



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DEHLIB DE BLIDA

FACULTE DE SCIENCE DE L'INGENIEUR

DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDEN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'ETUDE UNIVERSITAIRE APPLIQUEE EN AERONAUTIQUE (D.E.U.A)

OPTION : PROPULSION

TITRE :

CONTROL E ET MAINTENANCE DE L'HELICE HAMILTON SUNDSTRANT 5681-

1

EQUIPANT L'AVION ATR 72-500

PRESENTE PAR :
M. MESTELI MOUNI

PROPOSE PAR :
PROMOTEUR : ALLACHE

CO-AUTEUR : FATMA LY

CO-PROMOTEUR : SAHANE M

PROMOTION : 2004-2005

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

RESUME

Notre étude se porte sur l'hélice en générale, sa régulation et maintenance en particulier.

En vue de sa grande importance dans le domaine de propulsion, elle nécessite un contrôle permanent afin d'éviter l'endommagement et l'immobilisation de l'avion.

Prends comme exemple de notre travail l'hélice Hamilton Sundstrand 568F-1 qui équipe les avions ATR72-500 pour conclue que l'hélice est l'élément le plus essentiel pour créer la poussée,

THE SUMMARY

Our study is based generally for propeller, his control and maintenance in particular.

For it's a great importance in the field of propulsion, it requires a permanent control in order to avoid the damage and the immobilisation of the planes ATR72-500.

For that we concern about the propeller Hamilton Sundstrand 568F-1 which equips the planes ATR72-500.

In end we note that the propeller is the most essential element for creates the thrust.

المُلخَص

تركزت دراستنا حول المروحة بصفة عامة و بمراقبتها و صيانتها بصفة خاصة.

نظرا للأهمية الكبيرة للمروحة في مجال الدفع فإنها تتطلب مراقبة دائمة لأن أي عطب يصيب المروحة يمنع الطائرة عن الطيران.

ولهذا السبب ولأهمية المروحة اهتمنا بدراسة المروحة 865F-1 التي تشغل الطائرة ATR72-500.

وفي نهاية دراستنا خلصنا إلى أن المروحة هي العنصر الأساسي و المهم لإنتاج قوة الدفع.

REMERCIEMENT

Nous remercions notre dieu qui nous à donner la vie pour nous puissions terminer ce travail.

Nous remercions notre promoteur Monsieur « ALLOUCHE Rachid » pour son aide, sa patience et notre encadreur Monsieur « SAIDANI Mohamed » (pour ses conseils et sa compétence qui'il a prouvé durant la préparation de ce) mémoire.

Et nous tenons à témoigner notre remerciement et notre gratitude particulièrement à Monsieur «RENANE Rachid» et l'ensemble de nos enseignants du primaire jusqu'à l'université.

Que tous ceux qui ont contribuées au bon déroulement de notre travail en soient remerciés surtout Monsieur « DJALLEL ».

DEDICACE

Il y a des moments où je perds confiance en moi, et la volonté me trahit, c'est à ce moment là que son image apparaît entre mes yeux, je prends mes livres et mes cahiers et je fais un effort, c'est ma source d'espoirs et de courage, c'est ma chère mère à qui je dédie ce modeste travail.

Je le dédie aussi à une personne qui s'inquiète toujours pour moi, à mon père qui a été toujours soucieux pour ma réussite.

À mes frères et sœurs : « AHMED, FEHFI, DJELEL, DJAMILA, LOUIZA, WAHIBA »

À mon seul oncle « DJILALI », à mes tantes et oncles surtout « NAIMA et MALIKA », à ma grand-mère et à toute ma famille.

À mes amies « FATIHA, KARIMA, FATIMA, SABRINA, DJAWIDA, ZOHRA » et particulièrement ma fidèle amie NEZHA et sa famille.

À ma binôme « MOUNI » et sa famille.

À tous les étudiants de l'IAB surtout les troisièmes « propulsion »

Fatima

GLOSSAIRE

Actuator	vérin
Actuator dome	vérin de dôme
Actuator sensor	sonde de vérin
Actuator yoke shaft	axe de chape de vérin
Air speed orifice	orifice de prélèvement d'air
Anti torque	anti couple
Auto feather unit	l'unité de mise en drapeau automatique
Aux motor and pump	pompe auxiliaire et moteur
Back Up	support
Beta mode	mode « beta »
Beta scheduling	règlage beta
Blade	pale
Blade angle feedback	asservissement l'angle de la pale
Blade counterweight	pale contre poids
Blade deicer	dégivreur de la pale
Blade roller	galet de la pale
Bolt hex head	boulon à tête hexagonal
Bulkhead	cloison étanche
Brush bloc assembly	l'ensemble bloc de bague
Brush bloc bracket	support de bloc de bague
Check valve	valve anti retour
Condition lever	levier de condition
Screw	vis
Deicing	dégivrage
Dual coil magnetic sensor	sonde magnétique d'une double bobine
Electrical connectors	prises électriques
Erosion film	film d'usure
Feather	position drapeau
Feather solenoid	solenoid de mise en drapeau
Feather valve	valve de mise en drapeau
Feathering pump	pompe de mise en drapeau
Flight idle	ralenti vol
Flyweights	masselottes
Gear driven pump	pompe à engrenage
Grounds idle	ralenti sol

Hub	moyeu
Locking cup	cuvette de blocage
Low pitch stop	butée petit pas
Magnetic pulse pick-up	capteur d'impulsion magnétique
Main pump	pompe principale
Nickel blade sheath	manchon protecteur en Nickel
Nut plate	écrou prisonnier
Oil pressure	Pression d'huile
Oil supply	Alimentation d'huile
Oil transfert tube	tube de transfert d'huile
Overspeed governor	regulateur de survitesse
Packing	Joint caoutchouc
Pilot valve	clapet Pilote
Pitch	pas
Pitch change actuator	vérin de changement de pas
Plat aft	plat arrière
Plate forward	plat avant
Power lever	levier de puissance
Power management rotary selector	sélecteur rotatif de la direction de puissance
Pressure switch	interrupteur de pression
Propeller	hélice
Propeller reverse	position reverse
Propeller servo valve	valve d'asservissement
Propeller speed sensors(NP)	sondes de la vitesse d'hélice
Protection valve	valve de protection
Regulating valve	valve de régulation
Reset piston	piston à calage
Reset solénoïde	solénoïde à calage
Retaining nut	écrou de retenue
Ring back-up	roundel d'appui
Ring support	joint support
Seal ring	joint d'étanchéité
Select or switch	interrupteur de sélection
Separator bal	boule de séparateur
Sensor bracket	support de sonde
Single coil magnetic sensor	sonde magnétique d'une bobine singulière
Sleeve shaft	arbre douille
Slip rings	anneau collecteur
Spacer dôme	rondelle de dôme
Speeder magnétique sensor	sonde magnétique de vitesse
Speeder spring	ressort de vitesse
Spinner	cône de pénétration
Synchrophaser	Phase synchronise
Synchrophasing	Phase synchronise
Target pickups	capteurs cible
Transfert bearing	bague de transfert
Unfeathering	dégivrage

ABBREVIATION

AC	Courant alternatif.
AFU	Unité de mise en drapeau <i>automatique</i> .
AGB	Boîte d'accessoires.
ATPCS	Système de contrôle automatique de la puissance de décollage.
ATR	Avion de transport régional.
AUTO FEATHER	Mise en drapeau automatique.
BP	Basse pression.
CL	Levier de condition.
CRZ	Croisière.
DC	Courant continue.
EEC	Unité de contrôle électronique.
EHV	Electro hydraulique valve.
FEA/FTR	Mise en drapeau.
FI	Ralenti au vol.
GI	Ralenti au sol.
HMU	Unité hydromécanique (régulateur du moteur)
HP	Haute pression.
IDLE GATE	levier de surpassement manuel
MCL	montée maximum
MCT	Continu maximum de poussée
NH	Vitesse de rotor HP.
NL	Vitesse de rotor BP.
NP	Vitesse d'hélice.
NPT	Vitesse de la turbine libre.
OVRD	Accélération <i>électronique</i> .
PEC	Unité de contrôle d'hélice.
PIU	Unité d'interface de l'hélice.
PL	Manette des gaz.
PVM	Module valve d'hélice.
P&WC	Pratt et Whitney Canada.
PWR MGT	Sélecteur rotatif de gestion
REV	Reverse.
RGB	Réducteur de vitesse.
RPM	Rotation par minute.
RVDT	Détecteur différentiel de la rotation variable
SHP	Puissance sur l'arbre.
TO	Décollage.
VAC	Volt(s), courant alternatif.
VDC	Volt(s), courant continue.
FUEL SO	Arrêt de carburant.
FUEL CLOG	Colmatage.

SOMMAIRE

Introduction

CHAPITRE I: Généralités sur l'avion ATR72-500

I.1 Historique.....	1
I.2 Présentation de l'avion ATR72-500.....	2
I.2.1 Introduction.....	2
I.2.2 Caractéristiques de l'aéronef.....	2
I.3 Présentation du groupe turbopropulseur PW127F.....	5
I.3.1 Introduction.....	5
I.3.2 Caractéristiques du moteur.....	5
I.3.3 Description générale du moteur PW127F.....	5
I.3.3.1 Module turbomachine.....	6
I.3.3.2 Le réducteur de vitesse (RGB).....	9
I.4 Fonctionnement du moteur PW127F.....	11
I.5 L'hélice.....	11

CHAPITRE II: Théorie de l'hélice

II.1 Introduction.....	12
II.2 Définition d'une hélice et d'un profil.....	12
II.2.1 Trièdre hélice.....	13
II.2.2 Description de l'hélice.....	13
II.3 Le rôle de l'hélice.....	17
II.4 Les différents types des hélices.....	17
II.5 Aérodynamique de l'hélice.....	18
II.6 Le rendement.....	21

CHAPITRE III: Description et fonctionnement de l'hélice Hamilton

Sundstrand 568F-1

III.1 Description de l'hélice Hamilton Sundstrand 568f-1.....	23
III.1.1 Caractéristiques de l'hélice.....	23
III.1.2 Les parties principales.....	23
III.1.2.1 Les pales.....	25
III.1.2.2 Le moyeu.....	25
III.1.2.3 Le mécanisme de changement de pas.....	26
III.1.2.4 Le cône de pénétration.....	27
III.1.2.5 Le cadre étanche et la bague collectrice.....	27
III.1.3 Les composants principaux du système d'hélice.....	27
III.2 La régulation.....	28
III.2.1 Le contrôle à fonctionnement normal.....	28
III.2.2 Le contrôle à remise des gaz.....	29
III.2.3 Les organes principaux.....	29
III.2.4 Fonctionnement.....	33
III.2.5 Les modes d'opération.....	34
III.2.6 Le contrôle hydraulique.....	36

III.3 La mise en drapeau d'hélice.....	36
III.3.1 Les équipements principaux.....	36
III.3.2 Fonctionnement.....	39
III.4 La survitesse d'hélice.....	40
III.4.1 Le régulateur de survitesse.....	40
III.4.2 Fonctionnement.....	43

CHAPITRE IV : la maintenance

IV. La maintenance.....	44
IV.1 L'assemblage de l'hélice.....	44
IV.1.1 Installation de l'adaptateur de bride.....	44
IV.1.2 Installation de la cloison étanche et le collecteur de dégivrage.....	44
IV.1.3 Installation de moyeu.....	45
IV.1.4 Installation de l'ensemble vérin.....	47
IV.1.5 Installation de la pale d'hélice.....	48
IV.1.6 Le contrôle électrique de résistance.....	52
IV.1.7 Installation des fils détachables de réchauffeur.....	52
IV.2. Installation de l'hélice sur le chariot de transport.....	54
IV.3 Test hydraulique.....	56
IV.3.1 Introduction.....	56
IV.3.2 But de test hydraulique.....	56
IV.3.3 Préparation l'hélice pour le test.....	57
IV.3.3.1 Démontage de cônes.....	57
IV.3.3.2 Démontage de tube de transfert.....	58
IV.3.3.3 Installation de générateur de pression.....	58
IV.3.3.4 Installation de plat support.....	59
IV.3.3.5 Installation de l'hélice.....	59
IV.3.3.6 Installation de tube de transfert.....	59
IV.3.3.7 Attachement de support de rapporteur.....	59
IV.3.4 Examine les conditions.....	59
IV.3.4.1 Mesure le jeu de denture de pale.....	59
IV.3.4.2 Mesure d'angle d'attaque de pale.....	60
IV.3.4.3 Les fuites de vérin.....	62
IV.3.4.4 Fuite de moyeu.....	62
IV.3.4.5 Pression de mise en drapeau.....	62
IV.3.4.6 Control les résistances de système de dégivrage.....	63
IV.3.4.7 les outils utilisés.....	64
IV.4. Equilibrage de l'hélice.....	65
IV.4.1 Les conditions de l'équilibrage.....	65
IV.4.2 l'entretien de matériel de l'équilibre.....	66
IV.4.3 Préparation l'hélice pour l'équilibre.....	68
IV.4.4 Procédé d'équilibre.....	71
IV.4.5 Control l'équilibre.....	76
IV.4.6 Enlèvement d'équipements d'équilibre.....	78
IV.4.7 Procédé suffisance de d'huile de graissage.....	79
IV.5 Recherche de panne.....	80

Conclusion

Bibliographie

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE I;

Fig (I-1). caractéristiques de l'avion ATR72-500.....	4
Fig (I-2). les différentes sections de la turbomachine.....	8
Fig (I-3). Le réducteur de vitesse(RGB).....	10

CHAPITRE II;

Fig (II-1). referential hélice.....	16
Fig (II-2). profile de la pale.....	16
Fig (II-3). schema de l'hélicoïde.....	16
Fig (II-4). le pas géométrique.....	16
Fig (II-5). developpment de pas.....	16
Fig (II-6). le pas géométrique et effectif.....	16
Fig (II-7). La force centrifuge.....	20
Fig (II-8). la force de flexion produite par la poussé.....	20
Fig (II-9). les forces de recourbement.....	20
Fig (II-10). le moment de vrillage aérodynamique.....	20
Fig (II-11). le moment de vrillage centrifuge.....	20

CHAPITRE III;

Fig (III-1). les composants principaux de l'hélice.....	24
Fig (III-2). la pale.....	25
Fig (III-3). le schéma de changement de pas.....	26
Fig (III-4). la régulation d'hélice.....	29
Fig (III-5). le levier de condition et levier de puissance.....	31
Fig (III-6). l'alimentation hydraulique de l'hélice.....	37
Fig (III-7). le schema hydraulique.....	42

Chapitre IV;

IV.1. Installation de la cloison étanche et le collecteur dégivrage.....	45
IV.2. Installation de moye d'hélice.....	46
IV.3. Installation de l'ensemble vérin.....	48
IV.4. Installation de pale de l'hélice.....	51
IV.5. Attachement des fils de réchauffeur de pale.....	53
IV.6. L'ensemble d'hélice.....	55
IV.7. démontage de cône.....	58
IV.8. le collecteur dd dégivrage.....	63
IV.9. Utilisation de kit d'indicateur et d'adaptateur d'équilibre.....	67
IV.10. Abaissement l'hélice sur la table de soutien d'hélice.....	69
IV.11. Indication de l'indicateur d'équilibre.....	72
IV.12. Installation de matériel d'équilibre.....	73
IV.13. Procédé suffisance d'huile graissage.....	79

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le turbo propulseur est une machine thermique qui transforme l'énergie calorifique d'un combustible en majeure partie en énergie mécanique, et une autre partie est transformée en énergie cinétique.

L'énergie mécanique est ensuite traduite en énergie propulsive par l'hélice.

Cette dernière est une aile tournante, composée de deux pales ou plus, attachées à un moyeu central qui est montée sur un arbre entraîné par le moteur. Son rôle est de convertir la puissance du moteur en poussée utile, c'est aussi l'élément propulseur qui fournit de la traction en prenant appui sur l'air, donc elle représente une grande nécessité dans le domaine de la propulsion.

Le but de notre sujet est d'étudier l'hélice Hamilton Sundstrand 568F-1 équipant l'avion ATR72-500, nous sommes intéressés à sa technologie, son fonctionnement, son contrôle ainsi que sa maintenance.

Pour ce faire l'étude proposée a été réalisée en quatre chapitres :

Dans le premier chapitre est une description générale de l'avion et leur turbopropulseur. Dans le second on a présenté l'hélice en générale (Théorie de l'hélice)

Le troisième chapitre, on a présenté les différents composants de l'hélice et leur fonctionnement, le quatrième est consacré au test hydraulique (maintenance) et l'équilibrage.

En fin une conclusion générale est tirée.

Chapitre :I

Généralités sur l'avion ATR72-500

1.1 Historique :

L'ATR 42 et sa version allongée, ATR72 sont nés de l'alliance de deux constructeurs européens : Français Aérospatial et Italien Aeritalia.

A la fin des années 70, le secteur des avions régionaux de l'ordre de 40 à 100 places intéresse particulièrement les constructeurs avec les conditions spécifiques recherchés :

- Flexibilité opérationnelle exceptionnelle dans les environnements graves.
- Consommation de carburant et l'entretien à moindre coût.
- Confort des passagers.

Les deux constructeurs envisagent rapidement une coopération après une annonce officielle dans ce sens par Aérospatiale le 11/juillet/1980, l'affaire est conclue est signée le 4/novembre/1980, est l'ATR (avion de transport régional) devient réalité, avec la promesse devoir l'avion en service commercial en 1985.

L'ATR tient ses promesses de délais, puisque le premier vol a lieu le 16/août/1984 et la certification est acquise le 24/septembre/1985.

Le premier appareil est livré à Air Littoral au début de mois de décembre 1985. Dès 1986, le programme ATR 72 est enclenché avec le premier vol du prototype le 27/octobre/1988 et la certification le 25/septembre 1989. Kar Air (Finlande) et Binter Canarias (Espagne) sont les premiers exploitant de la version allongée.

En 1995 et 1997, ATR modernise ses avions en proposant l'ATR 42-500 et l'ATR 72-500, l'évolution se fait surtout au niveau de la motorisation, de l'utilisation d'hélices à six pales, d'un travail sur le confort et l'insonorisation des cabines

-les ailes, les nacelles, le cockpit et l'assemblage final sont réalisés en France.

-le fuselage, l'empennage, les gouvernes de direction, les trains et les équipements cabines sont réalisés en Italie.

-les groupe turbopropulseurs sont construits par PRATT et WHITNEY (P&W) de Canada.

-les hélices sont construites par Hamilton Sundstrand.

En 2001, 662 avions ont été délivrés (370 du type ATR 42 et 292 du type ATR 72) ce qui représente 67% de la part du marché mondial en ce qui concerne le turbo propulseur dont le nombre de sièges varie de 40 à 70 sièges.

Depuis peu, le futur des ATR pourrait reposer beaucoup plus sur les avions cargo commandés d'origine ou convertis [7]

1.2 Présentation de l'avion ATR72-500 :

1.2.1 Introduction :

L'ATR 72-500 est la dernière version de la famille des turbopropulseurs ayant le plus réussi dans le monde, équipé de deux moteurs PW 127F.

Cet appareil présente un niveau de confort très haut dans sa catégorie grâce à ces hélices à six pales, il est équipé d'un système d'absorption de vibrations.

Un nouvel aménagement intérieur conçu pour une réduction maximale de bruit, une amélioration du système de pressurisation permettant la suppression des bruits parasites en assurant un confort équivalent à celui d'un avion à réaction.

1.2.2 Caractéristiques de l'aéronef : voir figure(I-1)

Dimension externe(m)	
Envergure	27,05
Longueur	27,166
Largeur maximale de fuselage	2,867
Hauteur	7,65
Largeur du train principal	4,10
Diamètre de l'hélice	3,93
Distance entre le centre des hélices	8,10
Distance entre l'hélice et le fuselage	0,835
Distance entre l'hélice et le sol	1,10
Porte passagère(arrière gauche)(m)	
Hauteur	1,75
Largeur	0,75
Porte de service(arrière droite)(m)	
Hauteur	1,22

Largeur	0,61
Porte cargo/bagage(avant gauche)(m)	
Hauteur	1,53
Largeur	1,275
Sortie de secours(m)	
Hauteur	0,91
Largeur	0,51
Sortie de secours de l'équipage(m)	
Longueur	0,51
Largeur	0,48
Performances (km/h)	
Vitesse maximale de croisière	511
Distance de décollage(m)	
ISA, niveau de la mer	1223
ISA+10°C à 915m	1300
ISA, niveau de la mer pour un vol de 556Km avec 68 passagers	1079
Distance d'atterrissage(m)	
ISA, niveau de la mer, au poids maximum autorisé à l'atterrissage	1048
Distance franchissable avec 68 passagers	1324

I.3 Présentation du groupe turbo propulseur PW127F :

I.3.1 Introduction :

Les moteurs PRATT & WHITNEY de Canada sont caractérisés d'une faible consommation du carburant, ils sont conçus pour propulser des avions de transport régional de 30 à 70 passagers, ainsi que des appareils utilitaires et l'aviation d'affaire.

La série de ses moteurs allant du PW118 à PW127F a été élargie pour couvrir une gamme des puissances allant de 1800 à 2750 SHP sur l'arbre.

I.3.2 Caractéristiques du moteur :

Régime	Performances de puissance sur l'arbre à 1200 RPM	consommation spécifique de carburant (lb/eshp/hr)
Décollage (Take-off)	2,750SHP	0,459
Décollage normal (Normal Take-off)	2,475 SHP	0,470
Maximum continu (MAX-CONT)	2,500 SHP	0,469
Régime maximum Continu(MAX.CLIMB)	2,129 SHP	0,48460
Régime maximum de croisière (Max.cruise)	2,132 SHP	0,491

Hauteur du moteur	838,2 mm
Largeur du moteur	660,4 mm
Longueur du moteur	2134 mm
Poids	480,8 kg

1.3.3. Description générale du moteur PW127F :

Le moteur PW 127F est un turbopropulseur double corps à turbine libre.

Il se compose de deux modules [1] :

- Module turbomachine.
- Module réducteur de vitesse RGB.

1.3.3.1 Module turbomachine :

La turbomachine se compose de quatre (04) sections, contenues dans six(06) enveloppes. Ces enveloppes sont boulonnées ensemble aux brides. **Voir figure(1-2)**

A-La section d'entrée d'air :

L'entrée d'air est conçue pour fournir la circulation d'air à la prise du moteur avec une perte minimum pour guider les objets étrangers et refroidir le radiateur d'huile.

B-La section de compresseur :

La section de compresseur se compose de :

- deux compresseurs centrifuges BP et HP
- carter inter compresseur
- boite d'accessoires (AGB)

Les compresseurs centrifuges (BP et HP) sont contenus dans les trois carters suivants : le carter de diffuseur BP, le carter interne de compresseur et l'avant du carter de générateur de gaz.

De l'arbre HP, un arbre de transmission incliné transmet un mouvement à la boite d'accessoires (AGB), cette dernière contient des commandes de :

- la roue centrifuge de reniflard d'huile.
- le démarreur /générateur (DC)
- la pompe de carburant HP.
- la pompe de récupération et de refoulement d'huile.

C- La section de la chambre de combustion :

La chambre de combustion est de type annulaire à flux inversé, elle est contenue dans le carter de générateur de gaz. Les (14) injecteurs de carburant sont montés autour de l'extérieur du carter de générateur de gaz, où ils sont émergés dans la chambre de combustion.

Deux bougies d'allumage sont montées sur le carter de générateur de gaz.

D-La section de la turbine :

La section turbine a composé de :

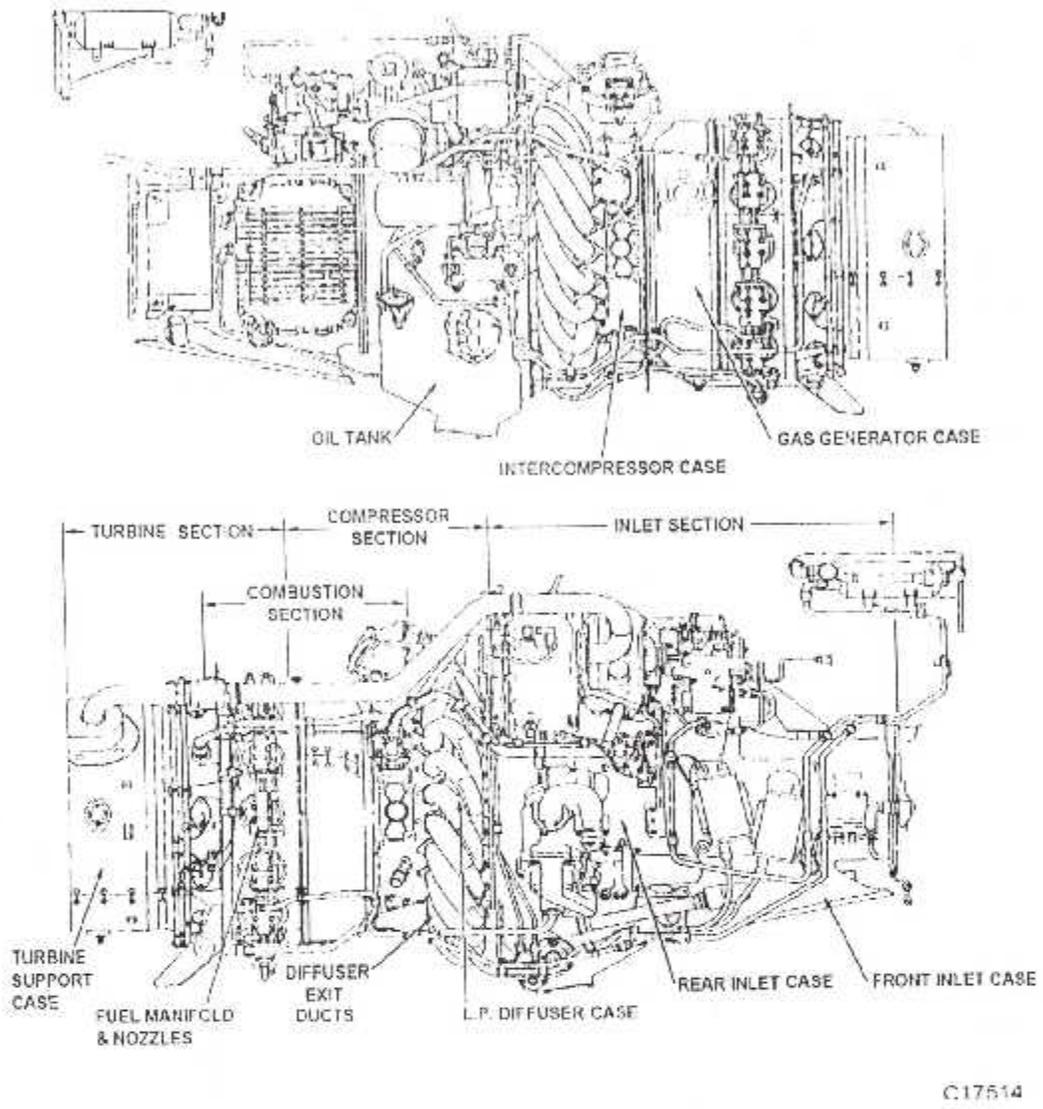
- deux turbines axiales d'un seul étage (BP et HIP)
- une turbine libre se compose de deux étages axiaux
- les turbines HP et BP entraînent les compresseurs HP et BP, alors que la turbine libre entraîne le réducteur de vitesse (RGB) et l'hélice

E- section d'échappement :

Le système d'échappement est constitué de deux parties distinctes qui sont :

- la tuyère moteur.
- le conduit d'éjection.

Le système d'échappement a pour rôle de poursuivre la détente et d'évacuer les gaz brûlés à l'extérieur ainsi que la tuyère d'éjection conçue pour obtenir la poussée d'éjection optimale du moteur.



C17514

Figure.1.2 : module turbomachine

I.3.3.2 Le réducteur de vitesse (RGB): voir figure(I-3)

Le RGB a pour rôle de réduire la vitesse jusqu'à 1200 RPM des raisons aérodynamique et pour la protection de l'hélice.

La réduction de vitesse est assurée par deux étages d'engrenage qui sont :

- Le premier étage comporte les pignons hélicoïdaux.
- Le deuxième étage comporte les pignons droits.

Sur le RGB sont installé :

- Le frein d'hélice (sur le moteur droit seulement)
- Le générateur de courant alternatif (AC)
- Pompe électrique de mise en drapeau.
- Régulateur de survitesse et la pompe HP.
- Module valve de l'hélice (PVM)

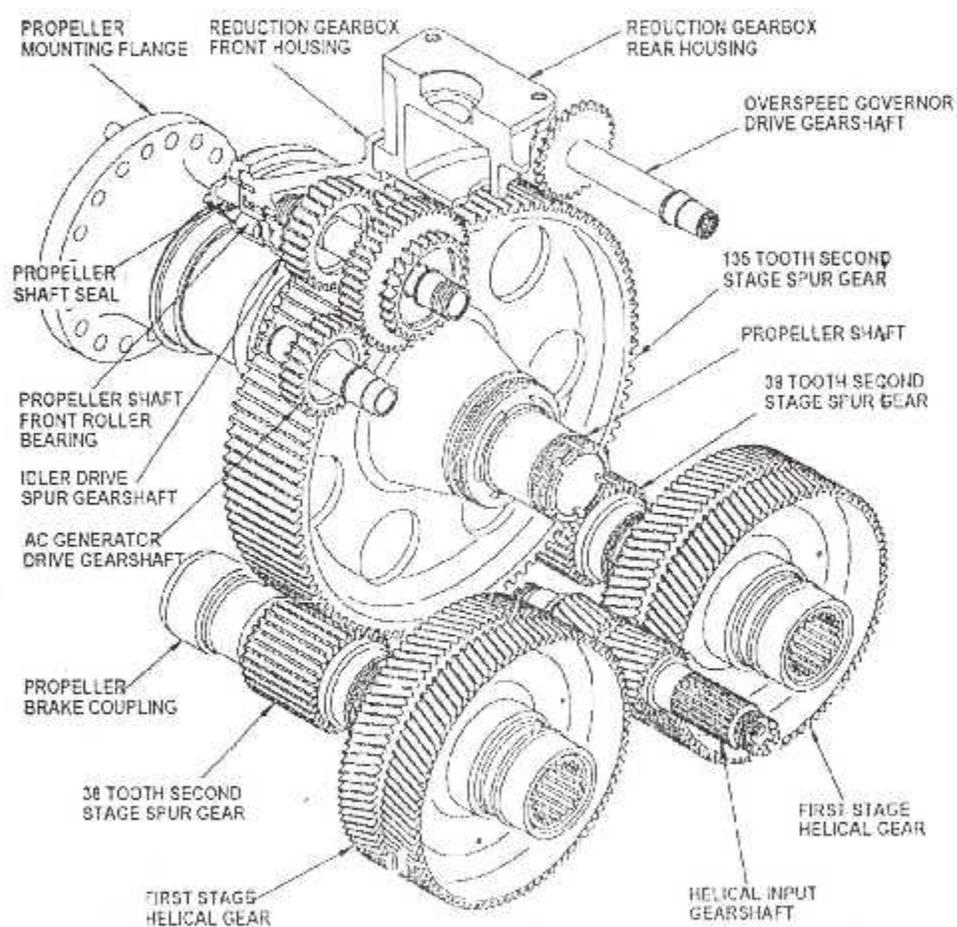


Figure 1.3 : module réducteur de vitesse(RGB)

1.4. Fonctionnement du moteur PW 127F :

Le moteur démarre en fonctionnant le starter/ générateur ; et à l'aide de la boîte (AGB) et de l'arbre d'entraînement qui fait tourner les pignons coniques cannelés qui est fixé au compresseur HP, le compresseur HP et la turbine HP vont tourner à leur tour.

Le carburant est pulvérisé dans la chambre de combustion, là où il est mélangé avec l'air entrant du compresseur centrifuge, les bougies d'allumage sont allumées et le mélange air/carburant est enflammé. L'écoulement résultant des gaz expansibles vers l'arrière entraîne les turbines HP et BP, qui sont reliées aux compresseurs HP et BP respectivement.

Les turbines tournantes vont faire tourner les compresseurs, ces dernières à leurs tours vont aspirer de l'air pour le mélanger et le brûler avec le carburant ce qui engendre une expansion plus élevée et augmente la vitesse des turbines et des compresseurs centrifuges jusqu'à que les moteurs vont aboutir à la réalisation d'une vitesse autonome avec une combustion continue.

Les bougies peuvent alors être éteintes et le démarreur/générateur fonctionnera donc comme générateur.

L'écoulement des gaz va entraîner également la turbine libre, qui va à son tour faire tourner l'hélice à travers le RGB, une augmentation supplémentaire de débit du carburant dans la chambre de combustion augmente l'expansion des gaz, ayant comme résultat l'augmentation de la vitesse de la turbine et de compresseur. Les rotors de la turbine HP et de la turbine libre tournent au sens horaire, et le rotor BP tourne au sens contraire par rapport au rotor HP.

1.5.L'hélice :

L'hélice a pour rôle de fournir une force de traction en prenant un appui sur l'air à la façon d'une voilure tournante. L'hélice installée sur l'ATR 72-500 est une hélice à six(6) pales type Hamilton Sundstrand 568F-1, elle est de type à pas variable entraînée par la turbine libre par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse RGB, elle est commandée hydromécaniquement.

Chapitre : II

Théorie de l'hélice

II.1 Introduction :

Avec le développement du vol commandé, chaque avion exige un certain moyen de dispositif pour convertir la puissance du moteur en force de poussée. Quelques exceptions toutes les premières conceptions pratiques d'avions ont employé des hélices pour créer la poussée nécessaire.

Au début, les hélices sont employées dans le domaine de l'industrie, se sont des hélices de palettes en bois couvertes par du tissu simples, et certaines de ces conceptions ont été utilisées avec succès comme un moyen de propulsion.

Avec l'évolution de l'aéronautique, la conception des hélices est améliorée en des panneaux plats de la forme d'une aile qui produit la portance.

La première conception des hélices est transformée en modèle à deux pales standards, semblable dans l'aspect à ceux utilisés sur les avions légers modernes.

La première guerre mondiale a provoqué une augmentation de taille des avions, de vitesse et puissances pour cela d'autres améliorations de conception des hélices sont exigées, parmi elles les plus largement répandues pendant la guerre et qui sont les hélices en bois à quatre pales.

Durant les années 20, Les hélices à pas constant d'aluminium et l'hélice à pas contrôlable a deux positions ont fait leur apparition.

Avec l'évolution de la construction des hélices, les constructeurs ont introduit des hélices en alliage d'aluminium, se sont les hélices avec des sections de profils d'aile plus mince et très résistantes.

Les hélices à pas variables avec un système de changement de pas automatique ont fait leur apparition durant la deuxième guerre mondiale, ces hélices permettent d'améliorer la manœuvrabilité au sol et ainsi que la réduction des courses d'atterrissage.

Avec le développement des turbopropulseurs, des systèmes ont été adaptés pour l'usage avec ces moteurs aux basses altitudes et aux basses vitesses.

II.2 Définition d'une hélice et d'un profil :

Une hélice est une aile tournante, qui se compose de deux pales ou plus, attachée à un moyeu central qui est monté sur un arbre entraîné par le moteur.

Elle comporte essentiellement un ensemble des pales et un moyeu, celles-ci étant identiques entre elles et forment des angles égaux dans leur répartition autour du moyeu.

On appelle profil toute section de la pale réalisée dans un plan normale à l'axe de pale, celui-ci est défini par sa corde, son épaisseur maximale, et son calage. Généralement la position angulaire d'un profil est donnée par rapport à la corde d'un profil de référence ($0,7$ ou $0,75 R$)

On parle d'hélice à droite, lorsqu'un observateur, situé en arrière et sur l'axe de celle-ci, la voit tourner dans le sens anti-trigonométrique et on appelle une hélice à gauche une hélice qui tourne dans le sens trigonométrique dans les mêmes conditions[2]

II.2.1 Trièdre hélice :

On définit les axes de référentielle hélice dans la figure (II-1)

Centre de l'hélice (**O**) : C'est le point d'intersection de l'axe de l'hélice et l'axe de pale.

Axe de l'hélice (**OX**) : C'est l'axe de rotation de l'hélice.

Axe de pale (**OY**) : C'est l'axe de référence invisible, liée à la pale.

Axe (**OZ**) : C'est l'axe qui complète le trièdre direct.

π : Plan de rotation de l'hélice.

V_r : Vitesse angulaire de rotation.

NOTE :

Les caractéristiques de l'hélice se définissent exactement comme un profil de voilure. On considère une section droite située à une distance $r=0,7R$ de l'axe de l'hélice, avec R le rayon de l'hélice, cette section est appelée section de base.

II.2.2 Description de l'hélice :

II.2.2.1 Description géométrique :

L'hélice géométrique est la courbe que décrit, sur un cylindre, un point animé d'un mouvement de rotation autour du cylindre.

On définit une hélice géométrique par une équation paramétrique du type :

$$X = a$$

$$Y = a \cos(\beta)$$

$$Z = a \sin(\beta)$$

Donc la trajectoire des points d'une pale de l'hélice forme un hélicoïde. Ce dernier est une surface dont l'intersection avec des cylindres d'axe **(OX)** forme des hélices géométriques. Un hélicoïde est généré par la combinaison d'une rotation et d'une translation d'un segment **OF**. Voir figure (II-3)

II.2.2.2 Profil des pales :

Le profil des pales généralement arrondis à l'avant, pointus à l'arrière et sont montrés dans la figure (II-2) :

- Corde de référence (**L**): C'est la ligne joignant le bord d'attaque **A**, au bord de fuite **B**
- L'angle de l'hélice : C'est l'angle entre la direction d'écoulement et le plan de rotation π et différent pour chaque section de la pale.
- L'angle de pale (α) : C'est l'angle entre la corde de référence et le plan de rotation π
- L'épaisseur maximale : c'est la distance max joignant l'extrados et l'intrados
- Le pas de l'hélice : on appelle pas de l'hélice la grandeur du mouvement de translation pour un tour complet. C'est encore la longueur **H** qui mesure le déplacement suivant l'axe d'un point de l'hélice pendant un tour complet. Voir figure (II-4)
- Le rectangle **ABCD** représente le développement **AD** est égal le développement de la circonférence de base du cylindre, représente aussi le pas de l'hélice. Voir figure (II-5)
- La diagonale **AC** ce n'est autre que le développement de l'hélice.
- Le pas d'une section droite de la pale à pour expression : $H = 2 \pi r \operatorname{tg} \beta$.

II.2.2.2.1 Types de pas :

a) Le pas géométrique :

C'est la distance séparant deux points sur une génératrice du cylindre, et ce c'est basé sur l'angle d'attaque de pale de l'hélice à la station de **75%**. Le pas géométrique est théorique parce qu'il ne tient compte aucune perte due à l'inefficacité. **voir figure (II-4)**

b) Le pas effectif :

C'est la distance que l'avion se déplace réellement en avant en un tour complet de l'hélice. Il peut changer de zéro, quand l'avion est stationnaire sur la terre, à environ **90%** du pas géométrique pendant les conditions de vol les plus efficaces.

Si une hélice a un pas de **1,5 mètres**, dans la théorie, elle devrait déplacer **1,5 mètre** vers l'avant en un tour complet. Mais, si l'avion fait avancer réellement seulement **1 mètre** en un tour, le pas effectif est de **1 mètre** et l'hélice est de **66%** d'efficacité de pas. **Voir figure (II-6)**

La différence entre le pas géométrique qui représente le pas expérimentale, et le pas effectif qui représente l'avance par tour donne le recul qui s'exprime par un pourcentage.

La présence de recul est nécessaire, si l'on veut avoir une traction, lorsque le recul est nul, le pas effectif est égal au pas géométrique, ce qui est une condition de traction et de rendement nul.

II.2.2.3 Description cinématique :

Prenons une section de la pale qui se trouve à une distance de r de l'axe de l'hélice. Si l'hélice effectue un tour complet en même temps se déplace vers l'avant d'une distance H , la distance sur trajectoire hélicoïdale parcourue par cette section est égale à l'hypoténuse d'un triangle dont les côtés sont $2 \pi r$ et H . **voir figure (II-5)**

Considérons l'hélice en fonctionnement, son mouvement est la somme de deux mouvements qui sont :

Translation suivant l'axe (OX) avec la vitesse de l'avion V .

Rotation autour de l'axe (OX) avec la vitesse tangentielle V_r .

Alors $\tan \beta = H / 2 \pi r$

Le pas de l'hélice est : $H = 2 \pi r \tan \beta$

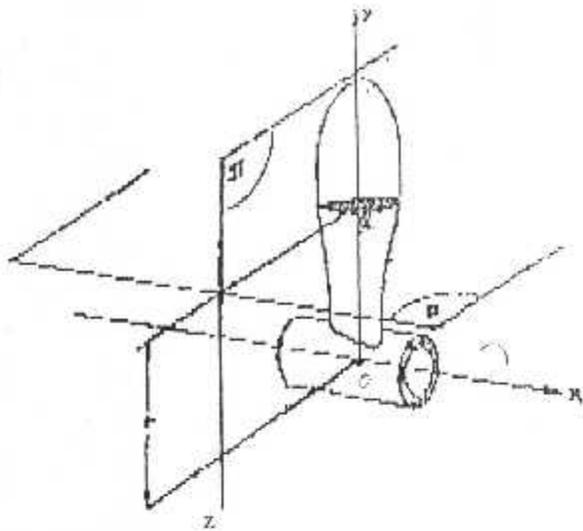


Figure (II-1) : Référentiel hélice

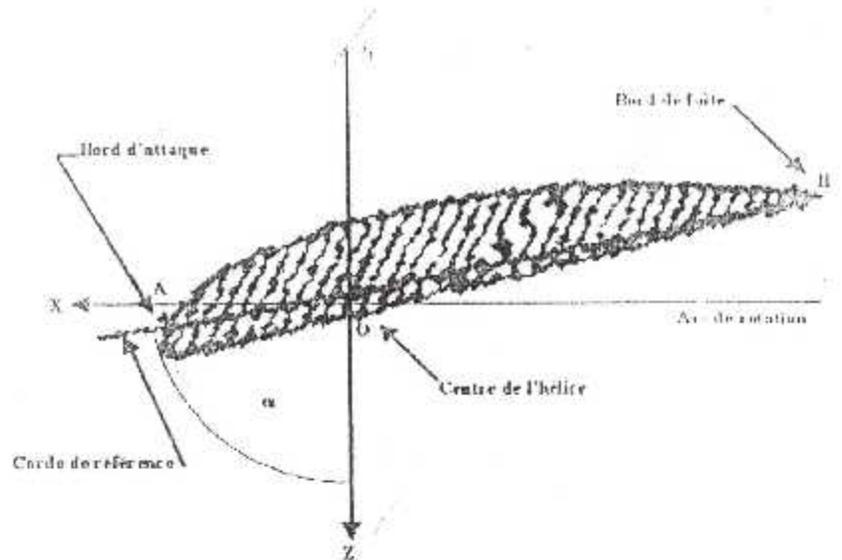


Figure (II-2) : Profil de pale

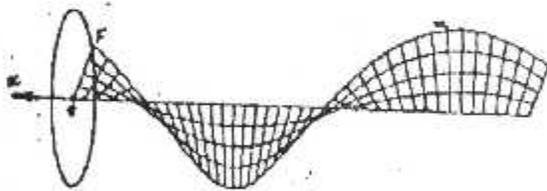


Figure (II-3) : Schéma de l'hélicoïde

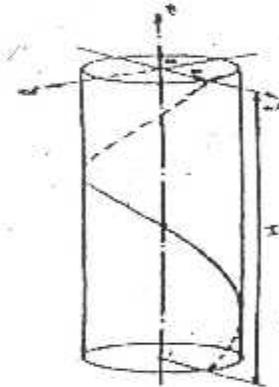


Figure (II-4)
Le pas géométrique

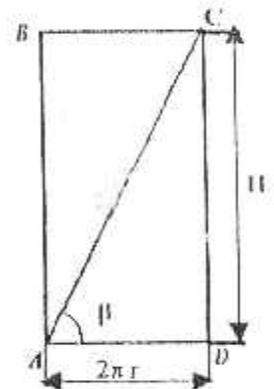


Figure (II-5)
Développement de pas

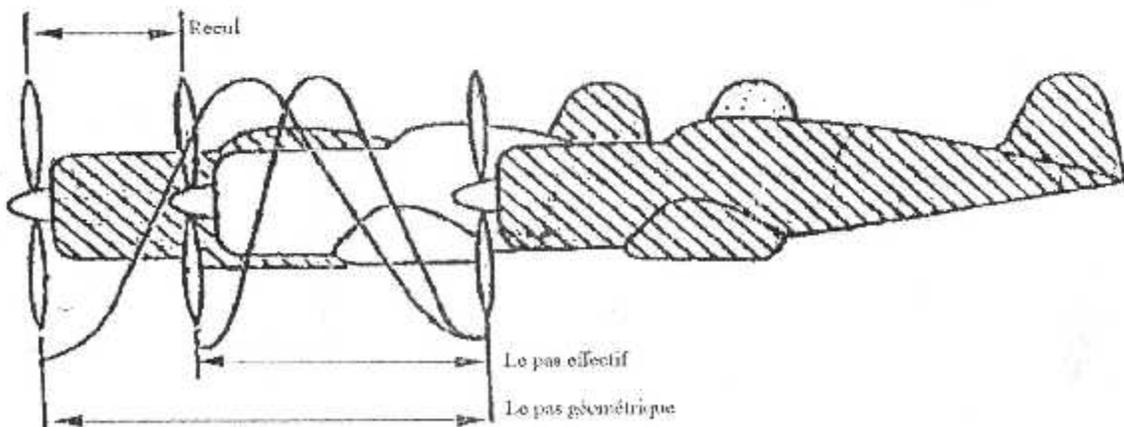


Figure (II-6) : Le pas géométrique et effectif

Donc: $\operatorname{tg} \beta = V/V_r$.

Avec,

V_r : la vitesse tangentielle telle que $V_r = r \cdot W$

W : pulsation du mouvement de rotation en rd/s

$W = 2 \pi n$ avec (n : nombre de tour / seconde)

Soit : $V_r = 2 \pi r n$

Donc : $H = 2 \pi r (V / V_r) = 2 \pi r (V / 2 \pi r n) = V/n$

D'où : $H = V/n$

H est l'avance par tour, cette valeur est indépendante de r , donc elle est constante le long de la pale.

II.3 Le rôle d'une hélice :

L'hélice a pour rôle de convertir le couple produit par la puissance du moteur en force propulsive (poussée utile), cette hélice peut être installée à l'arrière ou à l'avant d'un moteur.

Pour une hélice installée à l'arrière du moteur, elle pousse l'avion vers l'avant, D'où le nom d'hélice propulsive, par contre pour une hélice installée à l'avant, elle crée une tension sur l'arbre porte hélice puisqu'elle tire l'avion, d'où le nom d'hélice tractive.

II.4 Les différents types des hélices :

II.4.1 Hélices à pas fixe :

Les hélices à pas fixes (constante) sont des hélices simples dont l'angle de la pale ne peut pas être changé en opération normale elles sont visées directement sur le vilebrequin du moteur et tournent par conséquent toujours à la même vitesse que le moteur.

Habituellement, les hélices sont faites en alliages d'aluminium ou en bois, et sont montées sur les avions du moteur simple.

II.4.2 Hélices à vitesse constante :

Une hélice à vitesse constante possède un régulateur qui règle l'angle des pales afin de maintenir le régime moteur.

Ce type d'hélice permet une utilisation beaucoup plus efficace de la puissance du moteur, ainsi le calage varie automatiquement de façon que l'hélice tourne à un régime

déterminé par le pilote et continue de tourner à ce même régime indépendamment des autres conditions d'utilisation du moteur ou des évolutions d'avion.

II-4.3 Hélice à pas réglable au sol :

Ces hélices sont adaptées à une vitesse de vol horizontal à une seule altitude et à un seul régime de vol, lesquels le calage des pales assure un régime normal du moteur, à pleine ouverture des gaz et à une puissance normale. Les pieds de pales possèdent une détente fixe permettant un réglage précis. l'hélice à pas réglable est fixée par : Erou ou sangle.

Les hélices réglables au sol sont semblables aux hélices à pas constant du fait leurs angles de pales ne peuvent pas être changés en vol, mais l'hélice est faite de sorte que les angles des pales puissent être changés au sol.

II.4.4 Hélice à pas variables en vol :

L'introduction de réglage du calage des pales en vol, permet une utilisation correcte de l'hélice à toute les vitesses de vol surtout pour les avions modernes possèdent un grand écart de vitesse au décollage, en vol normal et l'atterrissage.

II.5 Aérodynamique de l'hélice :

Lorsque l'hélice tourne, plusieurs forces agissant l'une sur l'autre, et causent la flexion, torsion, et les tensions de pliage dans l'hélice.

II.5.1 La force centrifuge :

La force centrifuge est la force principale appliquée sur les pales. Elle a tendance à enlever les pales du moyeu. Son intensité peut atteindre jusqu'à **7,5 fois** le poids de la pale.

Voir figure (II-7)

II.5.2 La force de flexion produite par la poussée :

La force de flexion de poussée essaye de plier le bout avant de la pale de l'hélice, parce que la portance au bout de la pale fléchit les sections minces de ce dernier en avant.

Voir figure (II-8)

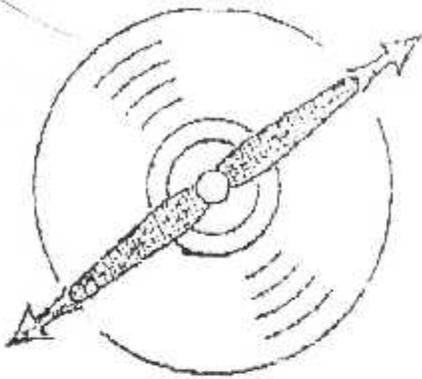


Figure (II-7) : La force centrifuge

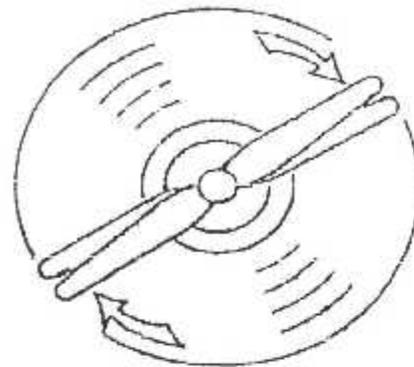
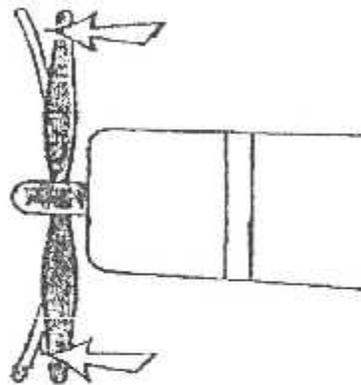


Figure (II-9)
Les forces de recourvement



Figure(II-8) : La force de flexion produite par la poussée

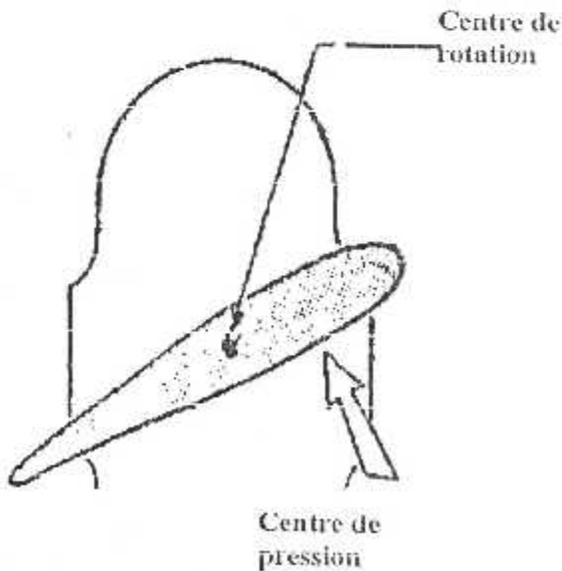


Figure (II-10)
Le moment de vrillage aérodynamique

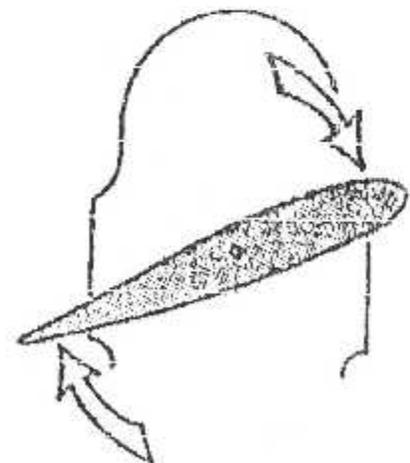


Figure (II-11)
Le moment de vrillage centrifuge

II.5.3 Les forces de recourbement :

Les forces de recourbement de couple essayent de plier la pale de l'hélice en arrière dans la direction opposée que de la direction de rotation. **Voir figure (II-9)**

II.5.4 Le moment de vrillage aérodynamique :

Définition d'un vrillage :

C'est le décalage angulaire relatif en envergure des cordes des profils. Il permet à tous les profils d'avoir une incidence optimisée par rapport à l'écoulement.

Le moment de vrillage aérodynamique essaye de tordre une pale à un angle plus élevé. Cette force est produite parce que l'axe de rotation de la pale est au point médian de la ligne de corde alors que le centre de la portance de la pale est vers l'avant de cet axe.

Cette force essaye d'augmenter l'angle d'attaque de la pale. Le moment de vrillage aérodynamique est employé dans quelques conceptions pour aider à faire varier le pas de l'hélice. **voir figure(II-10)**

II.5.5 Le moment de vrillage centrifuge :

Le moment de vrillage centrifuge essaye de diminuer l'angle d'attaque de la pale, et s'oppose au moment de vrillage aérodynamique. Cette tendance à diminuer l'angle d'attaque de la pale est produite puisque toutes les parties d'une hélice tournante essayent de se déplacer dans le même plan de rotation que la ligne centrale de la pale. Cette force est plus grande que le moment de vrillage aérodynamique au **RPM** opérationnel, et est employée dans quelques conceptions pour diminuer l'angle d'attaque de la pale. **Voir figure (II-11)**

II.5.6 La force vibratoire :

Quand une hélice produit la poussée, les forces aérodynamiques et mécaniques se manifestent et font vibrer la pale. Si ceci n'est pas compensé dans la conception, cette vibration peut causer le fléchissement excessif et travailler le durcissement du métal et peut même avoir comme conséquence l'arrêt brusque de l'hélice en vol.

Les forces aérodynamiques causent des vibrations au bout d'une pale où les effets de vitesse transsoniques génèrent des coups et des vibrations.

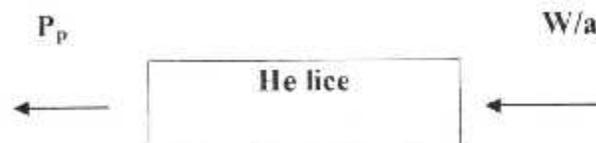
Les vibrations mécaniques sont provoquées par les impulsions de la puissance dans un moteur à piston et sont considérées plus destructives, que la vibration aérodynamique. Ces impulsions de puissance font vibrer et causent la fatigue de métal. L'endroit et le nombre de points d'effort changent avec différents arrangements de RPM. Mais l'endroit le plus critique pour ces concentrations d'effort est à environ six pouces à partir du bout de pale.

II.6 Le rendement :

L'hélice est-elle même une machine, en effet, que le rendement est le rapport de travail utile restitué par l'hélice sur le travail qu'elle reçoit du moteur W/a .

Le travail mécanique se calcule en faisant le produit de la force par la distance parcourue.

Quand l'hélice se déplace vers l'avant à chaque tour d'une distance égale au pas moyen expérimental le rendement est nul parce qu'il n'y a pas de travail produit donc pas de rendement.



$$\eta_{u} = W \text{ utile} / W \text{ moteur}$$

$$\eta_{u} = T_{h} \cdot V_{p} / (W/a) = P_{p} / (W/a)$$

le but visé est d'obtenir d'une hélice, la traction (**T**) maximale avec le couple résistant (**F**) minimale, c'est à dire qu'on veut obtenir le plus grand rapport **T/F** possible, pour cela deux conditions sont nécessaires :

II.6.1 Une finesse élevée :

Elle est relativement facile à obtenir, ce qu'il faut, c'est un bon profil aérodynamique, un angle d'attaque correct et un certain vrillage de la pale sur sa longueur.

II.6.2 Un petit angle de l'hélice :

Elle est difficile à obtenir car l'élévation de la vitesse tangentielle, et la réduction de la vitesse de translation de l'avion n'a jamais été le but des constructeurs.

Chapitre : III

Description et fonctionnement de l'hélice Hamilton Sundstrand 568F-1

III.1 Description de l'hélice Hamilton Sundstrand 568F-1 :

L'hélice installée sur l'ATR 72-500 est une hélice à six (06) pales type Hamilton Sundstrand 568f-1, elle est de type à pas variable, entraînée par une turbine libre (turbine de puissance) par l'intermédiaire d'un réducteur de vitesse (RGB), elle est commandée hydro-mécaniquement et peut être placée dans la configuration de reverse ou mise en drapeau, contient un système synchrophasing permet de réduire le niveau de bruit dans la cabine.

III.1.1 Les Caractéristiques de l'hélice : [4]

Constructeur : Hamilton Sundstrand.

Référence : 568F-1

5 : signifie le type de model important (pour le transport régional)

6 : indique le nombre des pales.

8 : identifié la taille du pied de pale.

F : indique le système d'hélice montée à bride.

Diamètre de l'hélice : 3,93 m

Poids de l'ensemble hélice : 180 Kg

Rotation : sens horaire (de l'avant)

Vitesse de rotation : 1200 RPM correspond à 100% NP.

La plage de variation le pas : -14° à 78,5°

L'angle de mise en drapeau : 78,5°

L'angle d'inversion de pas : -14°

Type de fluide : MII-1-7808 ou MII-1-23699.

Quantité totale du fluide : 4,5 à 5 quarts

Les exigences électriques : 115Vac, 400 Hz, 3phases, 28Vdc.

III.1.2 Les parties principales :

Suivant la figure(III-1) les parties principales de l'hélice Hamilton Sundstrand 568F-1 sont :

- les pales : six(06) pales, chaque pale contient un réchauffeur en caoutchouc qui offre des possibilités de dégivrage.
- le moyeu : transmet le couple du moteur aux pales.
- le vérin : pour le changement de pas.
- le cône : c'est un carénage en aluminium qui couvre le dôme.
- Le dôme : Contient le mécanisme de variation de pas.
- La cloison étanche : il supporte le cône et contient les cibles pour mesurer la vitesse d'hélice.
- le tube (pour transfert d'huile)
- l'attachement d'hélice. [3]

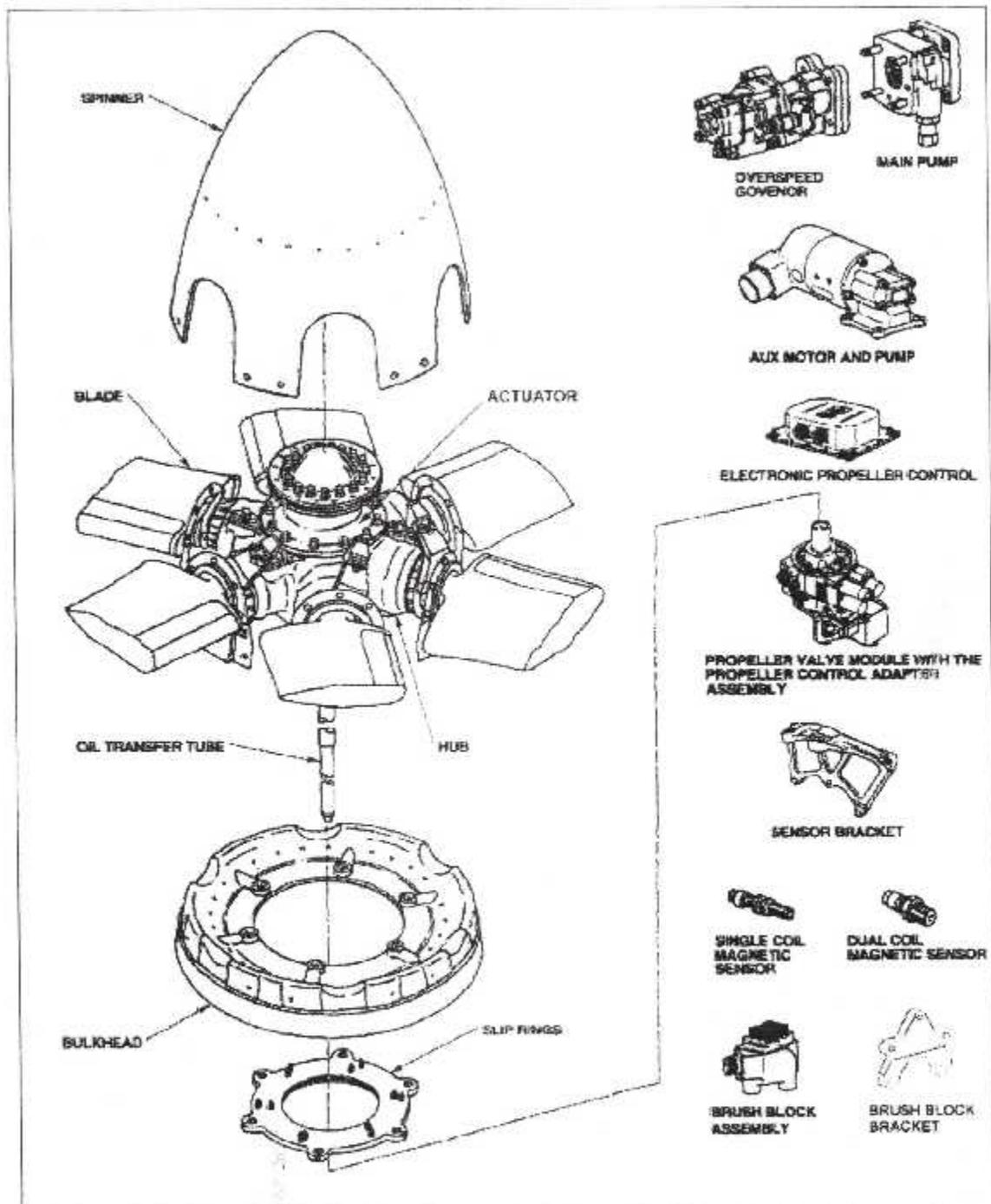


Figure. III.1 : les composants principaux de l'hélice

III.1.2.1 les pales : voir figure(III-2)

- La conception et la construction de la pale est une extension de longeron/l'enveloppe de la pale d'hélice type 247F.
- Le matériel composite du longeron est collé par la tulipe à l'adhésive de la structure haute résistance.
- Elle est équipée par un manchon protecteur de nickel pour la protection contre l'usure de bord d'attaque.
- Elle est équipée par une prise métallique positionnée radialement à l'extrémité du pied de la pale pour la protection d'éclairage.

III.1.2.1 le moyeu :

- Le moyeu est une pièce en acier liée avec les parties tournantes d'hélice, qui approvisionne et durcit les chemins des roulements intégraux pour le montage à bride sur l'arbre moteur.
- Six(06) pales sont retenues individuellement dans le moyeu et situées radialement par double rangé d'une cage de roulement à bille et segment d'appui de la pale.
- Le moyeu contenant 5 Quarts d'huile pour la lubrification de mécanisme de changement de pas.

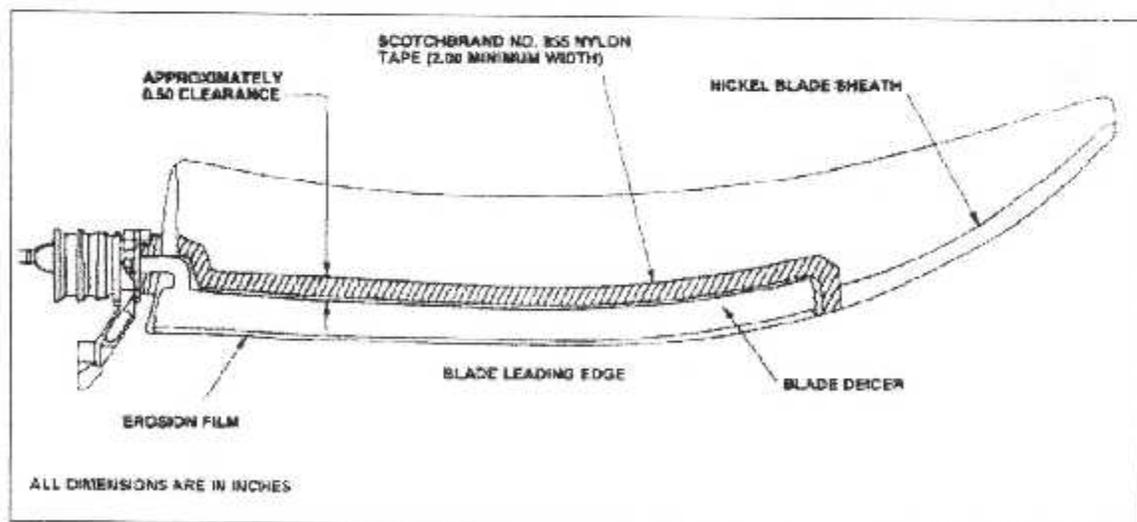


Figure.III.2 : la pale

III.1.2.3 Le mécanisme de changement de pas : voir figure(III-3)

- L'axe couple monté sur le joug qui est déplacé axialement par la pression hydraulique, et traduit les forces de changement de pas en rotation de la pale.
- Le vérin de changement de pas reçoit l'écoulement d'huile pour augmenter et diminuer les chambres séparées de pas par deux tubes concentriques de transfert d'huile.
- Il équipe une liaison entre le système du contrôle stationnaire et le vérin de changement de pas tournant.
- Il fournit la pression d'alimentation hydraulique au vérin et au signal de réaction d'angle de la pale et enfin au module valve hélice.
- La chute de pression hydraulique sera résultée par l'augmentation de pas de la pale due à des moments de vrillage centrifuge et contre-poids.

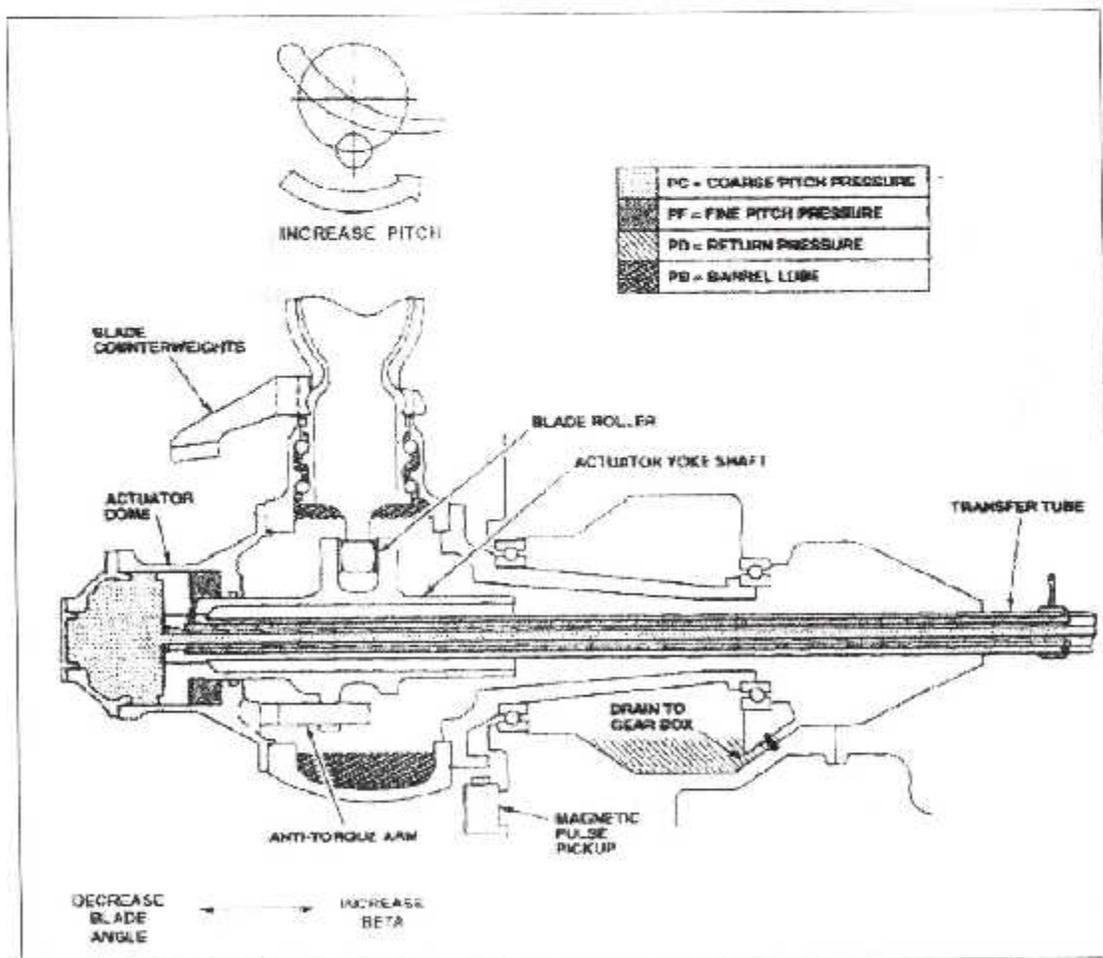


Figure .III.3 : schéma de changement de pas

III.1.2.4 Le cône de pénétration :

- Le cône en aluminium est guidé contre le dôme hélice par un maillage pourvu d'un joint d'étanchéité anti-vibration.
- Il est attaché sur le cadre étanche par 12 boulons d'attache.

III.1.2.5 Le cadre étanche et l'anneau collecteur :

- L'ensemble cadre étanche^{est} attaché à l'arrière du moyen d'hélice.
- L'ensemble slip rings est attaché et utilisé pour transformer le courant électrique pour dégivrer les pales, et contient les objectifs pour mesurer la vitesse d'hélice.
- L'hélice est attachée sur l'arbre par le moyen.

III.1.3 Les composants principaux du système d'hélice : voir figure(III-1)

- Une pompe HP(Haute Pression) et les valves associées.
- Le contrôle électronique d'hélice (PEC)
- Un module valve(PVM)
- Un régulateur de survitesse^{à hélice}.
- Un levier de condition.
- Un levier de puissance.
- A power management rotary selector.
- Une unité interface d'hélice(PIU)
- A feathering pump.
- Les sondes de vitesse d'hélice(NP) et l'indicateur  associé.
- Le frein d'hélice (seulement le moteur droit)

Ces composants permettant :

- Le changement de pas d'hélice.
- Contrôle de la vitesse constante
- Feathering/unfeathering.
- Contrôle direct de l'angle de la pale dans le reversing, unversing et grounds handling(manœuvres au sol)
- L'utilisation de générateur de gaz du moteur droit comme source pneumatique et électronique(Dc)
- Dégivrage électrique de la pale.
- Synchrophasing.

le système est protégé contre :

- La survitesse.
- La chute hydraulique de pression d'alimentation à un angle ^{de} pale positive.
- La chute hydraulique de pression calibrée.
- L'angle de la pale inférieur en vol.

III.2 la régulation : voir figure (III-4)

Le système régulation d'hélice est commandé par le levier de condition, le levier de puissance ~~est~~ le power management rotary selector.

L'hélice 568F-1 consiste à deux modes d'utilisation du système de commande.

Le mode d'utilisation en vol « Alpha mode » ou ~~le~~ mode régulation ~~de~~ ^{de} survitesse c'est le mode prédominant, un électro-hydraulique servo valve (EHV) est le cœur de module valve hélice (PVM) qui module la pression hydraulique de maintenir l'hélice à vitesse constante, le signal électrique de ~~la~~ ^{l'} ~~servo~~ valve arrive au (PEC)

Le deuxième mode d'utilisation au sol « Beta mode », dans ce mode, le contrôle de la vitesse variable, et l'inversion de pas est possible.

L'angle de la pale est alors une fonction d'angle de levier de puissance, dans le cas des pannes cause la diminution de pas de la pale en vol et résulte une augmentation de la vitesse d'hélice, le régulateur de survitesse mécanique est sélectionné par la valve dans le (PVM) pour contrôler la vitesse à 102% de l'hélice qualifié (RPM)

Dans le cas d'une défaillance hydraulique principale, le système contre poids sur la pale d'hélice réagit la charge de la pale ~~est~~ fixe le pas de la pale ou commande les pales à condition de sécurité.

III.2.1. le contrôle à fonctionnement normal :

- Le système de régulation de pas d'hélice maintient l'hélice à vitesse demandée par le pilote dans la gamme de 82 à 100%NP.
- La mise en drapeau et les fonctions de fermeture (compression) mécaniques de robinet d'arrêt carburant HP sont équipés par un levier de condition.
- Le levier de puissance contrôle le pas dans le mode « bêta » et reverse.
- Le système est désigné de mise en drapeau automatiquement, alors qu'il y a une perte dans le carter de puissance motrice au décollage.

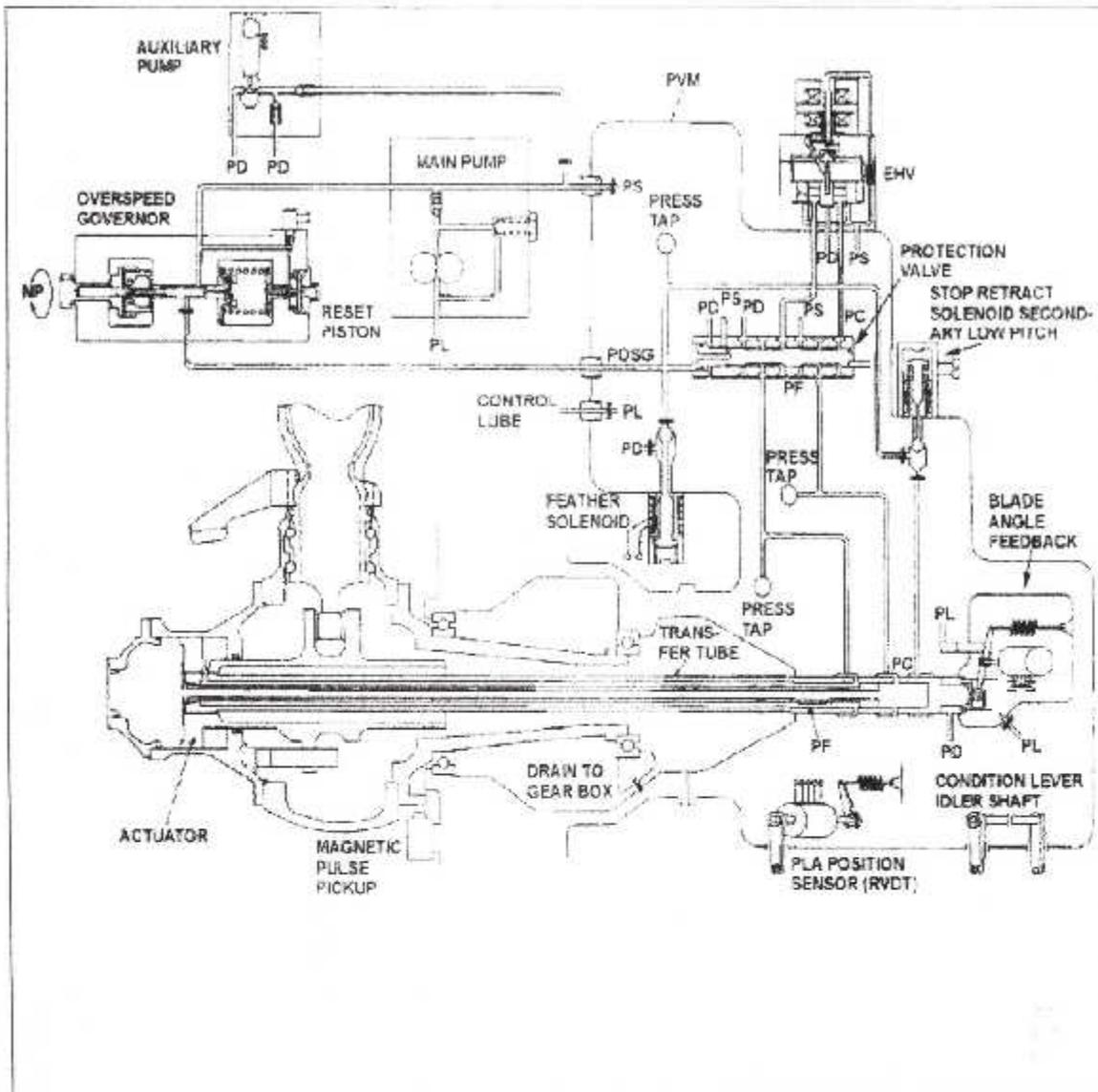


Figure. III.4 : la régulation d'hélice

III.2.2 le contrôle à la remise des gaz (At Go-around) :

En cas de remise des gaz, un système permet de mettre la vitesse d'hélice au maximum (MAX RPM) et qui peut être obtenu par le levier de puissance mobile depuis la position FI à TO. *est le régime principal*

III.2.3.1 Le levier de condition :

➤ Suivant la figure(III-5) le levier de condition ^{est} localisé dans le support central, contrôle :

- A 100 % NP override, il force la vitesse d'hélice à 100%.
- La sortie de feather et la section automatique de la vitesse d'hélice.

- Le robinet d'arrêt carburant HP dans HMU,
- La mise en drapeau.
- Les positions de levier de condition, mise en marche en avant sont : 100%override, Auto, FTR, FUEL SO.
- Autre fonction de levier de condition est d'activer la micro rupteurs dans l'unité 901Vu situé dans le centre de piédestal.

III.2.3.2 le levier de puissance :

- Suivant la figure(III-5) le levier de puissance est situé dans le centre piédestal, il a fonctionné relativement, contrôler :
 - Propeller beta scheduling.
 - Propeller reverse.
- Les positions de levier de puissance, mise en marche en avant sont:
Max PWR, TO, FI, GI, REV.
- Autre fonction de levier de puissance est d'activer la micro rupteur dans l'unité 901Vu situé dans le centre de piédestal.

III.2.3.3 Power Management Rotary Selector:

ce sélecteur transmet la vitesse d'hélice sélectionnée par l'équipage au PEC comme suit :

- TO, MCT: 100% NP,
- MCL, CRZ: 82% NP.

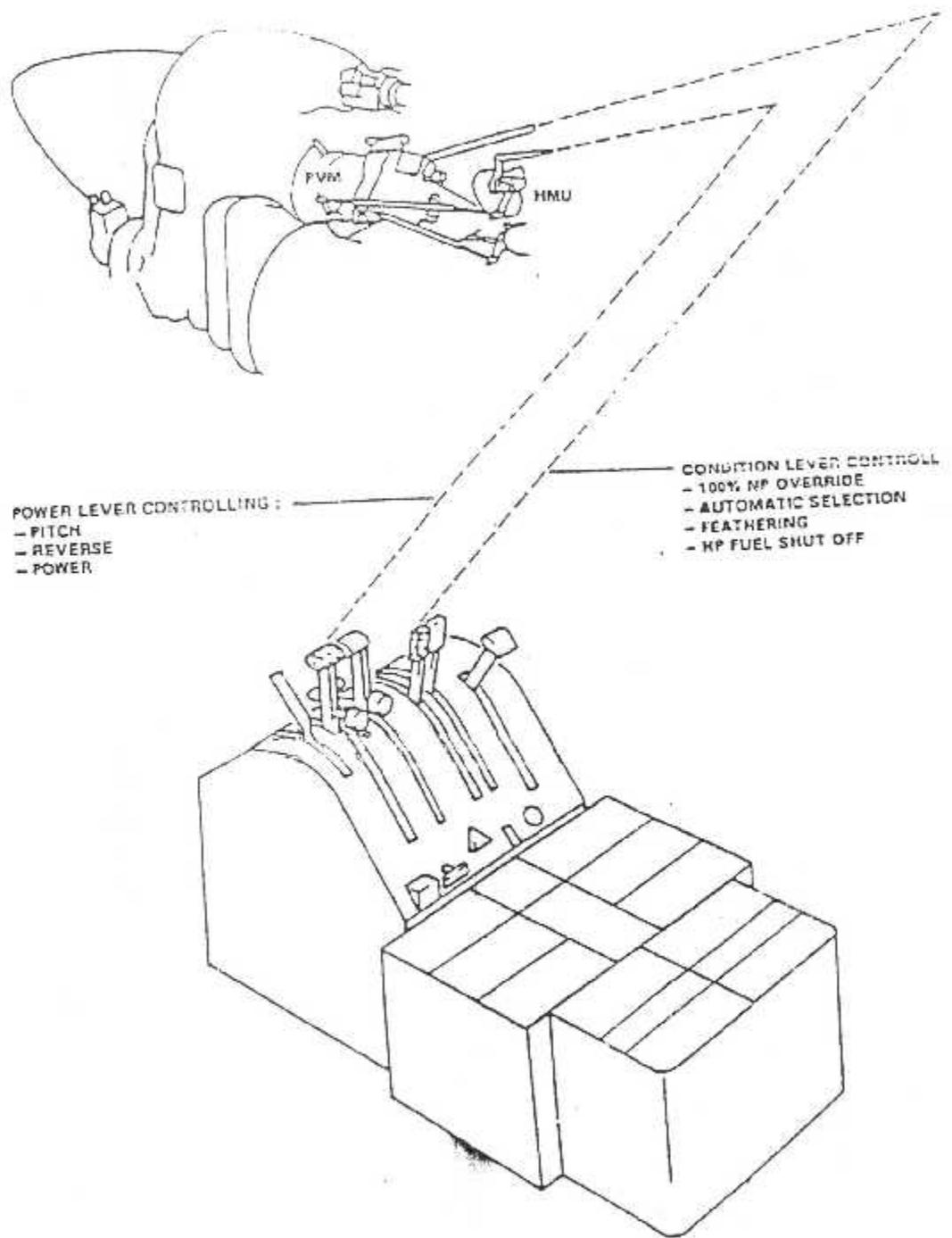


Figure .III.5 : Le levier de condition et levier de puissance

III.2.3.4 Propeller Valve Module (PVM):

- Le module valve hélice est monté dans la ligne médiane d'hélice vers l'arrière de la face de réducteur d'hélice moteur.
- Cette unité hydromécanique reçoit l'entrée (électrique, mécanique et hydraulique) de l'hélice.
- Le PVM a les éléments suivants :
 - levier de condition du moteur.
 - levier de puissance du moteur.
 - electro-hydraulique valve(EHV)
 - la valve de protection.
 - Electrical Feather solénoïd.
 - Secondary low pitch stop retract solénoïd.
 - Transfer bearing.
 - Blade angle feedback

III.2.3.5 Les sondes magnétiques de la vitesse:

- Trois(03) sondes sont installées sur le support à bride, situent vers l'arrière de cadre étanche à l'avant du gear-box.
 - une sonde de double bobine associée de six(06) cibles pour mesurer la vitesse d'hélice.
 - une sonde associée de six(06) cibles à but de synchrophasing.
 - une sonde d'un seul cible d'équilibrage dynamique d'hélice(n'est pas une liaison avec le PEC)
- La sonde produit et transmet un signal électrique vers le PEC.

III.2.3.6 Propeller Electronic Control (PEC):

- Le PEC est une boîte à double canal qui équipe une boucle fermée contrôle le système de changement de pas.
- Le PEC contrôle la vitesse de régulation, synchrophasing.
- Il équipe la programmation de bêta en drapeau et dégivrage.
- Le PEC détecte, isole et loge les pannes du système.
- En cas d'une panne au canal primaire le contrôle du système d'hélice transfère automatiquement au canal complémentaire.
- La vitesse d'hélice est calculée par le PEC avec les impulsions magnétiques.

- Les données de la vitesse d'air et l'altitude sont envoyées vers le BEC.
- Le PEC équipe le contrôle de EHV dans le PVM.

III.2.3.7 Pro peller Interface Unit(PIU) :

- Le PIU est une boîte électronique située dans la nacelle électronique, elle réalise une interface entre le PEC et le cockpit.
- Les entrées de PIU sont :
 - Power management rotary selector (82%, 100%)
 - le levier de condition 100% override.
 - le signal WOW,
 - les signaux de dégivrage d'hélice.
 - le signal de mise des gaz de levier de puissance
- Le PIU est propulsé par 28Vdc.
- En cas d'une panne, la vitesse d'hélice est forcée à 100%NP.

III.2.4 Fonctionnement :

- Dans un fonctionnement normal, le PEC est activé(PEC on/off bouton poussoir du panneau 401Vu)
- En double agissant, le vérin de changement de pas reçoit l'écoulement d'huile pour augmenter et diminuer les chambres de pas par deux tubes concentriques de transfert d'huile.
- La chute de pression est résultée en cas d'augmentation de pas de la pale due des moments de vrillage d'une masse d'équilibrage de la pale.
- Le double tube de transfert d'huile concentrique est situé sur l'arbre d'entraînement d'hélice dans le gear-box, il pourvoit une interface entre le système de contrôle stationnaire et le vérin de changement de pas rotatif.
- Le régulateur de survitesse peut incliner l'écoulement d'huile de EIIV par la pression d'alimentation de réduction à la valve de protection qui résulte une augmentation de pas.
- Quand complètement asservi, la valve de protection colmate l'écoulement d'huile pour diminuer le pas.
- Les masses d'équilibrages augmentent le pas pour diminuer le RPM d'hélice.

- Le régulateur de survitesse sera contrôlé le pas de la pale à mesurer la pression d'alimentation qui alimente la valve de protection de régler sa position, donc diminué la pression de pas.

III.2.5 Les modes d'opération :

- Il y a quatre (04) modes d'opération :
- le mode de régulation la vitesse d'hélice.
 - Synchrophasing.
 - le mode de régulation le pas (beta mode)
 - Feathering/unfeathering.

III.2.5.1 le mode de régulation la vitesse d'hélice :

- Le PEC compare le RPM d'hélice sélectionné par le régulateur par RPM donné au PIU.
- Le PEC calcule la vitesse de changement de pas pour corriger l'erreur de RPM, donc la vitesse corrigée du changement de pas est calculée à la base de :
 - La grandeur d'erreur de RPM.
 - La vitesse du changement d'erreur RPM.
 - La vitesse de changement d'angle de levier des puissances.
 - Les conditions d'opération d'avion (la vitesse d'air, l'altitude)
- Le PEC est communiqué par le contrôle électronique du moteur.
- Le changement de pas résulte depuis le changement de RPM d'hélice.

III.2.5.2 Synchrophasing :

- Le synchrophasing est une fonction de PEC, activé sur le côté latéral du moteur droit par une goupille de programme, qui maintenu à la phase (± 2 degrés) parenté entre l'hélice principale et secondaire.
- La sélection du synchrophasing est entièrement automatique dans le PEC.
- Quand les deux hélices stabilisent la régulation d'hélice sélectionnée RPM, le contrôle synchrophaser est initié.
- Le contrôle de la vitesse et la précision de synchrophasing alimenté par le PEC qui permet la polarisation totale de synchrophaser et qui peut donner la vitesse d'hélice secondaire qui doit limiter de +6 RPM.

- Si le RPM de l'autre hélice est différent de RPM de régulation sélectionnée d'hélice secondaire plus que 6 RPM, le contrôle synchrophaser est terminé.
- L'hélice principale incorpore un additionnel, le générateur d'impulsion d'une seule bobine fournit un signal au PEC d'hélice secondaire.
- Cette redondance d'un générateur d'impulsion indépendante est utilisée pour assurer la rupture d'une bobine sur une hélice qui n'affecté pas le fonctionnement de l'autre.
- Ces caractéristiques permettent d'utiliser le synchrophasing pendant le vol puisque le RPM d'hélice secondaire ne pas affecté à l'évènement d'une panne du moteur principale.

III.2.5.3 Mode de régulation de pas (beta mode) :

- Dans le mode de contrôle bêta, la fonction du PEC peut maintenir l'angle beta sélectionné par le levier des puissances.
- Le PVM contrôle l'angle de la pale de la même manière pour le contrôle de régulation de la vitesse.
- Le PEC commande les pales d'hélice d'aller vers l'inverse (-14° du pas) quand le levier de puissance du poste de pilotage est placé dans la position REV.
- Le PEC change le sens de régulateur de vitesse hélice pour commander et diminuer le pas de la pale dans la réponse de survitesse hélice.
- Dans le mode inverse, le régulateur NPT du moteur reste le dispositif premier du contrôle de la vitesse d'hélice.
- La sécurité inverse en vol est pourvue mécaniquement par le déclencheur qui est ~~qui est~~ situé sur le levier de puissance et électriquement par le solénoïde d'interdiction au sol de passage ~~du levier~~ ^{de} ~~cette~~ puissance pour FI et GI.
- A l'atterrissage, la sécurité électrique est annulée et après le déplacement du déclencheur de levier de puissance.
- En cas où la sécurité électrique a été en panne (hors de fonctionnement) le levier IDLEGATE de surpassement manuel permet le passage du levier de puissance aux position REV.

III.2.5. Position mise en drapeau - Dégivrage (Feathering /unfeathering):

- La position mise en drapeau est sectionnée par le pilote selon le besoin.

- Feathering entraîne une valve électro-hydraulique dans le PVM pour obtenir la vitesse de changement de pas à 20° vers le drapeau.
- Unfeathering : lorsque l'entrée préférentielle du drapeau est enlevée, le PEC commence la phase unfeathering.
- Pendant unfeathering le PEC sera limité, la diminution de la vitesse de pas jusqu'au RPM d'hélice est proche du RPM de régulation sélectionnée.

II.2.6 Le contrôle hydraulique : voir figure(III-6)

- Le système d'hélice est alimenté par l'huile du réservoir auxiliaire intégrale par le réducteur gear-box hélice.
- Le réservoir est pressurisé et alimenté par l'huile filtrée du circuit d'huile.
- Au fonctionnement le réservoir est toujours rempli (même si le moteur s'arrête)
- L'huile du réservoir auxiliaire est distribuée vers les engrenages RGB et les paliers.
- L'huile du réservoir fournit les canalisations RGB internes :
 - La pompe de mise en drapeau (feathering pump)
 - La pompe HP :
 - La pompe HP est une pompe de débit constant entraînée par le RGB d'hélice.
 - La pompe HP est équipée d'un régulateur de pression qui règle la pression du système à 1000 ± 50 Psi ($70 \pm 4,5$ bars), et protégée par le check valve.

III.3 La mise en drapeau d'hélice :

L'hélice est peut mettre en drapeau :

- par le levier de condition.
- par la tirette coupe feu.
- Manuellement pour l'objet de maintenance ou automatiquement en vol.

III.3.1 Les équipements principaux :

Ces fonctions sont pourvues les équipements suivants :

- Feathering pump.
- Feathering solenoid.
- PEC
- Auto feather unit.
- ATPCS interrupteur à poussoir pour le système d'armement.
- ATPCS selector switch.
- PWR MGT selector switch.

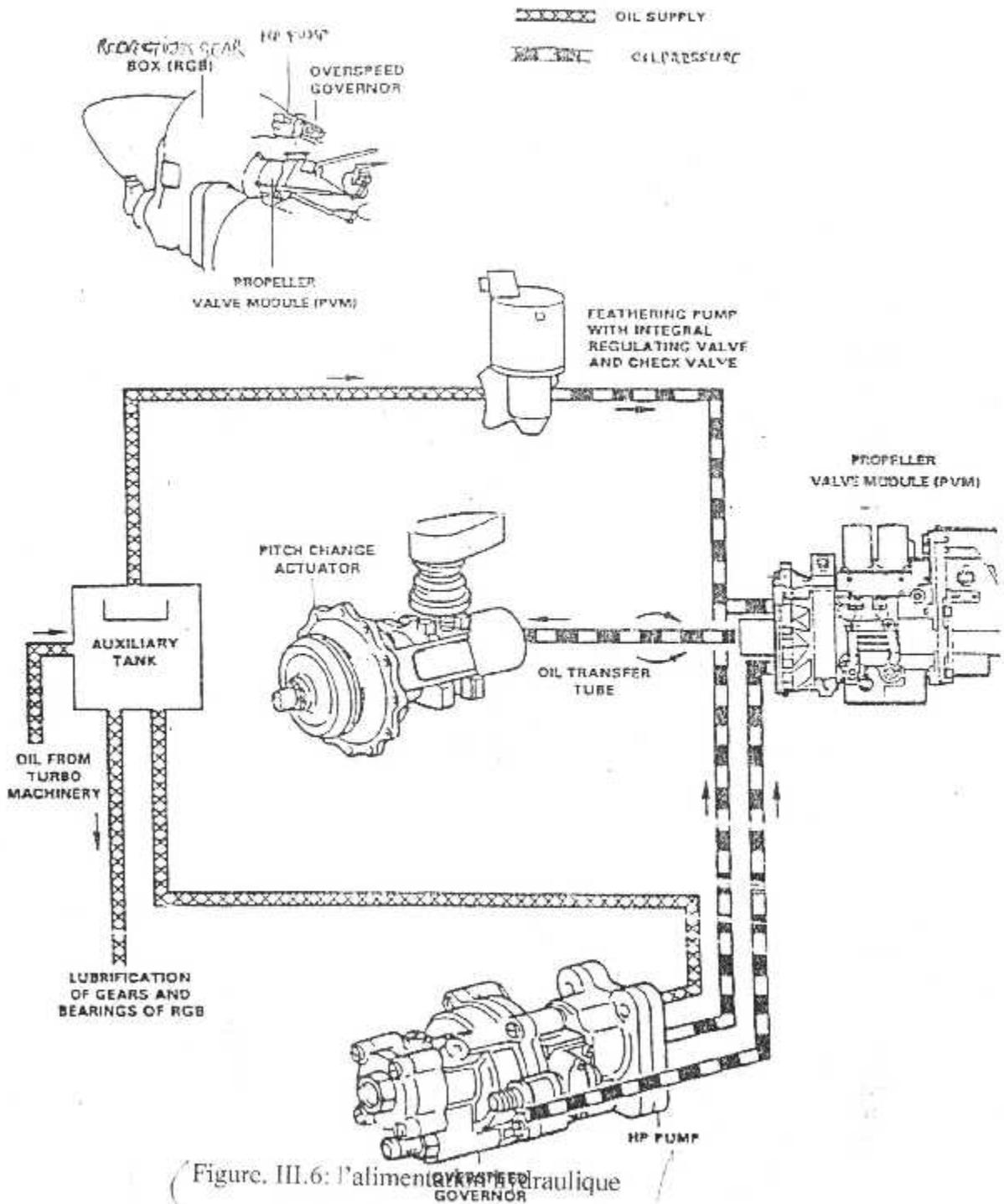


Figure. III.6: l'alimentation hydraulique

III.3.1.1 Feathering pump:

- Durant le feathering, the feathering pump pourvoit une alimentation additionnelle de la pompe HP du système d'hélice, ainsi la sécurité d'assurance et l'achèvement pour le fonctionnement.
- The feathering pump est située en avant de le côté droit du moteur.
- Elle comporte un moteur électrique entraîne une pompe et contient une valve anti-retour qui empêche n'importe écoulement d'huile vers la pompe principale et feathering pump.
- La pompe est alimentée par un réservoir indépendant formé par le collecteur de structure RGB.

III.3.1.2 Electrical feather solenoid:

- The feather solénoïde est un sous-ensemble de PVM.
- Le solénoïde permet de mettre l'hélice en drapeau ou bien :
 - au moyen de micro rupteur 5KF (6KF) contrôlé par le levier de condition placée dans la position FTR.
 - automatiquement dans le cas de chute de puissance motrice au décollage.
 - au moyen de tirette coupe feu.

III.3.1.3 Propeller Electronic Control (PEC):

- Pendant le vol, la mise en drapeau est préférentielle (pour CIA) ou en cas d'urgence (pour le système ATPCS ou la tirette coupe-feu)

III.3.1.4 Auto Feather Unit (AFU):

- La AFU est installée avant de le côté gauche du moteur.
- Elle comporte la logique et les circuits de commande.
- En cas d'une chute de puissance de moteur en vol, la mise en drapeau est automatique.

Note :

Chaque AFU est une boîte d'alimentation, alimentée par deux sources de différents chemins dans la grande probabilité du risque (péril) des zones de fuselage et le moteur, et l'augmentation de sécurité dans le cas d'une rupture de turbine.

III.3.1.5 ATPCS pushbutton switch:

- L'ATPCS pushbutton switch est situé sur la section supérieure du tableau de bord centrale et permet l'armement du système.

III.3.1.6 ATPCS selector switch:

- Le selector switch est situé sur le support électrique central du moteur.
- Le selector switch permet la simulation de levier de puissance en vol à position power, et le couple moteur supérieur à 60% indique sur les indicateurs.

III.3.1.7 PWR MGT selector switch:

- Placé dans la position **TO**, ce selector équipe des données nécessite pour le système d'armement et la mise en drapeau automatique.
- Les autres positions ne font pas activer le système.

III.3.2 Fonctionnement :

- The feathering peut être représentée :
 - Manuellement, par le levier de condition dans le cas d'une panne au moteur.
 - Automatiquement, dans le cas où le couple diminuerait sur le moteur (1) en vol (inférieur de 21%)
 - Manuellement, par la tirette coupe-feu en cas du feu.
 - Manuellement, pendant les opérations de maintenance.

Note : A l'arrêt moteur, l'hélice mise en drapeau.

III.3.2.1 Feathering contrôlée par le levier de condition :

- Feathering (position **FTR**) est engendrée mobile au de-là de la sécurité de déclenchement qui résulte dans :
 - L'activité de micro rupteur en drapeau 5KF (6KF) et 54KF (55KF) permettant :
 - L'activité d'une pompe de mise en drapeau (feathering pump)
 - L'alimentation du solénoïde de mise en drapeau (feather solénoïde)
 - L'indication au PEC qui demande un grand pas vers le drapeau.

Note : En vol, le PEC seulement commande un grand pas.

Au sol, cette fonction ne peut pas forcer la mise en drapeau par le feather solénoïde à ordre d'évitement de la panne dormante.

III.3.2.2 Automatique feathering en vol :

- Le système feathering automatique a fonctionné s'il est armé avant le décollage.
- L'armement du système a procédé quand :
 - PWR MGT selector switch à 15KS est place en position TO.
 - ATPCS pushbutton switch à 21 KF est pressé.
 - Les couples des moteurs (1) et (2) sont supérieurs à 53%.
 - Les deux leviers de puissance sont au-dessus de 55°.

III.3.2.3 Tirette coupe-feu contrôlé feathering :

- Ce mode d'opération est indiqué à ce système feathering automatique.

III.3.2.4 Feathering après l'opération d'entretien :

- Le sélecteur d'essai de feathering pump localisé sur le panneau d'entretien 702Vu permet l'essai de la pompe.

Note : Au sol, l'hélice est mise en drapeau normal.

III.4 La survitesse d'hélice :

III.4.1 Le régulateur de survitesse :

- Le régulateur de survitesse associé à la valve de protection qui présente une sécurité du système de contrôle d'hélice contre la survitesse.
- Le régulateur de survitesse représente deux sections :

1. la section hydraulique : voir figure(III-7)

- La section hydraulique a :
 - un régulateur à masselottes.
 - un solénoïde enclenché de piston à calage.
- Le régulateur est équipé d'un solénoïde enclenché de piston à ré enclenchement qui commande et déplace le régulateur de réglage à 118%.
- En cas de survitesse, les masselottes commandent le clapet sélecteur qui diminue la pression d'alimentation hydraulique de PVM.
- Comme l'écoulement découle, la valve de protection qui située dans le PVM déplace pour diminuer la pression du petit pas.

- Un interrupteur de survitesse hélice est localisé sur le panneau d'entretien 702Vu qui permet de faire l'essai du régulateur de survitesse par forçement de PEC à contrôler la vitesse d'hélice à 106% en ordre d'assurer ce régulateur prélève l'autorité de régulation plus de 102,5% NP.
- L'interrupteur secondaire localisé dans le panneau d'entretien 702Vu règle le régulateur de survitesse à point de réglage de 118% NP qui permet de faire l'essai de la fonction à ré enclenchement.

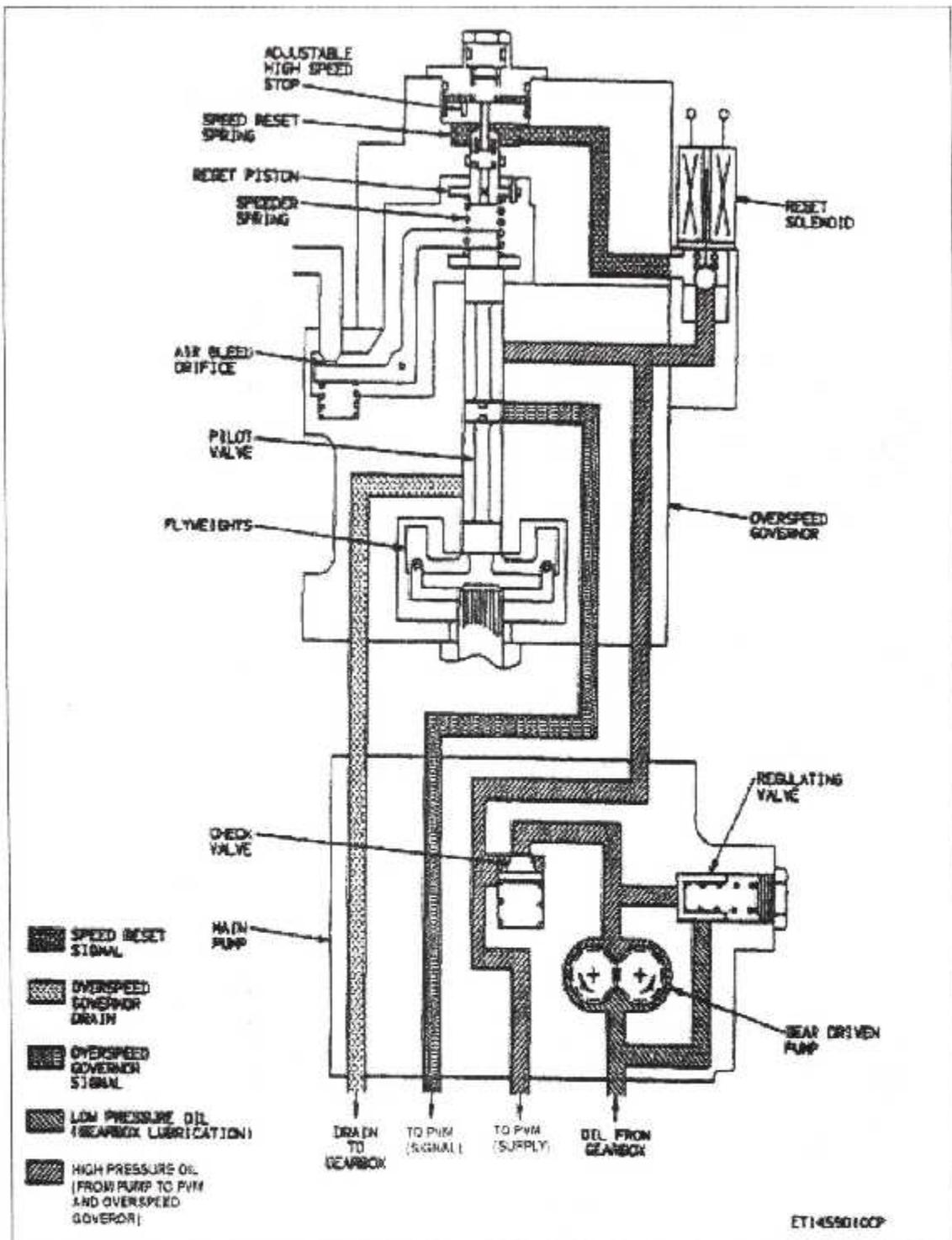


Figure III : le schéma hydraulique

2. la section pneumatique :

- La section pneumatique est un sefeguard additionnel, en cas de survitesse ne pas règle par la section hydraulique.
- La protection est équipée par la pression de sortie de compresseur P3 dans le HMU pour réduire le débit carburant.

III.4.2 Fonctionnement :

- Durant l'opération normale (ne sont pas les conditions de survitesse), l'huile de la pompe principale coule vers le clapet pilote au régulateur de survitesse.
- Le signal de pression du régulateur de survitesse garde la position de la valve de protection dans le PVM comme les pressions du grand et petit pas sont n'affectés pas.
- En cas d'une condition de survitesse, la force centrifuge des masselottes augmente comme le résultat d'augmenter la vitesse d'arbre d'entrée.
- Lorsque la force centrifuge est supérieure que la vitesse de tension de ressort, les masselottes commencent à comprimer et pousser le clapet pilote.
- Comme la valve se déplace à cette direction, le prélèvement de la pression d'alimentation est en retard qui diminue le signale de pression du régulateur de survitesse.
- Donc la valve de protection se déplace et colmate l'écoulement d'huile du petit pas depuis le EHV au vérin et les portes d'huile de la chambre de petit pas au vérin pour drainer, les masselottes augmentent le pas de la pale et réduire la vitesse d'hélice.
- Le régulateur de survitesse contrôle le pas par la mesure de pression qui alimente à la valve de protection pour ajuster leur position, et de là mesure de pression du petit pas au vérin.
- Quand le piston à calage est pressurisé, il met une grande force de vitesse de tension de ressort qui augmente le réglage à vitesse de régulation
- Le régulateur cause à garder le signal de haute pression à la valve de protection de trois(03) ranges de vitesse supérieure, ceci empêche à se répondre momentané d'accélération à l'opération inverse.

Chapitre : IV

La maintenance

IV. la maintenance :

La complexité de système de variation de pas nécessite une maintenance permanente, donc, ce chapitre est consacré au test hydraulique et à l'équilibrage horizontal.

IV.1 L'assemblage de l'hélice :

Les différents composants de l'hélice sont numérotés pour indiquer leur position qu'il faut impérativement respecter à fin d'obtenir le meilleur assemblage.

IV.1.1 Installation de l'adaptateur de bride :

1- Attacher un adaptateur de la bride **GS23424-1** au post du banc **GS15848-1** et le palan avec quatre boulons au minimum.

2- Serrer les boulons suffisamment pour tenir l'adaptateur sur le post du banc.

IV.1.2 Installation de la cloison étanche et le collecteur de dégivrage :

Installer la cloison étanche et le groupe de collecteur de dégivrage qui inclut les boulons, une sonde de vérin, le collecteur de dégivrage au-dessus de l'adaptateur de la bride **GS23424-1** sur l'ensemble du banc et le palan **GS15848-1**. (Voir figure IV.1)

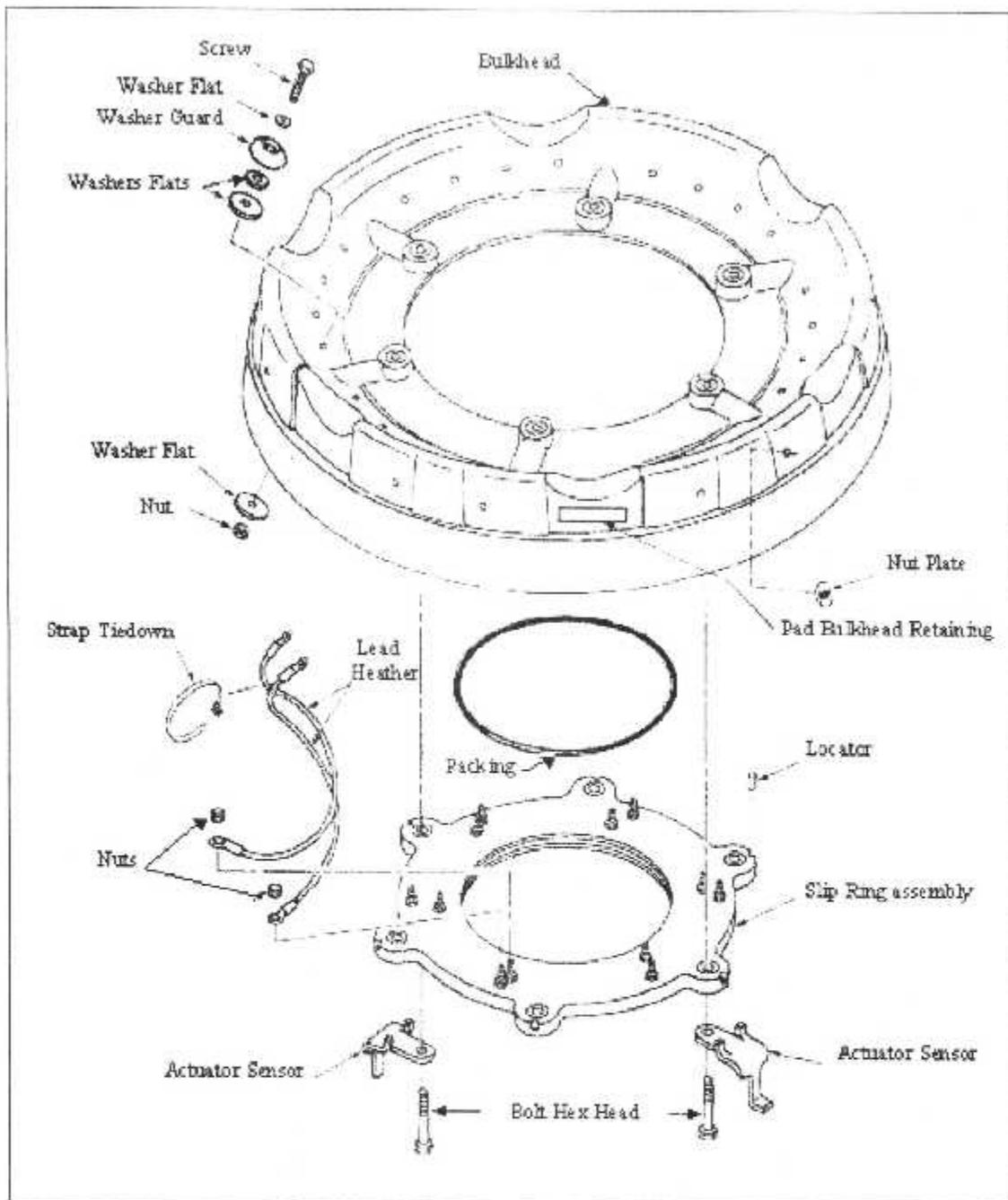


Figure.IV.1 : Installation de la cloison étanche et le collecteur de dégivrage.

IV.1.3 Installation de moyeu :

- 1- Installer le moyeu sur l'adaptateur de bride GS23424-1 qui est fixé au banc et au palan. Fixer le moyeu avec quatre écrous.
- 2- Serrer les écrous à un couple suffisant, mais pas de 75 foot-pounds.
- 3- Recouvrir les fils des boulons par lubrifiant **Mo-LITH N° 2**. En utiliser les boulons pour tenir la cloison étanche et le groupe de collecteur de dégivrage en position.

- 4- Installer groupe de cloison étanche et de collecteur de dégivrage sur le moyeu.
- 5- Serrer les boulons à 200 à 220 inch-pounds par une clé dynamométrique.

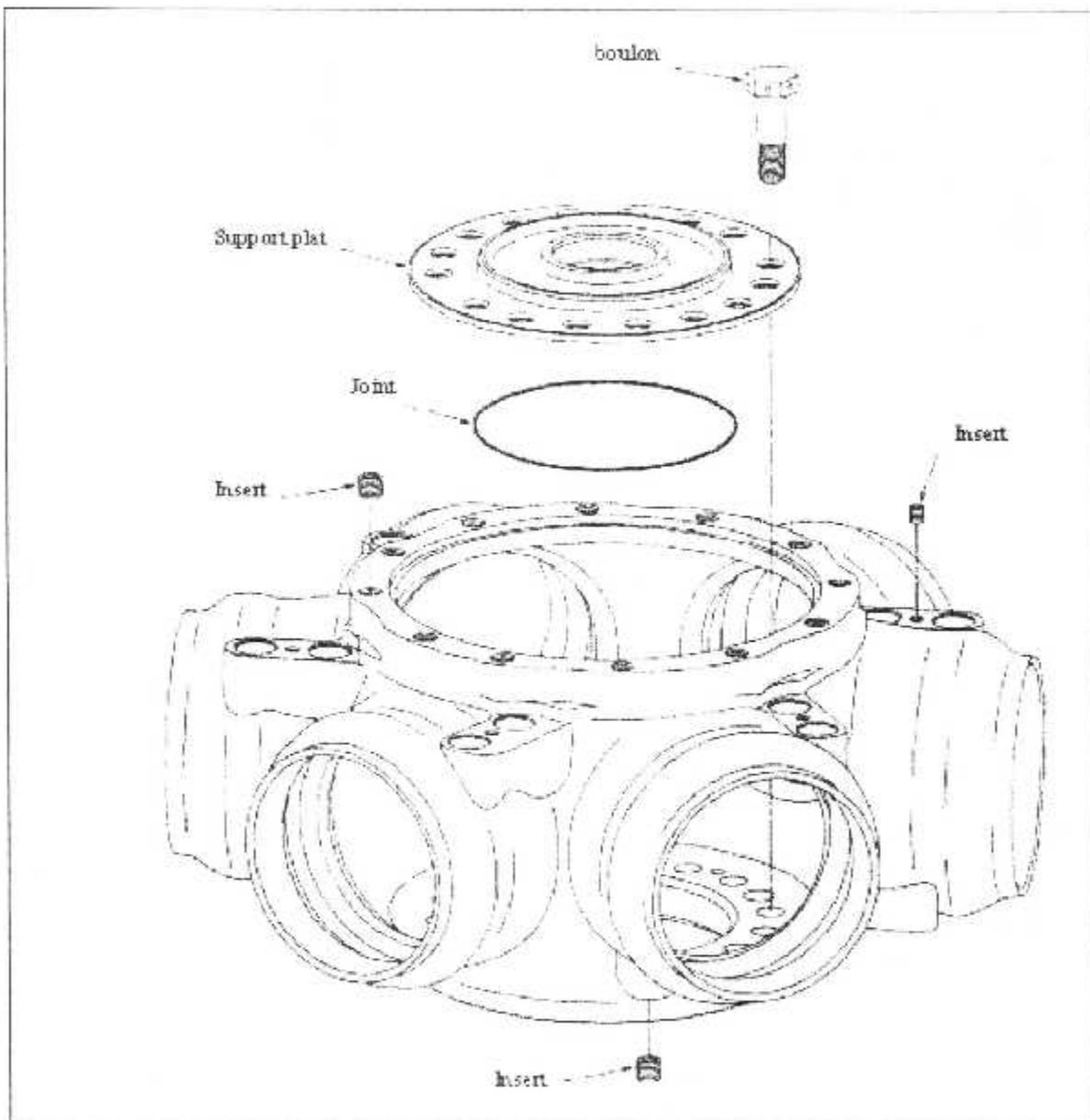


Figure. IV.2 : Installation de moyeu d'hélice.

IV.1. 4 Installation de l'ensemble vérin :

Installer l'ensemble vérin sur le moyeu comme suit : (voir figure IV. 3)

- 1- Utiliser l'outil **GS23450-1** pour sertir le couvercle de freinage dans les deux espaces de dent de l'écrou de retenue
- 2- Appliquer une couche mince d'huile de graissage **MIL-I-7808** ou **MIL-I-23699**, sur le joint et segment de glissement.
- 3- Installer le joint sur l'OD du dôme de vérin où le vérin et moyeu alignent.
- 4- Installer le segment de glissement dans la cannelure de la plaque de support sur le moyeu.
- 5- Installer l'ensemble vérin sur l'avant du moyeu que la bride de dôme aligne avec le cercle des boulons de moyeu.

Remarque :

Assurez-vous que vous n'endommagez pas le segment de glissement ou les joints.

- 6- appliquer une couche de lubrifiant **M-Lith No.2** aux fils des boulons(12-point machine)
- 7- Installer les boulons (12-point machine) et les rondelles par la bride de dôme pour tenir le vérin sur le moyeu.
- 8-Serrer les boulons vis-à-vis l'un l'autre pour tirer le vérin dans le moyeu également.
- Serrer les boulons à un couple de 240 à 260 inch-pounds.

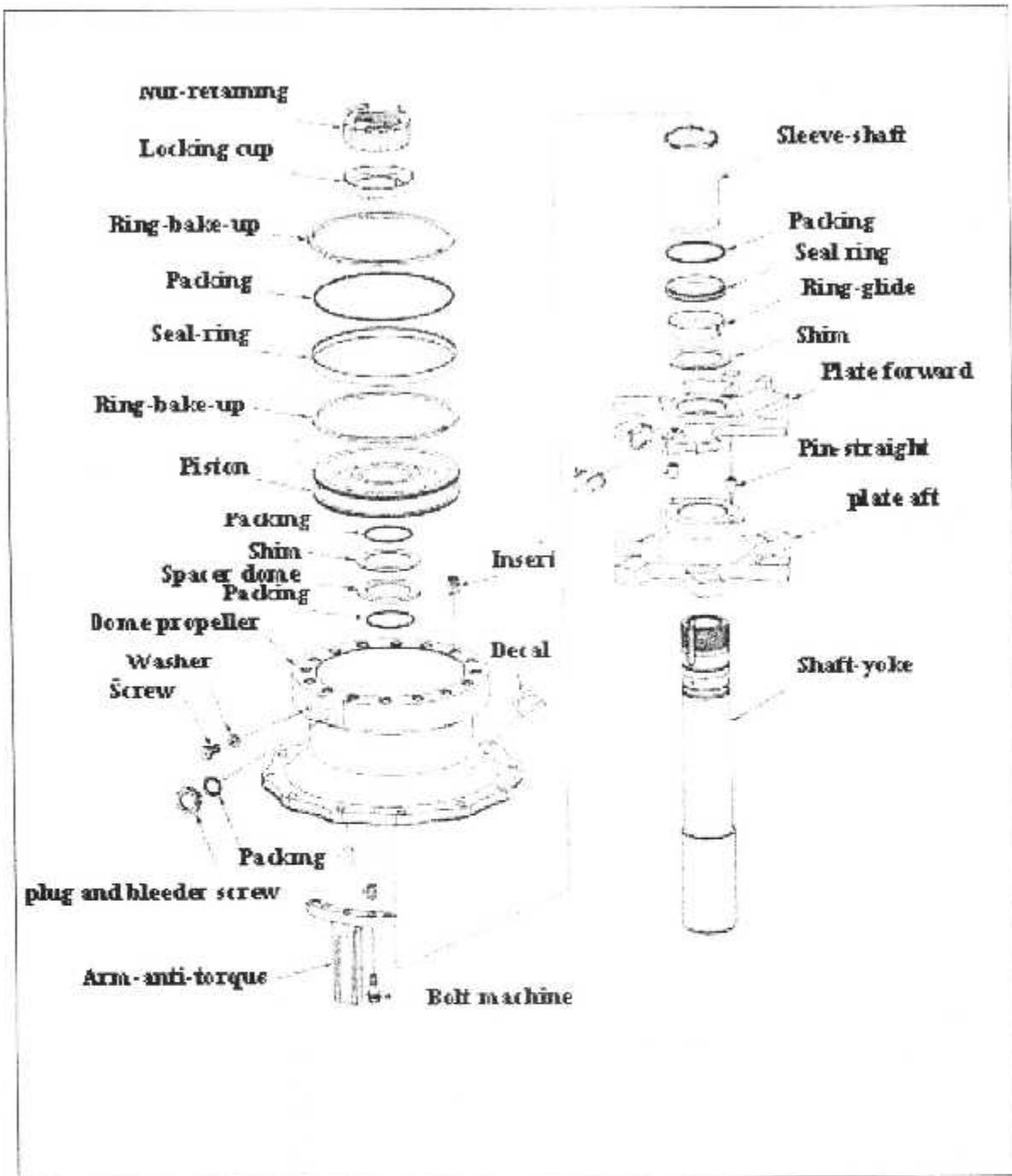


Figure. IV. 3 : Installation de l'ensemble vérin.

IV.1.5.installation de la pale de l'hélice :

Note : l'ensemble vérin devrait être en pleine position reverse avant l'installation des pales de l'hélice.

Remarque :

Utiliser l'huile de graissage **MIL-prf-7808** ou **MIL-prf-23699** pour lubrifier les surfaces qui se touchent sur l'alésage de pied de pale et de bras de moyeu.

-Installer la pale d'hélice comme suit : (voir figure IV.4)

1- Avec le poussoir de pale **GS23417-1**, soulever la pale verticalement pour aligner le bout de pale avec l'alésage de bras de moyeu.

2-Installer le compresseur de joint de pale **GS23420-1** avec le diamètre pilote étant dirigé vers le bas, au-dessus du (cap seal) et de joint installé sur le pied de pale.

3-Alignent visuellement le rouleau de pale avec la fente entre le plat avant et le plat arrière de l'ensemble vérin, et abaisser la pale dans l'alésage de bras de moyeu jusqu'à le rouleau de pale engage la fente dans le vérin.

4- Si le rouleau de pale n'est pas correctement aligné, ne tourne pas la pale et continuer alors à l'abaisser jusqu'à ce que le (cap seal) soit dans l'alésage de bras de moyeu et le compresseur de joint **GS23420-1** devient le lâcher autour de pied de pale.

-Enlever le compresseur joint de pied.

5- Baisser la pale dans le moyeu jusqu'à ce que l'étagère de contrepoids touche le surface d'alésage de moyeu.

Si la pale coincée pendant l'installation, fait comme suit:

- Avec le moindre mouvement, libérer la pale et enlever-la du moyeu.
- Examiner le pied de pale pour des dommages. Si des dommages sont trouvés, on contacte Hamilton Sundstrand engineering pour la disposition.
- Si les conditions de moyeu et de la pale sont satisfaisantes, continuer l'installation de pale.

6-Enlever le boulon et la rondelle qui attachent la couverture de joint au bras de moyeu qui tient la pale.

7-Enlever la couverture de joint pour montrer les deux trous de chargement de boule.

ATTENTION:

Pour empêcher la rupture possible du séparateur de boule, n'installe pas les boules du diamètre extérieur

8- Au besoin, installer les billes de roulement dans le séparateur de boule.

-Mettre les boules dans le diamètre intérieur du séparateur.

9- Tien le séparateur de boule en forme de cercle qui assortit rudement en dehors du bras de moyeu.

- Introduise graduellement le séparateur dans le trou de chargement de boule tandis que maintien la forme circulaire.

10-continuer l'installation du séparateur de boule jusqu'à ce que les deux extrémités viennent accomplir ensemble le cercle. Employer la même procédure pour installer le deuxième séparateur boule.

11- Soulever soigneusement et lentement la pale jusqu'à ce que le séparateur de boule soit en position.

12-Installer les segments de soutien autour de pied de pale.

- Installer les boulons, les rondelles et les écrous pour tenir l'ensemble(support ring).

- Serrer les écrous 10 à 15 inch pound par la clé dynamométrique.

13-Enlèver le poussoir de la pale **GS23417-1**.

14- Lubrifier les nouveaux packings sphériques avec une couche mince de l'huile moteur, et installer un packing sphérique sur chaque trou de chargement de boule.

NOTE: Frapper légèrement le packing sphérique avec un maillet en plastique et assurer vous qu'il est posé correctement.

15-Appliquer une couche de lubrifiant **Mo-Lith No.2** aux fils du boulon.

16-Attacher la couverture de joint au moyeu avec un boulon et une rondelle.

17-Serrer le boulon à un couple de 20 à 25 inch-pounds au-dessus du couple de serrage.

18-Répéter les même étapes en haut pour installer les autres pales.

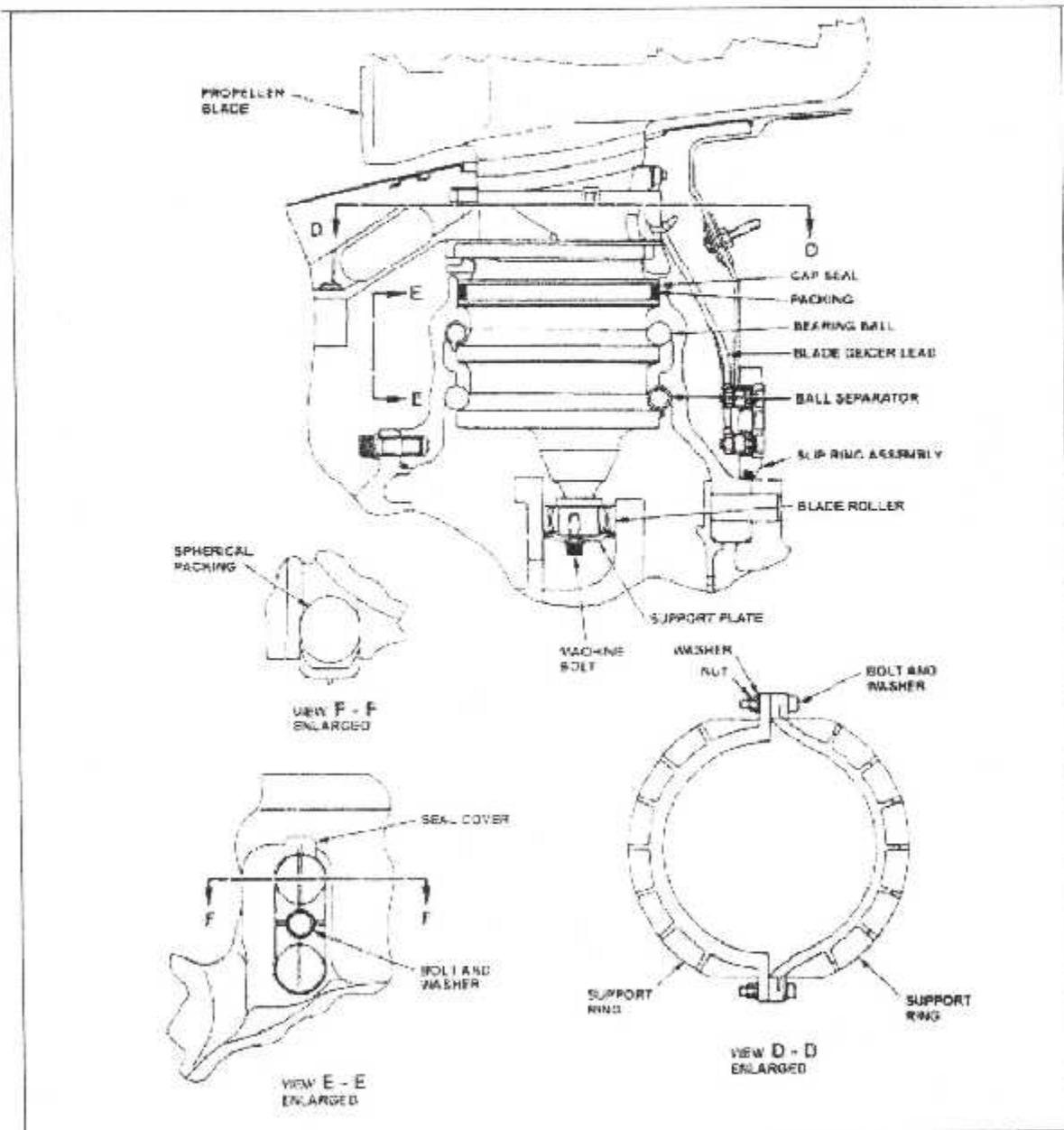


Figure.IV.4 : Installation de pale de l'hélice.

IV.1.6. Le control électrique de résistance :

Fait un contrôle électrique de résistance pour chacune des six paires de fils pour installer les fils de dégivreur comme suit :

1- Enlever l'écrou qui attache le fil de dégivreur au bloc de fil sur la pale.

2- Mesurer la résistance électrique à travers les deux fils de dégivreur de pale.

• Pour le système de dégivrage de pale **PN R815475-2 par -4**: La résistance doit être de 7,79 à 8,61 ohms.

• Pour le système de dégivrage de pale **PN R820485-1** : La résistance doit être de 26,1 à 28,8 ohms.

iv.1.7. Installation des fils détachables de réchauffeur :

suivant la figure (IV.5) les fils détachables de réchauffeur Relier à **TB** de pale comme suit:

1- Relier le réchauffeur de pale dégivrant mène aux goujons de **TB**, dépassement plus longtemps des deux fils sous le **TB**, entre le bloc et la pale.

2- Relier le fil détachable de réchauffeur qui est relié au goujon le plus terminal intérieur du collecteur de dégivrage (le plus étroitement à la ligne centrale de l'hélice) à chaque endroit de pale, au goujon le plus vers l'avant du **TB** de pale.

3- Relier le fil détachable de réchauffeur dont est relié à un les goujons les plus terrainaux externes de la bague collectrice à la borne de lame la plus vers l'avant goujon de bloc.

4- Tener les fils de réchauffeur sur les goujons de **TB** avec des écrous.

- Serrer les écrous à l'aide d'une clé dynamométrique (15 à 20 inch-pounds).

5- Installer un petit lien attaché vers le bas autour de tous les deux fils de système de dégivrage.

6-installer le lien de taille moyenne attache vers le bas ou d'autour des fils détachables de réchauffeur et du TB.

7-Installer alors a le grand lien attache vers le bas autour des fils détachables, TB et le pied de pale pour l'endroit des courroies de lien. (Voir figure IV. 5)

NOTE: Il y a deux configurations détachables de fil de réchauffeur. Les fils d'original sont faits en cuivre tandis que le nouveau les fils sont faits en acier.

Les fils peuvent être remplacés individuellement ou dans des ensembles, mais le remplacement dans les ensembles est recommandé.

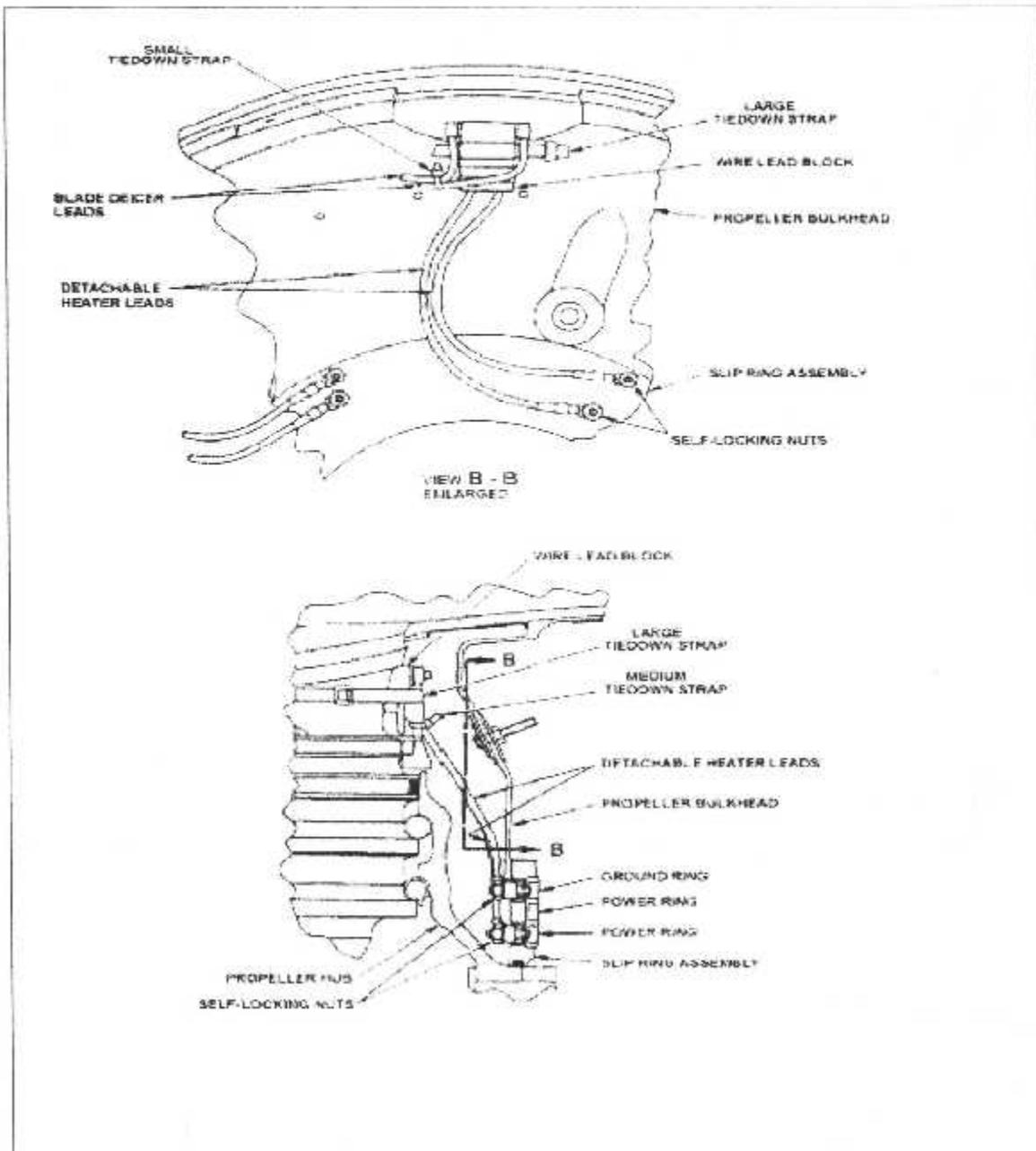


Figure.IV.5 : Attachement des fils de réchauffeur de pale.

iv.2.Installation de l'hélice sur le chariot de transport :

S'il est nécessaire de déplacer l'hélice, installer l'hélice sur le chariot de transport **GS23015-1** comme suit:

1-Détacher les boutons de main et enlever les deux tiges de retenue sur le poussoir de l'hélice avec **GS23437-1**.2-installer le poussoir de l'hélice **GS23437-1** sur l'hélice avec le bras de levage entre numéros 1 et 2 de pales d'hélice.

- Engager vérin avec la douille de poussoir et installer quatre boulons et rondelles d'outil pour tenir le poussoir contre le vérin.

3- Installer les tiges de retenue autour des bras 180° de moyeu à part.

- Serrer les boutons de main pour tenir d'une manière satisfaisante les tiges en position sur le support.

- Attacher un palan à rail au poussoir **GS23437-1**.

4- Enlever les quatre écrous qui tiennent le moyeu sur la bride de l'adaptateur **GS23424-1** fixé à l'ensemble et au palan du banc **GS15848-1**, et installer l'adaptateur de transport de l'hélice **GS23016-1** sur le moyeu.

5- Avec le palan à rail et le poussoir de l'hélice **GS23437-1**, installer l'hélice dessus le chariot de transport de l'hélice **GS23015-1**. H.

-Si nécessaire, installer une plaque d'identité de clinquant sur la cloison étanche comme suit:

- Avec un tissu propre qui est moite avec de l'alcool méthylique, **AMS3004**, ou l'alcool de isopropyle **TT-i-73ä**, nettoient complètement la surface où le clinquant plaque d'identité est installée.
- Enlever le support et installer la plaque d'identité de clinquant sur la cloison étanche. Avec un rouleau en caoutchouc **GS18033-1**, rendre le plat contre la cloison étanche.

- Appliquer deux couches au minimum de l'enduit époxyde clair de polyamide MIL-c-22750 à la plaque d'identité.
- Permettre un chevauchement 1/8-inch approximatif sur la surface de cloison étanche.
- Laisser chaque couche à l'air sec pendant 30 minutes exceptées la dernière couche qui doit aérer 12 heures au minimum.

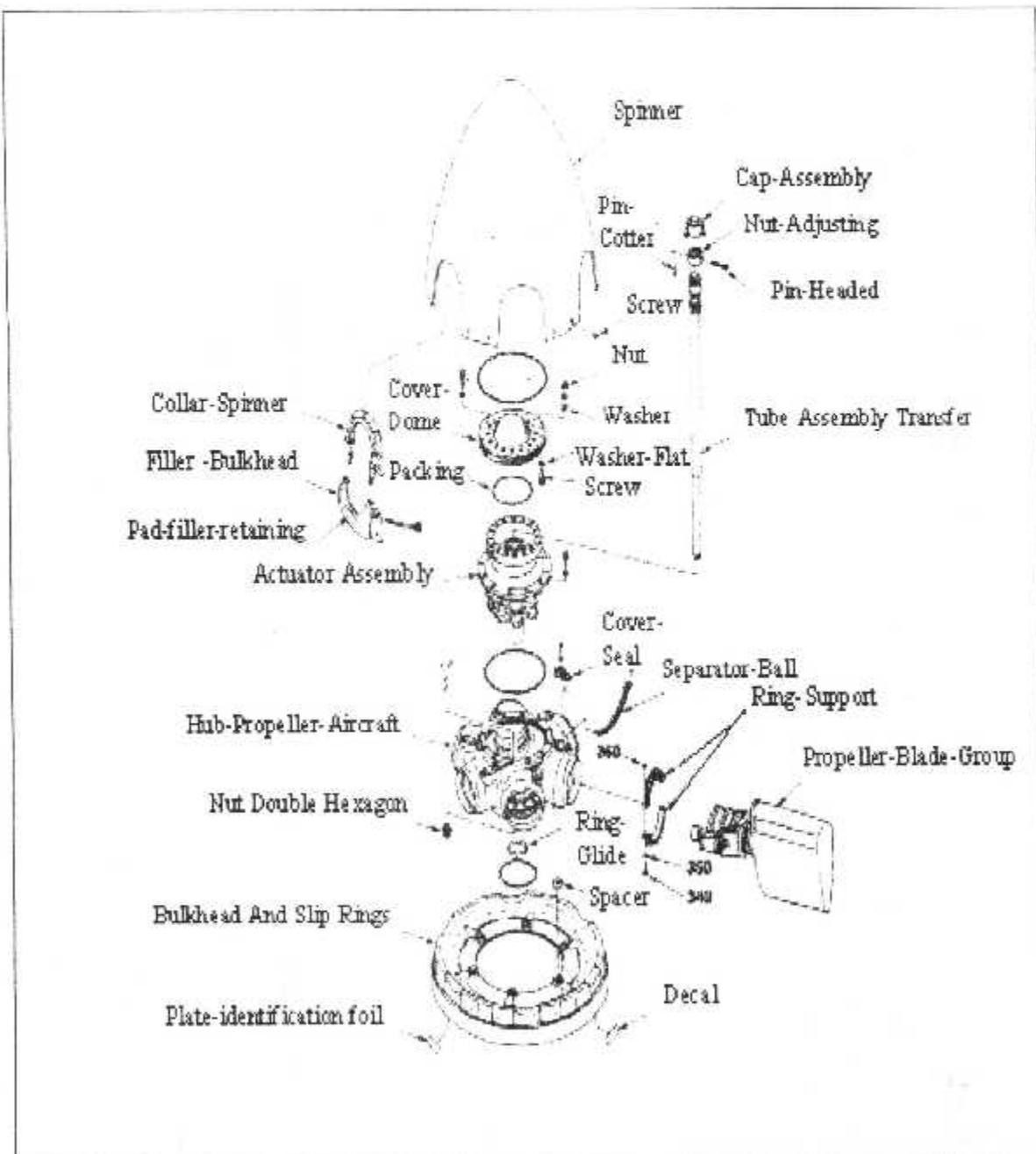


Figure. IV.6 : L'ensemble de l'hélice.

Remarque :

- ❖ Après que l'assemblage de l'hélice est terminé, faites les essais hydrauliques.
- ❖ Après que les essais hydrauliques seraient accomplis, équilibrer l'hélice.

IV.3. Test hydraulique**IV.3.1. Introduction :**

Le test hydraulique doit être effectué sur un banc d'essai **GS 20884.1**.

Le banc d'essai **GS 20884.1** conçu pour tester les types d'hélices, y compris l'hélice Hamilton Sundstrand.

Le banc d'essai est utilisé pour tester les accessoires hydrauliques, pour mesurer les pressions et les débits à des températures spécifiques.

IV.3.2. But de test hydraulique :

L'hélice doit être testée pour contrôler :

- ❖ Le débit interne et les fuites à la position reverse.
- ❖ Les fuites externes.
- ❖ La pression de sortie drapeau.
- ❖ La pression et le calage de l'angle de reverse.
- ❖ La pression de réglage l'angle et les fuites internes de mise en drapeau.
- ❖ Le réglage du petit angle de pale.

Note : les essais hydrauliques de l'hélice ont fait avec l'huile de graissage **MIL-I-7808** ou **MIL-I-23699** avec température d'huile d'huile 70 à 170 °F.

IV.3.3 Préparation de l'hélice pour l'équilibrage:

IV.3.3.1. Démontage de cône :

Enlever le cône de l'hélice comme suit:

1- Avec un manche, l'apex **268P-4**, enlèvent les 12 vis qui attachent le cône à la cloison étanche.

2- Remplacer les vis si les fils sont endommagés ou le couple détaché est moins que 3,5 inch pound.

3- Enlèvent le cône avec deux outils de déplacement de cône **GS23438-1**.

4- Examinent le joint caoutchouc dans la cannelure de la couverture de dôme. S'il est endommagé, remplacer-le.

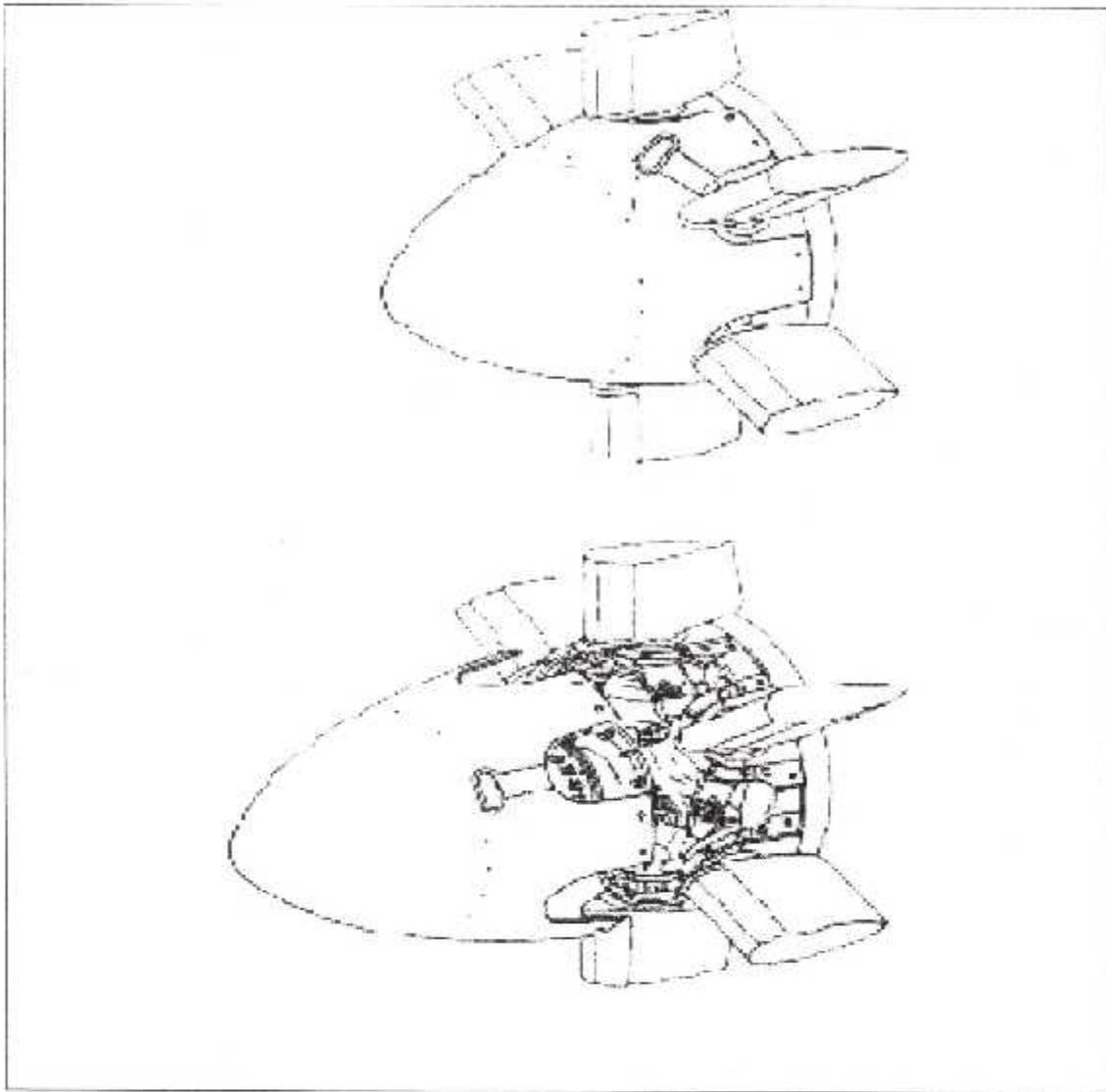


Figure. IV. 7 : Démontage du cône.

IV.3.3.2 Démontage de tube de transfert :

- Enlever le tube de transfert d'huile.

IV. 3. 3. 3 Installation de générateur de pression :

Installer le générateur de pression de moyeu **GS23435-1** comme suit:

- 1- Enlève le boulon, la rondelle et la couverture de joint de moyeu.

- 2- Enlever le joint sphérique extérieur du moyeu avec une pince à bec effilé.
- 3- Installer le générateur de pression de moyeu **GS23435-1** sur le moyeu et tiennent l'outil en position avec le boulon et la rondelle.
- 4- Serrer le boulon à un couple de 20 à 25 inch-pound au-dessus du couple de serrage.

IV. 3. 3.4 Installation de plat de support :

Installer un plat de montage de l'équilibre **GS23440-1** en arrière de la plaque support de moyeu pour empêcher fuite de l'air.

IV. 3. 3. 5 Installation de l'hélice :

-Installer l'hélice sur un ensemble et une grue du banc **GS15848-1** qui a un adaptateur de bride d'hélice **GS23424-1** fixée au post.

IV. 3. 3. 6 Installation de tube de transfert :

-Installer l'ensemble de tube de transfert **GS23409-1** sur l'hélice et installer l'adaptateur de tube de transfert **GS23410-1** sur ce tube.

- Relier L'appareil de contrôle hydraulique **GS20884-1** à la valve **3-conduites** et relie cette valve à l'adaptateur de tube de transfert.

NOTE: cette valve est utilisée avec les canalisations de refoulement appropriées et les canalisations de retour.

iv.3.3.7 Attachement de support de rapporteur :

Attacher le support de rapporteur et de calibre **GS20834-1** et le calibre de la pale d'hélice **GS23418-1** à la station de référence 58-inch de la pale.

IV. 3. 4 Examine les Conditions :

IV. 3. 4. 1 Mesure le Jeu de denture de pale :

1- Appliquer l'huile de changement de pas à 1005 à 1025 psi à l'hélice avec l'appareil de contrôle hydraulique **GS20884-1**.

2- Tourner la valve de commande jusqu'aux le contact de piston de vérin jusqu'à la mise en drapeau.

- Tourner chaque pale vers le mise drapeau et mesurer l'angle d'attaque de pale. Tourner chaque pale vers reverse et mesurer l'angle d'attaque de pale. Notez toutes les valeurs.
- La différence entre les deux angles mesurés pour chaque pale (ou jeu de denture) nécessité de ne pas être plus que 0.7° .

IV. 3.4. 2 Mesures d'Angle d'Attaque de pale :

Avec le générateur de pression du moyeu GS23435-1, pressuriser le moyeu à 15 à 20 psi avec de l'air sec et filtré.

a) les angles de drapeau :

Mesurer les angles de mise en drapeau de pale comme suit:

- ❖ Appliquer l'huile de changement de pas à 1005 à 1025 psi à l'hélice avec l'appareil de contrôle hydraulique GS20884-1.
- ❖ Tourner es pales jusqu'aux le contact de piston de vérin contre l'arrêt de drapeau. Enlever la pression d'huile appliquée.
- ❖ Tenir chaque pale à leur tour et enlever le jeu de denture vers la mise en drapeau
- ❖ Mesurer et noter l'angle de chaque pale. Chaque angle de drapeau de pale doit être 78 à 79°.

NOTE: Chaque 0,015 inch d'épaisseur de cale causent 1° changement d'angle de pale.

b) les angles de reverse :

Mesurer les angles d'inverse de pale comme suit:

- ❖ Appliquer l'huile de changement de pas à 1005 à 1025 psi à l'hélice avec l'appareil de contrôle hydraulique GS20884-1.

- ❖ Tourner la valve de commande jusqu'à ce que le piston de vérin atteigne le plein reverse.
- ❖ Tenir chaque pale à leur tour et enlever le jeu de denture vers la mise en drapeau.
- ❖ Mesurer et noter l'angle de chaque pale.

1- pour les hélices qui ont un ensemble de vérin **815585-2**, ou **815585-3**, l'angle renversé de valve doit être de -17,8 à -20,2 degrés.

2- pour les hélices qui ont un ensemble de vérin de **PN 815585-4**, l'angle renversé doit être -20,6 à -21,6 degrés. Si les angles de reverses pour cette application ne sont pas dans des limites indiquées, ajuster la pile arrière de cale.

a) Le changement d'angle d'attaque de pale :

Mesurer le changement d'angle d'attaque de pale à la pale comme suit :

- ❖ Appliquer l'huile de changement de pas à 1005 à 1025 psi à l'hélice avec l'appareil de contrôle hydraulique **GS20884-1**.
- ❖ Tourner les pales pour placer les angles d'attaque de pale avec 20 à 55°.
- ❖ Mesurer les angles d'attaque de pale à la station de la référence 58-inch, et noter-les.
-Trouver la différence entre les angles d'attaque de pale les plus élevées et les plus bas.
- ❖ La différence entre les angles d'attaque de pale les plus élevés et plus bas ne doit pas être plus que 0.5°.

b) Mesure trajectoire de pale :

1- tourner les pales pour placer les pales à un pas plat ou pour s'inverser.

2 –quand le générateur de pression du moyeu **GS23435-1** est installé, pressuriser le moyeu à 15 à 25 psi avec de l'air sec et filtré.

3- tourner l'hélice à la main, et mesurer le point le plus élevé du passage de chaque pale.

4- la différence entre les points maximums et les points minimum ne doit pas être plus que 0,5 inch.

IV.3.4.3. les fuites de Vérin:

1- placé l'hélice ou le vérin au plein reverse. Avec l'appareil de contrôle hydraulique **GS20884-1**, appliquer l'huile de changement de pas à 1005 à 1025 psi à la basse chambre de vérin.

2- Garder la pression d'huile pendant au moins cinq minutes, et rechercher la fuite. Aucune fuite n'est laissée.

3- Avec l'appareil de contrôle hydraulique **GS20884-1**, appliquer l'huile de changement de pas à 1005 à 1025 psi a chambre élevée de vérin.

4- Garder la pression d'huile pendant au moins cinq minutes, et recherchent la fuite. Aucune fuite n'est termite.

IV.3.4.4 Fuite de moyeu :

1- Placé l'hélice au plein reverse. Avec le générateur de pression du moyeu **GS23435-1**, pressuriser le moyeu à 30 à 40 psi avec de l'air sec filtré ou l'azote. Tenir pour cinq minutes au minimum. La perte de pression ne doit pas être plus de 15 psi.

2- Enlever la pression d'air du moyeu.

IV.3.4.5 Pression de mise en drapeau :

1- Avec l'appareil de contrôle hydraulique **GS20884-1**, appliquer l'huile de changement de pas jusqu'au maximum de 200 psi à l'hélice ou le vérin.

2- Les pales devraient se déplacer à-coup de le reverse à de mise en drapeau et de mise en drapeau à le reverse.

IV. 3. 4. 6 Contrôle les résistances de système de dégivrage - Modèle 568f-1

Avec l'hélice a entièrement assemblée, mesurer la résistance entre la puissance intérieure et l'anneau au sol externe, et l'anneau moyen de puissance et l'anneau au sol externe. Voir figure(IV. 8)

- La résistance pour les deux contrôles doit être 2,87ohms de minimum 2, à 3,03 ohms de maximum pour des système de dégivrage de pale PN R815475-1 et PN R815475-2.
- La résistance pour les deux contrôles doit être 2,60 ohms de minimum à 2,87-ohms de maximum pour des systèmes de dégivrage de pale PN R815475-2, PN R815475-3, et PN R815475-4.

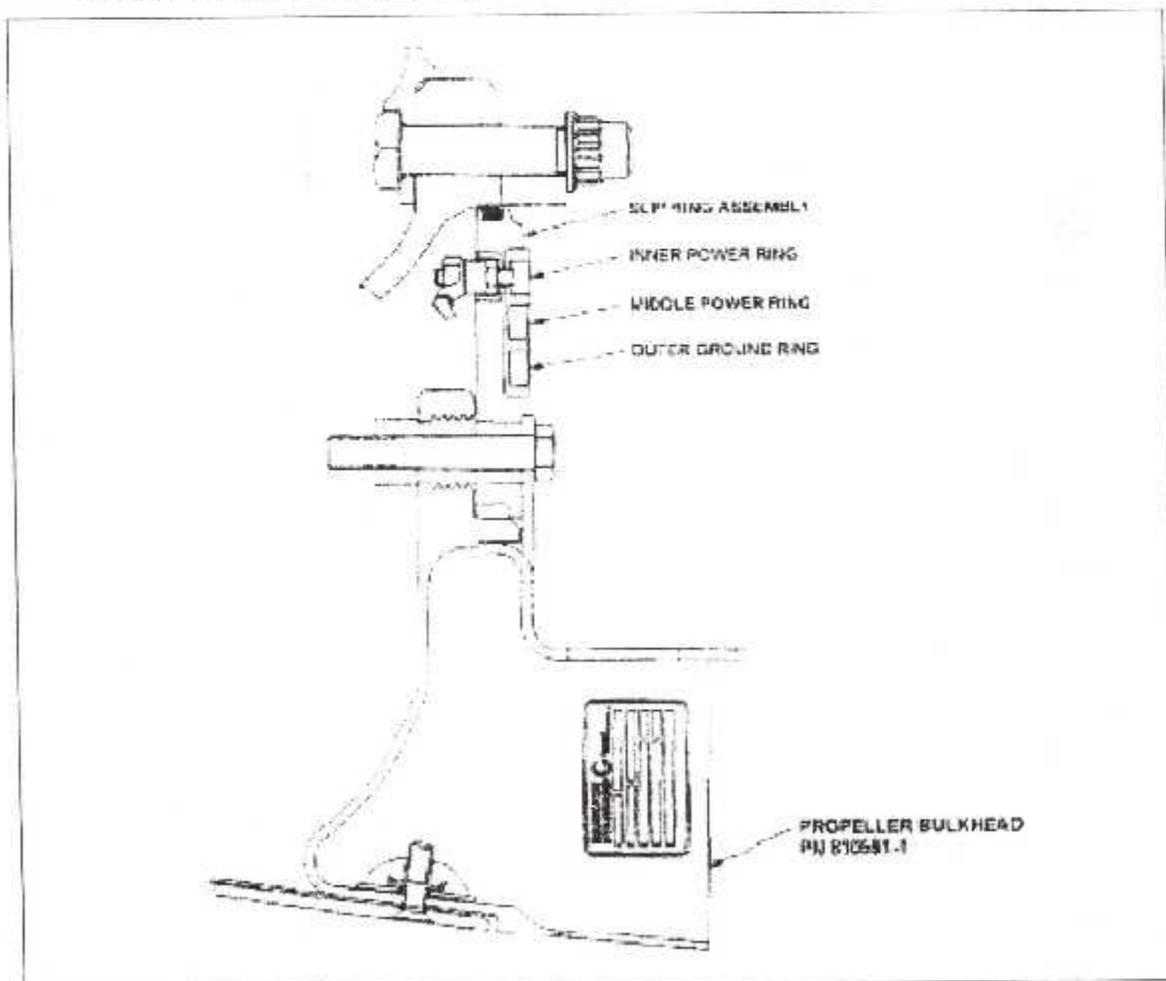


Figure. IV. 7: Le Collecteur de dégivrage - Modèle 568f-1

Attention : Après le test hydraulique, il faut :

- ❖ Enlever tous les outils spéciaux utilisés pendant les essais.
- ❖ Mettre le tube de transfert d'huile dans un récipient de tube de transfert **GS20401-1** pour le stockage.

IV. 3. 4. 7 Les outils utilisés :

Pendant les essais hydrauliques, utilisant les outils suivants :

voir le tableau(IV.1)

référence	Outil	utilisation
GS 15848.1	La grue de banc d'essai	Tenaient l'hélice pendant l'essai et le dépannage.
GS 23409.1	Ensemble tube de transfert	Pour remplacer le tube de transfert pendant l'essai.
GS 23410.1	Adaptateur de tube	
GS 23418.1	Le calibre de pale d'hélice	Pour mesurer les angles d'attaques de pale.
GS 18217.1	Rapporteur	
GS 20834.1	support	
GS 23424.1	L'adaptateur de bride de l'hélice	Pour s'écouler l'huile pendant l'essai.
GS 23435.1	Le générateur de pression du moyeu	Adapter le moyeu à une source de l'air comprimé pour mesurer les attaques de pale.
GS 20884.1	L'appareil de control hydraulique	Faisait des essais d'huile pour l'hélice et l'ensemble vérin.

IV.4 Équilibrage de l'hélice :

L'équilibrage est le procédé par lequel on tente d'améliorer la répartition de la masse d'un corps. Pour cette raison, un équilibrage horizontal doit être effectué avec le compensateur.

Tous les modèles hélices doivent être équilibrés sans l'ensemble électrique de l'anti-dégivrage.

NOTE: L'équilibre statique n'est pas nécessaire après l'assemblage de l'hélice, mais quand les pièces sont réparées ou remplacées.

IV.4.1 les conditions de l'équilibrage statique :

Pour équilibrer l'hélice statiquement, il faut les conditions suivantes :

- Le moyeu sans huile est pressurisé à 15 à 25 psi avec l'air sec.
- L'hélice est en position horizontale avec la couverture de dôme d'hélice dirigée vers le bas.
- Le nombre " 1 " marqué sur la cloison étanche est alignée avec le nombre " 1 " de pale de l'hélice.
- Les pales sont entièrement prolongées et les angles d'attaque de pale sont 28 à 32° station de référence de pale 58-inch.
- Le cône n'est pas installé.

Note : pour équilibrer l'hélice, ajouter des vis, des écrous et des rondelles aux endroits indiqués dessus la cloison étanche ou la cloison étanche et de dôme.

Assurer que l'équipement d'équilibre et l'hélice sont à une température minimum de 65 °F avant le début procédé d'équilibre.

Remarque :

L'équilibrage doit se faire dans atelier libre de tout courant d'air et l'hélice doit être propre et sèche à l'intérieur. L'hélice doit être sur un plan horizontal.

IV.4.2 L'entretien du matériel de l'équilibre :

- 1- S'assurent que les contrepoids, l'axe d'équilibre et l'adaptateur de bride sont propre et exempt de matériel étranger avant utilisation.
- 2- S'assurer que le câble de suspension est droit et exempt de replis.
- 3- Enlever les deux packings préformés au-dessous, et sur l'indicateur d'équilibre sur l'axe.
- 4- Attacher l'axe du kit d'indicateur d'équilibre **GS18298-1** au câble de suspension.
- 5- Marquer un jeu de 0,003 de entre le fond de l'indicateur d'équilibre et le dessus de l'axe d'équilibre avant de serrer la vis de réglage de l'indicateur d'équilibre.
- 6- Marquer un contrôle de l'indicateur d'équilibre pour s'assurer qu'il se bouge librement au-dessus du disque noir d'indicateur inclus dans l'extrémité supérieure de l'axe d'équilibre.
- 7- Enlever la vis de réglage supérieure pour faire un contrôle du niveau d'huile dans l'axe quand t'il est en position verticale.
- 8- Ajouter l'huile s'il n'est pas rempli jusqu'au-dessus du trou de vis de réglage.

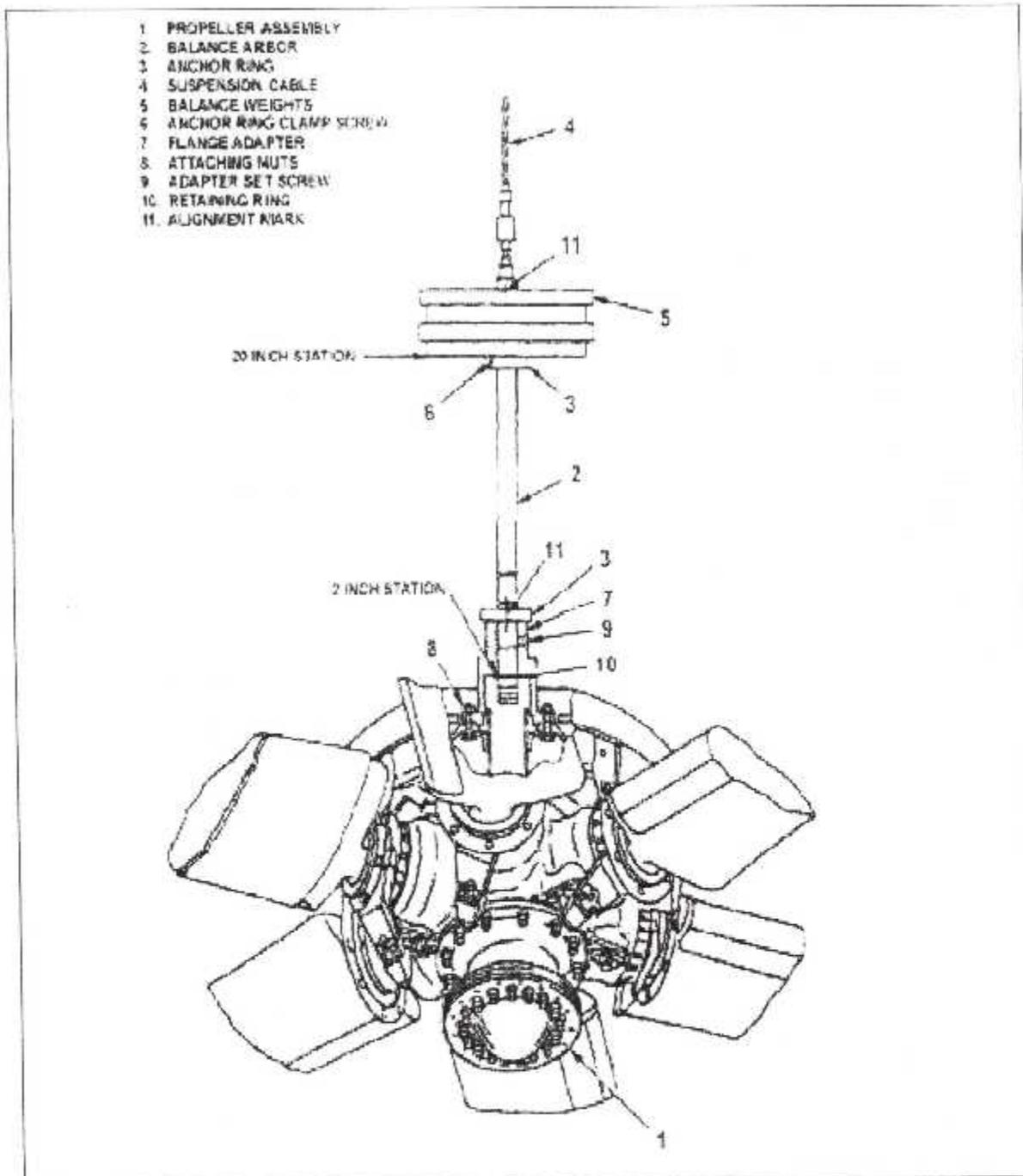


Figure. IV. 9 : Utilisation de kit d'indicateur et d'adaptateur d'équilibre.

IV.4.3 Préparation de l'hélice pour l'équilibrage :

Note : tenir l'hélice aux bras de moyeu et a bride de vérin seulement. Des dommages aux pales résulteront si les pales touchent l'équipement d'équilibre.

1- attachent le poussoir d'hélice **GS23437-1** à l'hélice comme suit:

- Détacher les boutons de main et enlever les deux tiges de retenue sur le poussoir de l'hélice **GS23437-1**.
- Installer le poussoir de l'hélice **GS23437-1** sur l'hélice avec le bras de levage entre numéros 1 et 2 de pales de l'hélice. Engager le vérin avec le poussoir et installer les quatre boulons et rondelles d'outil pour tenir le poussoir contre le vérin.
- Installer les tiges de retenue autour des bras 180° de moyeu à part. Serrer les boutons main d'une manière satisfaisante pour tenir les tiges en position sur le montage.

2- Avec la grue aérienne et le poussoir de l'hélice **GS23437-1**, enlever l'hélice du chariot du transport **GS23015-1**.

3- Enlever l'adaptateur de transport **GS23016-1** de l'arrière du moyeu de l'hélice.

4- Installer l'hélice sur l'adaptateur de la bride **GS23424-1** qui est attaché à l'ensemble de banc et le palan **GS15848-1**. Installer et serrer les quatre écrous pour tenir l'hélice en position.

5- Enlever le poussoir de l'hélice **GS23437-1**.

6- Tourner lentement les pales à la main pour placer les angles d'attaque avec 28° à 32°.

7-ajuster le post de l'ensemble du banc et du palan **GS15848-1** jusqu'à l'hélice soit en position horizontale avec la face du vérin est dirigé vers le bas. Voir (**figure IV. 9**).

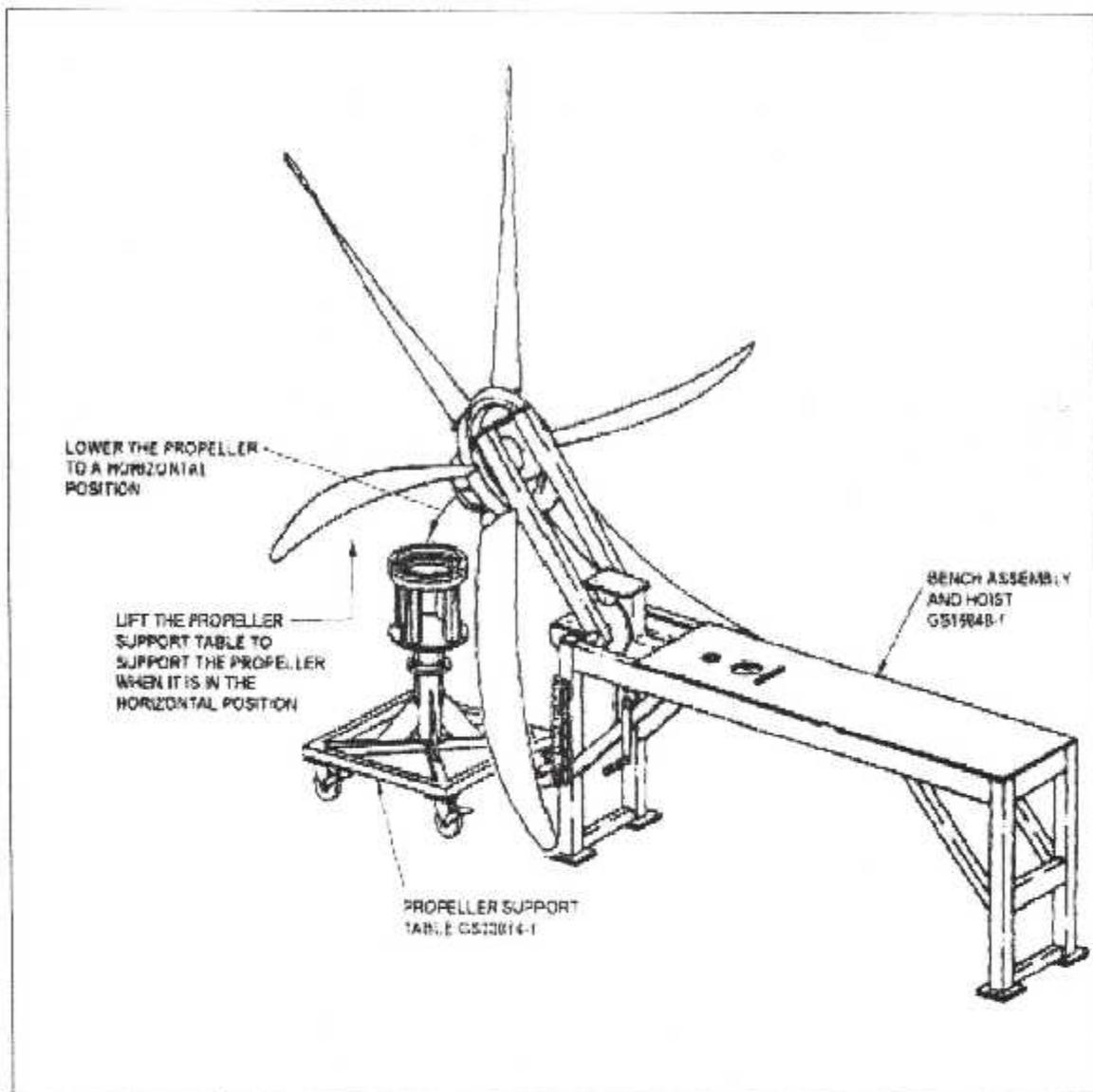


Figure.IV.10 : Abaissement de l'hélice sur la table de soutien d'hélice.

8- Mettre la table de soutien de l'hélice **GS23014-1** au-dessous du vérin de l'hélice que la table de soutien est concentrer sur la bride de vérin. (voir figure IV.10)

9- Ajuster la table de soutien de l'hélice **GS23014-1** que la table engage bras de moyeu de l'hélice. Serrer les écrous de sortilège sur les tiges filetées de la table et alors permettez au plein poids d'hélice de se reposer sur la table de soutien.

10- Enlever les écrous de retenue qui attachent les boulons de fixation de moyeu d'hélice à l'adaptateur de bride d'hélice **GS23424-1**. Abaisser la table de soutien **GS23014-1** avec les tiges filetées réglables jusqu'au hélice dégage l'adaptateur de bride.

- 11- Tourner le palan du banc **GS15848-1** que le post (avec l'adaptateur de bride) va de nouveau à une position verticale.
- 12- Marquer une inspection de la surface du moyeu et du **GS18300-1** équilibrent le kit d'adaptateur bride. Assurez-vous que les surfaces sont propres et exemptes de soulèvements tous les bords et bavures.
- 13- Employez un tissu sec propre pour enlever l'huile des pales d'hélice.
- 14- Enlever l'huile de la cloison étanche avec un propre sèche tissu.
- 15- Installer le plat de support de l'équilibre **GS23440-1** en arrière de la plaque de support de moyeu, pour empêcher la fuite d'air.
- 16- Installer un nouveau joint sur la bride de compensateur.
- 17- Assembler le kit d'indicateur d'équilibre **GS18298-1** et le kit d'adaptateur d'équilibre **GS18300-1**. (Voir figure IV. 9)
- 18- Installer le kit d'indicateur d'équilibre **GS18298-1** et le kit d'adaptateur d'équilibre, **GS18300-1** sur les boulons de moyeu.
- 19- Installer les écrous applicables sur les boulons de moyeu. Serrer les écrous à un couple de 40 inch-pounds au-dessus de couple de serrage.
- 20- Quand les 40 inch-pounds de couple a été appliqué à chacun des quatre écrous, serrer les écrous à un couple de 70 inch-pounds au-dessus du couple de serrage.
- 21- Installer deux générateurs de pression du moyeu **GS23435-1** aux endroits opposés de pale comme suivent:

NOTE: Un générateur de pression du moyeu **GS23435-1** fournit l'air ou l'azote tandis que l'autre le générateur de pression est pour l'équilibre seulement.

- Enlever les boulons, rondelles et couvertures de joint du moyeu aux deux endroits.
- Avec les pinces à bec effilé, enlever l'emballage sphérique extérieur du moyeu.
- Installer un générateur de pression du moyeu **GS23435-1** à chaque endroit de pale, et tenir chaque outil en position avec un boulon et une rondelle.
- Serrer le boulon à un couple de 20 à 25 inch-pounds au-dessus du couple.
- Pressuriser le moyeu à 15 à 25 psi avec de l'air.

IV.4.4.Procédé d'équilibre : (plat simple et deux plats)

NOTE: Deux procédures pour l'équilibre statique de l'hélice sont satisfaisantes. Un procédé est équilibre plat simple qui emploie seulement la cloison étanche pour attacher des contrepoids.

- 1- a mis le repère d'alignement (**figure IV. 9**) entre l'axe d'équilibre et contrepoids.
- 2- Mis le repère d'alignement entre l'adaptateur de bride et l'axe. Ceci donnera l'alignement approprié quand le contrôle de l'équilibre fait 180°
- 3- Attacher un palan à la boucle de câble sur l'installation d'indicateur d'équilibre.
- 4- Enlèvent soigneusement l'hélice de la table de soutien d'hélice **GS23014-1**.
- 5- Frapper les bout de pale avec la main pour le placer correctement au moyeu.
- 6- Pour le modèle **568f-1**: Installer les vis, les rondelles et les écrous d'équilibre (équilibre plat simple seulement) comme suivent:

- Attacher les pièces de fixation pour l'équilibre de l'hélice sur la cloison étanche jusqu'à l'équilibre la douille et le disque d'indicateur sont centrés. L'hélice est équilibrée quand la correction du déséquilibre final est possible avec un moment poids sans plus de 2,87 inch-ounces. (voir figure IV.11)
- Appliquer une couche mince de lubrifiant de **Mo-Lith N₀ 2** au fils de vis.

-Installer de maximum six vis. (Voir figure IV.12)

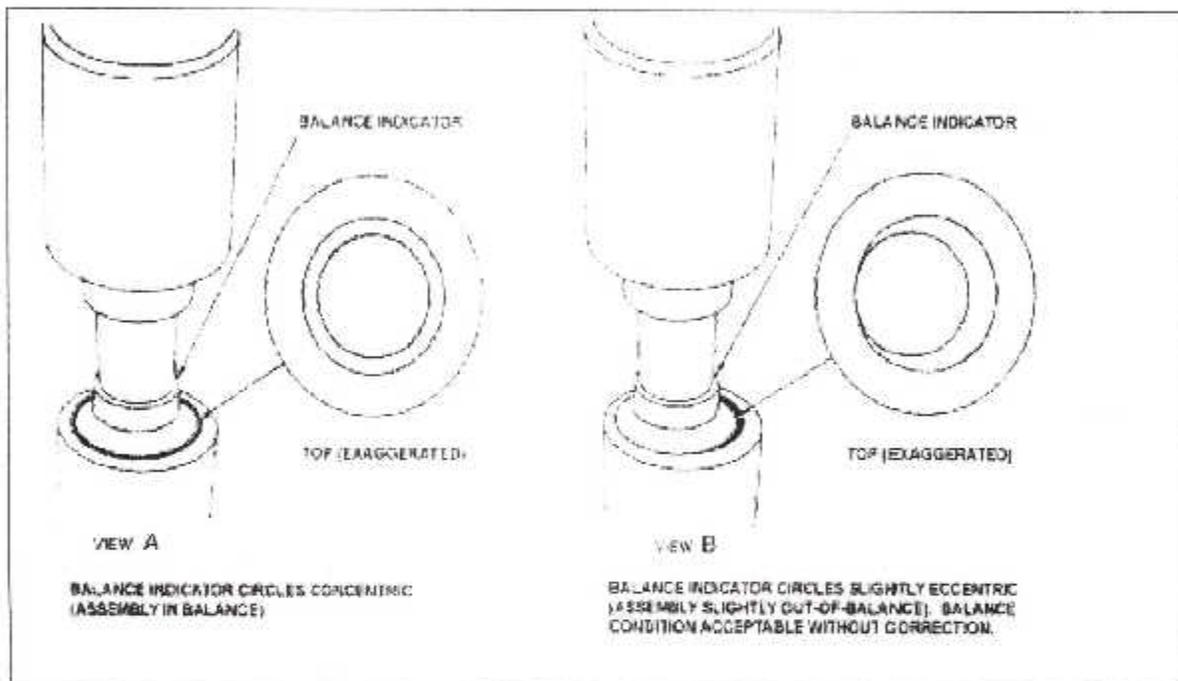


Figure.IV.11 : Indications de compensateur d'hélice.

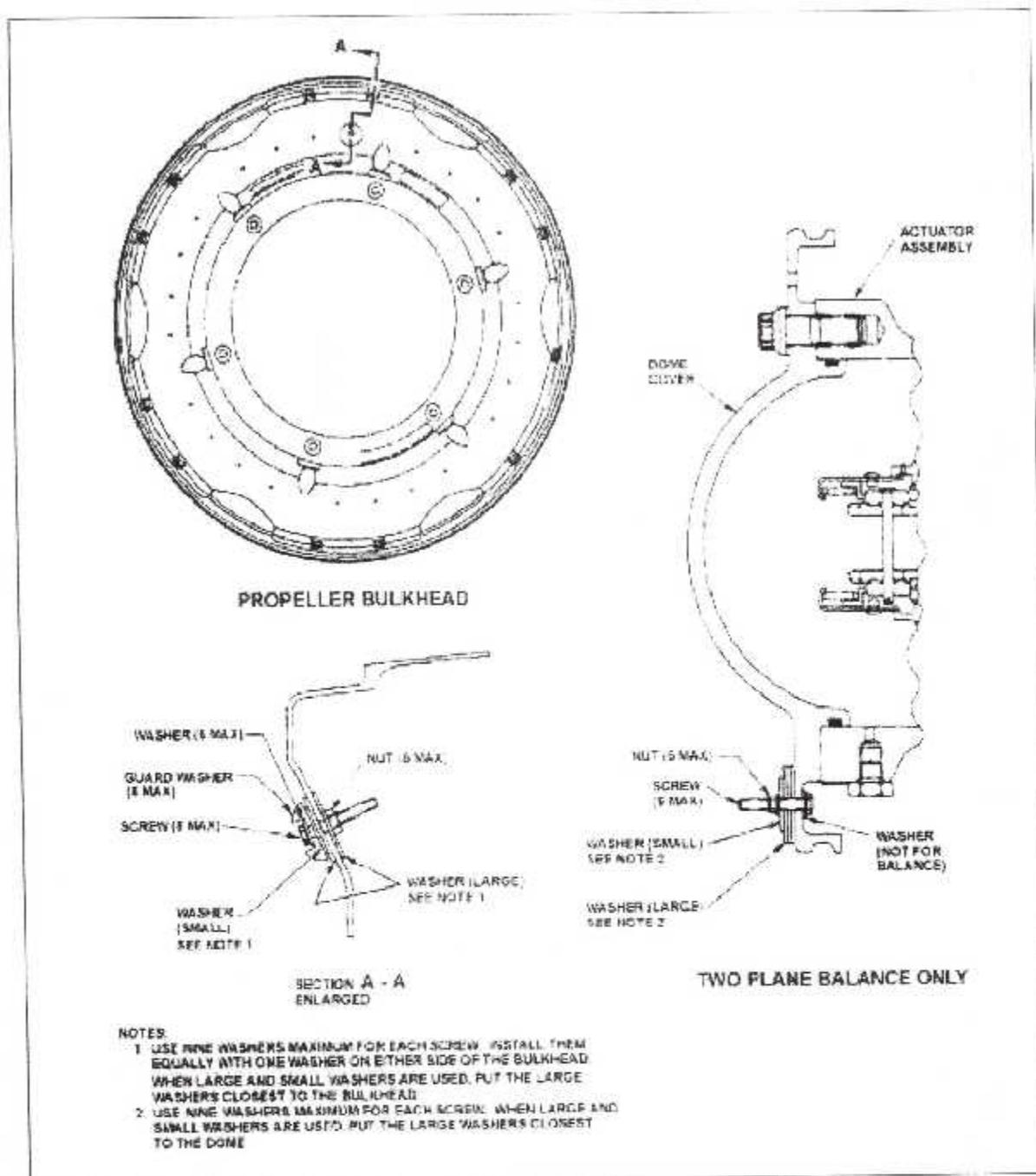


Figure.IV.12: Installation de matériel d'équilibre (modèle 568F-1).

- Mettre une rondelle au minimum plate de chaque côté de cloison étanche.

NOTE: Quand de grandes et petites rondelles sont employées, mettre les grandes rondelles le plus près la cloison étanche.

- Installer un maximum de neuf rondelles pour chaque vis utilisée sur cloison étanche
- Appliquer les rondelles aussi également que possible entre les deux côtés de la cloison étanche.
- Installer une rondelle plate et puis une rondelle de garde sous la tête de chaque
- Quand l'hélice est équilibrée, serrer chaque vis de cloison étanche à 30 à 40 inch-pounds au-dessus du couple de vissage.
- Si l'hélice n'équilibre pas avec un maximum de six vis et d'un maximum le nombre de rondelles de chaque vis, équilibrent chacun des six des pales d'hélice.
- Attacher les pièces de fixation pour l'équilibre de l'hélice à la cloison étanche jusqu'à l'équilibre de la douille et le disque d'indicateur est centré. (Voir figure IV.11)
- L'hélice est équilibrée quand la correction du déséquilibre final est possible avec un moment poids sans plus de 2,87 inch-ounces.
- Appliquer une couche mince de lubrifiant de **Mo-Lith No 2** au fils des vis
- Installer un maximum de six vis. (Voir figure IV.12)
- Mettre une rondelle plate sous la tête de chaque vis.
- Installer un maximum de neuf rondelles pour chaque vis utilisée sur cloison étanche. Appliquer les rondelles au côté arrière de la cloison étanche.

NOTE: Quand les petites rondelles sont employées, mettre les grandes rondelles le plus près la cloison étanche.

- Placer les vis au deux fils au minimum à travers l'écrou après l'équilibre les rondelles sont installées.
- Quand l'hélice est équilibrée, serrer chaque vis de cloison étanche à 30 à 40 inch-pounds au-dessus du couple de serrage.
- Si l'hélice n'équilibre pas avec un maximum de six vis et d'un maximum le nombre de rondelles de chaque vis, équilibrent chacun des six des pales de l'hélice.

8-installer des vis d'équilibre, des rondelles et des écrous (équilibre deux plat seulement) comme suivent:

- Attacher les pièces pour l'équilibre de l'hélice sur la couverture de dôme et cloison étanche jusqu'à ce que la douille et le disque d'indicateur d'équilibre soient centrés.

(Voir figure IV.11)

NOTE: L'hélice est équilibrée quand la correction du déséquilibre final est possible avec un poids de moment sans plus de 2,87 inch-ounces.

NOTE: Diviser les pièces pour l'équilibre de l'hélice en approximativement égal quantités pour la couverture et la cloison étanche de dôme.

- Appliquer une couche mince de lubrifiant de **Mo-Lith No 2** des vis sur la couverture de dôme et les fils des vis sur la cloison étanche. Installer un maximum de six vis sur la couverture de dôme et six sur la cloison étanche (voir figure IV.12)
- Installer une rondelle plate et puis une garde rondelle sous la tête de chaque vis utilisé sur la cloison étanche.
- Mis seulement une rondelle du côté arrière de la couverture de dôme et un de chaque rondelle du côté vers l'avant de la couverture de dôme.
-Mettre une rondelle au minimum plate dessus chaque côté de la cloison étanche.

NOTE: Quand les petites rondelles sont employées, mettre les grandes rondelles le plus près la couverture ou la cloison étanche de dôme.

NOTE: La rondelle simple est employée du côté arrière la couverture du dôme n'est pas pour l'équilibre. Elle est employée pour protéger la couverture de dôme.

- Sur la couverture de dôme, employer un maximum de neuf rondelles pour chaque vis.
- Sur la cloison étanche, installer un maximum de neuf rondelles pour chaque vis.
- Pour Le Modèle **568F-1**: Appliquer les rondelles aussi également que possible entre les deux côtés de la cloison étanche, mais appliquer les rondelles seulement de partie antérieure de la couverture de dôme.
- Placer les vis des deux fils a à travers l'écrou après les rondelles d'équilibre sont installées sur cloison étanche.
- Quand l'hélice est équilibrée, serrer chaque vis de couverture de dôme et vis de cloison étanche à 30 à 40 lynch-pound au-dessus du couple de serrage.
- Si l'hélice n'équilibre pas avec un maximum de six vis sur la cloison étanche et six vis sur le dôme, et un nombre maximum des rondelles de chacun vis, équilibrer chacun des six des pales de l'hélice.

IV.4.5 Contrôle l'équilibre :

1- Mettre l'hélice sur la table de soutien de l'hélice **GS23014-1**. N'enlèvent pas quatre écrous qui attachent l'hélice.

2- Tourner l'axe d'équilibre et les contrepoids 180° par rapport à la bride adaptateur et l'hélice.

3- Enlever l'hélice de la table de soutien d'hélice GS23014-1.

4- Marquer un contrôle de l'équilibre.

5- Corriger le déséquilibre de l'axe d'équilibre et équilibrer l'hélice encore comme suit:

- Ajouter une pile de rondelles dans les unités de deux au bord extérieur supérieur de l'axe poids de back balance pour mettre l'hélice de nouveau à une condition équilibrée. Faites ceci jusqu'à ce que l'équilibre indiquant la douille et le disque soient centrés. (**Voir figure IV.11**)
- Enlever la moitié des rondelles supplémentaires aux poids de backbalance quand l'axe l'hélice va à une condition équilibrée. Garder les rondelles restantes en position pour compenser le déséquilibre d'axe d'équilibre.
- Faites une marque sur l'extérieur des poids de back balance d'axe pour montrer la position des rondelles d'équilibre.
- Pour l'équilibre plat simple, ajouter les rondelles, vis et écrous à la cloison étanche pour renvoyer l'hélice à une condition équilibrée.
- Pour l'équilibre deux plat, ajouter une rondelle latérale arrière, qui n'est pas pour l'équilibre, les rondelles, les vis et les écrous au dôme la couverture, et ajouter les rondelles vis et écrous à la cloison étanche pour renvoyer l'hélice à une condition équilibrée.

NOTE: La douille et le disque d'indicateur d'équilibre doivent être au centre. (**voir figure IV.11**)

- Abaisser l'hélice sur la table de soutien de l'hélice S23014-1. (**voir figure IV.10**)

- Sans déverrouiller l'hélice, tourner l'axe et les contrepoids d'équilibre 180° relativement à l'adaptateur de bride. Enlever l'hélice de la table de soutien **GS23014-1**.

NOTE: Quand on tourne l'axe d'équilibre, commander le mouvement de l'hélice avec le moyeu ou la cloison étanche de l'hélice. Ne tenez pas sur les pales parce que n'importe quel changement de la position de pale empêche un contrôle précis.

- Assurer que la douille et le disque d'indicateur sont au centre. Si l'indicateur est dans le centre, continuer. Si pas, enlever tous les contrepoids et faites l'équilibre e procédé et l'équilibre vérifient encore.

IV.4.6. Enlèvement d'équipement d'équilibre :

- A mis l'hélice sur la table de soutien **GS23014-1**.
- Enlever le kit d'adaptateur d'équilibre **GS18300-1**, le kit d'indicateur d'équilibre **GS18298-1**, et le plat de support de l'équilibre **GS23440-1**.
- Installer l'hélice sur le banc et la grue **GS15848-1**, et soulever l'hélice dans la position verticale.
- Réduise la pression au moyeu et enlever les deux générateurs de pression du moyeu **GS23435-1** ce qui sont installés aux endroits opposés de pale.
- Installer les packings sphériques extérieurs, couvertures de joint, boulons et rondelles qui ont été enlevées pour installer les deux générateurs de pression de moyeu **GS23435-1**.
- Si plus d'entretien de propulseur n'est nécessaire et le propulseur est préparé pour l'installation sur un moteur, continuent aux étapes (1) et (2).

1)-ajoutent l'huile de graissage **MIL-prf-7808** ou **MIL-prf-23699**, au moyeu.

2)-a mis les pales d'hélice dans la pleine position renversée avec vos mains.

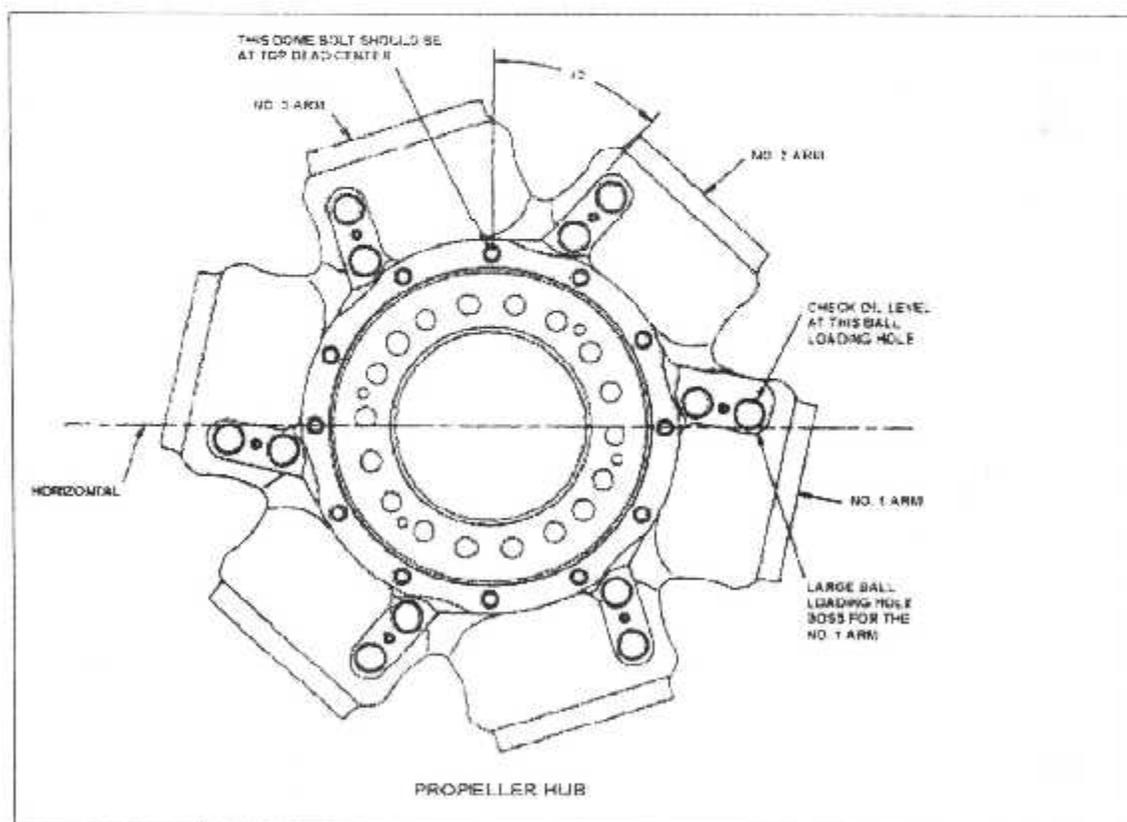
IV.47. Procédé suffisance d'huile de graissage :

1-Placé le moyeu de que le bras du numéro 1, qui a le grand patron de trou de chargement de boule, soit dans la position horizontale. (Voir figure IV.13)

2-enlever le boulon et rondelle qui attache la couverture de joint au moyeu sur le bras du numéro 1 seulement.

3-Elèvent la couverture de joint pour montrer les deux trous de chargement de boule.

4-avec une paire de pinces à bec effilé, enlever l'emballage sphérique du trou extérieur de chargement de boule.



Figure(IV.13) : Procédé suffisance d'Huile de graissage.

- 5- S'assurer le boulon de dôme qui est approximativement 42° le plus grand de bras de moyeu du numéro 2 est centre en haut mort.
- 6- Ajouter l'huile de graissage par le trou extérieur de chargement de boule au moyeu de l'hélice avec le récipient d'huile de moyeu **GS15571-1**. Ajouter l'huile jusqu'à ce que l'huile soit de niveau avec le fond de trou de chargement boule (environ 4,5 à 5,0 litres).
- 7- Ajouter l'inhibiteur volatil de corrosion (VCI) à l'huile de graissage au moyeu à un rapport de 0,5 onces d'inhibiteur pour chaque quart d'huile
- 8- Installer l'emballage sphérique sur le trou extérieur de chargement de boule.
 - Si nécessaire, on peut légèrement frapper l'emballage sphérique avec un maillet en plastique pour assurer qu'il est posé correctement.
- 9- Appliquer une couche de lubrifiant de **Mo-Lith No 2** au boulon.
- 10- Attacher la couverture de joint au moyeu avec le boulon et la rondelle.
- 11- Serrer le boulon à un couple de 20 à 25 inch-pouce au-dessus du couple de serrage.

IV. 5. Recherche de pannes :

Parmi les moyens de control susceptibles de faire connaître l'état de composants, l'inspection visuelle c'est révélée comme l'une des plus efficaces, elle nous permettra de détacher certaines détériorations (déformations, fuite de l'huile, corrosion et rupture).

Réparation :

Les pièces ayant subi des dégâts (déformation, usure) doivent être réparées ou remplacées.

Le tableau suivant indique les méthodes de dépannage :

PANNE	ÉTAPE 1	ÉTAPE 2	ÉTAPE 3
Fuite externe de corps de moyeu	Remplacez le moyeu		
Fuite externe au boulon de moyeu	Dépressurisez le moyeu, et réparer-le.		
Fuite externe au moyeu, d'où fuite, et le dôme de vérin alignent.	Enlevez l'ensemble de vérin.	Enlevez le joint d'étanchéité et remplacer le par un nouveau joint.	Si fuite continue, remplace le moyeu et installent nouveau joint.
Fuite externe à la couverture de joint sur moyeu.	Enlevez la couverture de joint. Remplacer le joint sphérique	Si la fuite continue, mélangez la surface au-dessous de la couverture de joint.	
Fuite externe à la plaque support de moyeu.	Remplacez le mastic sur les boulons de fixation de moyeu	Si la fuite continue, remplacez la plaque de support de moyeu.	
Fuite externe à l'alésage de pale du moyeu	Enlevez la pale. Remplacez le joint.	Si la fuite est continue faire un control visual de la pale et du moyeu s'ils sont endommagés. Vérifier les dimensions de pied de pale et l'alésage de moyeu. Si les dimensions sont hors les limites, remplacer la pale ou le moyeu.	

CONCLUSION

Conclusion

Le travail que nous avons effectué, nous a permis d'enrichir nos connaissances dans le domaine aéronautique en général et la propulsion par hélice à pas variable en particulier.

Cette étude nous a ramené à connaître les systèmes de commande de l'hélice moderne à pas variable ainsi que les exigences demandées pour assurer le bon fonctionnement des systèmes dans les meilleures conditions.

L'hélice à pas variable a des avantages considérables par rapport à l'hélice à pas fixe, malgré la complexité de ses systèmes de commande. Comme on a vu que l'hélice est un élément très important et son fonctionnement est très compliqué. Sa maintenance nécessite un entretien permanent, des personnels de maintenance qualifiés et des outils spéciaux.

Enfin, nous souhaitons que notre travail servira pour le futur étudiants et on espère qu'il puisse être amélioré.

BIBLIOGRAPHIE

- 1- CD-ROM des moteurs P&W de Canada (séries PW124, PW127, PW127E, PW127F)
- 2- Réglage et Maintenance de système de variation de pas de l'hélice Hamilton Standard 54H60-117 équipant l'avion Hercules C130.
Par Mr: AHMED MERDOUKH Ali-ZITANI Mustapha
(IAB Algérie) Septembre 2003
- 3- ATA 60(hélice) Janvier 1996
- 4- Hamilton Sundstrand Component Maintenance Manual(CMM)
propeller568F-1(description,operation) Chapitre:61-13-12 Juillet 2000
- 5- Hamilton Sundstrand Maintenance Manual (MM)
Propeller 568F-1 Chapitre: 61-00-00 Juin 2004
- 6- Dictionnaire de l'aéronautique et de l'espace Anglais-Français
Vol 1- 1^{er} édition
Par Mr: HENRI GOURSAU Janvier 1984
- 7- Les sites d'Internet : www.atr.fr
www.matplane.com