

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Saad Dahleb de Blida
Faculté des sciences de l'ingénieur
Département d'aéronautique de Blida

Projet de Fin d'Etudes en vue de l'Obtention du Diplôme des Etudes
Universitaires Appliquées (D.E.U.A)

Option : Structure

الخطوط الجوية الجزائرية
AIR ALGERIE



ETUDE TECHNOLOGIQUE ET MAINTENANCE DES TRAINS
D'ATTERRISSAGE DE L'A330-200.

الخطوط الجوية الجزائرية
AIR ALGERIE



Réalisé par :
M^{elle} Rosa SLIMANI.

Encadré par :
Mr. BELHAMISSI Abderrahmen.

Promotion: 2005-2006

REMERCIEMENT

Je remercie en premier lieu, Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la chance de mener ce projet à terme.

Je remercie très chaleureusement, mes très chers parents pour leur soutien moral et financier tout au long de mes études.

Il m'est agréable d'exprimer mes sincères gratitudee, pour mon encadreur à Air Algérie, Mr BELHAMISSI et mon copromoteur, Mr BENAOUDA pour leur aide et leurs conseils.

Remerciement très spécial à : Mr KELLALI, Mr. GUELLATI, Badis, Mr. BENNILA, Khaled, Mounir, Ahlem et tout le personnel du bureau de contrôle.

SOMMAIRE

Introduction générale

Page

Chapitre I : Généralités

I.1.Présentation d'Air Algérie.....	1
I.2.Les activités d'Air Algérie.	1
I.3 Les grandes dates d'Air Algérie	2
I.4.La flotte d'Air Algérie.....	4
I.5.Caractéristiques de l'A330-200.....	5

Chapitre II : Etude générale des trains d'atterrissage de l'A330-200

II.1.Le rôle du train d'atterrissage.....	8
II.2 .Les efforts supportés par le train d'atterrissage.....	8
II.3.Atterrisseurs mono jambe escamotable	9
II.3.1.Constitution	9
II.3.2.Amortisseurs.....	10
II.3.3.Roues.....	11
II.4.Escamotage.....	13
II.4.1.Circuit hydraulique de manœuvre.....	13
II.4.2.Accrochage et verrouillage	13
II.4.3.Commande des trappes.....	13
II.4.4.Commande-contrôle-sécurité.....	14
II.5.Freinage.....	15
II.5.1.Principe de freinage.....	15
II.5.2.Freins à disque.....	15

Chapitre III : Etude du fonctionnement des trains d'atterrissage de l'A330-200

III.1. Présentation du train d'atterrissage.....	18
III.2.Eléments du train d'atterrissage	19
III.3. Présentation des systèmes de commande et de contrôle	21

A- Panneau du train d'atterrissage.....	21
B- Bouton du freinage automatique	21
C- Commutateur anti-patinage	21
D- Indicateur de pression de frein	22
E- Le levier de commande Rentrée/sortie.....	22
F- Commande de système de secours.....	23
G- Frein parking	23
H- Ecam system dispay.....	24
I- Le volant d'orientation du train avant.....	24
J- Pédales de palonnier.....	24
K- Ventilateurs des freins.....	25
L- Towing warning light	25
III.4.Les systèmes de rentrée/sortie des trains d'atterrissage	28
III.4.1.Généralités sur le systèmes hydrauliques de l'A330-200.....	28
III.4.2.Principe.....	30
III.4.3.Commande du train : fonctionnement normal.....	30
A- Rétraction.....	31
B- Extension.....	37
III.5.Les différents cas d'anomalies qui peuvent survenir au train principal.....	39
III.5.1.Le train n'est pas sorti	39
III.5.2. Le train n'est pas verrouillé bas.....	39
III.5.3.Anomalie en rétraction	39
III.5.4.Les portes ne se referment pas.....	40
III.5.5.Les trains ne sont pas verrouillés haut.....	40
III.5.6.Anomalie en verrouillage haut	40
III.5.7.Panne de LGCIU1.....	40
III.5.8.Le désaccord du système.....	40
III.6.Le système de sorti de secours.....	41
III.6.1.Selecteurs de secours.....	41
III.6.2.Actuateur électrique.....	41
III.6.3.Déscription du système de secours	41
III.6.4.Fonctionnement	42
III.7.Le système freinage	44
III.7.1.Système de freinage normal.....	44

III.7.2. Le système de freinage alterné.....	47
III.7.3.Système de freinage parking.....	51
III.7.4.Freinage en vol.....	55
III.8.Système de ventilation des trains	56
III.8.1.Présentation.....	56
III.8.2.Principe.....	56
III.8.3.Sonde de température.....	56
III.8.4.Unité de surveillance de température des freins	57
III.9.Le freinage à l'Ecarn.....	57
III.9.1.Présentation.....	57
III.10.Le système d'orientation du train avant	58
III.10.1Principe.....	58
III.10.2.BSCU.....	58
III.10.3.Fonctionnement de l'hydraulique.....	59

Chapitre IV : Etude technologique des éléments du train d'atterrissage principal de l'A330-200.

IV.1.Généralités.....	62
IV. 2.Les éléments du train principal	62
IV.2.A.L'amortisseur.....	62
IV.2.B.Mécanisme de rétrécissement (Shortening mécanisme)	63
IV.2.C.Pitch trimmer.....	64
IV.2.D.La contre fiche.....	65
IV.2.E.Le bloc frein	66

Chapitre V : Maintenance

V.1.Définition.....	67
V.2.But de la maintenance	67
V.3.Organigramme de la maintenance.....	67
V.4.Maintenance corrective.....	67
V.4.A.Définition	67
V.4.B.Organisation de la maintenance corrective	68
V.5.Maintenance préventive	69
V.5.A.Définition	69

V.6.Maintenance existante à Air Algérie.....	70
V.7.Organisation de l'entretien.....	70
V.7.A.Rentabilité de l'entretien.....	70
V.7.B.Condition de l'entretien	70
V.7.C.Organisation du département d'entretien.....	70
V.8.Les opérations de l'entretien du train d'atterrissage de L'A330-200.....	71
V.9.Maintenance curative.....	74
V.9.A.Définition du MCDU.....	74

Conclusion

Bibliographie



INTRODUCTION

Introduction :

La navigation est l'art de faire parvenir un mobile à une destination donnée dans des conditions données .

La navigation aérienne permet au pilote de maintenir son appareil en ligne de vol sur sa trajectoire optimale entre le départ et l'arrivée.

Dans cette perspective pour assurer le départ et l'arrivée, l'aéronef a été doté d'un système de train d'atterrissage qui permet le déplacement de ce dernier au début de la piste pour assurer la phase de décollage (vitesse et l'angle d'incidence $\alpha = 30^\circ$), le train sera logé dans son puit durant toute la durée du vol pour que l'aéronef ne perd pas ses paramètres aérodynamiques (traînée), le train restera dans sa loge jusqu'à l'approche de l'atterrissage.

La fiabilité et la précision d'un tel système dépendent de plusieurs facteurs entre autre la maintenance car le monde de l'aviation demande une maintenance approprié et rigoureuse.

Nous vous présentons dans ce mémoire l'étude technologique et maintenance du train d'atterrissage de l'A 330-200.

CHAPITRE I

I- 1 PRESENTATION D'AIR ALGERIE :

La compagnie Air Algérie est une entreprise de transport aérien à utilité publique, créée en 1947 dans le but d'exploiter un réseau régulier de lignes aériennes entre l'Algérie et la France. Ce même réseau était desservi depuis la fin de la seconde guerre mondiale par la société Air transport dont les lignes s'étendaient jusqu'à l'Afrique occidentale Française, le 23 Avril 1953, à la suite de la fusion de ses deux organismes, la compagnie général de transport aérien Air Algérie « C.G.T.A » entre officiellement en Algérie en 1962, plus exactement le 18 février 1963, elle devient une compagnie nationale sous la tutelle du ministère de transport, par l'acquisition de ce dernier de 51% des actions de la compagnie.

L'année 1990 a vu la participation de l'état portée de 83% des actions de la compagnie. Cette mesure qui permet à Air Algérie de procéder au renouvellement progressif de sa flotte.

En 1972 et conformément à la politique de la récupération du patrimoine détenue pour des sociétés étrangères étaient rachetées par l'Etat. Air Algérie devient ainsi une entreprise à 100% Algérienne, dont l'étendu de son réseau et de sa flotte font d'elle l'une des plus importantes compagnies aériennes du continent d'Afrique.

En attendant son passage à l'autonomie, la société est actuellement régie par le décret n° 84-347 du 24 Novembre 1984 sous la dénomination de « Entreprise Nationale des Services Aériens ». Air Algérie cette année a vu aussi le passage à l'Algériennisation du personnel navigant technique.

I- 2-LES ACTIVITES D'AIR ALGERIE :

Les principales activités de l'entreprise comme il est défini dans le décret N°84-347 du 24 novembre 1984, consiste à :

- Le transport public du fret et du courrier.
- L'exploitation des lignes aériennes nationale et internationales.

- L'entretien et la réparation des aéronefs.
- L'assistance technique et commerciale pour d'autres compagnies étrangères (comme la compagnie LIBYE AIRWAYS)
- Vente de billets de transport pour son compte et pour le compte d'autres compagnies.
- La compagnie d'Air Algérie devient aujourd'hui l'une des premières compagnie à l'échelle du tiers monde, et ce par l'étendu de son réseau, la fiabilité des moyens d'exploitation, la bonne qualité de ses service, ainsi que la qualification de son personnel.

Parmi les perspectives du développement de la compagnie c'est d'être efface, rentable, importante au sien des grandes compagnie internationales ainsi de parvenir à un rang honorable dans le concours des transports aériens mondiaux.

Cet objectif sera atteint grâce à la gestion rationnelle du réseau aérien, à l'exploitation optimale des secteurs à fort potentiel et à la réorganisation de ses différentes structures.

I- 3-LES GRANDES DATES D'AIR ALGERIE :

- **1953** : Air Algérie transporte 100.000 passagers avec une flotte composée de 4 avions conventionnels avec moteur à piston de type douglas DCA.
- **1956** : L'introduction de (06) avions de type LOCHEED permet de transporter 230.000 passagers.
- **1957** : L'acquisition de 02 avions types Douglas Dc4 et 02 autres Nord Atlas de type cargo (pour le transport du fret), permet de transporter 328.000 passagers et 4500 tonnes de fret.
- **1959** : La compagnie est dotée d'une caravelle.

- **1962** : La flotte se composait de :
 - 04 Caravelles
 - 10 Douglas DC 4
 - 03 Douglas DC3

- **1968** : Acquisition de 04 avions convair 640 et retrait des vieux avions DC 3 et DC 4.

- **26 Mars 1971** : Date historique dans la vie d'air Algérie, venant de Seattle (LISA) deux Boeing 727-200 arrivent à Alger, dotés des perfectionnements technique et commerciaux ;Air Algérie était la 2eme compagnie au monde à avoir utiliser ce genre d'appareils.

- **Février 1971** : Arrivé à Alger de 02 Boeing 737-200, par cette nouvelle acquisition, Air Algérie devient parmi les premières compagnie au monde à utiliser ce super jet ; le 2^{eme} événement de cette année était la réalisation de la première grande visite (GV) sur un appareil de type Caravelle dans les ateliers de maintenance de Dar El Beida.

- **1980** : La flotte s'enrichit d'une nouvelle génération d'avions AirBus A310-200 de type gros porteur, parfaitement adapté à l'exploitation de certaines lignes d'un fort courant de trafic aérien telle que Alger – Paris

- **1990** : Réception d'une nouvelle génération de gros porteur Boeing 767-300.

- **2000** : Achat de nouveaux avions de type Boeing 737-800.

- **2001** : En début d'année la compagnie à reçus deux autre Boeing 737-800.

- **2002** : Achat de Cinq (05) avions de types B 737-600.
- **2003** : Air Algérie à reçu (05) cinq avions de transport régional (05 Air).
- **Entre 2004 et 2005** : La compagnie à acheté (05) cinq avions de type Airbus A 330-200.

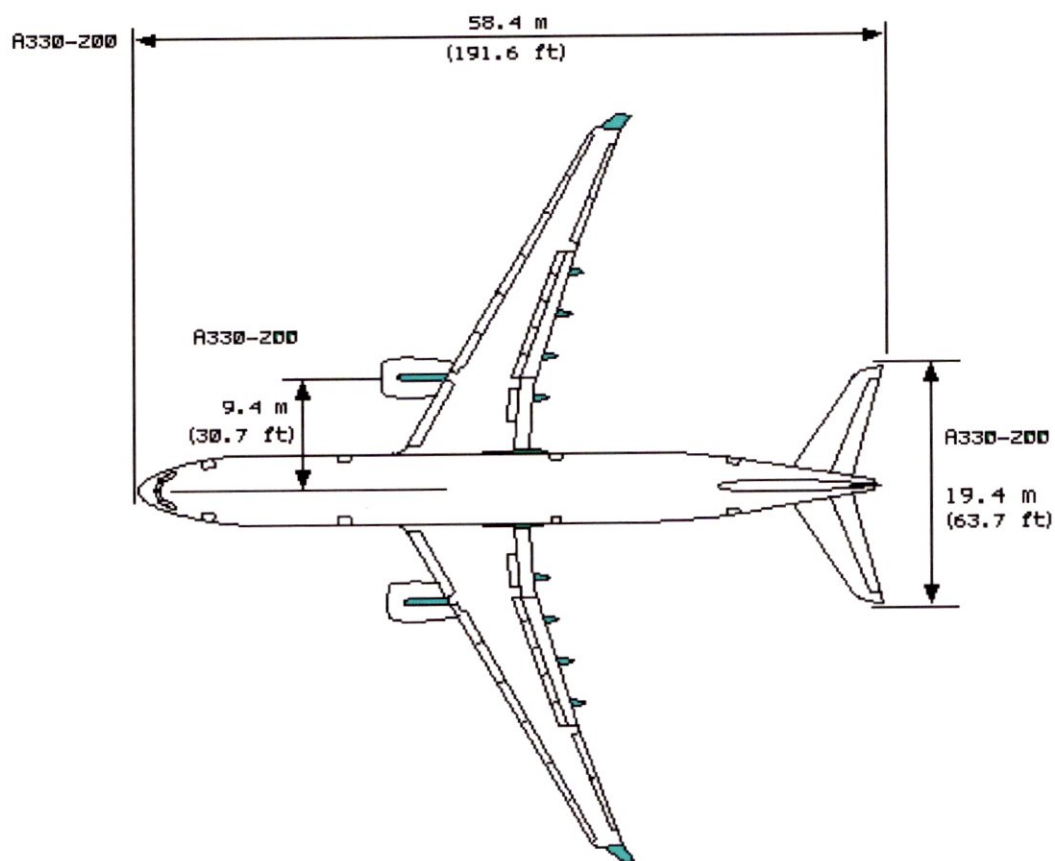
Le réseau aérien actuellement desservi par la compagnie, englobe le réseau international et le réseau domestique. Aujourd'hui la compagnie est parmi les premières à l'échelle du monde arabe et du tiers monde.

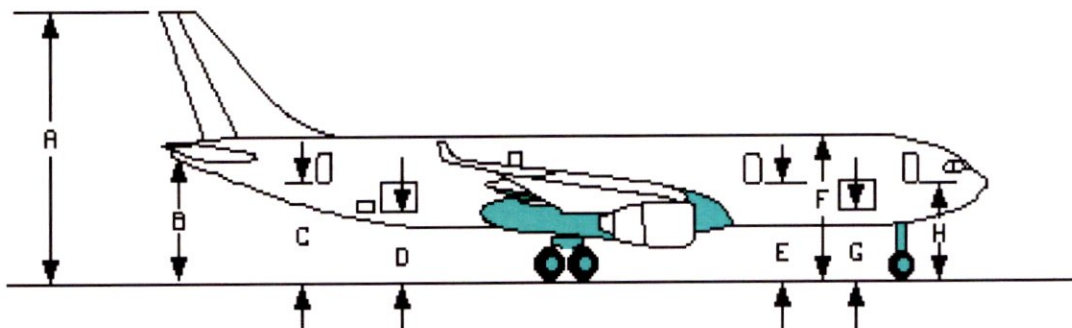
I- 4-LA FLOTTE ACTUELLE D'AIR ALGERIE :

La flotte commerciale d'Air Algérie est constituée des avions suivants :

	Type d'avion	Nombre de passagers	Nombre d'appareils disponibles
Boeing	B.767-300	229	3
	B.727-200	185	9
	B.737-200	129	14
	B.737-600	164	5
	B.737-800	164	7
Airbus	A.310-200	216	2
	A.330-200	250	5
Fokker	F.27	46	7
A TR	ATR.72	66	5

Tableau.1: La flotte d'Air Algérie.

I-5- CARACTERISTIQUE DE L'A330-200 :



	OPERATING WEIGHT EMPTY CG		MAXIMUM RAMP WEIGHT CG 36.5 %	
	m	ft	m	ft
A	17.2	56.4	16.7	54.9
B	7.5	24.5	7.0	23.0
C	5.78	18.9	5.4	17.8
D	3.4	11.3	3.1	10.3
E	4.8	15.8	4.7	15.5
F	7.7	25.4	7.6	25.2
G	2.7	8.9	2.7	8.7
H	4.6	14.9	4.6	14.9

Fig1.

A- DIMENSION DE L'AVION :

Longueur hors –tout	58,8 m
Taille	17,40m
Diamètre de fuselage	5,64m
Largeur maximum de carlingue	5,28m
Longueur de carlingue	5,40m
Wingspan (géométrique)	60,3m
Région d'aile (référence)	361,6m ²
Champ d'aile (corde de 25%)	30°degrés
Empattement	22,2m
Voie de roue	10,69m

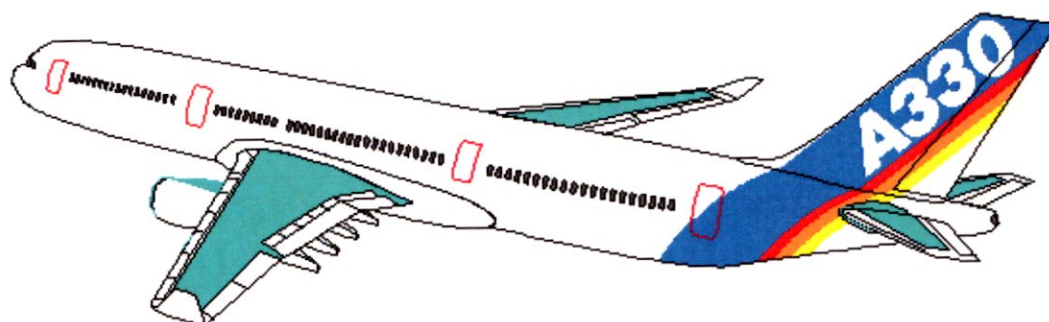
B- DONNEES GENERALE :

Moteurs	Deux Cf6E1 ou PW4000 ou rr
---------	-------------------------------

	Trent 700
Gamme de poussée de moteur	303-320kN
Allocation des places typique de passager	253 (3-class) 293
Rayon d'action (passagers de w/max)	12,500Km
Nombre de Mach fonctionnant maximal (Mmo)	0,86

C- DONNEE DE MASSE :

Masse de décollage maximale	230 (233) tonnes
Masse à l'atterrissage maximum	180 (182) tonnes
Capacité maximum de carburant	139,100 litres
Masse à vide	119,6 tonnes



CHAPITRE II

II-1- LE ROLE DU TRAIN D'ATTERRISSAGE :

Les rôles du train d'atterrissage sont :

- D'assurer la prise de contact entre l'avion et le sol lors de l'atterrissage et d'absorber l'énergie cinétique due à la vitesse verticale de l'avion.

D'après la norme Air 2051, le train d'atterrissage doit pouvoir supporter une vitesse verticale de l'impact de 3m/s, lorsque l'avion est au P.M.A (Poids max à l'atterrissage).

- D'assurer le freinage au sol, lors de l'atterrissage ou d'une décélération-arret, par absorption de l'énergie cinétique horizontal.

- D'assurer la suspension souple de l'avion au sol, ainsi que sa stabilité et sa maniabilité. Ces différentes fonctions sont assurées par le train d'atterrissage lui-même, les amortisseurs, les freins et la roue orientable.

II-2- LES EFFORTS SUPPORTES PAR LE TRAIN D'ATTERRISSAGE :

Au moment de l'impact, à l'atterrissage, les efforts dans la structure sont en fonction du poids de l'avion et de la vitesse verticale de descente, ce qui nécessite la limitation du poids maximum à l'atterrissage.

Il existe une énergie cinétique minimum à absorber (elle est déjà calculer par le constructeur). Elle sera absorbée par l'ensemble des trains principaux sans que les amortisseurs soient à fond de course et les pneumatiques complètement aplatis :

Le calcul des réactions au sol sur le train est fait par le constructeur en considérant :

- L'atterrissage sur un demi train principal
- L'atterrissage « ripé »
- Le rebondissement à l'atterrissage
- Les charges dues aux évolutions au sol

Le train principal supporte la plus grande partie des efforts ; le train auxiliaire, en général moins chargé, assure la stabilité et la maniabilité.

Chaque demi train principale est composé de deux parties principales. Une partie solidaire de la structure fixée ou articulée sur celle-ci transmet les efforts à l'avion ; une partie mobile réunie à la première par un dispositif amortisseur transmet souplement les efforts et dans certain cas, les réduit.

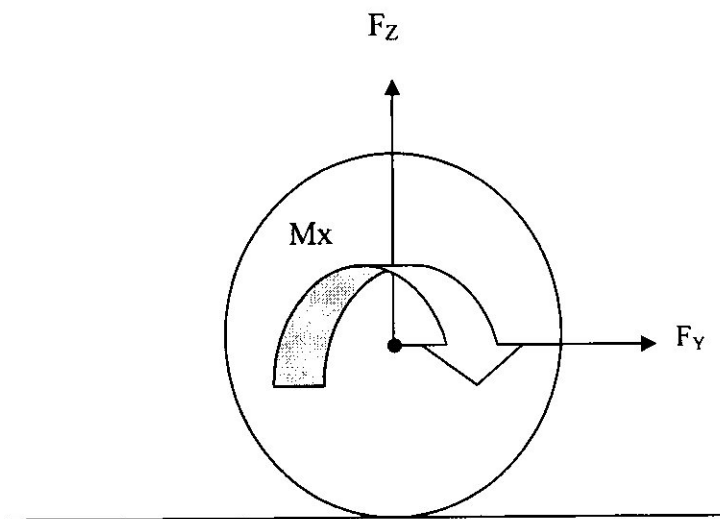


Fig2 Les efforts supportés par le train d'atterrissage.

F_z : Effort due à la vitesse verticale de l'avion.

F_y : Effort due au freinage.

M_x : Moment de torsion due au freinage.

II - 3 - ATERRISSEUR MONO JAMBE ESCAMOTABLE :

II - 3 - 1 - Constitution :

La masse des gros porteurs ; le cas de A330-200 ; étant considérable (230t environs), les pistes runways et taxiways doivent pouvoir les supporter d'une part, et d'autre part, l'énergie cinétique verticale et horizontale doit être absorbée dans les atterrisseurs.

Il est donc nécessaire de multiplier le nombre de roues ; le boggie à quatre (04) roues, voir six (06) roues est la meilleure solution actuelle pour les gros porteurs.

Sur l'A330-200 les atterrisseurs sont au nombre dix (10), quatre (04) sur chaque train principal, auxiliaire et deux sur le train avant.

L'atterrisseur est du type « boogie » permet d'avoir les quatre roues montées sur les essieux, l'avantage de ce dispositif est de diminuer l'encombrement des roues tout en gardant la même surface de contact avec le sol.

Dans la jambe du train est constitué un amortisseur permettant d'absorber les chocs à l'impact à fin de diminuer les efforts transmis du sol à la structure de l'avion.

L'amortisseur est composé de deux parties coulissantes, le fut et le piston. A l'intérieur du piston, il y a un orifice ralentissant le passage du fluide hydraulique d'une chambre à une autre. Par effet de viscosité le choc est amorti. Quand au gaz contenu dans l'autre chambre, il permet d'assurer la suspension.

La contre fiche généralement articulé est composée d'un système de verrouillage bas, elle permet généralement de supprimer les efforts latéraux.

Le système de verrouillage mécanique permet d'obtenir la rigidité géométrique du train

Le vérin de relevage permet l'escamotage du train.

II-3-2- Amortisseurs :

Le rôle de l'amortisseur qui est souvent à l'intérieur de la jambe du train, se décompose en trois fonctions.

- Créer des forces élastiques qui équilibrent le poids de l'avion.
- Absorber au maximum l'énergie cinétique qui est due à la vitesse verticale de l'avion au moment de l'atterrissage, ceci est voulu pour limiter les efforts transmis à la structure à une valeur aussi basse que possible.

- Amortir les oscillations verticales pendant le roulage.

Un amortisseur emmagasine l'énergie à absorber, pendant la compression tout en freinant le déplacement du piston selon les charges, c'est la fonction ressort.

Actuellement les amortisseurs ne restituent qu'une partie de l'énergie emmagasinée, la perte d'énergie se fait par dissipation calorifique, la fonction amortisseur est assurée par du liquide hydraulique contraint de passer à travers un orifice restreint.

II-3 -3 – Roues :

- **Jantes :**

Les jantes de roues sont en alliage de magnésium coulé, alliage d'aluminium forgé et possèdent un logement pour la partie mobile des freins (tambour, crantage). Dans notre cas de roues équipées de pneus sans chambre à air (tubeless), les portes démontables de la jante sont rendues étanches.

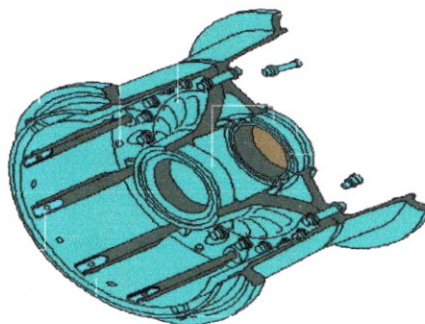


Fig3

- **Pneumatiques**

Un pneu a la forme générale d'un tore en caoutchouc.

Les pneus sont désignés par :

- Des chiffres caractérisant leurs dimensions
- Un nombre fictif de plis caractérisant la résistance de la carcasse.
- La nature des toiles (rayonne ou nylon).

La mise au point du pneumatique permet d'augmenter la charge qui lui sera appliquée et son nombre d'atterrissage. Pour cela, il est tenu compte de :

- La qualité de la gamme et du tissu (coton, rayonne, nylon, toile, métal).
- La sculpture qui facilite l'adhérence et atténue la propagation des coupures.
- La bonne répartition des toiles.
- La forme du tore.

La pression d'utilisation maximum est inférieure à la pression limite celle-ci étant égale au quart de la pression d'éclatement cette pression d'utilisation permet de déterminer la charge statique supportable sur le pneu ; cette charge (ou déflexion maximum) ne doit pas provoquer un écrasement supérieur à 33% de la hauteur H.

L'usure des pneumatiques est due aux :

- Mise en rotation de la roue lors des impacts
- Ecrasements répétés
- Coups de freins

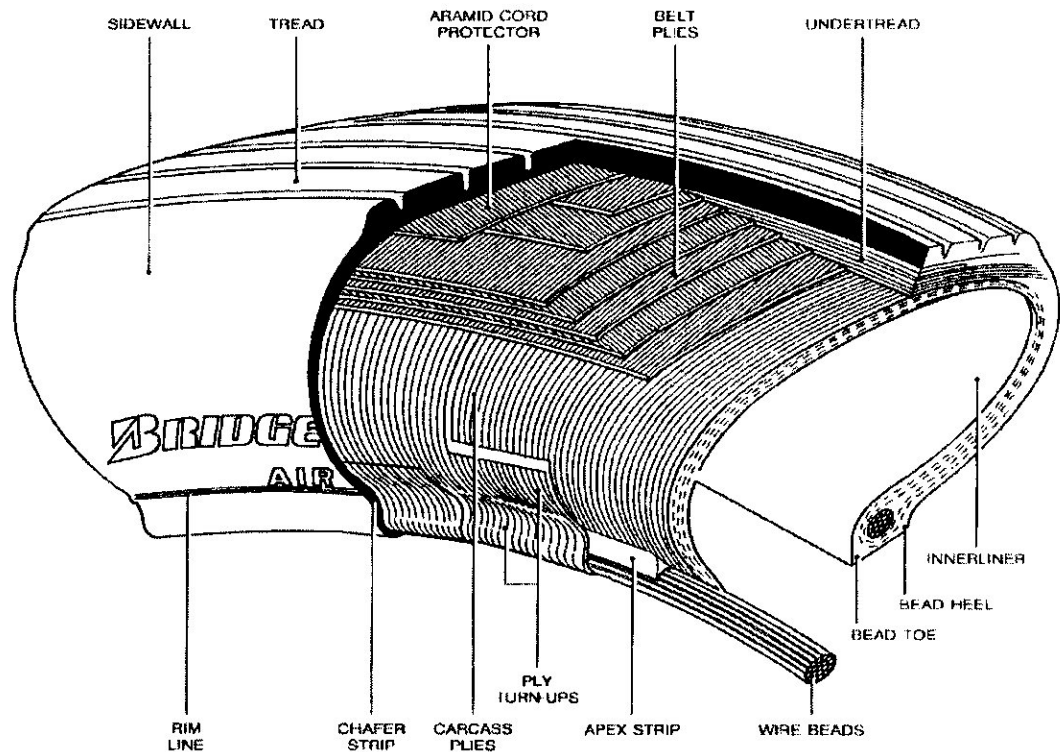


Fig4

II-4 – ESCAMOTAGE :

Le train est escamoté en vol dans le but de supprimer sa traînée. L'escamotage consiste en :

- Un relevage associé à une rétraction de la jambe du train (shortening système).
- Un verrouillage en position extrême « sortie » ou « rentrée ».

Le relevage doit être rapide pour procurer un gain rapide de performance au décollage et en début de montée, il doit être sans choc en fin de course, et modifier le moins possible le centrage.

L'escamotage est réalisé par l'emploi de l'énergie hydraulique.

II- 4 -1- Circuit hydraulique de manœuvre :

Le circuit normal permet le relevage et la descente du train, il compte un vérin de manœuvre par atterrisseur, un sélecteur à deux positions "UP" et "DOWN" avec sécurité dans la poignée, il permet l'envoi du liquide dans l'une ou l'autre chambre du vérin.

D'autre part, un restricteur dans le sens descente provoque un ralentissement par laminage hydraulique des atterrisseurs descendant vers l'arrière.

II-4-2- Circuit de secours :

Il remplace le circuit normal mais n'assure que la descente par :

- Gravité : dans ce cas le déverrouillage du train s'effectue mécaniquement ou électromécaniquement, une fois le train est déverrouillé, il peut ainsi descendre par son propre poids.

II-4-3- Accrochage et verrouillage:

Le positionnement hydraulique n'est pas suffisant, il est nécessaire de verrouiller mécaniquement l'atterrisseur en fin de course pour dépressuriser le système hydraulique de manœuvre.

Le verrouillage train sorti est généralement à la contre-fiche.

Le verrouillage est mécanique et le déverrouillage hydraulique, ce dernier est réalisé par un petit vérin alimenté par le circuit "rentrée" le verrouillage train rentré ou accrochage s'effectue par un dispositif d'accrochage mécanique à la jambe. Décrochage s'effectue hydrauliquement en parallèle une commande mécanique permet de surpasser en cas de panne hydraulique.

II-4-4- Commande des trappes:

Les trappes renfermant le logement de chaque atterrisseur sont manœuvrées hydrauliquement. Chaque trappe articulée sur la structure est reliée à la jambe de l'atterrisseur par des bielles et fixés à la jambe du train.

Un système hydraulique appelé « sélecteur du train » commande la séquence de la rentrée et de sortie (ouverture des portes, rentrée du train, fermeture des portes) et inversement cas de sortie.

II-4-5- Commande- contrôle- sécurité:

La commande de rentrée/sortie s'effectue par un dispositif situé au cockpit : levier de contrôle à deux positions.

Le contrôle des positions extrêmes de chaque atterrisseur doit comporter deux indications:

- Signalisation optique
 - Voyant verts allumés : train sorti verrouillé.
 - Voyant rouge allumés : train en mouvement.
 - Tous le voyants éteints : train rentré accroché.

- Signalisation sonore:

En cas de non manœuvre d'approche et manette de puissance ralenti ,pour alerter le pilote à fin d'activer la descente des trains.

Un klaxon est automatiquement alimenté en cas de réduction des gaz si l'un des trois atterrisseurs n'est par verrouillé sorti.

● Sécurité :

Le train étant sorti, trois dispositifs de sécurités interdisent la rentrée des trains quand l'avion est sol:

- Hydraulique: sélecteur sur position "sorti" (maintien la pression)
- Mécanique: cliquet de sécurité sur la poignée (blocage sur la position sorti)

Broches de sécurité placées au sol bloquant mécaniquement les verrous bas.

- Electrique: solénoïde interdisant le passage du sélecteur de "sorti" vers "rentrée" les amortisseurs ne sont pas complètement descendus (avion en vol).

II-5- FREINAGE:

II-5-1- Principe de freinage

Le freinage est nécessaire pour amener l'immobilisation de l'avion après que les roues soient entrées en contact avec le sol. Il a pour but essentiel :

- De limiter la longueur de roulement au sol après l'atterrissage.
- D'aider dans les évolutions au sol par dosage du freinage et action différentielle sur les roues il permet d'autre part :
- De faciliter le décollage sur terrains court (pour certains avions).
- Les points fixes (pour essai performance moteur).

● Organes de commande:

Pour actionner le freinage, un dispositif est placé dans les pédales de palonniers.

Dans les évolutions au sol, on peut agir différentielle ment sur les freins. Ces résultats sont atteints:

- Soit par action sur des pédales indépendantes du palonnier actionnant directement chaque jeu de freins.
- Soit par action sur une commande centrale unique agissant sur le répartiteur (conjugué avec le palonnier).

II-5-2-Freins à disques :

Les disques mobiles sont entraînés par la roue, les disques fixés solidaires de la fusée et munis de garniture, sont déplacés latéralement par des pistons. Les avantages sont issus de l'augmentation aisée de la surface de freinage, la commodité du réglage, la bonne portée des garnitures. Le poids important et la mauvaise évacuation calorifique en sont les inconvénients majeurs.

Les roues et les freins font l'objet de contrôles fréquents en cours d'exploitation pour usure surchauffe, étanchéité du circuit hydraulique.

Les pneumatiques pour

- Etat de la bande de roulement (blessures, profondeurs des dessins).
- Etat du flanc (blessures et repère rouge de glissement sur la jante)
- Pression de gonflage.

CHAPITRE III

III-1- PRESENTATION DU TRAIN D'ATERRISSAGE:

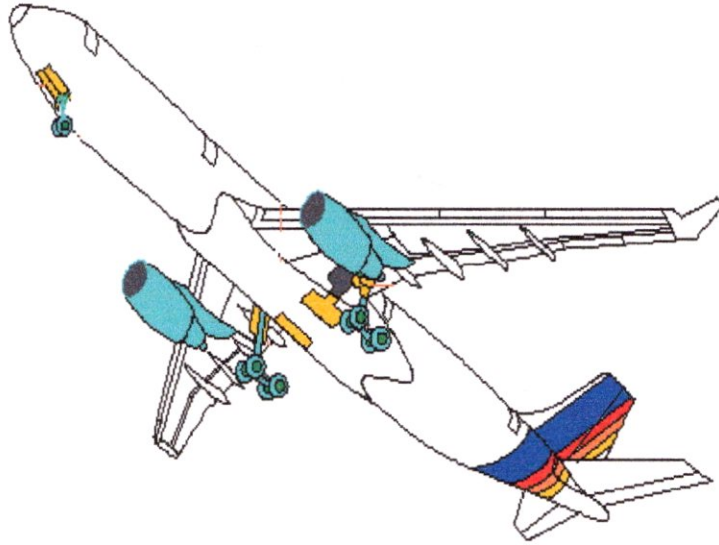


Fig5

Le train d'atterrissage est du type tricycle, 02 principaux (Main Landing Gear MLG) avec leurs portes et le train avant (Nose Landing Gear NLG) avec leurs portes .

Le système du train d'atterrissage (landing gear) comprend :

- Les trains et les portes.
- Des systèmes de rentrée et de sorties pour les trains et les portes.
- Des systèmes de freinage et leurs circuits associés.
- Un système d'orientation.

Les trains supportent l'avion au sol et inclue des amortisseurs oléopneumatique qui supportent les charges durant le roulage et l'atterrissage.

Les portes actionnées mécaniquement et hydrauliquement permettent d'obtenir un contour aérodynamique de l'avion après la rentrée du train. De même les portes se ferment hydrauliquement après la sorti du train.

La rentrée et la sortie du train (extend/retract) sont actionnées hydrauliquement. En cas de panne de ce dernier la sortie s'effectue par gravité (free fall assister).

Le système de freinage permet de contrôler le mouvement de l'avion au sol .Il dispose d'un système de freinage au carbone pour les quatre roues actionne hydrauliquement par des pistons.

Deux systèmes de freinage indépendant (normal et alterné) contrôlent les opérations de freinage un système de protection anti-skid (antiblocage) pour donner un maximum d'efficacité. Le freinage sans anti-skid est aussi disponible avec le système alterné.

Le freinage de parking est actionné manuellement (poignet au niveau du cockpit).

Le train avant comprend un système hydraulique d'orientation.

III-2- ELEMENTS DU TRAIN D'ATTERRISSAGE:

Chaque train d'atterrissage principal possède une jambe et une poutre articulé a celle-ci (boogie à 04 roues).Le train principal un mécanisme « Shortening mécanism, un pitch trimmer et un amortisseur oléopneumatique »

La contre fiche (side stay assembly) maintien le train d'atterrissage dans sa position « sorti » et c'est grâce à elle que s'effectue le verrouillage bas. Elle est aussi nécessaire pour la rentrée sortie des trains.

Le « shortening mécanism » actionné mécaniquement durant la rentrée des trains pour rétrécir la longueur du train a fin de permettre sa rentrée dans l'espace du puit disponible.

Le compas (torque links) est attaché au bras du train d'atterrissage et le tube glissant pour empêcher la rotation de l'essieu (Bogie), il maintien donc dans l'axe de roulage.

Le pitch trimmer attaché avec l'amortisseur s'assure que le boogie est dans un angle correct durant le décollage et l'atterrissage .

Les roues sont composées de jantes en alliage d'aluminium et des pneus en tubeless.

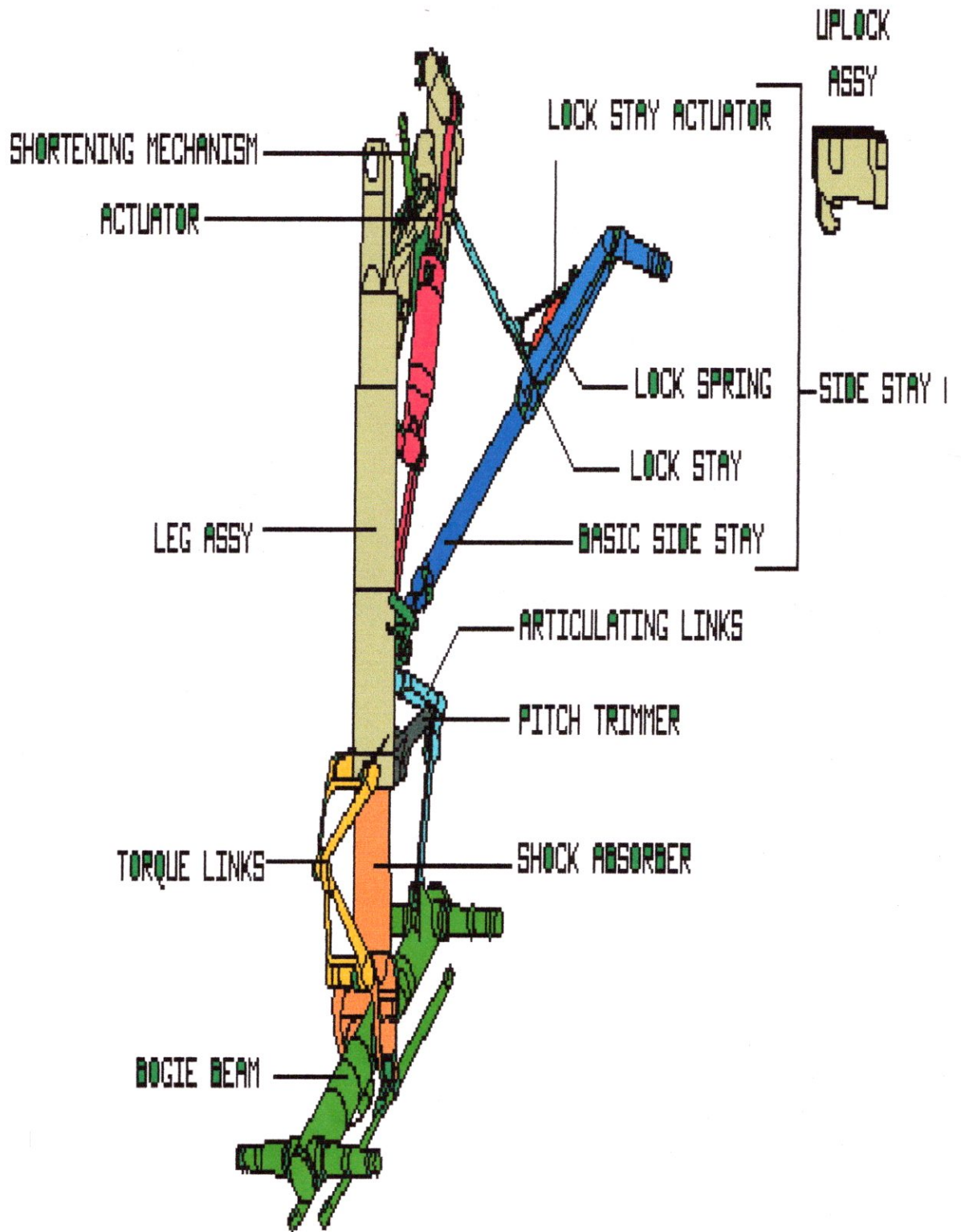


Fig6

III-3- PRESENTATION DES SYSTEMES DE COMMANDES ET DE CONTROLES:

Pour la commande et le contrôle du train d'atterrissage le pilote (et copilote) dispose des éléments suivants :

A- Panneau du train d'atterrissage:

La position des trains est indiquée par un panneau (fig8). C'est la signalisation analogique. « UNLOCK » indiquent que les trains sont e position transit. Les triangles vert indiquent que les trains sont sortis verrouiller. Quand il n'y a aucune signalisation cela veut dire que les trains sont sortis verrouiller.

B - Le freinage automatique :

Le bouton poussoir de freinage contrôle l'armement de la valeur proportionnelle de la décélération demandé. La lumière "ON" vient en bleu pour indiquer l'armement positif quand il est sélectionné.

Le voyant "DECEL" vient en vert quand la décélération correcte est atteinte.

C- Commutateur anti-patinage:

Le commutateur "ON/OFF" active ou désactive le système d'orientation et la fonction anti-patinage.

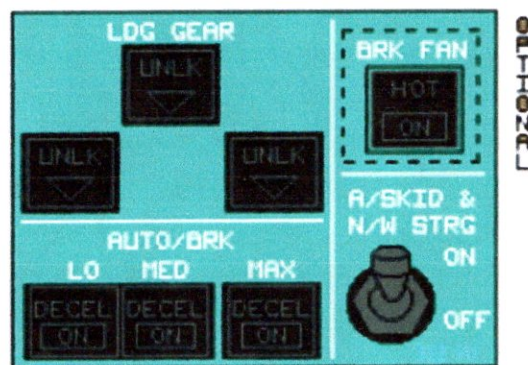


Fig7

D- Indicateur de pression de frein (triple indicateur):

Ils indiquent la pression du circuit hydraulique « bleu » du freinage délivrée pour les trains principaux.

"ACCU Press" indique la pression dans les deux accumulateurs de freinage du système « bleu ».



Fig8

E- Levier de commande rentré/sortie:

Ce levier doit être tiré (par mesure de sécurité) soulever pour actionner la rentrée « UP » du train. Pour commander la descente « DOWN » du train, on ramène le levier vers le bas.

En configuration d'approche, le voyant « flèche rouge » s'allume pour signaler au pilote que le train n'est pas sorti.

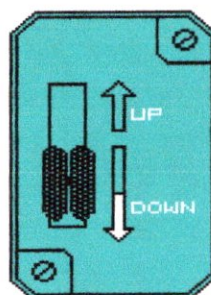


Fig9

F- Système de secours :

Les deux tiges de sélections sont reliées ensemble mécaniquement pour opérer en un seul contrôle.

Le sélecteur à trois positions stable:

- Centre : OFF
- Down : Sorti
- L/p : Reset (chargement).

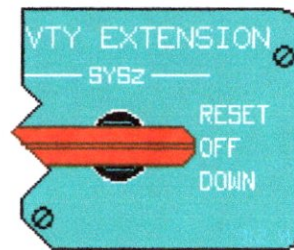


Fig10

G- Frein parking:

Tirer la poignée et tourner dans le sens des aiguilles d'une montre pour actionner le frein.

Si la poigné n'est pas dans la position "ON" le frein parking n'est pas appliqué.

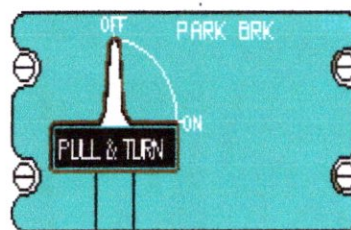


Fig11

H- Ecam system display:

La page ECAM « WHEEL » montre le train d'atterrissage, les contrôles, indications de frein et orientation et la pression des pneus.

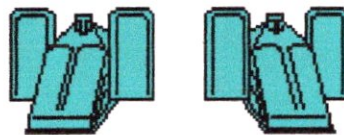
**Fig12****I- Le volant d'orientation du train avant:**

Le volant d'orientation contrôle l'orientation du train avant à l'angle 65° dans les deux directions.

On peut aussi orienter l'avion avec les pédales de palonnier mais à angle limité qui est de 6°.

**Fig13****J- Pédale de palonnier :**

Les pédales servent à freiner l'appareil mais elles peuvent aussi l'orienter par freinage différentiel.

**Fig14**

K- Ventilateur des freins :

Si le système du ventilateur des freins est installé, le bouton de ce dernier sera installé dans le panneau.

La voyant ambre « Hot » s'allume indiquant la surchauffe des freins.

Dans ce cas on actionne ce bouton à fin de refroidir les freins par ventilation intégré dans les blocs de frein.

La lumière bleue « ON » s'allume quand le système de ventilation est activé.

L- Towing warning light:

La lumière vient en rouge quand la limite de rotation angulaire du train avant a été atteinte durant l'opération de tractage.

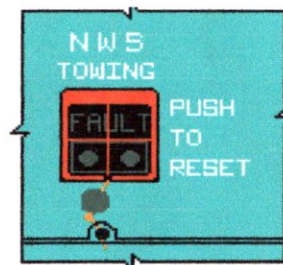


Fig15

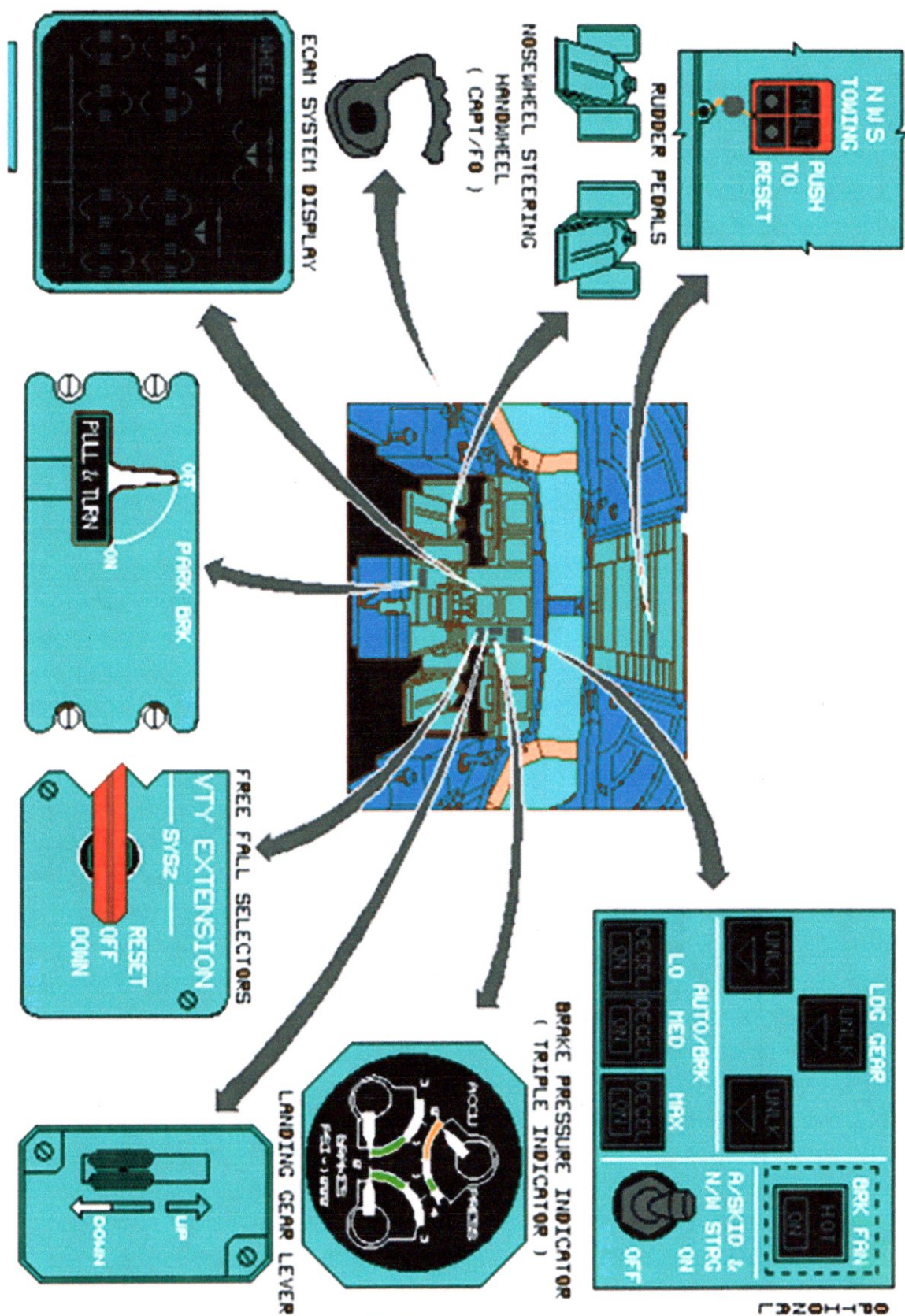


Fig16

III-4- LES SYSTEMES DE RENTREE/ SORTIE DES TRAINS D'ATTERRISSAGE :

III-4-1-Généralités sur le système hydraulique de l'330-200 :

Tous les trains d'atterrissages sont actionnés hydrauliquement par les servocommandes et contrôlés électriquement par les calculateurs.

L'avion A330-200 dispose de trois systèmes hydrauliques indépendants désignés par « vert » (green), « bleu » (blue) et « jaune » (yellow).

La pression hydraulique est obtenue à la valeur de 3000 PSI (200 bars environ) par les moteurs hydrauliques .Ceux-ci sont entraînée, par l'intermédiaire d'engrenage, par les deux turbo fans en marche pour l'obtention de la pression.

Le circuit hydraulique vert est produit par les moteurs hydrauliques des turbos fans 1 et 2

Le circuit hydraulique « bleu » par le moteur hydraulique du turbo fan 1.

Le circuit hydraulique « jaune » par le moteur hydraulique du turbo fan 2

Les moteurs hydrauliques entraînés électriquement sont placés en parallèles aux moteurs ci-dessus. Ils peuvent être actionnés manuellement ou automatiquement (vert et jaune) en cas de panne d'un turbo fan, ces pompes sont alimentées en 115 V et triphasées.

Le fonctionnement et la surveillance du système hydraulique est assurés par le computer (HSMU Hydraulique Système Monitoring Unit).

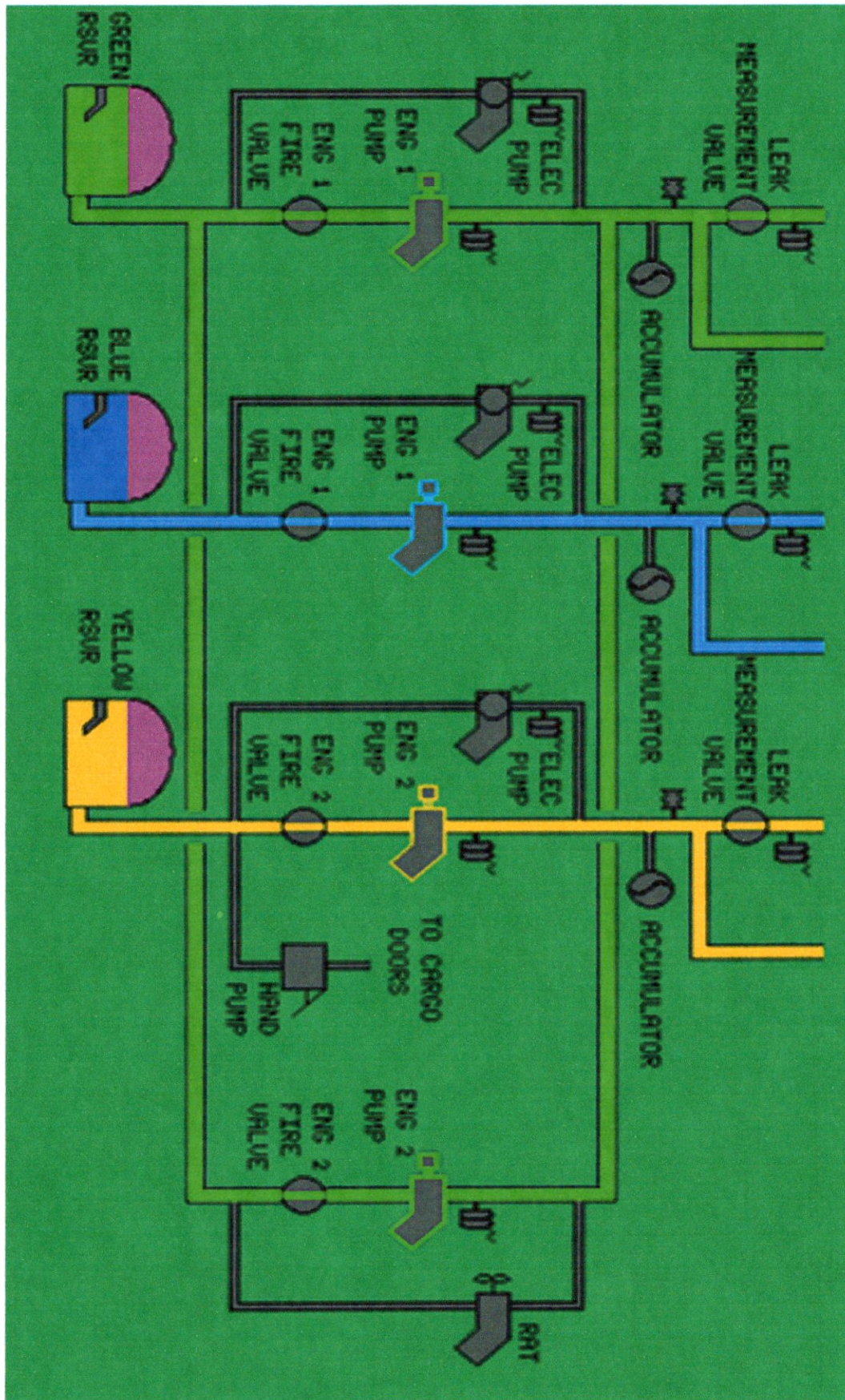


Fig17

III-4-2- Principe :

Le train d'atterrissage et les portes sont signalés électriquement par l'un des deux computers LGCIU (Landing Geor Contrôl and Interface Unit) contrôlant toutes les séquences rentrée / sortie des trains avec les conditions de sécurités.

Elles reçoivent l'ordre du levier de commande, les deux LGCIU envoient simultanément les informations des positions trains et des portes au système d'affichage ECAM (cockpit).

Les deux computers se permutent leurs fonctions et cela chaque cycle (chaque sélection « UP »).

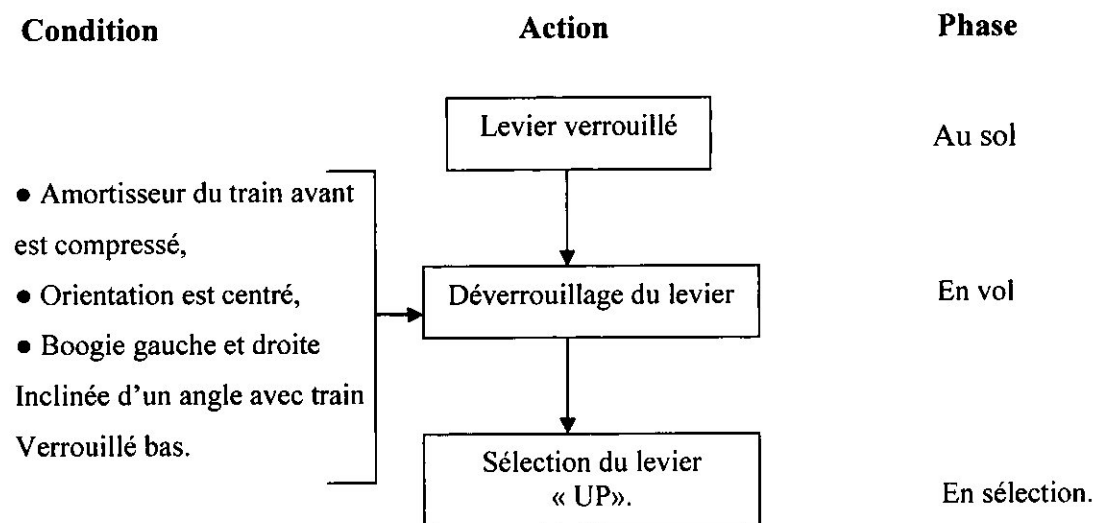
Le système hydraulique des trains est alimenté par le circuit hydraulique « Vert ». Il passe à travers les deux valves : « Safety valve » et « cut out valve ».

« Safety valve » est actionné par deux solénoïdes et elle désexcite (se ferme) quand la vitesse est >280 nœuds.

Et elle s'ouvre quand le train est sélectionné « bas » et que la vitesse est < 280 nœuds.

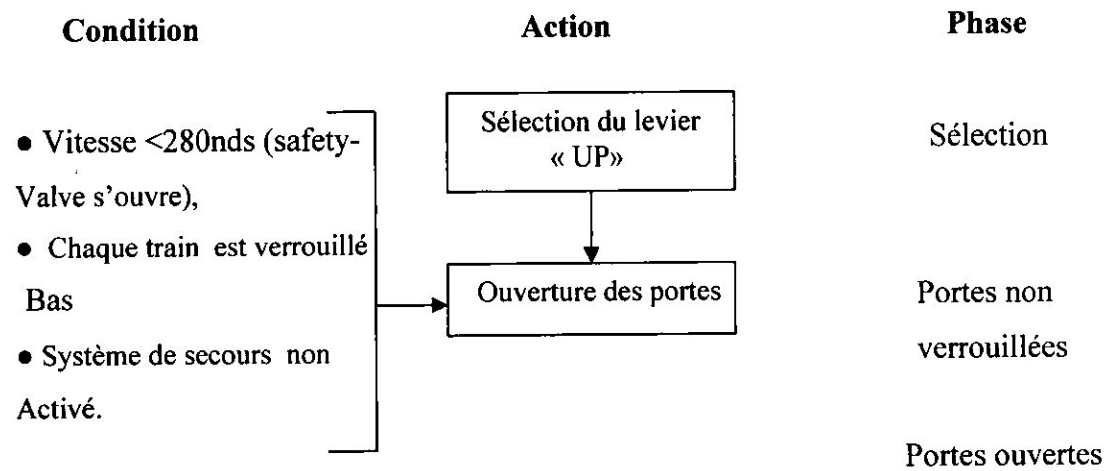
La Cut-off valve isole l'hydraulique dans le cas de sorti de secours.

III-4-3-Commande du train: Fonctionnement normal



A- RETRACTION :

➤ **Ouvertures des portes :**



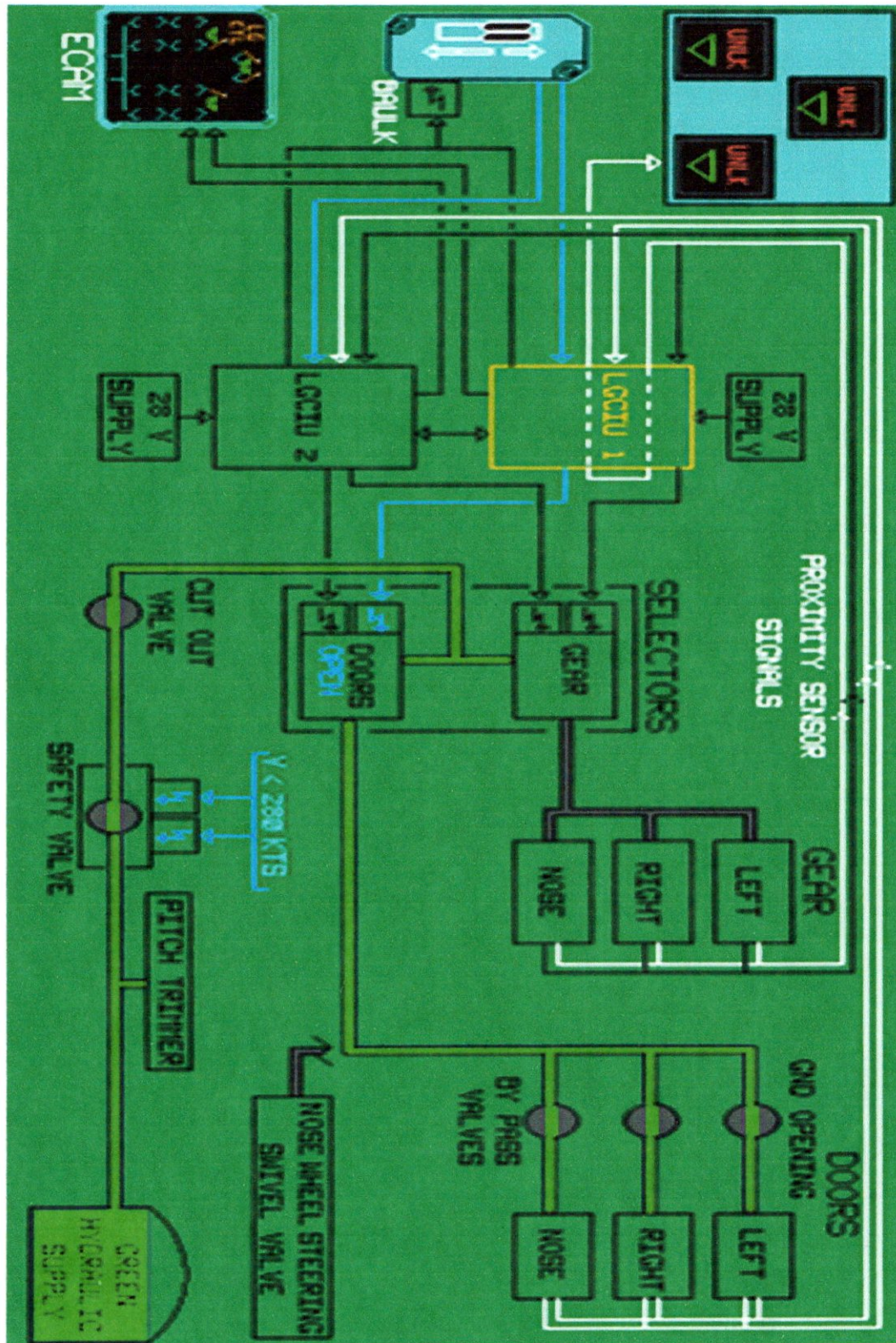
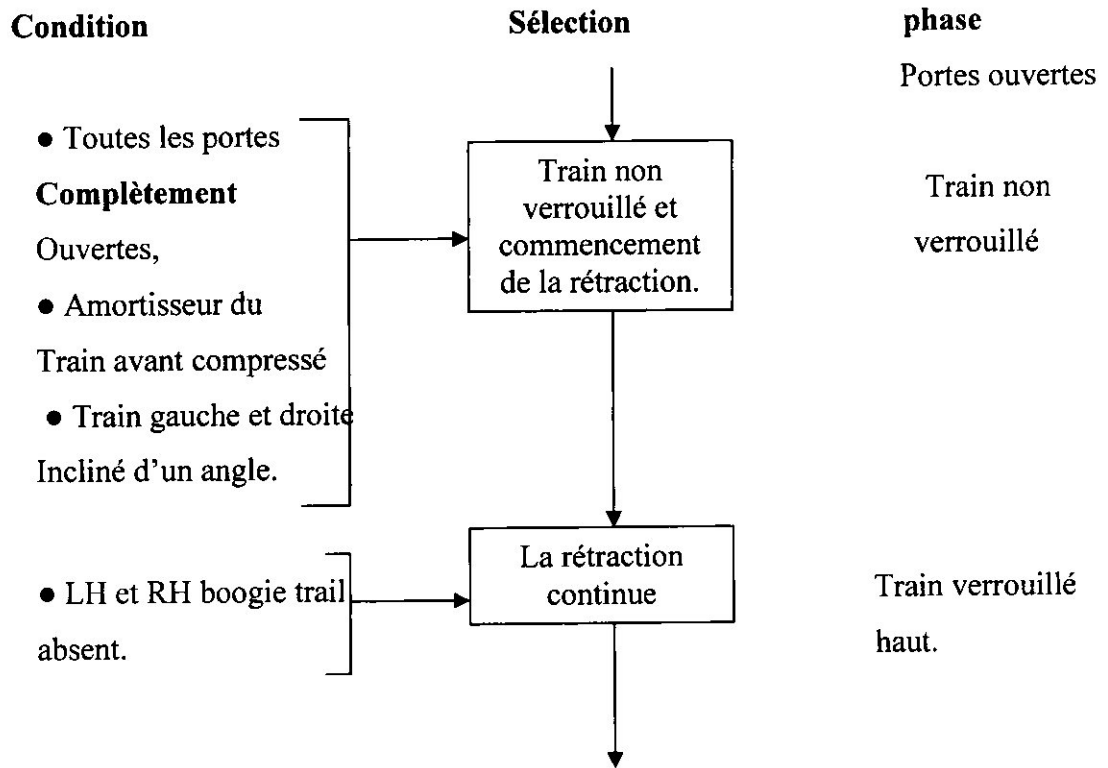


Fig19

➤ Trains verrouillés haut :



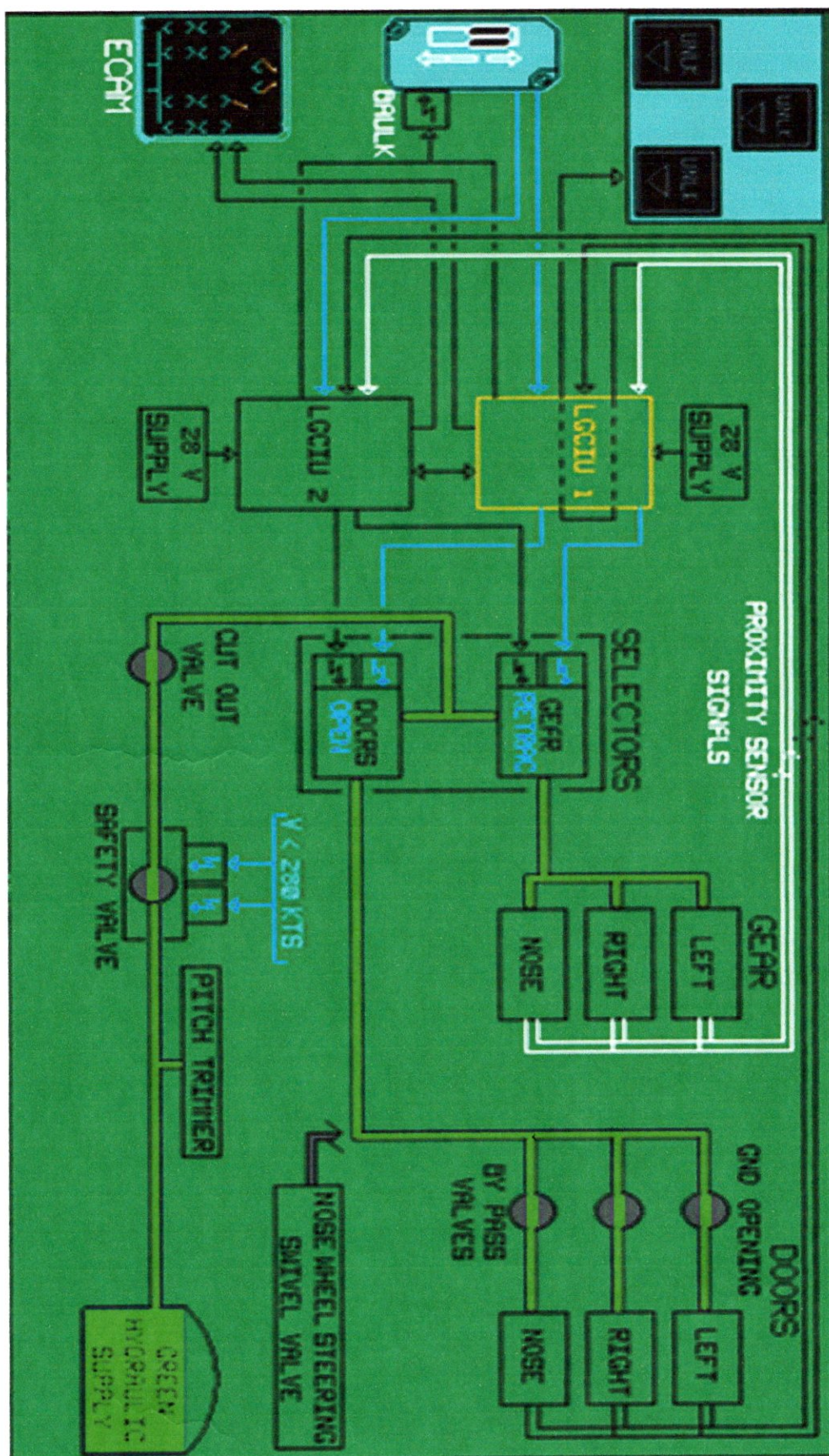
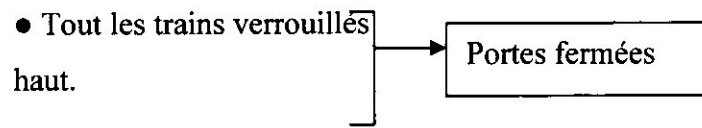


Fig19

➤ **Portes fermées :**



Train verrouillé
haut

Portes fermées
verrouillés

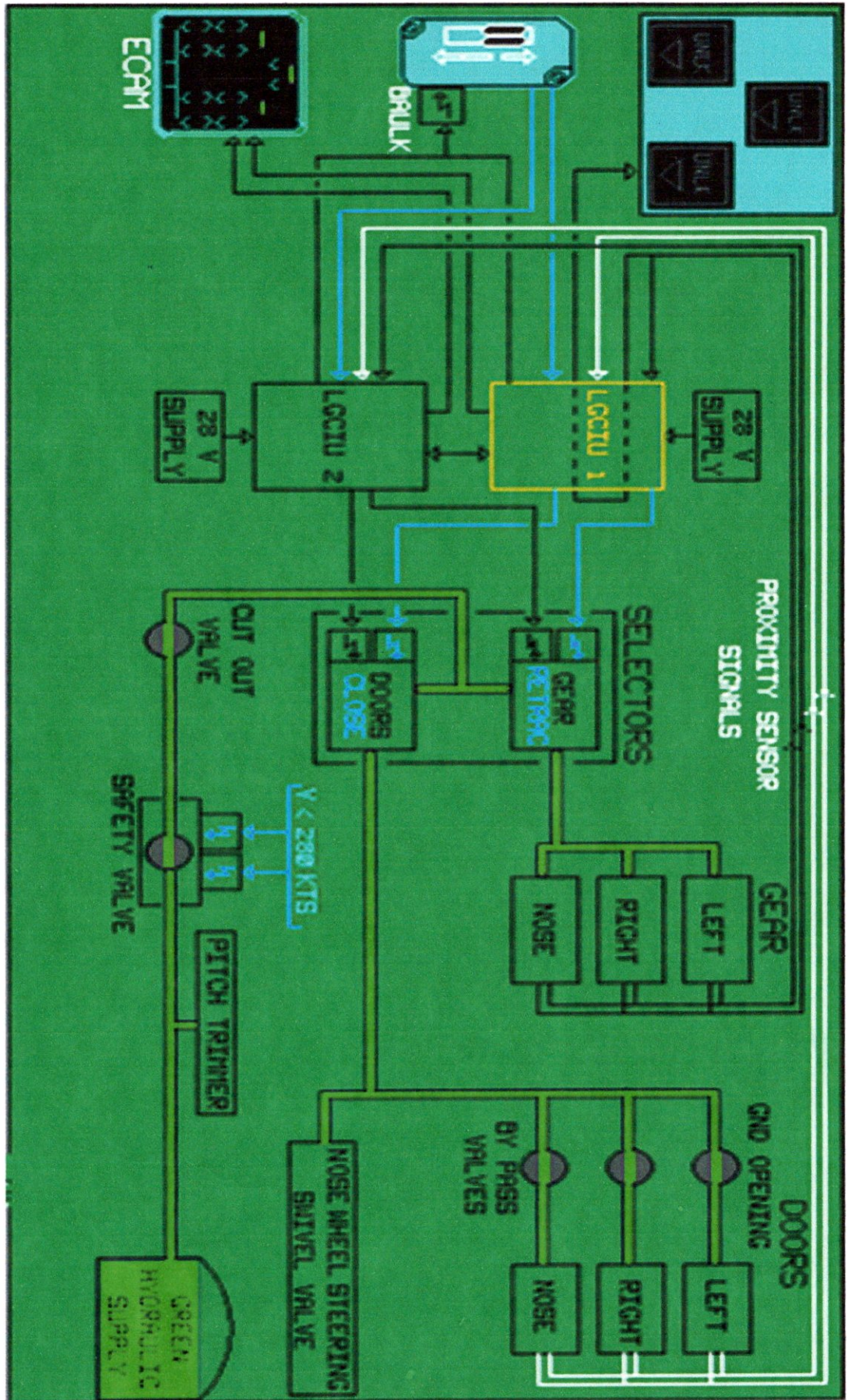
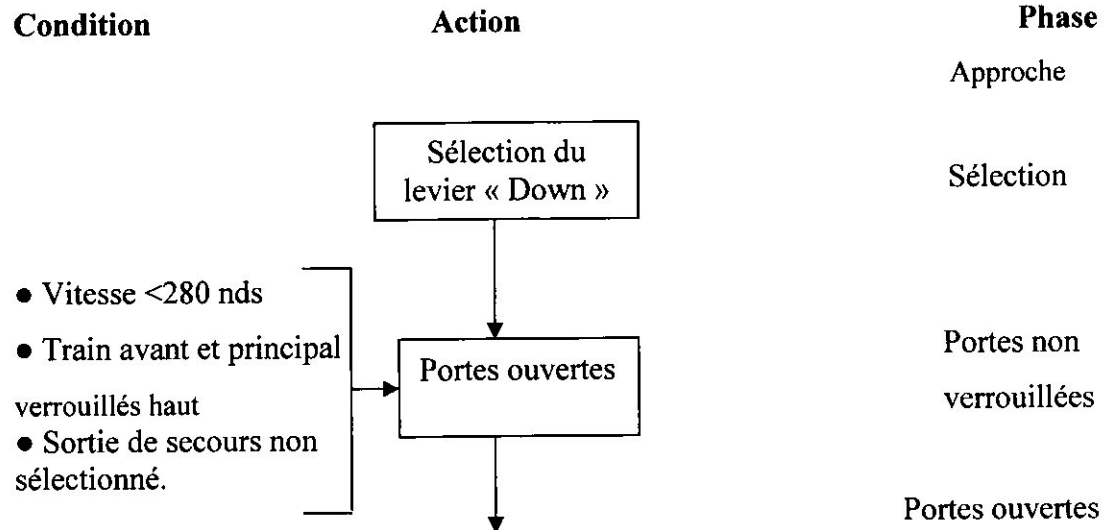


Fig20

B- Extension : (sortie)

➤ **Ouvertures des portes :**



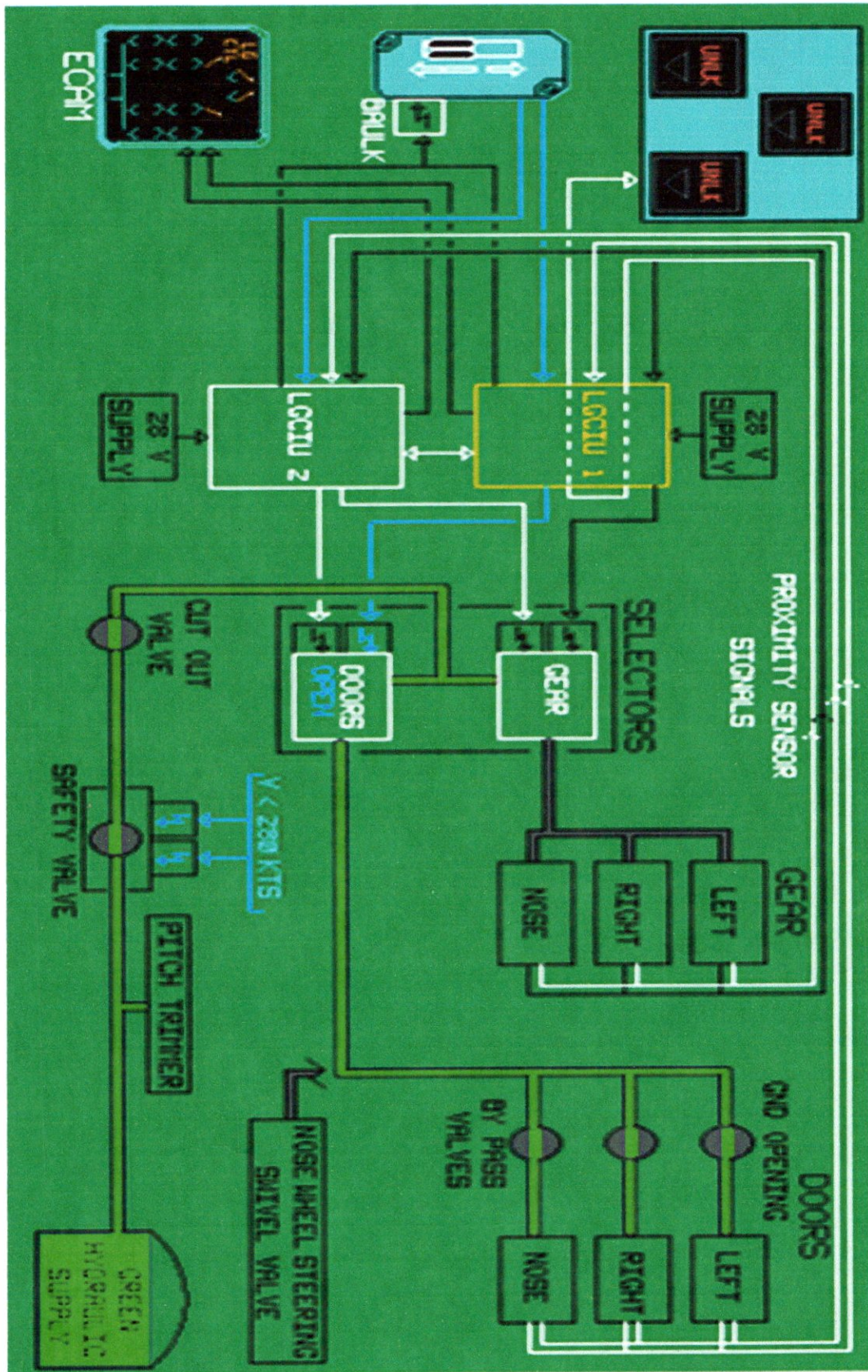
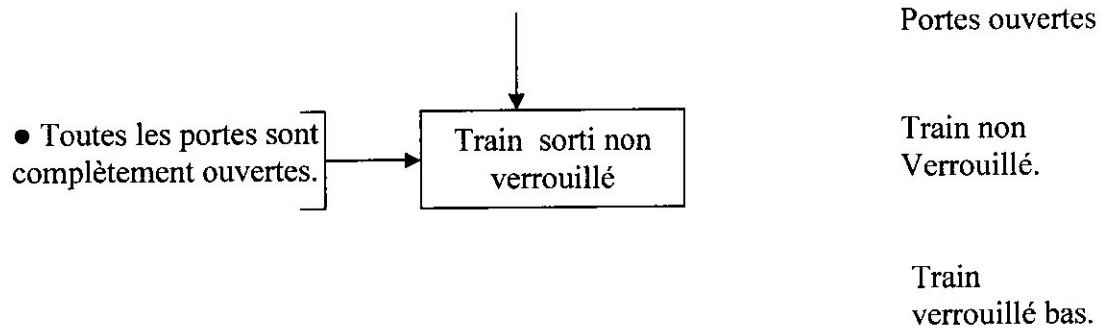


Fig21

➤ **Train verrouillé bas :**



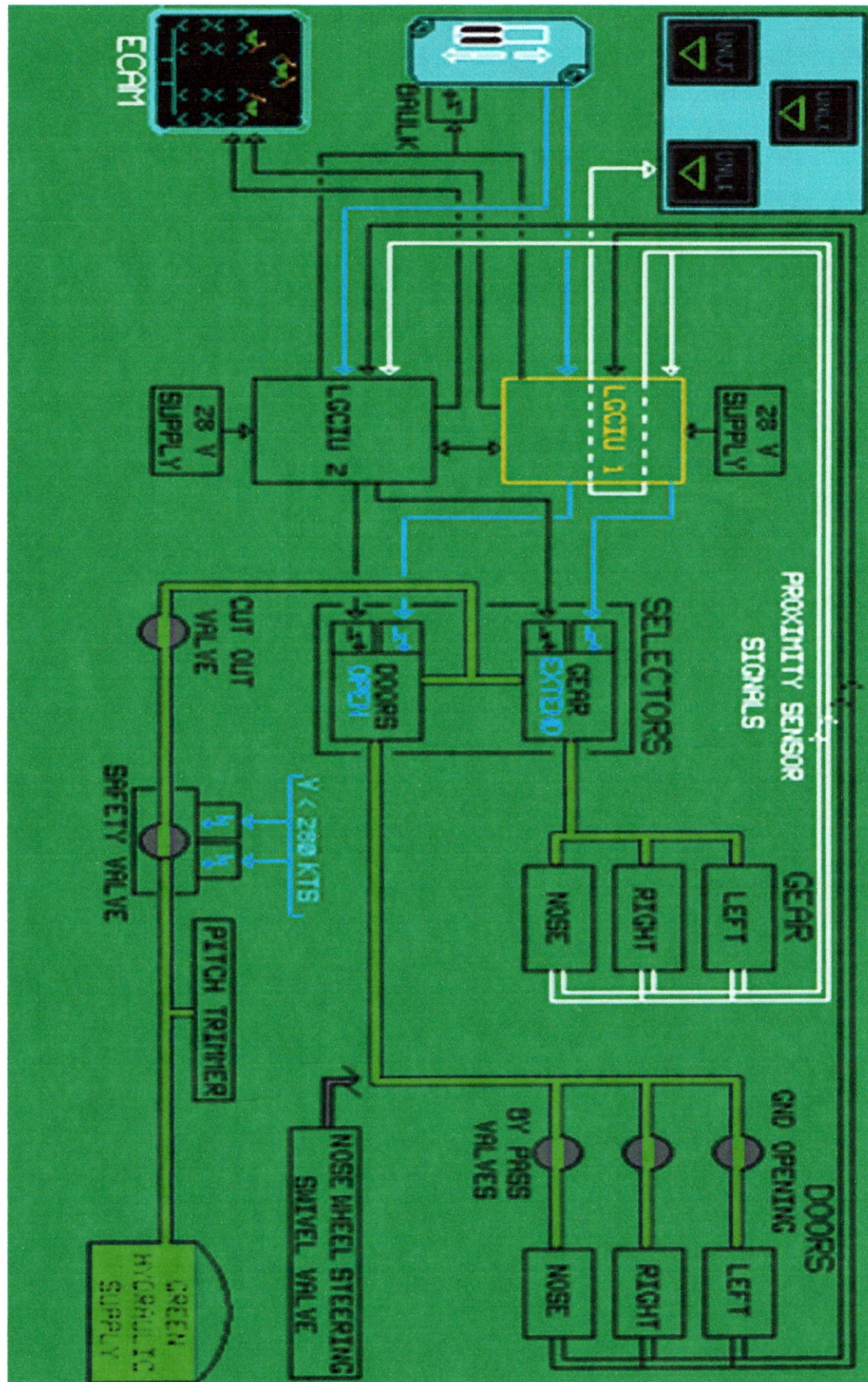
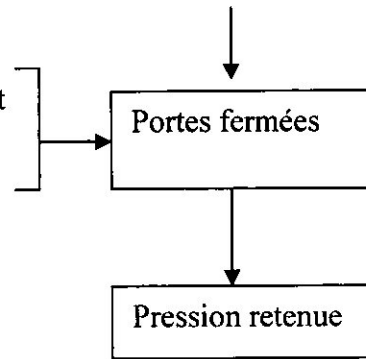


Fig22

➤ **Portes fermées :**

- Train principal et avant verrouillés bas.



Train
Verrouillé bas

Portes fermés
Et verrouillées

Au sol

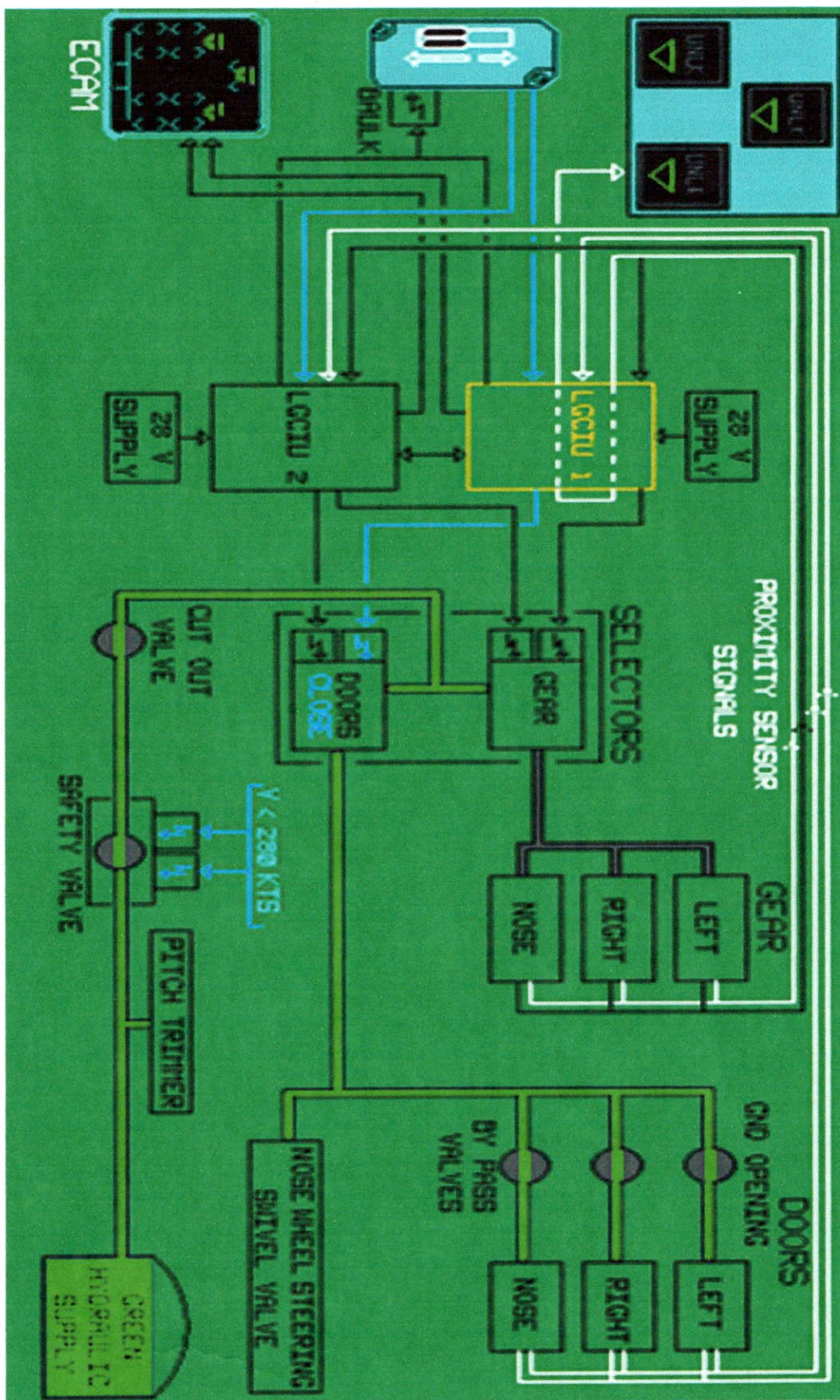


Fig23

III-3-LES DIFFERENTS CAS D'ANOMALIE QUI PEUVENT SURVENIR AU TRAIN PRINCIPAL:

III-3-1- Le train n'est pas sorti :

Cette alarme apparaît si :

- . Le train n'est pas sorti verrouillé.
- . La radio de l'altimètre est <750 feet.
- . Les volets sont en position « 3 ou full ».

Ou bien :

- . Le train n'est pas verrouillé.
- . L'altimètre < 750 Ft.
- . Les volets sont en position « 3 ou full ».

Ou bien :

- . Le train n'est pas sorti verrouillé.
- . Les volets sont en position « full ».

III-3-2- Le train n'est pas verrouille bas:

La lumière rouge "UNLK" apparaît sur l'indicateur de train et les triangles rouges apparaissent sur l'ECMA. Le train principal n'est pas verrouillé bas en extension.

Dans ce cas, on doit régler le train et si ça ne marche pas, on actionne la sortie de secours du train.

III-3-3- Anomalie en rétraction:

Un mécanisme prévient le levier de contrôle sélectionné "UP" quand le train n'est pas positionné par la rétraction;

Dans ce cas, le train d'atterrissage reste en position sorti et on limite la vitesse. Maximum 300/.72

III-3-4- Les portes ne se referment pas:

L'ambre des portes non fermées apparaît dans l'Ecam.

Les portes des trains d'atterrissage est verrouillé bas, on doit le laisser down. Dans tout les cas ou doit limiter la vitesse à: vitesse Max 270/.65 (les portes ouvertes).

III-3-5- Les trains ne sont pas verrouillés haut:

La lumière rouge "UNLK" apparaît dans l'indicateur des trains et les triangles rouges dans l'Ecam. Le train gauche n'est pas verrouillé haut à la rétraction.

Dans ce cas, on doit recycler le train. Sinon ça ne marche pas, on le laisse comme ça et on limite la vitesse.

Vitesse Max 300/.72 (train bas, portes fermés).

III-3-6- Anomalie au verrouillage haut du train:

Cet avertissement est déclenché quand le train est mis sur la position rentrée accidentellement par le personnel de la maintenance au sol. Le message « UNLK » apparaît en rouge dans l'indicateur de train et dans l'Ecam.

III-3-8- Panne de LGCIU1:

Quand le symbole XX vient dans l'Ecam, donc le LGCIU est en panne.

III-3-9- Le désaccord du système:

Les deux triangles verts de l'Ecam, l'un vient en vert et l'autre en rouge.

Le train droit est signalé en transit par le LGCIU 2 par contre il est signalé verrouillé bas par le LGCIU1.

La lumière rouge "UNLK" qui s'allume dans l'indicateur du train est les deux triangles rouge et vert dans l'Ecam, dans cet exemple le train principal est uniquement signalé verrouillé bas par le LGCIU 2.

Dans les deux cas la lumière verte du triangle et les deux triangles rouge et verte ou bien la lumière rouge "UNLK" les deux triangles rouge et vert dans l'Ecam, dans cet exemple le train principale est uniquement signalé verrouillé bas par le LGCIU2

Dans les deux cas: la lumière verte du triangle, et les deux triangles rouge et vert, le train d'atterrissage est sorti verrouillé.

III-4-LE SYSTEME « SORTI DE SECOURS » :

III-4-1-Selecteur de secours :

Dans le cas d'une panne dans la phase sortie, le train d'atterrissage peut être sorti par graviter à travers un système électromagnétique. La source d'alimentation est appliquée et contrôlée par deux doigts de sélection.

Les deux doigts de sélection sont liés entre eux mécaniquement pour opérer en un seul en conditions de vol, mais ils peuvent être séparés et fonctionnés individuellement pour les tests.

Le système hydraulique normal peut être restauré pour la mise du sélecteur dans la position « Reset ».

Quand le train est retourné à la position « Normal », le sélecteur peut être mis ainsi en position « OFF ».

III-4-2-Actuateur électrique :

Le fonctionnement du système de secours est accompli par les actuateurs électriques motorisés, un pour chaque train principal et un pour le train avant.

Quand les deux doigts de sélection sont mis dans la position « DOWN », une alimentation électrique est connectée aux deux moteurs de chaque actuateur.

La liaison mécanique connecte l'actuateur motorisé à la « Vent Valve », les portes se verrouillent. En plus, il y a la « Cut Out Valve » qui isole totalement le système du train d'atterrissage de l'alimentation hydraulique vert quand le système de secours est activé.

III-4-3-Description du système de secours :

- Un pour chaque train principal et ;
- Un pour le train avant.

III-4-4-Fonctionnement :

Le système de secours peut être fonctionner avec un avion qui n'est pas alimenté électriquement (les actionneurs électriques sont alimentés par « The Hot Busses »). Normalement les deux moteurs, dans l'actionneur électrique sont excités ensemble et quand l'actionneur électrique est excité la sortie « Shuft » se déplace par 90° pour lâcher les portes et les trains verrouillés.

Durant le déplacement de l'interrupteur de contrôle on aura un arrangement de séquences suivantes :

1- « Cut Out Valve »

Elle isole totalement le système du train au système hydraulique vert.

2- « Vent Valve »

Connecte tous les actionneurs de train et les portes au système de retour de l'hydraulique vert.

3- Déverrouillage des portes

Boites fonctionnent par dégagement des crochets.

4- Déverrouillage des trains

Fonctionne et les trains descendent avec leur propre poids.

- Reset

Après le test de sortie de secours, le système hydraulique normal du train va être restauré comme suit :

-Avec l'interrupteur de contrôle qui est en position « Down », armer le système par la mise du switch dans la position « Reset ».

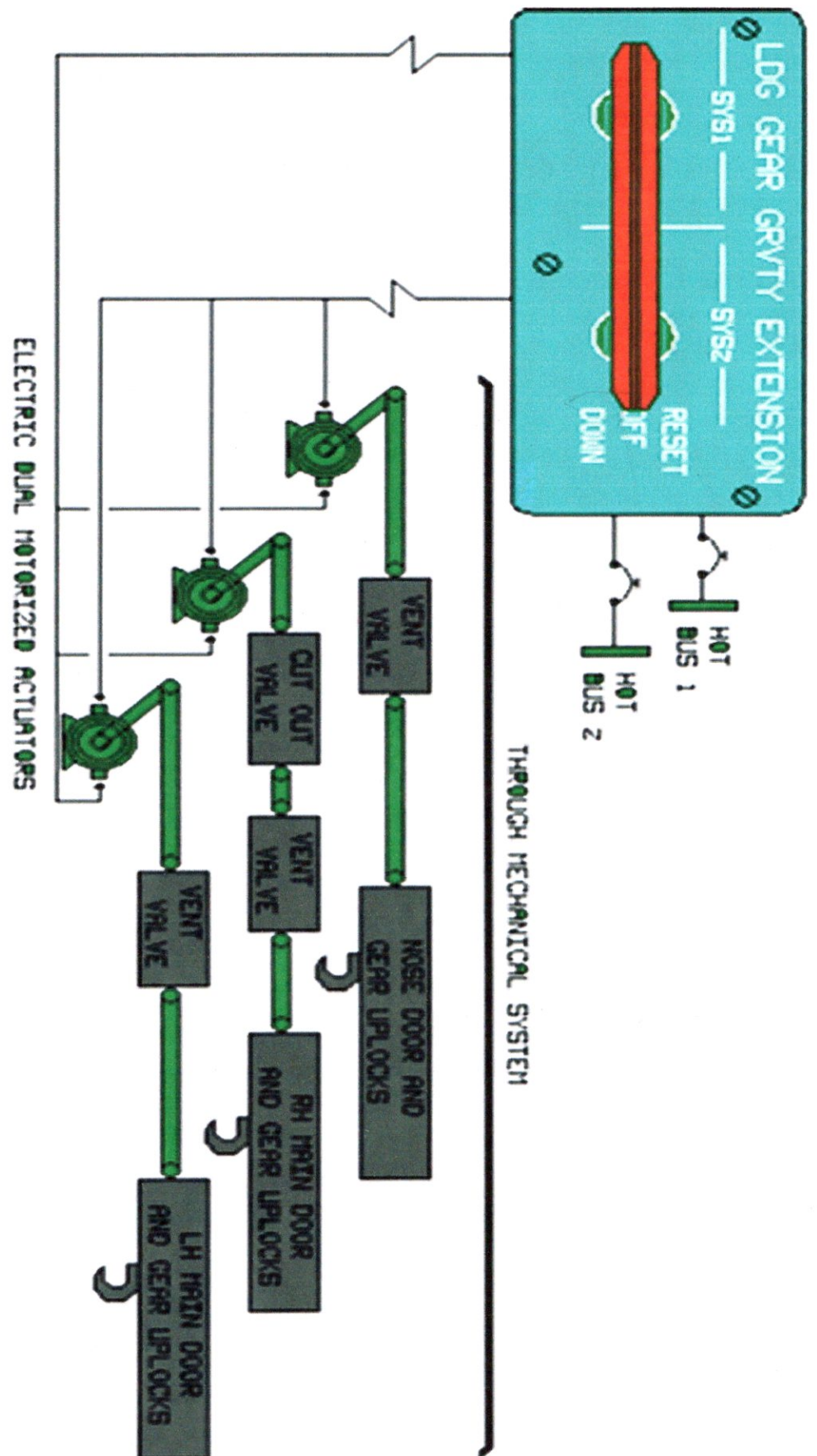


Fig24

III-5-LE SYSTEME DE FREINAGE :

Il existe quatre modes de freinage :

- a. Système normal
- b. Système alterné
- c. En vol
- d. Parking

III-5-1-Systeme de freinage normal:

Le freinage est normal quand:

- Pression verte est utilisé
- Les systèmes anti-skid est sur "ON"
- Freinage parking n'est pas sur "ON"
- Anti skid fonctionne.

●B.S.C.U:

Le BSCU contrôle les opérations de la valve électro hydraulique dans le système.

Il a des fonctions primaires suivantes:

- Le freinage normal avec des entrées automatique et manuel.
- La fonction de l'anti-skid pour donner un pourcentage maximum de freinage et,
- Le freinage automatique des roues principal durant la rentrée des trains.
- Le système de freinage est électriquement contrôlé par le BSCU qui comprend deux canaux indépendants, les deux canaux se permutent à chaque sélection de "Down".

Le freinage normal peut être appliqué en deux manières :

● Le fonctionnement du mode de freinage normal :

Deux différents modes de freinage sont valable dépendant de la sélection de freinage automatique et du freinage manuel.

Le BSCU excite la normal sélecteur valve, quand toutes les conditions de freinage normal sont valables.

1-Automatique:

Avant l'atterrissage, le freinage automatique doit être programmé.

Quand on sélectionne l'un des boutons de freinage automatique, le "ON" s'allume en bleu, pour indiquer que le système est bien armée.

Quand l'avion est en vol, la BSCU envoie des ordres à la normal sélecteur valve.

L'automatique sélecteur valve, qui est maintenant actionné par le système hydraulique vert, fonctionne et coupe le système hydraulique bleu.

Le BSCU règle la pression « vert » par la fermeture progressive de la normale servovalve.

La vitesse de rotation des roues, la pression de freinage et les données d'ADIRU sont envoyées au BSCU pour le fonctionnement du freinage et de l'anti-skid.

Quand l'avion a atteint la décélération demandée le bouton actionné affiche "DECEL" en vert.

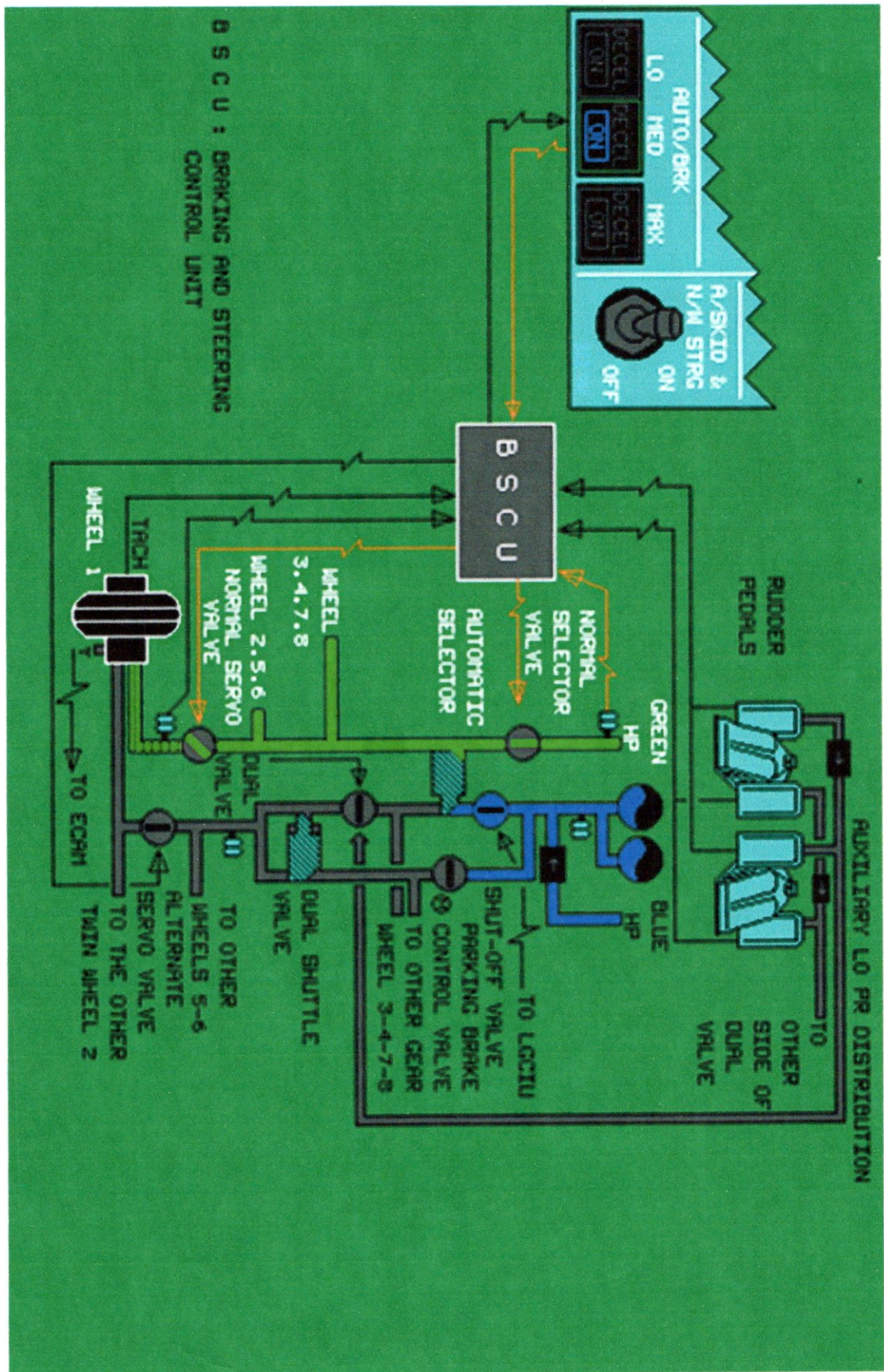


Fig25

2-Manuel :

Après l'atterrissage les pédales de freinage doivent être pressé automatiquement.

Les ordres électriques de freinage par les pédales sont envoyés au BSCU.

A ce moment, le BSCU envoie des ordres à la normal sélecteur valves, maintenant actionné par la pression hydraulique vert, l'automatique sélecteur valve fonctionne et coupe la pression hydraulique bleu.

Le BSCU règle la pression « vert » par fermeture progressive de la normal « servo-valve ».

La vitesse de rotation des roues, la valeur de la pression de freinage et les données de ADIRU est envoyées au BSCU pour le freinage et l'anti-skid.

III-5-2-LE SYSTEME DE FREINAGE ALTERNE :

● Fonctionnement :

A une commande électrique fonctionnée « shut-off » valve est excité pendant la phase du vol spécifié pour isoler l'accumulateur de freinage alterné pendant le vol ; ceci pour empêcher la fuite de l'accumulateur.

Quand le BSCU coupe le système vert à travers la valve sélecteur normal, la valve de sélecteur normal fonctionne pour connecter la pression au système de freinage.

La duale valve permet à la pression bleue demandée d'aller à l'alternate servo valve en passant par la dual shuttle valve.

Le cylindre principal donne la sensation artificiel en proportion a l'angle des pédales.

La pression alimentée au piston de freinage à travers la servo valve qui contrôlé par le BSCU ; Si le système anti-skid fonctionne.

La servo valve reste ouverte si le système de freinage alterné fonctionne sans la protection d'anti-skid.

En cas de perte de pression du système hydraulique bleu, les commutateurs installés dans le système de freinage maintiennent l'alimentation limitée du système de pression alterné.

Les triples indicateurs de pressions montrent la pression de l'alimentation et la pression délivrée pour les freins.

● Avec l'anti-skid :

Le système vert est perdue le BSCU désexcite la normal sélecteur valve ; Le freinage automatique est perdue. Le freinage alterné avec un anti-skid fonctionne maintenant.

L'automatique sélecteur valve fonctionne et elle accorde la pression du système bleu de passer au système de freinage alterné.

Le contrôle du système de freinage alterné est actionné uniquement avec les pédales, à travers le système de contrôle de distribution de pression basse auxiliaire.

Le BSCU envoie les signaux de fermeture de l'anti-skid à la servo valve alterné.

La pression délivrée au main gauche (L H) et au main droite (R H) et aussi la pression bleu de l'accumulateur sont tous indiqués dans le triple indicateur de pression.

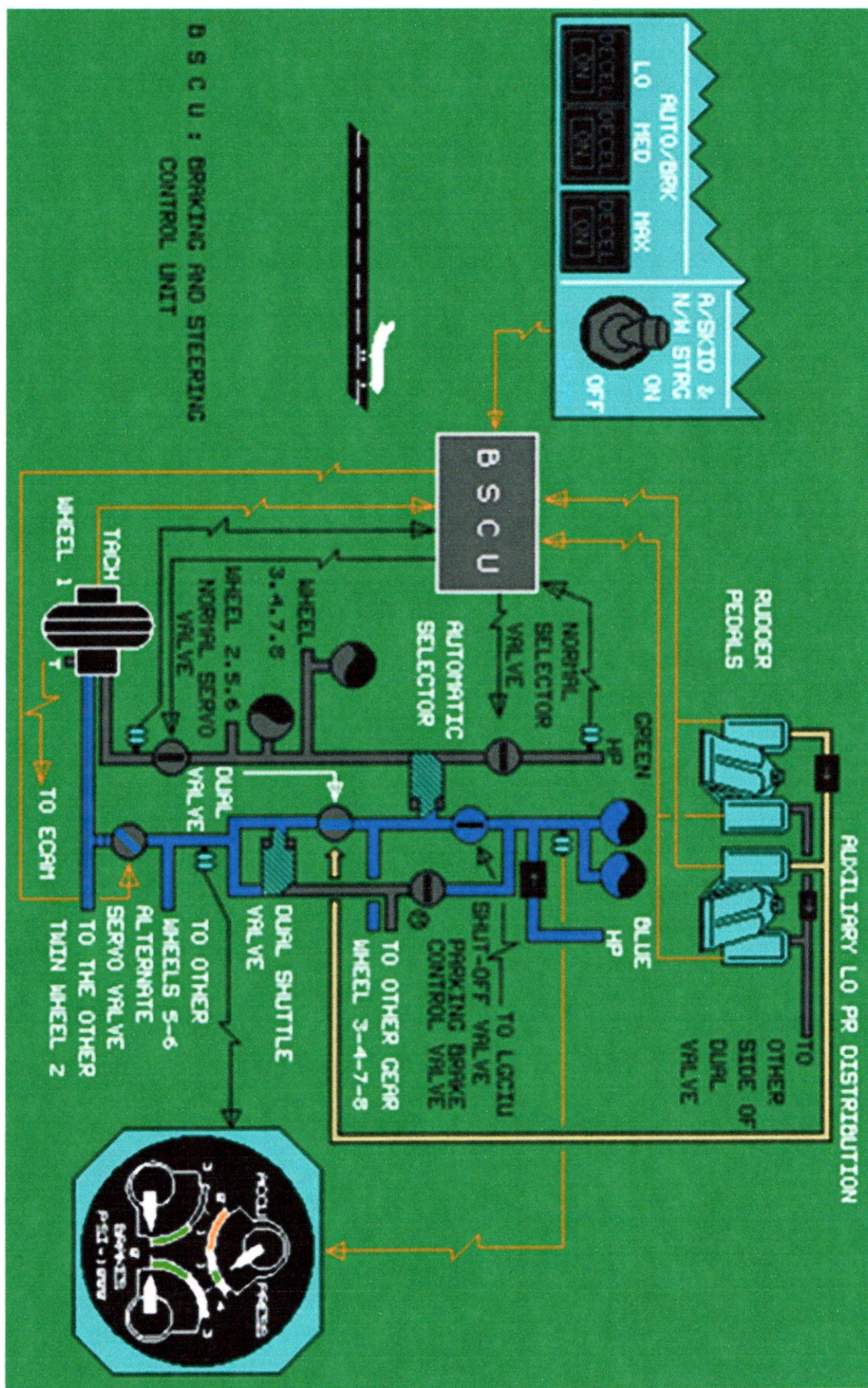


Fig26

• Sans l'anti-skid :

Le BSCU ne fonctionne plus, le freinage normal et l'anti-skid sont perdus.

Le freinage alterné sans l'anti-skid fonctionne maintenant.

L'automatique sélecteur valve fonctionne et permet à la pression de système bleu de passer au système de freinage alterné.

Le contrôle du système de freinage alterné est actionné uniquement par les pédales, à travers le système de contrôle de distribution de pression basse auxiliaire.

La pression « bleu » de freinage est régulée via la duale valve.

L'alternate servo valve reste complètement ouverte parce qu'elle ne reçoit aucun signal de l'anti-skid du BSCU.

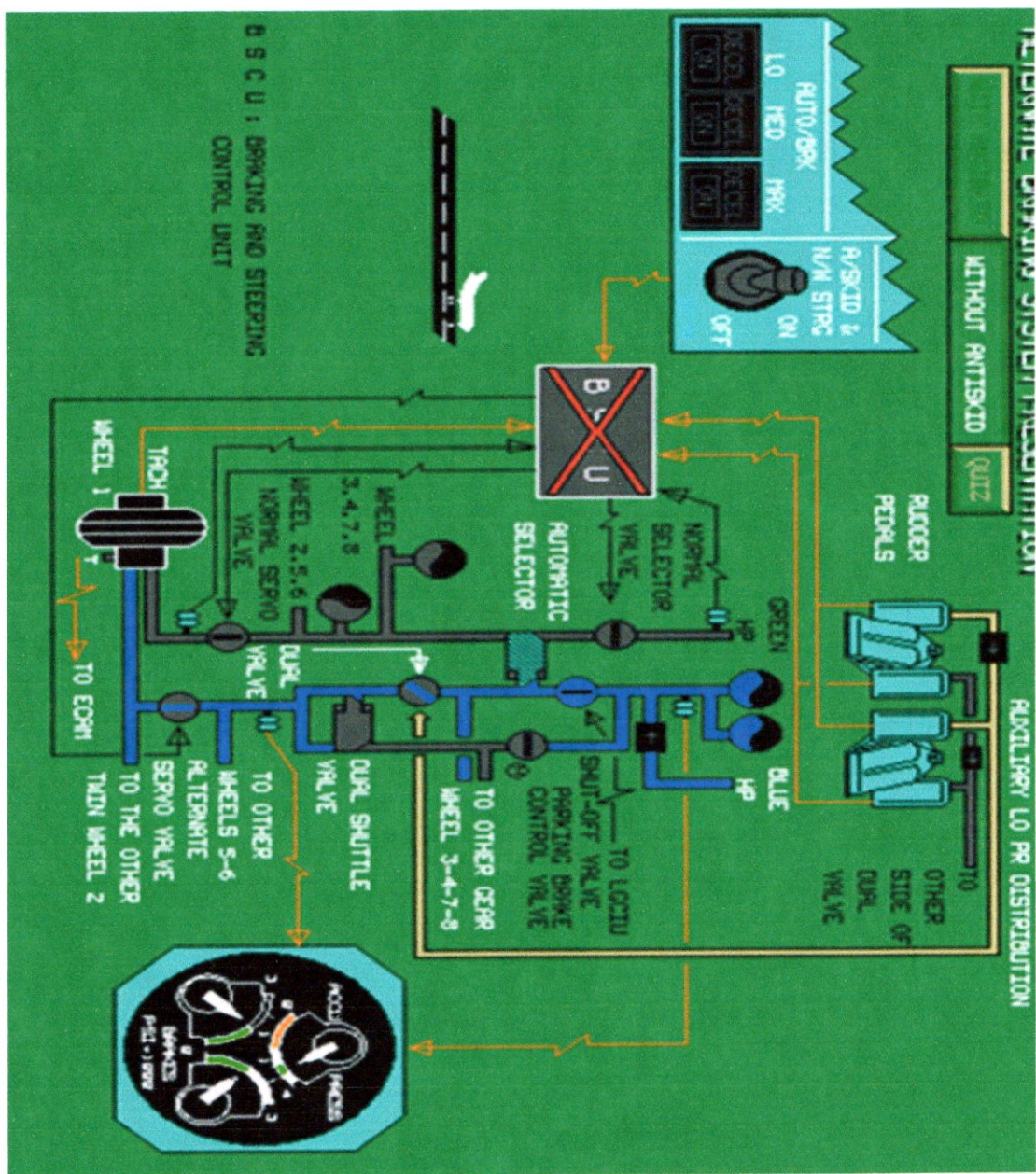


Fig27

III-5-3-SYSTEME DE FREINAGE PARKING :

1- Présentation:

Le fonctionnement du freinage parking désactive les autres systèmes de freinage et l'anti-skid.

Les lignes de retour sont fermées pour maintenir la pression du parking pour une durée de 12h.

C'est pas nécessaire d'appuyer sur les pédales sur « ON » pour actionner le freinage parking.

• Position « ON »

Quand le freinage parking est sur la position « ON », la valve de contrôle de freinage parking est activée et le signal est envoyé au BSCU.

Le BSCU dépressurise le système de freinage normal en fermant la valve normal sélecteur valve. Et en désexcitant la servo valve.

La pression hydraulique bleu passe à travers la valve de contrôle parking etla dual shuttle valve.

La dual shuttle valve (move back) et permet au circuit du système alterné d'être pressurisé par le système de « freinage parck ».

Les freins sont maintenant alimentés avec une pression « bleu » élevée, ou bien pression d'accumulateur, à travers l'alternate servo valves qui est complètement ouverte.

La pression complète du freinage parck est appliquée à tout le frein.

La pression délivrée au train gauche et droite aussi bien que la pression « bleu » des accumulateurs sont indiqués dans le triple indicateur de pression.

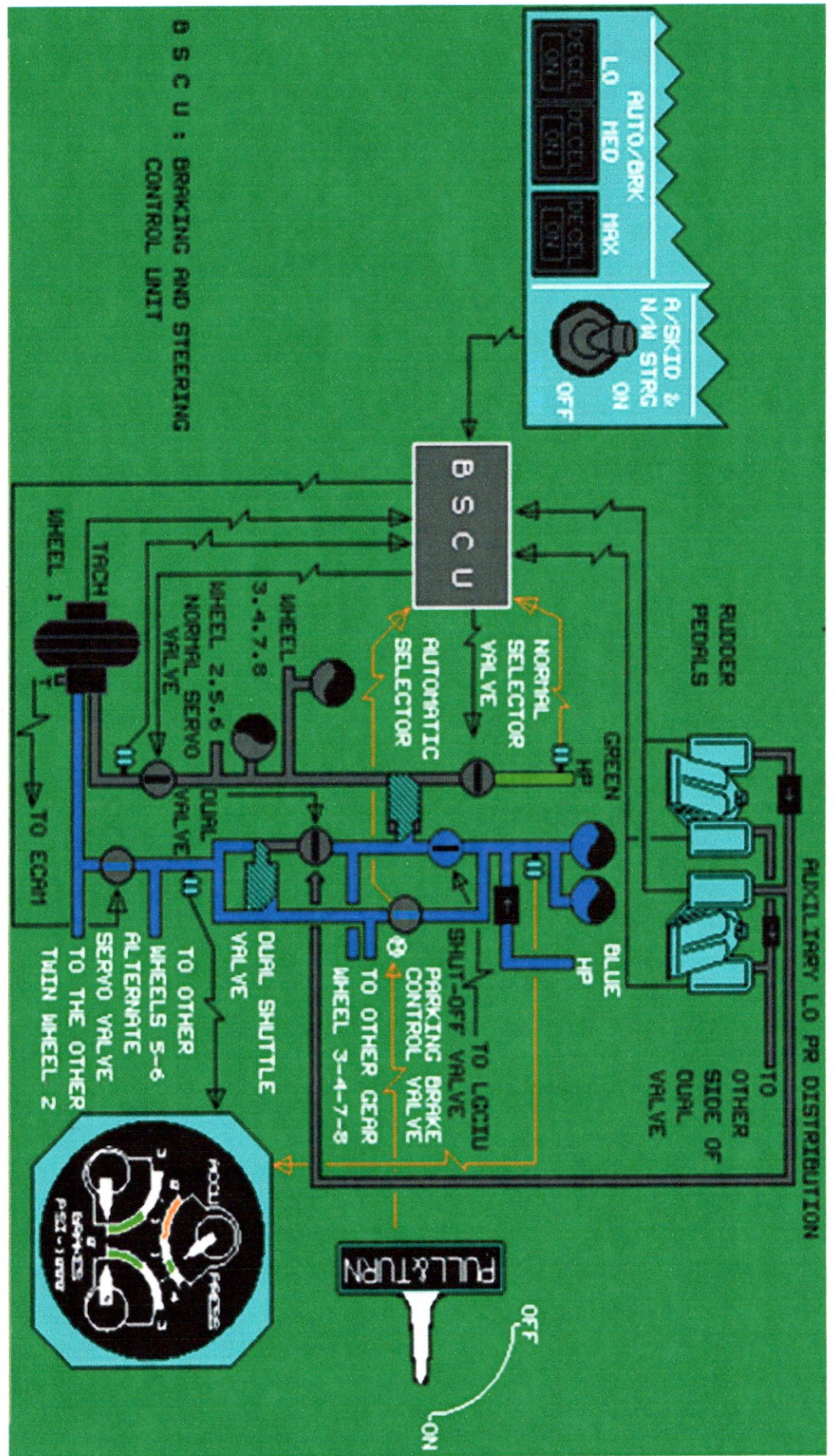


Fig29

● **Position « OFF »**

Le système de freinage parking peut aussi être utilisé comme freinage de secours quand tous les autres modes sont en panne.

Quand le frein de parking est remis à zéro, le mode de freinage est restauré.

L'accumulateur bleu peut être pressurisé par la pompe électrique bleue.

2- Fonctionnement :

Quand la poignée du frein parking, dans le cockpit est sur la position « ON », la pression est alimentée à la servo valve automatique qui ferme les lignes de retour à partir de la servo valve de freinage alterné.

La pression est alimentée à la valve de freinage parking qui isole la double valve à partir du système de freinage parking.

La shuttle valve connecte le liquide pressurisé au frein.

Le réapprovisionnement d'accumulateur est automatique par les moyens de la pompe électrique bleue.

La pression dans les freins est maintenue pour une durée de 12 h à 175 bars (2540Psi).

Quand le switch de freinage parking est mis sur « OFF » les moteurs sont sous tension pour lâcher la pression appliquée et pour ouvrir les lignes hydrauliques au tuyauterie de retour bleue.

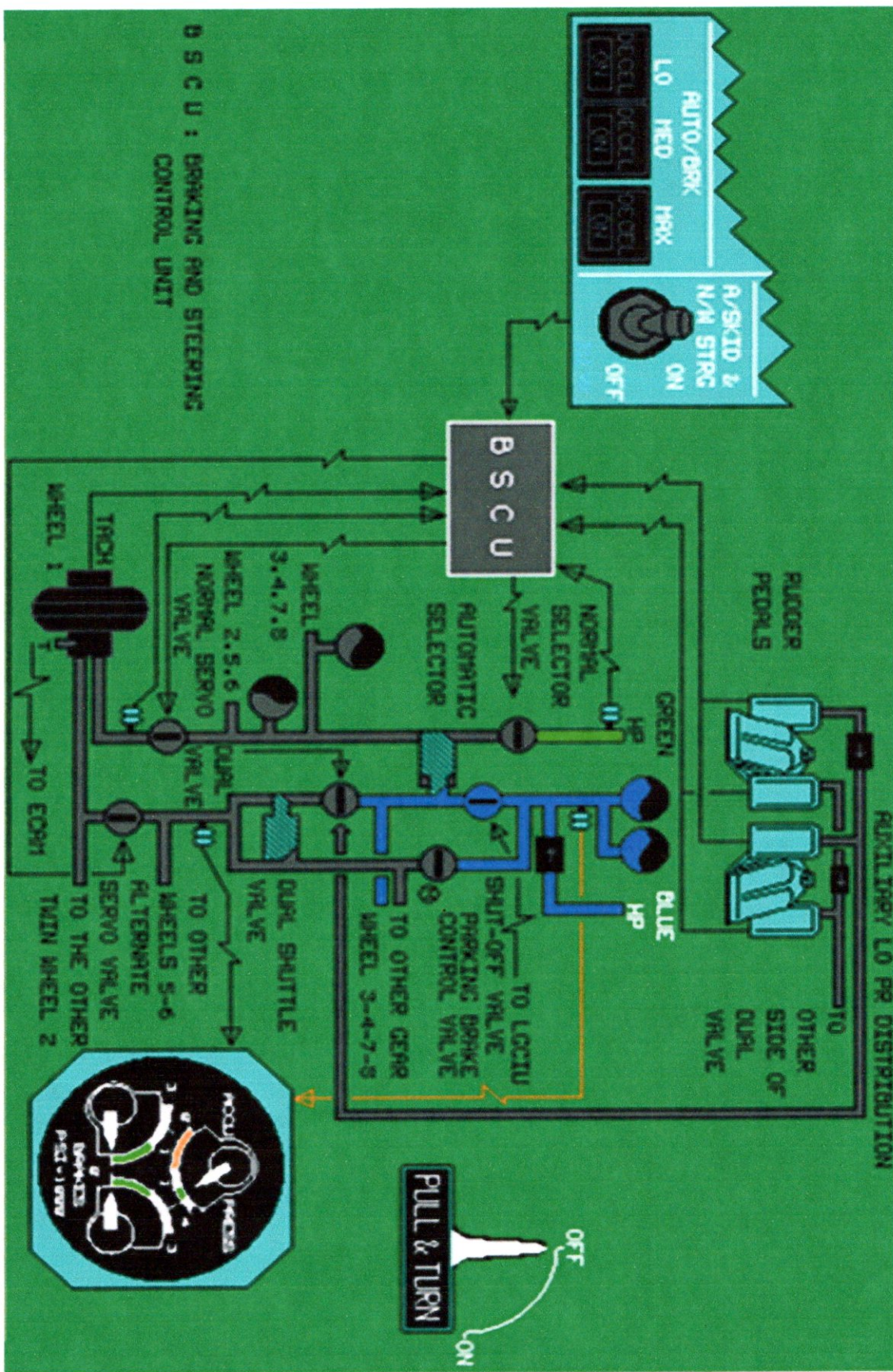


Fig29

III-5-4-FREINAGE EN VOL :

- **Présentation :**

Avant l'entrée du train d'atterrissage au puit les roues du train principal sont stoppées en utilisant le système de freinage normal.

Durant la rentrée du train d'atterrissage, le freinage se produit automatiquement pour un temps spécifié.

Le système anti-skid est bloqué. Quand le levier de sélecteur est sur « UP », la normal selector valve fonctionne pour connecter l'alimentation hydraulique vert au système de freinage normal.

- **Train avant :**

La rotation de la roue du train avant est stoppée par frottement avec le tampon. A la fin de la rentrée du train, la rotation du train avant est stoppée par un freinage mécanique.

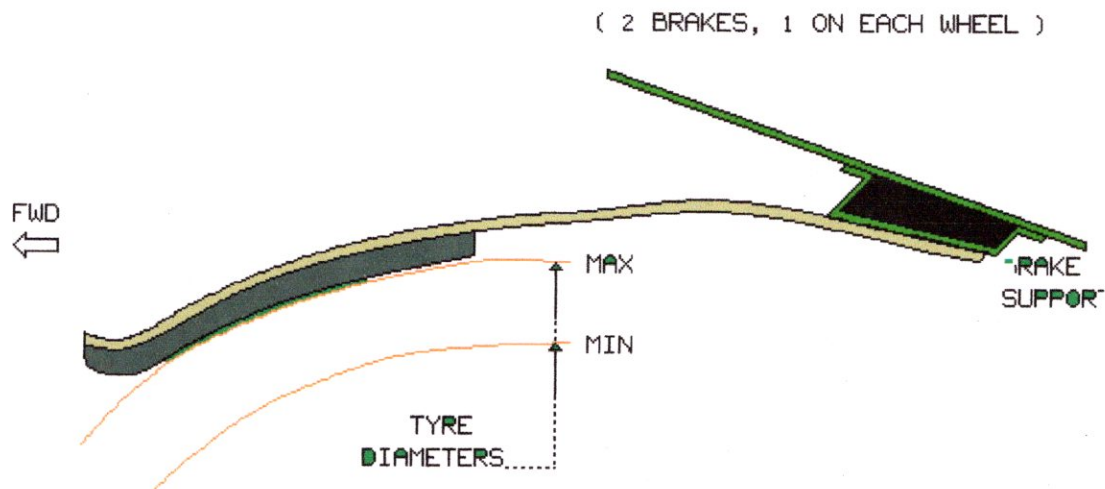


Fig30

III-6-SYSTEME DE VENTILATION DES TRAINS :

III-6-1-Présentation:

Ce système de ventilation permet la ventilation des freins lors des vitesses très élevées.

Quand le frein est chaud, la lumière « HOT » vient du bouton poussoir.

Le bouton de ventilation des freins actionne le ventilateur uniquement quand le train est sorti verrouillé. Chaque ventilateur à un moteur triphasé

III-6-2-Principe :

Chaque unité de surveillance de température de frein (BTMU) reçoit le voltage à partir de deux sondes de température.

Après gestion, le circuit électrique délivre un voltage proportionnel à la température de chaque brake heat sink.

III-6-3-Sonde de température :

La sonde de température chromel délivré un voltage proportionnel à la différence de température entre la jonction froide et la jonction chaude.

III-6-4-Unite de surveillance de température de frein (Btmu) :

. **BTMU** : Utilise les données à partir de la sonde de température et compense la jonction froide du thermocouple.

. **BSCU** : La fonction de BSCU est de changer les signaux électriques aux indications de température à l'ECAM.

III-7-LE FREINAGE A L'ECAM:

III-7-1- Présentation :

- **Freinage normal:**

Les indications du freinage normal apparaissent si le freinage normal est inopérant (en panne).



Pas d'indication quand le système de freinage normal est utilisable.



Ambre quand si le système de freinage est en mode alterné.

• **Anti-skid :**

Les indications de l'anti-skid apparaît si l'anti-skid est inopérant ou bien sélectionné « OFF ».

Anti-skid

Cette Ambre apparaît associée avec un avertissement ECAM dans le cas de panne du BSCU, ou bien quand l'anti-skid et le bouton de l'orientation du train avant est sur « OFF », ou dans le cas de panne de l'anti-skid détecté par le BSCU.

• **Freinage automatique :**

Les indications de freinage automatique apparaît en vert quand le freinage automatique est sélectionné est armé.

Auto BRK
MED

En vert quand le freinage automatique est armé

Cruciver
distc

MAX, MED ou LOW indique le régime sélectionné (Vert).

Auto BRK

Ambre associé avec un avertissement de l'ECAM dans le cas de panne du système de freinage automatique.

III-8-LE SYSTEME D'ORIENTATION DU TRAIN AVANT :

III-8-1-Principe :

Le BSCU contrôle et surveille le fonctionnement du système d'orientation.

Deux volants de transmissions peuvent envoyer un angle maximum de 65° au BSCU quand la vitesse de l'avion au sol est inférieure à 10 nœuds.

L'angle d'orientation augmente ou diminue selon la vitesse de l'avion.

On peut aussi avoir un angle maximum de 6° avec les pédales.

Quand la vitesse de l'avion au sol est supérieure à 40 nœuds, l'angle d'orientation valable diminue. Le BSCU utilise les données de l'orientation à partir de la sonde de l'alimentation de retour pour calculer l'angle nécessaire d'orientation, le régime du mouvement et la direction du tour.

Le BSCU envoie ses données à l'organe électro-hydraulique pour actionner le mécanisme de l'orientation.

III-8-2-BSCU :

La fonction de l'orientation est contrôlée par le BSCU qui contrôle la position de l'orientation via une servovalve signalée électriquement en réponse aux signaux des données de l'angle de l'orientation.

Les systèmes 1 et 2 des sources de l'alimentation indépendante.

Chaque système est divisé en deux canaux, l'un surveille et l'autre commande.

Le canal qui commande calcule et produit des signaux commandes par contre le canal de surveillance vérifie si le canal de commande fonctionne correctement.

Si les deux systèmes sont alimentés simultanément, le système 1 a la priorité et le système 2 reste en stand by.

Dans l'ordre de maintenir le système d'orientation valable au maximum, le BSCU et la plus part de ses périphériques électriques sont doublés et se permutent en deux systèmes 1 et 2.

Les deux systèmes se commutent automatiquement à chaque atterrissage ou dans le cas d'une panne d'un des deux systèmes.

III-8-3-Fonctionnement de l'hydraulique :

Quand toutes les conditions sont bonnes, la pression hydraulique « vert » est alimentée au système à travers la swivel sélecteur valve.

La swivel sélecteur valve isole la pression hydraulique « vert » à partir du système et le connecte aux lignes de retours quand le train avant est rentré.

La pression est envoyée à la shut-off valve à travers la chek valve.

La chek valve aide la valve de maintien de la pression de garder la pression dans le système quand l'hydraulique « vert » n'est pas disponible.

Le BSCU excite le sélecteur valve qui lâche le contrôle de la pression à la shut-off valve.

Quand le sélecteur valve est déexcité, le contrôle de la pression est (held) à la shut-off valve et la ligne d'alimentation est connectée au retour.

Quand la shut-off valve s'ouvre, le contrôle de la pression passe par la by-pass valve et la ligne d'alimentation est connectée à la ligne de retour.

Quand la shut-off valve s'ouvre, le contrôle de la pression s'ouvre, ça fonctionne pour isoler la ligne de service du vérin de l'orientation l'un de l'autre.

La servovalve alimente la pression hydraulique au vérin de l'orientation en proportion à un signal électrique à partir du BSCU. Cela inclut deux rouleaux, une tuyère d'éjection et une bobine.

L'alimentation de la pression est acheminée à la sortie voulue de chaque vérin d'orientation à travers la valve de recharge.

La valve de recharge empêche la cavitation du vérin de l'orientation. La valve anti-shimmy contrôle le débit du fluide hydraulique à travers chaque ligne et oscille le débit du retour.

The Rotary Variable Differential Transducer (RVDT) surveille la position correcte du train avant et envoie les données aux deux canaux du BSCU.

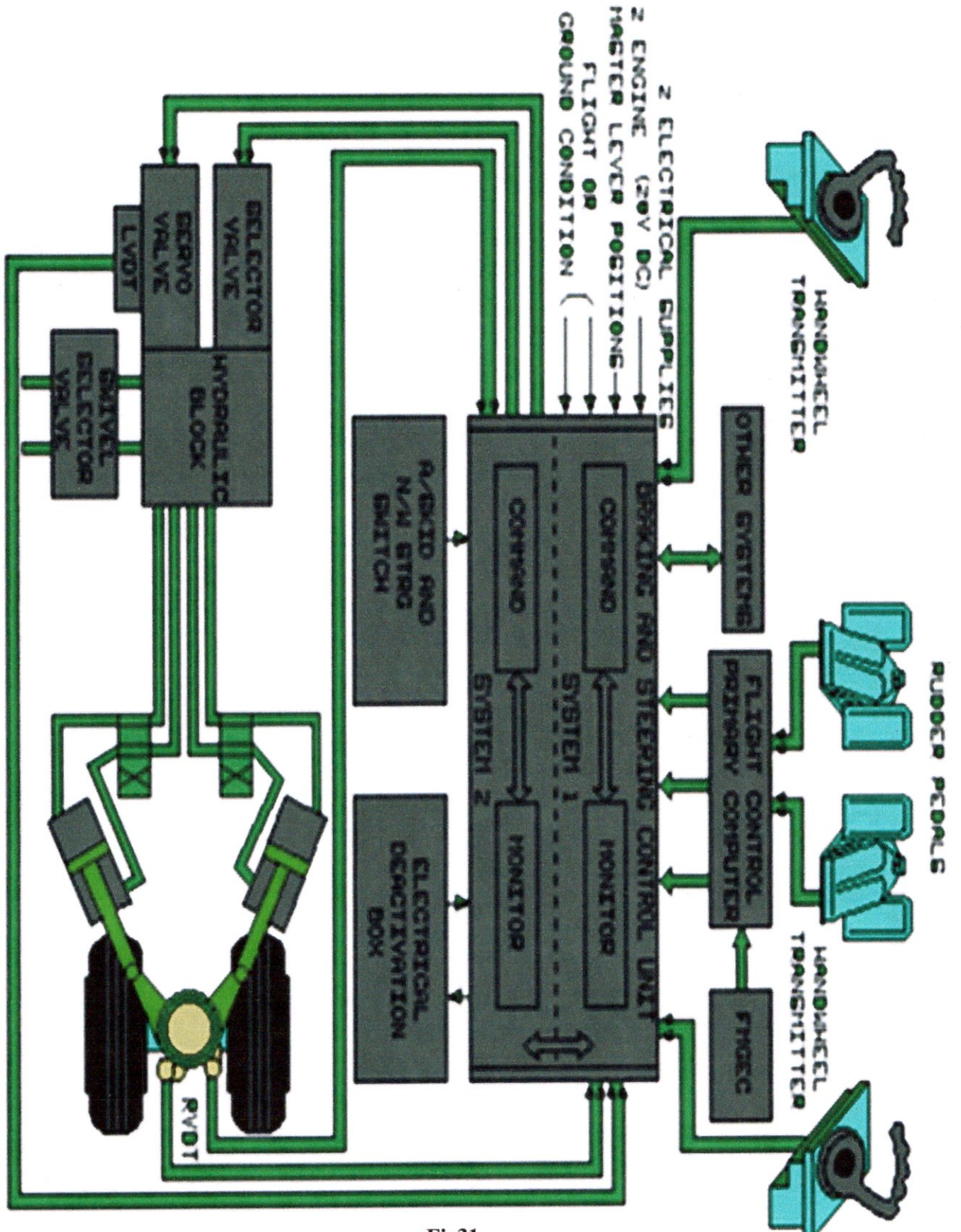


Fig31

CHAPITRE IV

IV-1-Généralités :

L'A330-200 comporte de nombreux composants nécessaires au fonctionnement du train d'atterrissage. En raison de la complexité technologique, et l'importance des éléments constituant le train, nous allons décrire par souci de compréhension, le rôle et le principe du fonctionnement général des équipements principaux.

Les trains d'atterrissage principaux sont installés sous les ailes à la zone 730 et la zone 740, entre le longeron arrière et « gear rib ». Ils supportent l'avion au sol et transmettent les charges du décollage et du roulage aux ailes. Chaque train principal qui se rétracte et rentre dans sa loge dans le fuselage et les ailes, comporte ces parties :

- Une jambe principal, avec un amortisseur.
- Une contrefiche qui comporte un système de verrouillage bas et haut.
- Quatre roues qui sont portées par une poutre bogie (Bogie Beam).
- Mécanisme de rétrécissement du train.
- Pitch trimmer.

IV-2-Les éléments du train principal :

IV-2-A-L'amortisseur :

• Description du composant :

L'amortisseur est contenu dans le tube glissant. C'est une unité oléopneumatique télescopique fonctionnant dans les deux directions. Le fluide et le gaz sont contenus dans l'amortisseur sans être séparés.

Les composants principaux de l'amortisseur sont le piston et le cylindre (tube glissant).

La valve de purge, la valve de remplissage et le leveling tube sont installés à la face supérieure du piston pour la maintenance.

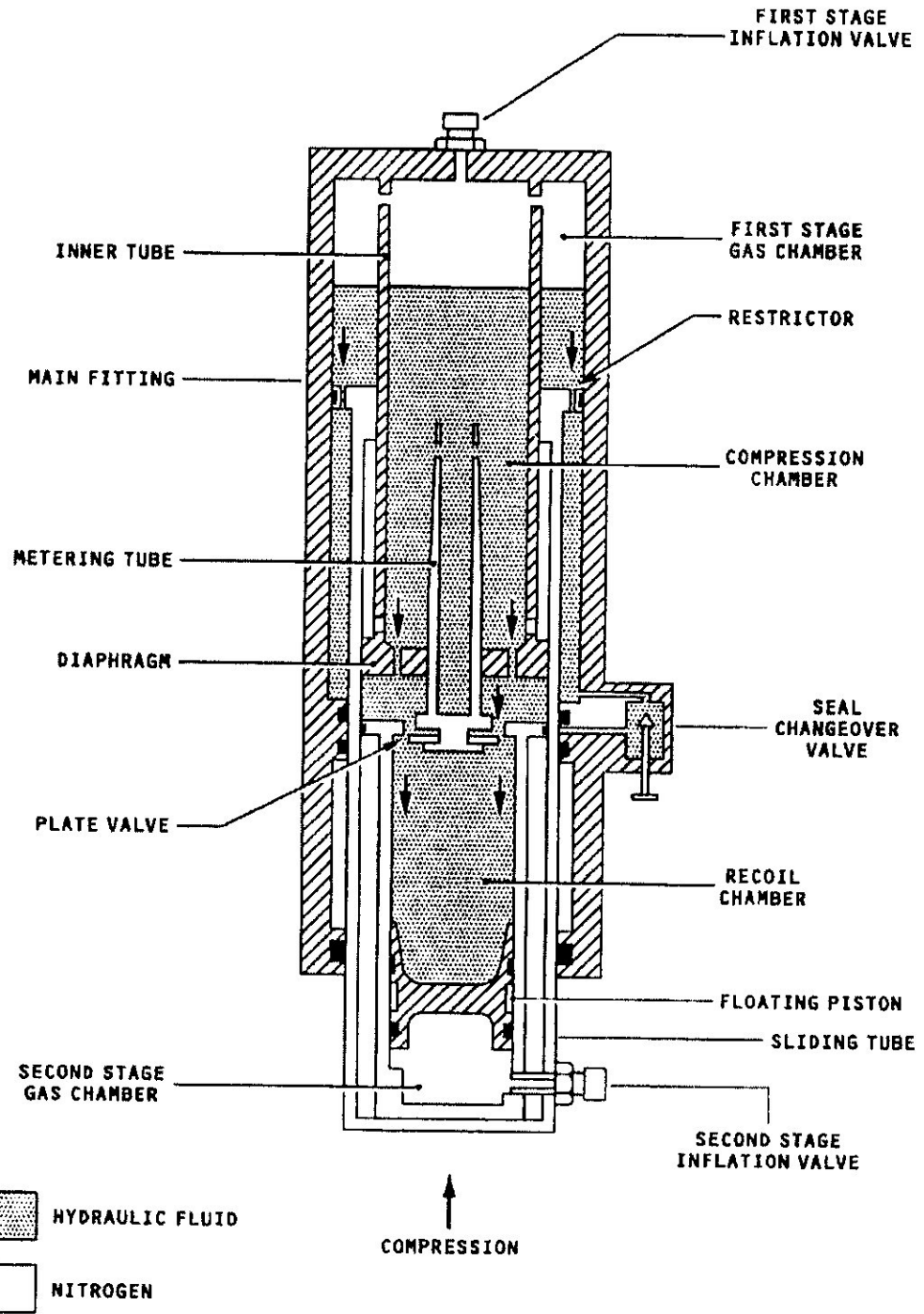


Fig31

IV-2-B-Mécanisme de rétrécissement (Shortening mechanism) :

Le mécanisme de rétrécissement consiste à faire rétrécir la longueur du train principal pour qu'il puisse entrer dans sa loge et ça durant la phase de rétraction. Ce mécanisme consiste à faire glisser la jambe dans le tube glissant. Comme le montre cette figure.

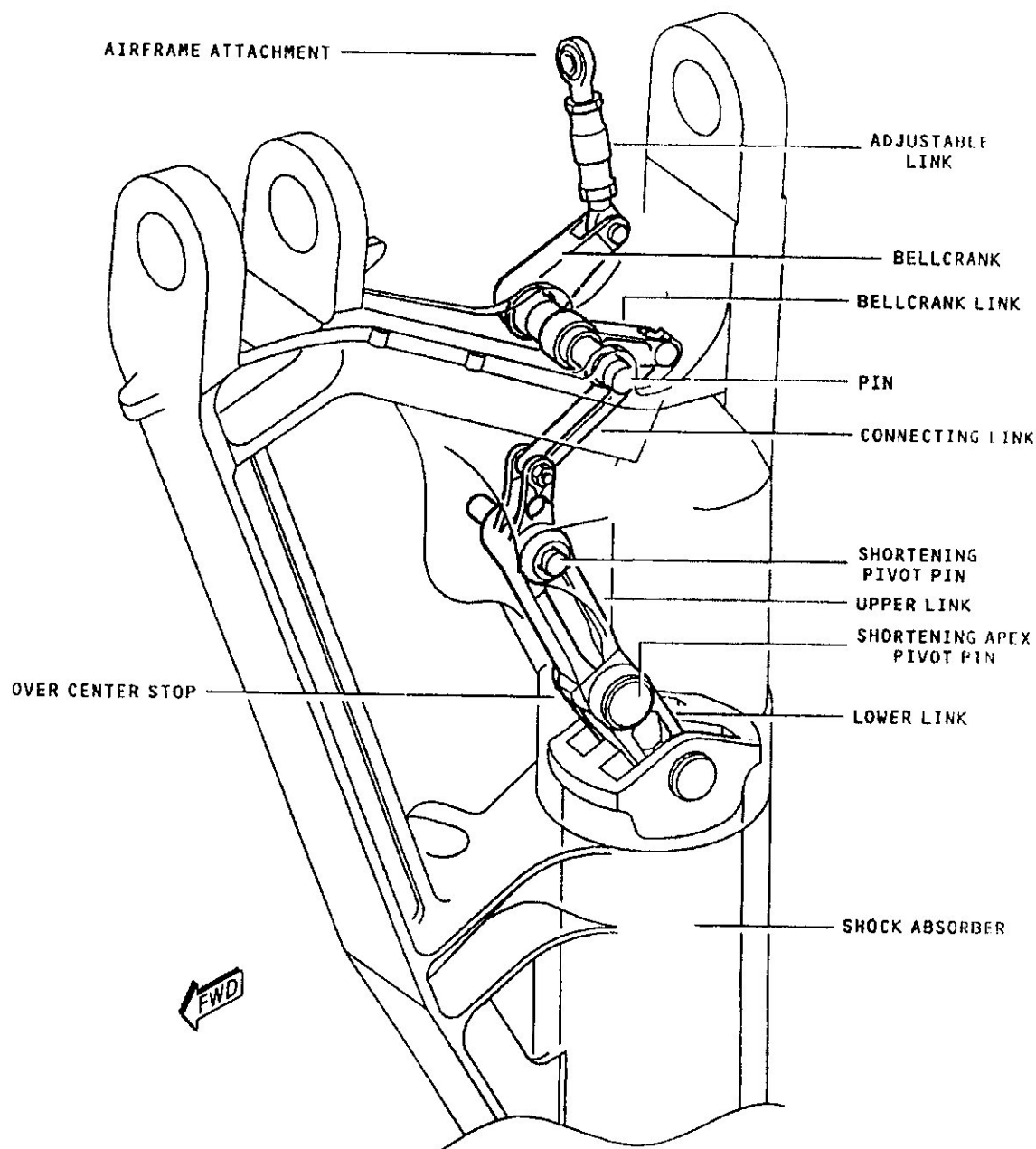


Fig33.

IV-2-C-Pitch trimmer :

Le pitch trimmer a trois fonctions, avec l'aide de l'articulation de verrouillage sont :

- Il fait tourner le boggie beam de 11° de l'horizontale lors de l'approche de l'atterrissage.
 - Il remet le boggie beam a sa position horizontale pour que le train puisse entrer dans son puit sans faire de dommage à la structure de l'avion.
 - Il absorbe les charges latérales du train d'atterrissage lors du roulage.
- On peut voir dans cette figure les différents rôles du pitch trimmer :

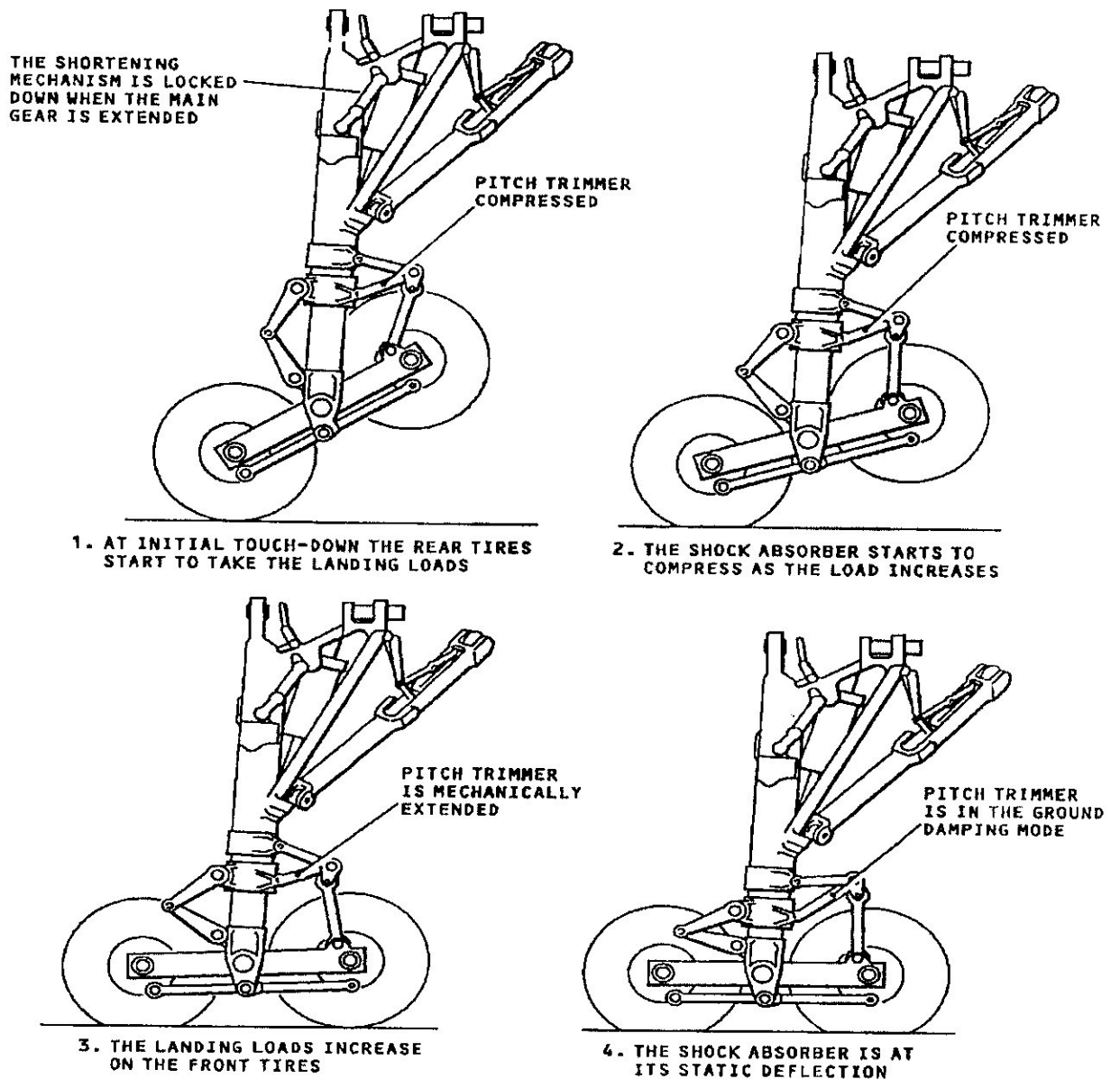


Fig34

IV-2-D-La contre-fiche :

Comme on peut le voir dans la figure qui suit, la contre fiche contient les composants suivants :

- Une paire de ressort pour le verrouillage bas.
- Un actuateur pour le verrouillage bas.
- A lock stay.
- A drag stay.

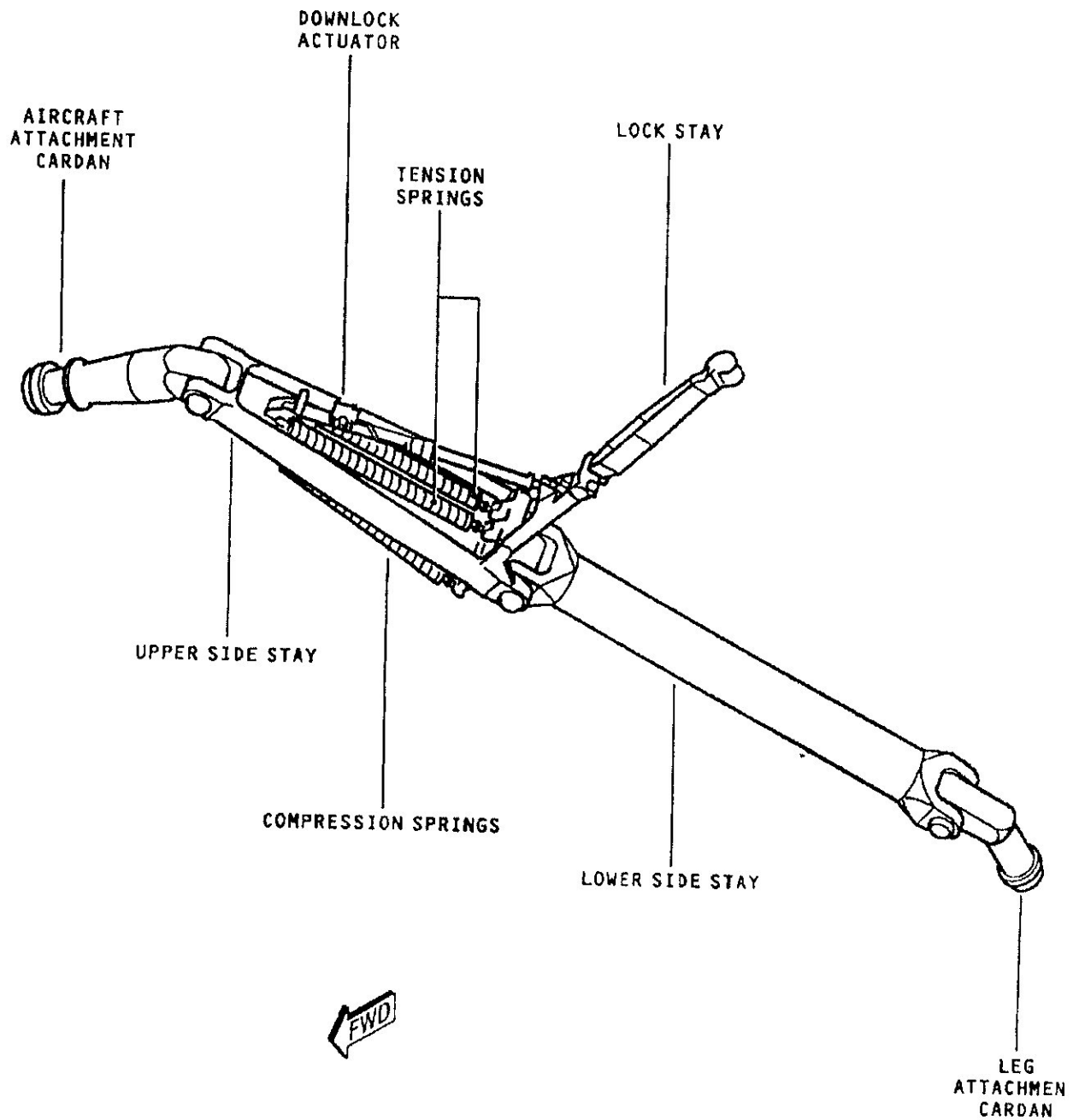


Fig35

IV-2-C-Le bloc frein :

Comme on peut le remarquer sur la figure , le bloc frein se compose de plusieurs disques ; cinq disques stators et six autres rotors.

Ce système est placé pour chaque roue. Pour vérifier l'état d'usure des disques, le constructeur a mis en place une tige témoin. Plus cette baguette est enfoncée à l'intérieur plus le disque est usé .Le disque est à enlever si la tige s'est complètement enfoncée.

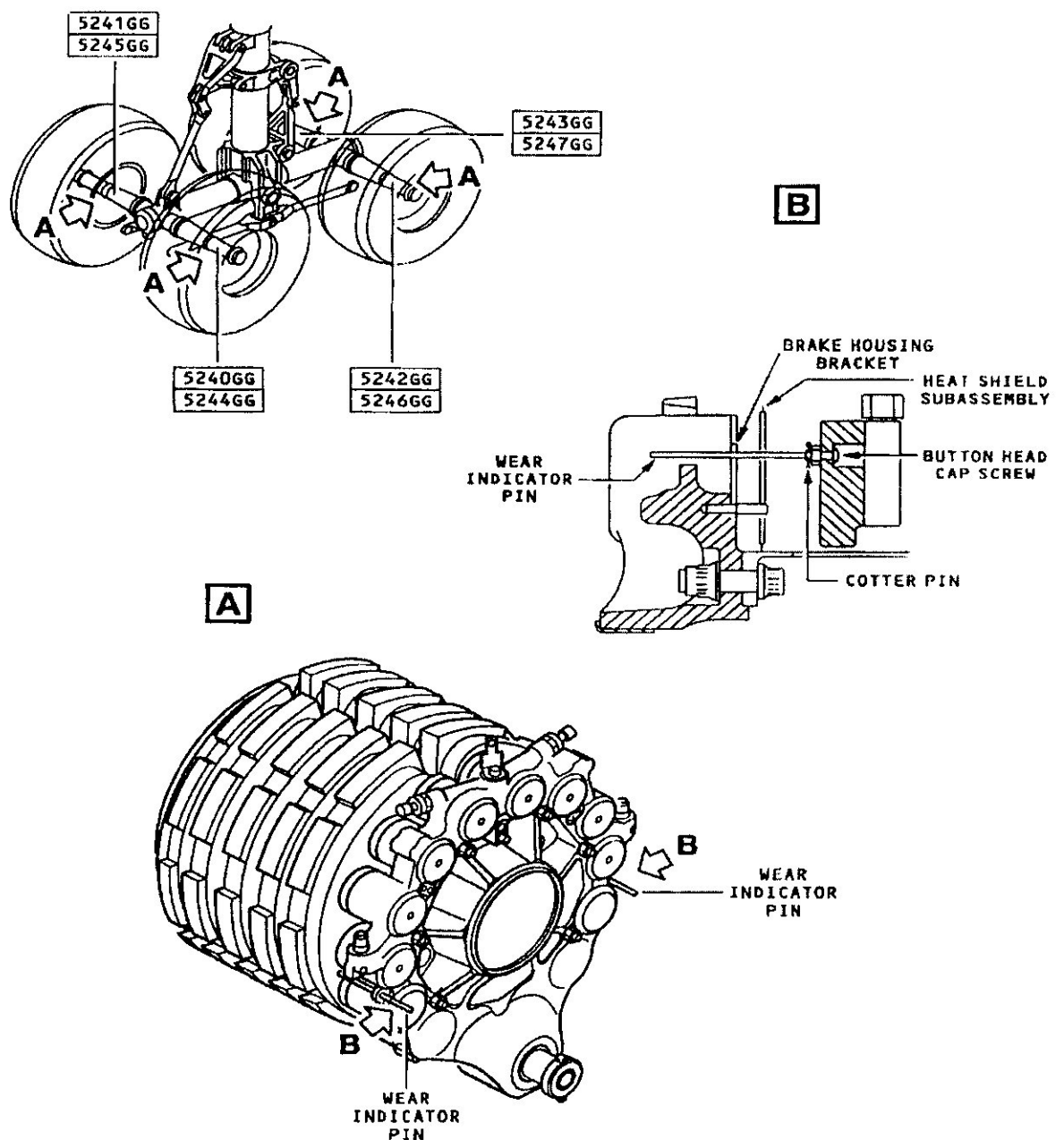


Fig36

CHAPITRE V

Chapitre IV : V-1-Définition :

La maintenance est définie comme étant l'ensemble des action permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans des conditions données (AFNOR :X60-010) .

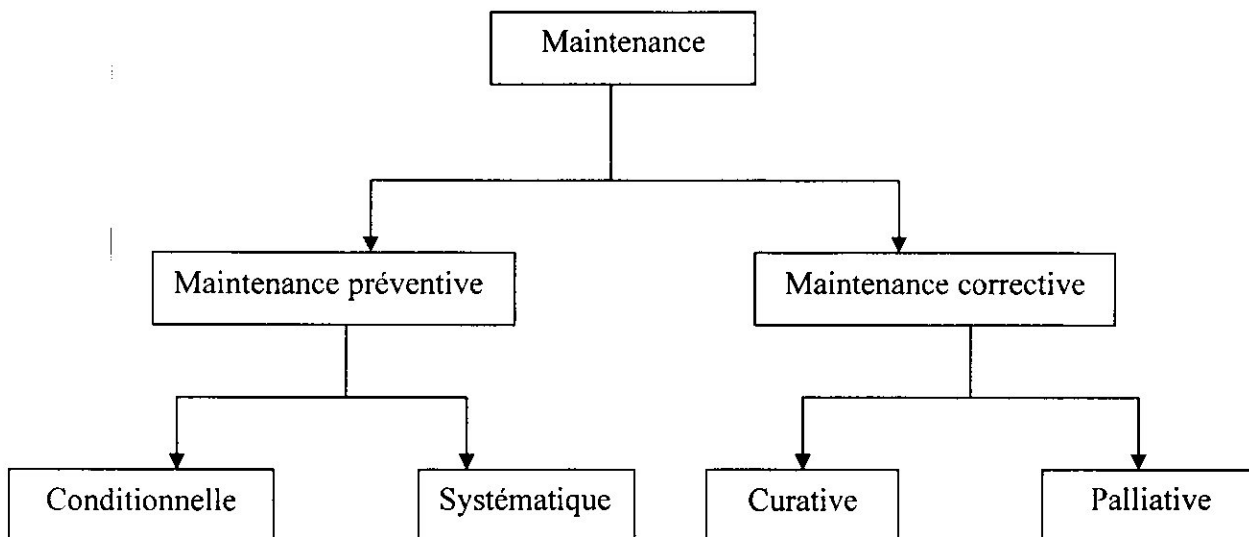
• Maintenir :

C'est effectuer des opérations de dépannage, graissage, visite et opérations qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de production.

V-2-But de la maintenance :

- Augmenter la durée de vie du matériel.
- Diminuer la probabilité de défaillance.
- Faciliter la gestion des stocks.
- Diminuer le temps d'arrêt.

V-3-Organigramme de la maintenance :



V-4-Maintenance corrective :

V-4-A- Définition :

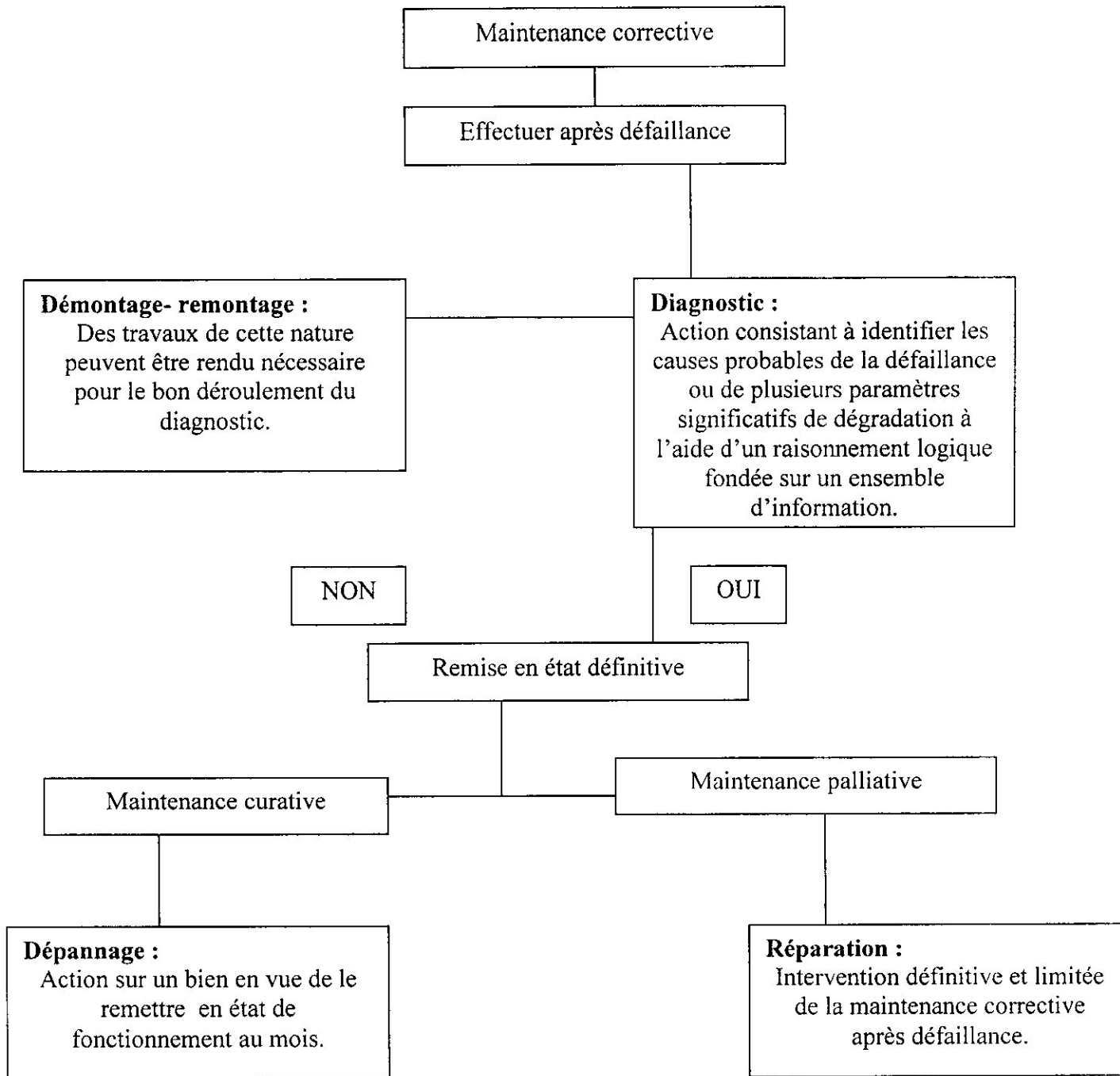
- C'est une maintenance effectuée après une défaillance (norme AFNOR X60 - 010).
- C'est une politique de maintenance (dépannage ou réparation), qui correspond à une attitude de réaction à des événements plus ou moins aléatoires et qui s'applique après la panne.

C'est un choix politique de l'entreprise qui malgré tout, nécessite la mise en place d'un certain nombre de méthodes qui permettent d'en diminuer les conséquences.

b-La mise en oeuvre de la maintenance corrective:

La maintenance corrective devra s'appliquer automatiquement aux défaillance, comme par exemple la rupture brusque d'un organe mécanique, ou le court-circuit d'un système électrique. Ce type de maintenance sera réservé au type de matériel peu coûteux

V-4-B- Organisation de la maintenance corrective :



V-5-Maintenance préventive :

V-5-A-Définition :

C'est une maintenance effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien, ou la dégradation d'un service rendu.

Pour cela on a deux types de maintenance.

- Maintenance conditionnelle.
- Maintenance systématique.

b- Maintenance conditionnelle :

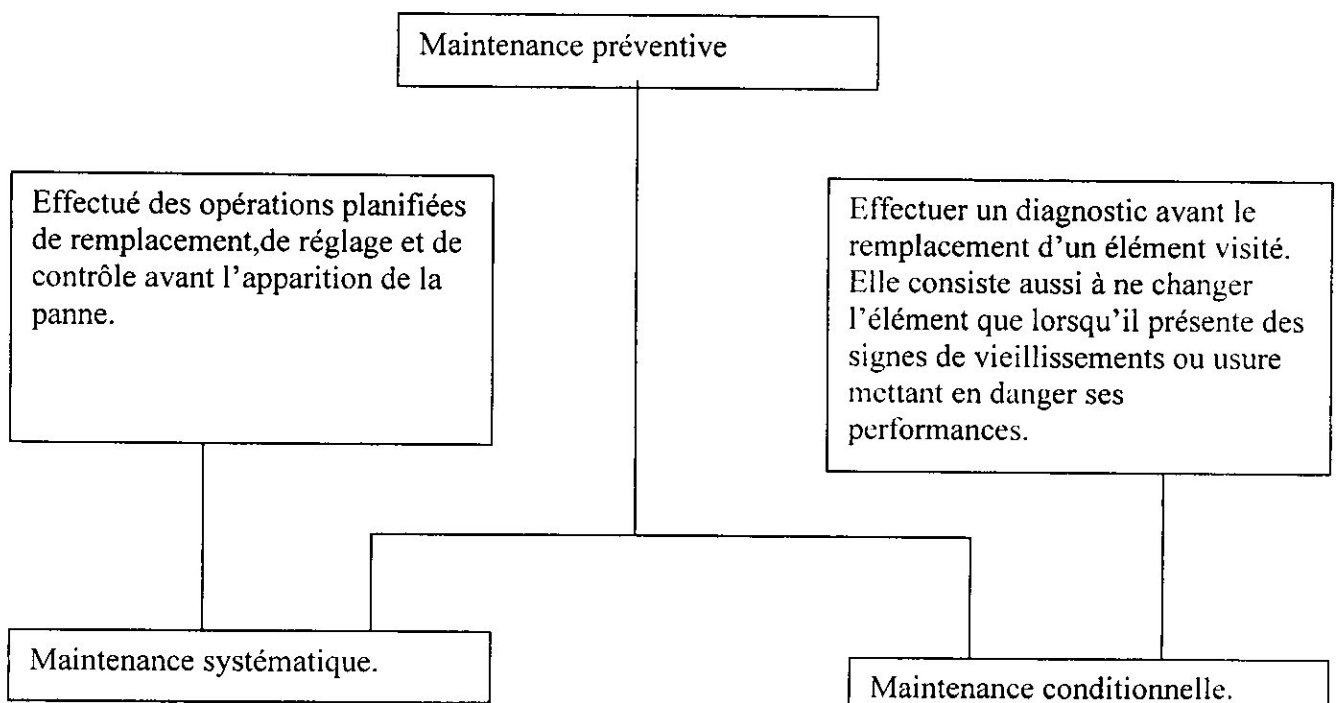
C'est une maintenance qui effectue un diagnostic avant de remplacer l'élément visité. Elle s'applique par exemple (pour les grandes machines tournantes), un démontage ou un remplacement coûte cher en perte de production et en temps. Pour cela la maintenance conditionnelle consiste aussi à ne changer l'élément que lorsque celui-ci présente des signes de vieillissement ou d'usure mettant en danger ses performances.

c- Maintenance systématique :

C'est une maintenance effectuée selon un échéance établie en fonction du temps et du nombre d'unités, elle est appliquée avant l'apparition d'une panne.

Ce type de maintenance permet de réduire le nombre de défaillances, d'améliorer la disponibilité de l'équipement.

d- Organisation de la maintenance préventive :



V-6-Maintenance existante à Air Algérie :

La maintenance utilisée au sein de la compagnie Air Algérie est une maintenance préventive basée suivant un programme approuvé par les autorités de l'Aviation Civile.

Actuellement au sein de la compagnie, on a mis en place une politique d'entretien préventive en fonction des critères suivant :

- L'importance du matériel dans le cycle de l'exploitation.
- Son utilisation.
- Les conditions de travail.

Le type de l'entretien est choisi selon l'usage du matériel.

Le règlement prévoit un manuel d'entretien de chaque avion en suivant les indications du constructeur. Ce manuel contient :

- Les procédures du service de l'entretien.
- Généralités sur les équipements, les périodicités effectués lors de chaque visite.
- Les modifications de l'avion et de ces équipements.

V-7-Organisation de l'entretien :

L'entretien est organisé suivant la division des éléments de l'avion qui eux aussi sont divisés en sous éléments.

-Les équipes qui effectuent les travaux sont spécialisés, et les lieux où les travaux sont effectués sont spécialisés aussi :

- Le matériel doit être remplacé avant sa défaillance.
- Quand le matériel atteint sa limite de fonctionnement il est remplacé pour être révisé.

V-7-A-Rentabilité de l'entretien :

La rentabilité de l'entretien tient compte de deux éléments essentiels :

- Maintien du niveau de sécurité.
- Diminution au maximum du temps d'arrêt.

V-7-B-Condition d'entretien :

Pour effectuer un entretien il faut avoir à sa disposition les documents suivants :

- Notice d'entretien (Maintenance manuel).
- Catalogue des pièces détachées (illustré par catalogue).
- Manuel de réparation structural (structural repaire manuel).
- Notice de révision (maintenance manuel)

En plus des documents on doit avoir aussi les outils nécessaires pour effectuer un entretien quelconque.

V-7-C-Organisation du département d'entretien :

1- Service études :

Le service études assure :

- Le suivi d'évolution des équipements.

L'étude des modifications nécessaire pour améliorer l'entretien et diminuer le taux de pannes.

- La créations des documents d'entretien proposées à l'exploitant.

L'exploitation des incidents par l'ATA (Air Transport Association of America) et des anomalies.

2- Service méthodes :

Le service méthodes assure la planification des opérations d'entretien, Ainsi que l'organisation et la prévention de :

- La programmation.
- La détermination des temps d'intervention.
- La réparation de l'outillage.
- L'installation des ateliers et hangars.
- La répartition du personnel.

3- Service d'approvisionnements :

Il prévoit les pièces de rechanges du matériel .Le matériel se compose de deux catégories :

- Matériel consommable (destructible).
- Matériel révisable (récupérable), ce dernier est muni d'une fiche de matricule ou sont mentionnés (caractéristiques, révision st heur de fonctionnement).

4- Service contrôle :

C'est un service qui met en place en place un contrôle qui garantie que toutes les opérations accomplies sont effectué conformes au méthodes prescrites dans le manuel 'entretien.

5- Service formation :

Celui-ci a plusieurs activités :

- Des cours d'anglais techniques assurés par le centre de perfectionnement du personnel technique.
 - Formation des techniciens à l'étranger, lors d'un achat d'un avion ou d'un équipement nouveau, qui leur permettra d'assurer la maîtrise de l'entretien des équipements.
- Les techniciens déjà formés bénéficient d'un recyclage tout les cinq ans (en général) pour maintenir le niveau de maîtrise de technicité

V-8-LES OPRATIONS D'ENTRETIEN DU TRAIN D'ATTERRISSAGE DE L'A330-200 :

5-6-Maintenance préventive :

L'exécution des opérations de la maintenance préventive du train de l'A330-200 est établie à partir du document de référence « Maintenance planning data » du constructeur qui comporte toute les taches référencées a effectuer durant les immobilisation programmées :

- Immobilisation dite check A de courte durée environ 2 à 3 jours (tout les 600 heure de vol)
- Immobilisation dite check C de longue durée 20 jours à 30 jours théoriquement (tout les 4500 heure de vol).

La maintenance préventive comporte les taches suivant le tableau :

AIR ALGERIE	CROSS REFERENCE LIST	ZONE	DOSSIER N° :BTA-AIRBUS/DV/003/06
TECHNICS	MAINTENANCE JOB CARDS	B	REV : 0 DATE : 21/03/2006 Page 6 sur 13

OTA: SDE-BE-40

CHECK: A-4

CUSTOMER: AIR ALGERIE

AIRCRAFT EFFECTIVITY: A330-202

REGISTRATION: 7T-VJZ

MSN: 667

N° ITEM	ZONE	DESIGNATION DES TACHES
321000-01-1/ 321100-06-1/ 323100-06-1 323100-07-1	731/741	TRAIN PRINCIPAL. LUBRIFICATION DU TRAIN PRINCIPAL ET LES PORTES.
322100-01-1 / 323100-04-1 / 323100-05-1/ 325100-01-1	711	TRAIN AVANT LUBRIFICATION DU TRAIN AVANT ET SES PORTES.
323100-01-1	700	EXTENSION ET RETRACTION NORMAL VERIFICATION VISUEL DES RESSORS VERROUILLAGE BAS DES TOUT LES TRAINS.
324000-02-1	195	ACCUMULATEURS DES FREINS VERIFICATION DE LA PRESSION DE L'AZOTE AVEC DES ACCUMULATEURS FREINAGE PARCK EN LISANT LES JAUGES.
324000-03-1	731/741	ACCUMULATEURS DES FREINS VERIFICATION DE LA PRESSION RETOUR DES ACCUMULATEURS EN MODE FREINAGE NORMAL ET ALTERNE.
324100-03-1	700	PNEUS INSPECTION GENERAL VISUEL DES PNEUS, ROUES ET FREINS (FUITE HYDRAULIQUE)
324200-01-1	730/740	UNITE DES FREINS CHECK HEAT PACK WEAR INDICATO(PARCKING BRAKE APPLIED)

AIR ALGERIE	CROSS REFERENCE LIST	ZONE	DOSSIER N° :BTA-AIRBUS/DV/003/06
TECHNICS	MAINTENANCE JOB CARDS	B	REV : 0 DATE : 21/03/2006 Page 7 sur 13

OTA: SDE-BE-40

CHECK: A-4

CUSTOMER: AIR ALGERIE

AIRCRAFT EFFECTIVITY: A330-202

REGISTRATION: 71-VJZ

MSN: 667

324314-01-1	147	DUAL VALVE FREINAGE ALTERNE DRAIN WATER ACCUMULATION IN THE DRAIN TUBE OF THE BRAKE DUAL DISTRIBUTION VALVE.
324900-02-1	210	SYSTEME DE PRESSION DES PNEUS ACCOMPLIR UNE INSPCTION CROISE DE TPIS ET PRESSION DES PNEUS EN LISANT SUR LES JAUGE.
325300-02-1	210	ANGLE DE PRROTECION DE L'ORIENTATION INSPECTION OPERATIONNEL DU COCKPIT ET LES LAMPES TEMOINS DU TRAIN AVANT.
ZL-147-01-1	147/148	PUITS DU TRAIN PRINCIPAL ET SOUTE HYDRAULIQUE. INSPECTION VISUEL GENERAL DU PUT DU TRAIN PRINCIPAL ET L SOUTE HYDRAULIQUE.
ZL-571-01-1	571/671	PUITS DU TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DU PUIITS DES TRAINS PRINCIPAUX
ZL-700-01-1	700	TRAINS ET PORTES DES TRAINS INSPECTON VISUEL GENERAL DES TRAINS ET DES PORTES.
ZL-711-01-1	711	TRAIN AVANT INSPECTON VISUEL GENERAL DU TRAINS AVANT.

AIR ALGERIE	CROSS REFERENCE LIST	ZONE	DOSSIER N° :BTA-AIRBUS/DV/003/06
TECHNICS	MAINTENANCE JOB CARDS	B	REV : 0 DATE : 21/03/2006 Page 8 sur 13

OTA: SDE-BE-40

CHECK: A-4

CUSTOMER: AIR ALGERIE

AIRCRAFT EFFECTIVITY: A330-202

REGISTRATION: 7T-VJZ

MSN: 667

N° ITEM	ZONE	DESIGNATION DS TACHES
ZL-713-01-1	713/714	PORTES PRINCIPALES DU TRAIN AVANT INSPECTION VISUEL GENERAL DES PORTES PRINCIPALES DU TRAIN AVANT.
ZL-715-01-1	715/716	PORTES ARRIERE DU TRAIN AVANT INSPECTION VISUEL GENERAL DE L'ARRIERE DU TRAIN AVANT.
ZL-731-01-1	731/741	TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DU TRAIN PRINCIPAL.
ZL-732-01-1	732/742	JAMBES DES PORTES DU TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DE LA JAMBE DES PORTES DU TRAIN PRINCIPAL.
ZL-733-01-1	733/743	ARTICULATION DES PORTES DU TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DES ARTICULATION DES PORTES DU TRAIN PRINCIPAL.
ZL-734-01-1	734/744	PORTES PRINCIPALES DU TRAIN PRINCIPAL INSPECTION VISUEL GENERAL DES PORTES PRINCIPALES DU TRAIN PRINCIPAL.

V-9- Maintenance curative :

Elle est effectuée suivant les anomalies signalées par l'équipage sur le document ATL (Aircraft Technical Log) durant le vol et par les techniciens au sol. Les actions correctives sont reportées, après le dépannage conformément au manuel d'entretien du constructeur, sur les fiches dites « Fiches de Travaux Supplémentaires » cette fiche contient toutes les informations relative au dépannage.

La maintenance curative s'effectue en consultant le MCDU qui est :

A- Définition du MCDU « A Multipurpose Control and Display Unit » :

C'est une interface entre le technicien et les différents systèmes de l'appareil. Grâce à cette option, le technicien peut consulter tous les différents systèmes de l'avion, si une panne surgit au cours du vol, le MCDU l'enregistre automatiquement. Il peut enregistrer toutes les anomalies qui peuvent survenir pendant les 60 derniers vols. Toujours avec ce même système, le pilote peut entrer en contact avec la tour de contrôle.

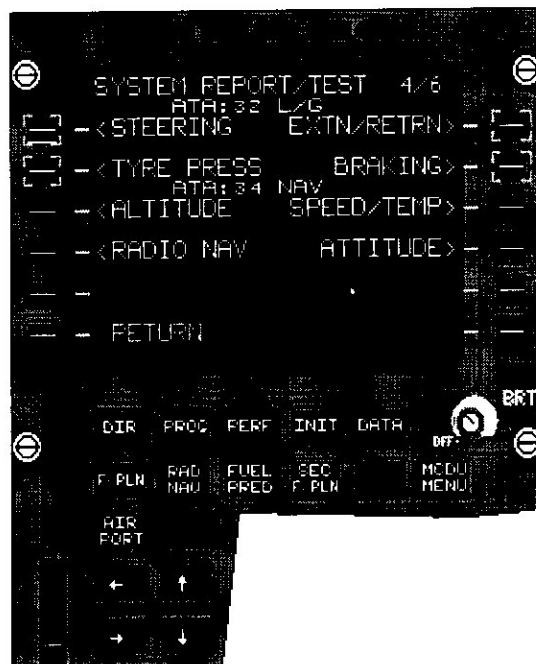


Fig.37

μ

CONCLUSION

Conclusion:

L'étude du train d'atterrissage de l'A330-200, récemment acquis par Air Algérie, dans le cadre la modernisation de la flotte et à la mise au standards de sécurités internationaux a été très bénéfique pour nous , dans la mesure où on a décrit l'ensemble des systèmes de trains d'atterrissage à technologie de dernière génération.

Le train est un ensemble complexe qui demande beaucoup de soin au niveau de la maintenance.

Nous espérons que le travail, en complément aux études théoriques, très intéressant sera bénéfique (sur le plan recherche et technique) et utile aux étudiants de notre institut désirant comprendre le fonctionnement et je souhaite élargir l'étude des autres systèmes à technologie avancée aux futur étudiants.

LISTE DES FIGURES

	Page
Fig.1 : Caractéristiques de l'A330-200.....	2
Fig.2 : Efforts supportées par le train d'atterrissage	9
Fig.3 : Jantes du train principal.....	11
Fig.4 Caractéristiques des pneus.....	12
Fig.5 :Présentation du train	18
Fig.6 :éléments du train	20
Fig.7 : Panneau du train	21
Fig.8 :Indicateur de pression des trains	22
Fig. 9 :Levier de commande	22
Fig.10 : Le levier de « sorti de secours ».....	23
Fig.11: Commande frein parking	23
Fig.12: Ecran système display	24
Fig.13 : volant d'orientation	24
Fig.14: Pédale de palonnier.....	24
Fig.15 : Voyant de limitation d'angle.....	25
Fig. 16: Système de commande et de contrôle.....	27
Fig.17 : Les trois systèmes hydrauliques.....	29
Fig.18 : Circuits de rentrée/sortie des trains « ouverture des portes ».....	32
Fig.19 : Circuits de rentrée/sortie des trains « train verrouillé haut ».....	34
Fig.20 : Circuits de rentrée/sortie des trains « portes fermées ».....	36
Fig.21 : Circuits de rentrée/sortie des trains « ouverture des portes ».....	38
Fig.22 : Circuits de rentrée/sortie des trains « train verrouillé bas».....	40
Fig.23: Circuits de rentrée/sortie des trains « portes fermées ».....	42
Fig.24 : Sortie de secours.....	43
Fig.25: Système de freinage normal.....	46
Fig.26: Système de freinage alterné avec anti-skid.....	49
Fig.27: Système de freinage alterné sans anti-skid	50
Fig.28: Système de freinage parking « ON ».....	52
Fig.29: Système de freinage parking « OFF ».....	54
Fig.30: Frein en vol.....	56
Fig.31: Orientation.....	61

Fig. 32 :Amortisseur du train avant.....62

Fig. 33 :Mécanisme de rétrécissement.....63

Fig .34 :Pitch trimmer.....64

Fig.35 :Contre fiche.....65

Fig.36 :Le bloc frein.....66

Fig.37 :MCDU.....75

Bibliographie :

Les manuels

- **CMM** : component Maintenance Manual (manuel de maintenance des composants) (d
- **AMM** : Aircraft Maintenance Manual (manuel de maintenance de l'avion)

Les ouvrages

Cellule et systèmes de Jean Mermoz.

Les sites internet

- www.Airbus.com
- www.Google.com