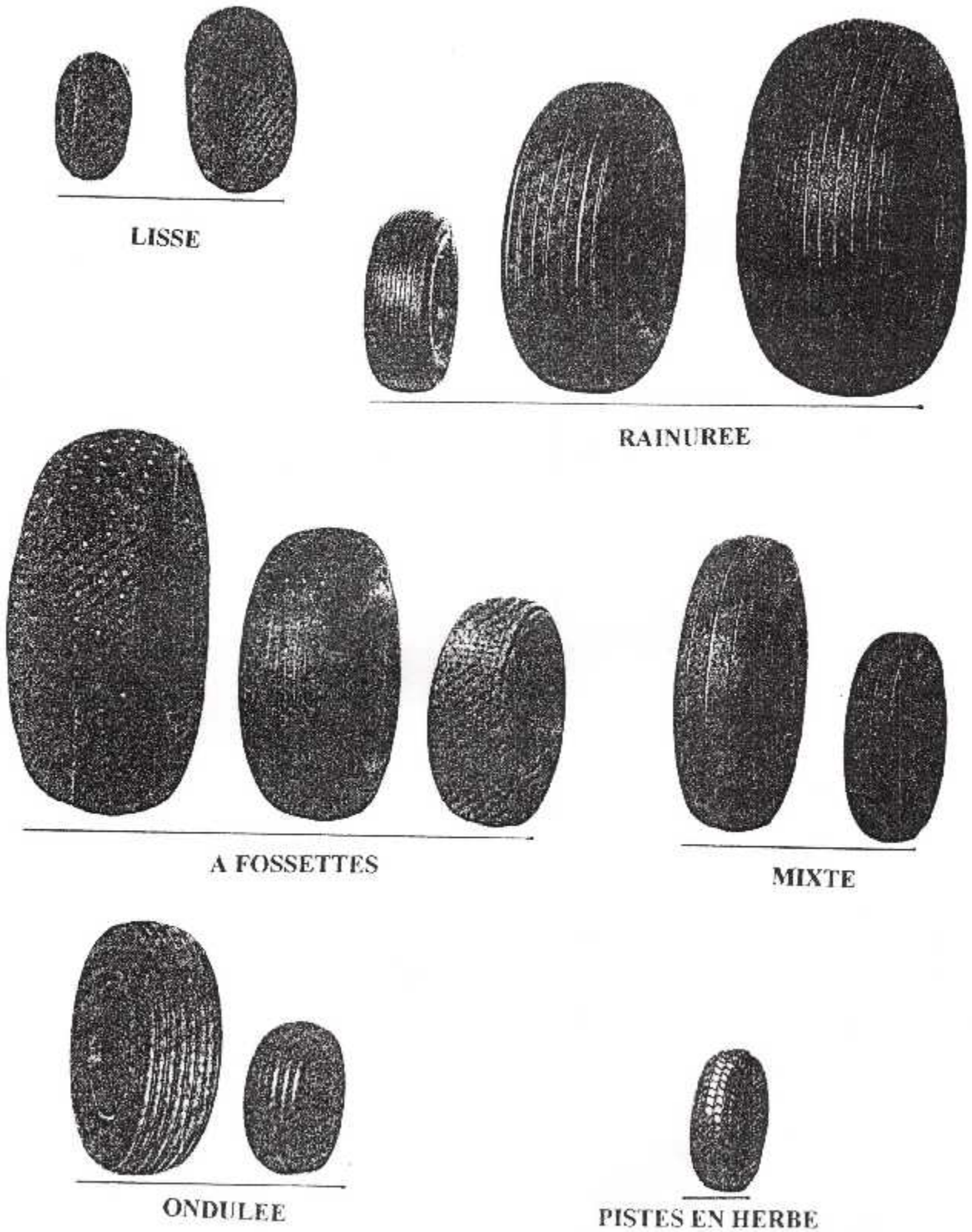
Une manœuvre sur un des volants du poste de pilotage fera tourner le tambour de la valve d'asservissement. Son galet se déplacera dans sa rampe et son bars entraînera un des clapets du distributeur vers l'ouverture .

La pression d'air pourra alors atteindre le moteur de direction à travers sa valve de contrôle . le sens de rotation du moteur dépendra de l'ouverture de l'un ou l'autre des clapets du distributeur.

Le mouvement de la partie pivotant de la roue avant crée le déplacement d'un axe centré monté sur la partie supérieure de système de direction. Ce déplacement est retransmis au circuit d'asservissement au moyen

Figure : 36

BANDES DE ROULEMENT



d'un glissière denté coulissant à l'intérieur de l'axe relevage du train. Tout déplacement de l'axe excentré agit sur la glissière dentée, laquelle entraîne le pignon du système d'asservissement. De ce fait, lorsque la valeur de l'angle sélectionné est atteinte, les clapets du distributeur se retrouvent fermés et la roue reste braquée à l'angle pré sélectionné.

Lorsque l'angle maximum de braquage est atteint,  $60^\circ$  de part et d'autre du neutre de la roue, les contacts de l'interrupteur de débattement maximum s'ouvrent et la valve de contrôle du distributeur se ferme, d'où arrêt d'alimentation du moteur de direction.

Lorsque l'appareil a décollé, le micro-contact d'amortisseur de train principal gauche n'est plus actionné.

**c) Maintien de l'angle sélectionné:**

Le système d'asservissement permet à la direction de roue de conserver l'angle de braquage présélectionné. Toute action extérieure tendra à déplacer le système d'asservissement, et à provoquer l'ouverture d'un des clapets du distributeur, mais celui-ci se refermera toujours, pour que le volant de commande ait été maintenu sur sa position initiale.

**d) Retour au neutre:**

Lorsque le volant du poste de pilotage est repositionné au neutre, une séquence inversée se produira. De plus, le retour au neutre, où un angle plus petit de la roue avant sera aidé par le montage excentré de la roue par rapport à son pivot.

Toute tendance au shimmy est absorbée par le système de retour dans l'axe.

Les faibles déplacements accidentels de la direction de roue avant sont absorbés par les disques multiples du système d'embrayage.

#### **IV-4.RECHAPAGE:**

##### **IV-4.1. Dommage:**

Dégradation des caractéristiques d'un élément.

##### **a) Dommage potentiel:**

Quant l'élément effectuer indique la probabilité d'un dommage fonctionnel.

##### **b) Dommage fonctionnel:**

Quant l'élément effectuer ne satisfait plus aux conditions d'utilisation pour les quelles il à été dimensionné ( dans un intervalle).

##### **1- Pneu en coupe : (Figure 37)**

AC: potentiel du pneu

OD: structure du pneu.

On a augmenté sur le point C ( épaisseur > point C ) change les caractéristiques du pneu.

A: Potentiel neuf ( rechapée)

B: usure admissible ( ici fourni rechapage)

C: usure limite

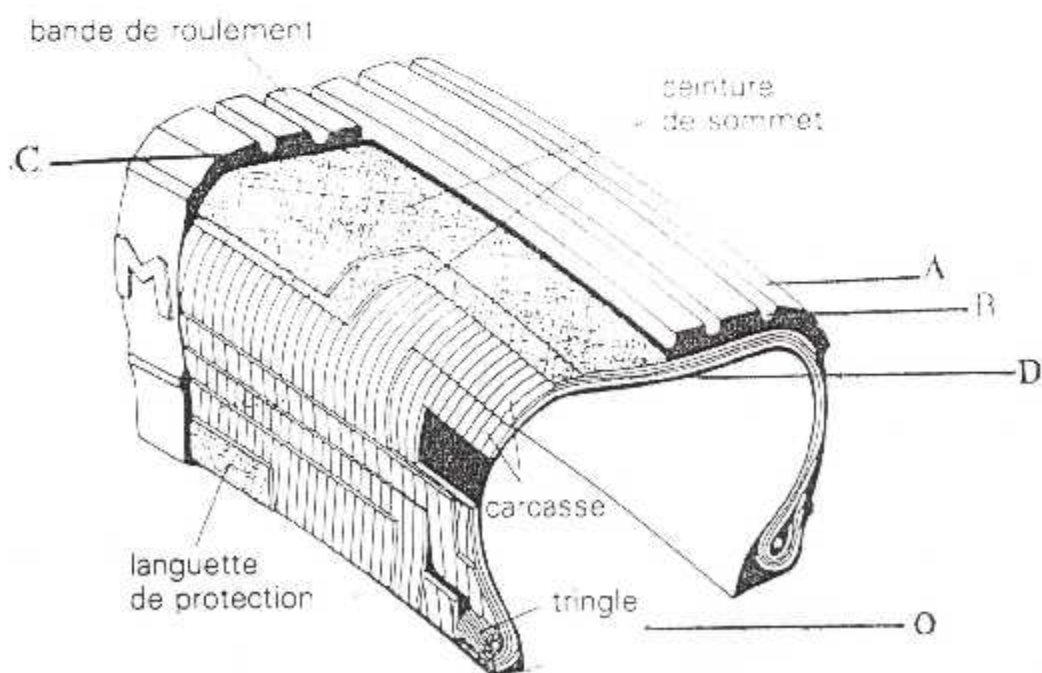
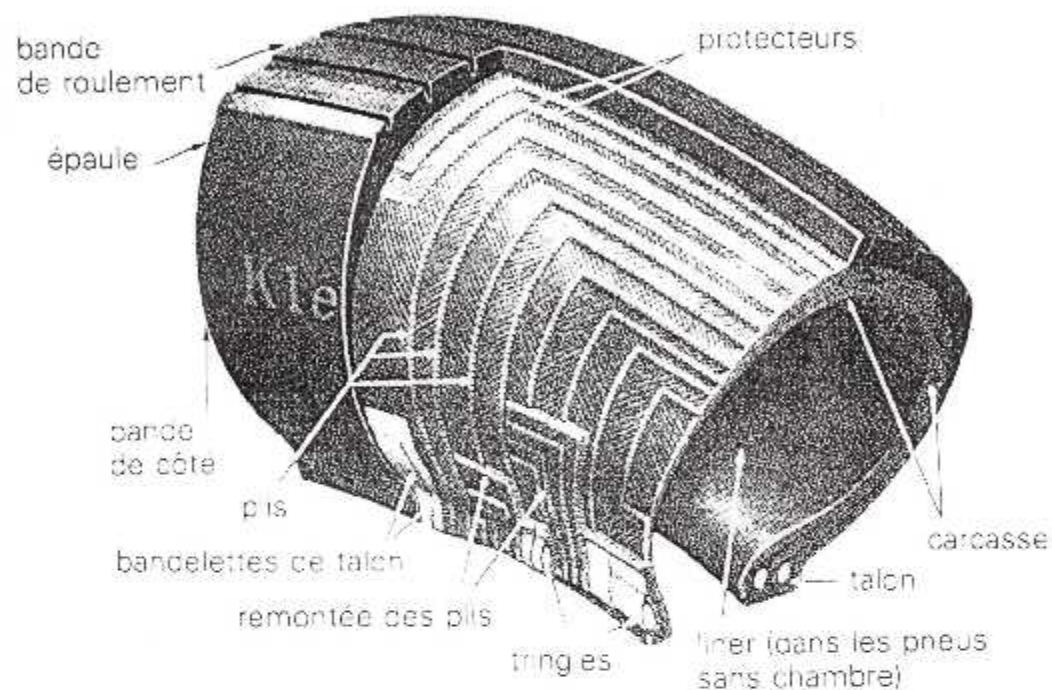
D: usure critique

Fourni le rechapage avant point C de préférence ou point B.

- Le point A et le potentiel maximal effectuer pour un pneu ou réchappée.
- Le point B est la limite d'usure admissible c'est à-dire- celle jusqu'à la quelle il n'est pas à grande de fatigue des parties internes du pneu provoquant des dommages cachés et jusqu'à la quelle il est possible de réparer les pneus par un rechapages lui donnant ainsi le potentiel neuf du point A.
- Le point C l'usure limite autorisée au-delà de celle-ci le pneu n'est d'une part plus réparable en plus à partir de ce seuil l'usure affecte la sécurité par une fatigue de la carcasse pouvant entrainer la rupture



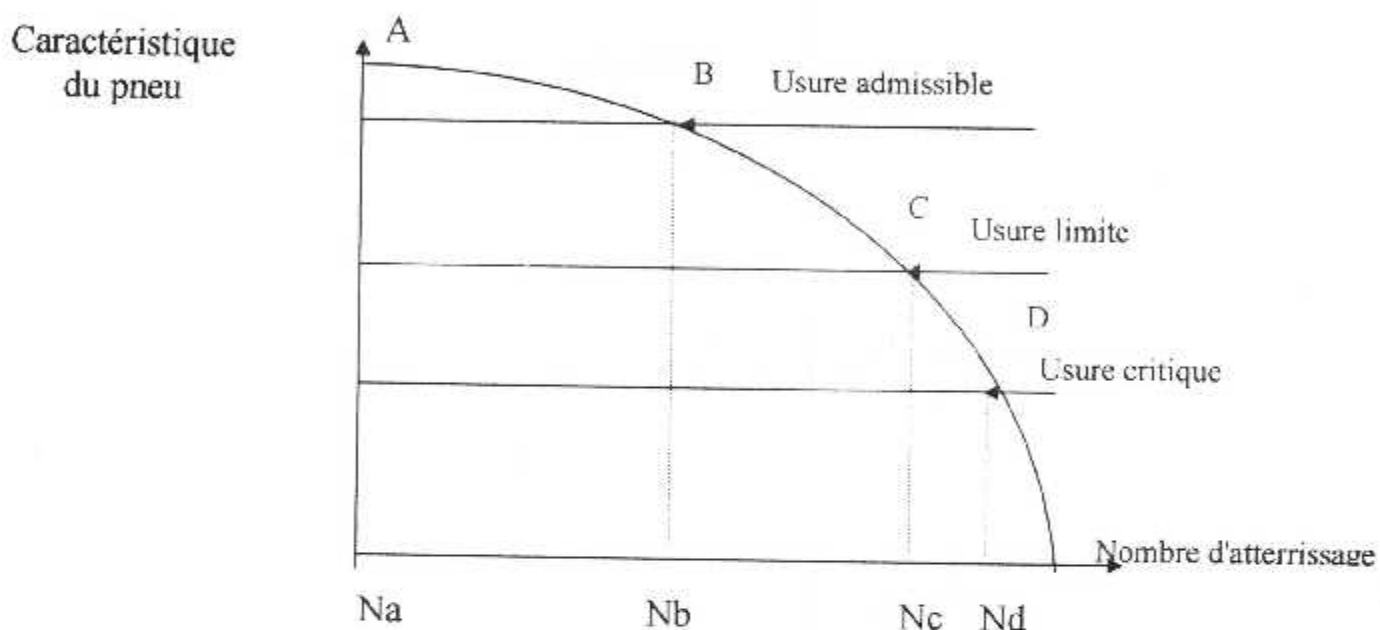
Figure : 37 Structure de l'enveloppe



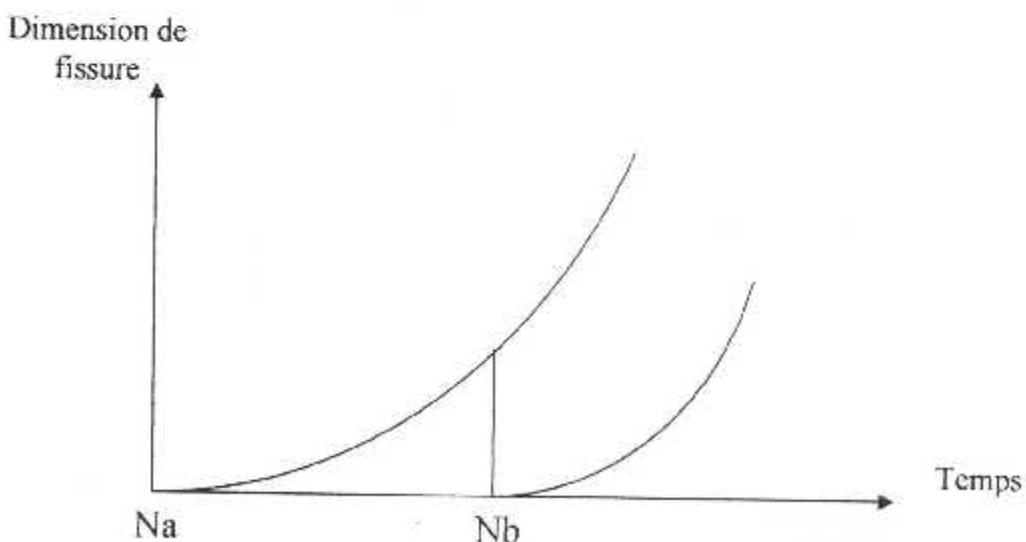
des éléments (dommages cachés), le pneu doit être impérativement déposé.

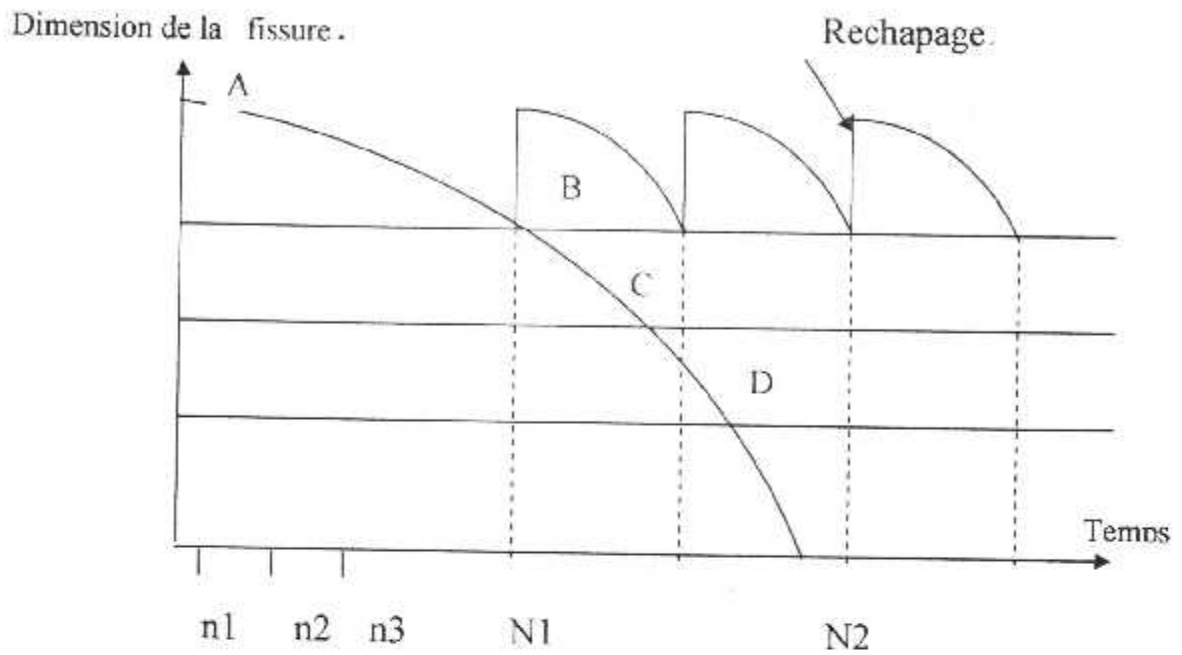
- Le point D est celui où la fiabilité de l'élément devient (nul = 0) il y a un risque d'éclatement du pneu, le pneu n'est plus réparable.

**Déminution de la caractéristique de pneu en fonction de nombre d'atterrissage : (Figure 38)**



**2- Nombre de fissure : (Figure 39)**





**Diagramme de rechapage** :(figure 40) .

**n**: c'est l'inspections périodiques du pneu.

**N**: nombre de rechapage .

**Remarque :**

En fait le rechapage de pneu au maximum ne fs (9) fois .

## Conclusion :

Le but de ce travail nous a donné description détaillée pour les différents système des trains d'atterrissage de l'avion HERCULE C-130.

Les trains d'atterrissage sont réussite technologique très importante pour l'avion HRCULE C-130.

Le sujet qu'on a étudié est très vaste nous a permis d'approfondir nos connaissances, en découvrant l'originalité et la particularité de ce dernier.

Finalement ce travail, nous a permis de connaître étudier les différents systèmes du train d'atterrissage pour cette avion.

## Bibliographie :

- Manuel d'entretien de l'HERCULE C-130.
  - LOCKHEED service news v.9.n.3.
  - Sabena 1982.
- Mémoire de fin d'étude DEUA aéronautique, option structure 1999.
- Cellule et circuit : par j.c ripoll (3<sup>ème</sup> édition 1990).
- Dictionnaire technique de l'aéronautique ( Anglais- Français).
- CD CYSTRAN professionnel de l'aéronautique (Anglais- Français).
- Cellule et système, département d'aéronautique.
  - Jean Mermoz .
  - A. Poujade. Edition 1991.
- Internet.