

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIER**

**DEPARTEMENT D'AERONAUTIQUE**

Mémoire de Fin d'Etudes En Vue De L'obtention Du Diplôme  
Des Etudes Universitaires Appliquées En Aéronautique  
Option: structure

**THEME**

**ETUDE DESCRIPTIVE DE L'HELICOPTERE  
ECUREUIL AS 350**

**FAIT PAR:**

**Touhami Walid**

**Et**

**Heddi amine**

**Encadré par:**

**Mr : gherous**

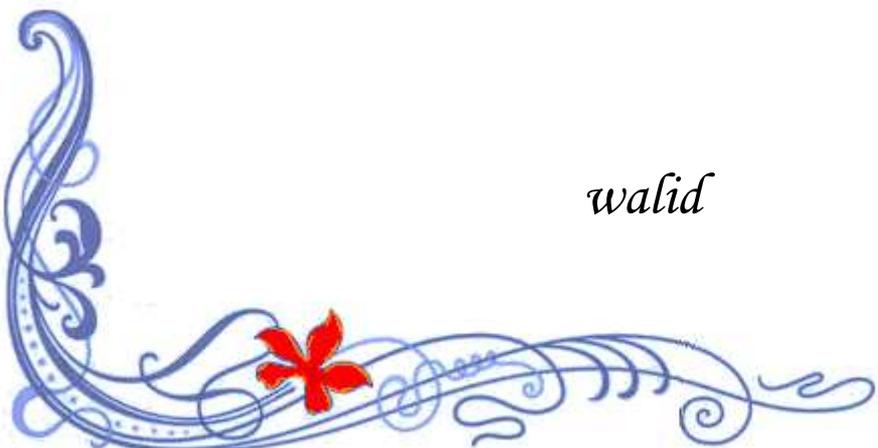
Promotion : 2008



# DEDICACES

*J'offre ce modeste travail avec une grande Fierté à :*

- ♠ *Mes chers et aimables parents qui m'on soutenus  
Tout le long de mes études.*
- ♠ *MES FRERES ET SCEURS et surtout Ika*
- ♠ *Tous les professeurs au niveau du DAB*
- ♠ *Tout Les membres des familles: Touhami ,mizaini et matawi.*
- ♠ *Tous mes amis sans exception.*



*walid*



# DEDICACES

*Je dédie ce travail à :*

- ♠ *Mes chers et aimables parents qui m'ont soutenus  
Tout le long de mes études.*
- ♠ *Tous les professeurs au niveau de l' DAB*
- ♠ *Tout Les membres des familles: Heddi*
- ♠ *Touts mes amis.*

*Amine*



# SOMMAIRE

	page
Introduction .....	1
<b>Chapitre (1) : Généralités sur les hélicoptères</b>	
I-1/ Historique.....	2
I-2/ Présentation .....	4
I- 3/ Les types d'hélicoptère .....	4
I- 3-1/ Les hélicoptères mono rotor .....	5
I- 3- 2 /Les hélicoptères birotor .....	5
<i>a- Rotors coaxiaux</i> .....	5
<i>b- Rotors séparés</i> .....	6
<i>c- Le convertible</i> .....	6
I-4/ Description d'un hélicoptère monorotor .....	7
I- 4-1 Ensembles mécaniques .....	7
<i>a- Le moteur</i> .....	7
<i>b- La boîte de transmission principale</i> .....	7
<i>c- Rotor principal</i> .....	8
<i>d- Rotor arrière (anti-couple)</i> .....	9
<i>e- Boîte de transmission arrière</i> .....	9
I- 4- 2/ Ensemble structural (fuselage) .....	9
<i>a- Structure avant</i> .....	9
<i>b- Le train d'atterrissage</i> .....	10
<i>c- Structure arrière</i> .....	10
<i>c-1 La poutre de queue</i> .....	10
<i>c-2 Les empennages</i> .....	11

## **chapitre (II) : Aérodynamique du rotor**

<b>II-1/-GENERALITES</b> .....	<b>12</b>
<b>II-1-1- INTRODUCTION</b> .....	<b>12</b>
<b>II-1-2/-LES CONSTITUONS PRINCIPALES DU ROTOR</b> .....	<b>13</b>
<b>2-1-LE MOYEU</b> .....	<b>13</b>
<b>2-1-1- LES DIFFERENTS MOYEURS D'HELICOPTERE</b> .....	<b>14</b>
<b>2-1-1-1-MOYEURS ARTICULES</b> .....	
<b>2-1-1-2- MOYEURS EN BALENCIER</b> .....	
<b>2-1-1-3- MOYEURS OSCILLANT</b> .....	
<b>2-1-1-4- MOYEURS RIGIDES</b> .....	
<b>2-2-LES PALES</b> .....	
<b>2-2-1- LES DIFFERENTS TYPES DE PALE D'HELICOPTERES</b> .....	<b>15</b>
<b>2-3/- LES FORCES APPLIQUEES À UNE PALE</b> .....	<b>15</b>
<b>II-2/-FONCTIONNEMENT AERODYNAMIQUE DU ROTOR</b> .....	<b>16</b>
<b>II-2-1-ECOULEMENT DE L'AIR AU TRAVERS DU ROTOR</b> .....	<b>16</b>
<b>II-1-2-2-LA VITESSE INDUITE (par le rotor) ou vitesse de FROUDE</b> .....	<b>17</b>
<b>II-1-2-3-VOL STATIONNAIRE</b> .....	<b>18</b>
<b>II-2-4-VOL VERTICAL ASCENDANT</b> .....	<b>19</b>
<b>II-1-2-5-VOL VERTICAL DESCENDANT –DESCENTE RAPIDE : <math>V_z &gt; 2V_F</math></b> .....	<b>19</b>
<b>II-2-6-VOL VERTICAL DESCENDANT –DESCENTE MODEREE : <math>V_F &lt; V_z &lt; 2V_F</math></b> .....	<b>20</b>
<b>II-2-5-VOL VERTICAL DESCENDANT –DESCENTE LENTE <math>V_z &lt; V_F</math> et l'état de vortex</b> .....	<b>21</b>
<b>II-2-6-VOL DE TRANSLATION</b> .....	<b>22</b>
<b>II-2-7 L'EFFET DE SOL :(et ses conséquences bénéfiques)</b> .....	<b>24</b>
<b>II-2-8- L'EFFET DE SOL EN VOL DE TRANSLATION</b> .....	<b>25</b>
<b>II-2-9-CONSEQUENCES DE L'EFFET DE SOL EN VOL STATIONNAIRE</b> .....	<b>26</b>

## **CHAPITRE (JJJ) : Description de l'écureuil AS 350**

<b>III/ DESCRIPTION DE L'APPAREIL .....</b>	<b>27</b>
<b>III-1/ DESCRIPTION STRUCTURALE .....</b>	<b>27</b>
<b>III-1-1/ DIMENSIONS ET IMPLANTATIONS .....</b>	<b>27</b>
<b>III-1-2/ FUSELAGE .....</b>	<b>28</b>
<b>III-1-2-1/ STRUCTURE FUSELAGE .....</b>	<b>28</b>
<b>III-1-2-2/ POUTRE DE QUEUE .....</b>	<b>29</b>
<b>III-1-2-3/ HABITACLE .....</b>	<b>29</b>
<b>III-1- 2-4/ CARENAGES CAPOT .....</b>	<b>31</b>
<b>III-1-2-5/ PORTES .....</b>	<b>31</b>
<b>III-1-3/ EMPENNAGE .....</b>	<b>33</b>
<b>III-1-4/ ATERRISSEURS .....</b>	<b>34</b>
<b>III-1-4-1/ ATERRISSEURS A PATINS .....</b>	<b>34</b>
<b>III-1-4-2/ ATERRISSEURS A FLOTTEURS .....</b>	<b>34</b>
<b>III-1-4-3/ INSTALLATION SKIS .....</b>	<b>35</b>
<b>III-1-5/ ROTOR PRINCIPAL .....</b>	<b>38</b>
<b>III-1-5-1/ PALES PRINCIPALES .....</b>	<b>38</b>
<b>III-1-5-2/ MOYEU ROTOR PRINCIPAL .....</b>	<b>40</b>
<b>III-1-5-3/ MAT ROTOR PRINCIPAL .....</b>	<b>43</b>
<b>III-I-6/ ROTOR ARRIÈRE .....</b>	<b>43</b>
<b>III-I-6-1/ PALES ROTOR ARRIÈRE .....</b>	<b>44</b>
<b>III-2/ EQUIPEMENT .....</b>	<b>50</b>
<b>III-2-1/ PANNEAUX ELECTRIQUES / ELECTRONIQUES ET EQUIPEMENTS A USAGE .....</b>	<b>50</b>
<b>MULTIPLE</b>	
<b>III-2-1-1/ ENSEMBLES DES ORGANES DE COMMANDE ET CONTROLE .....</b>	<b>50</b>
<b>III-2-1-2 / EQUIPEMENTS AUX USAGES MULTIPLES .....</b>	<b>50</b>
<b>III-2-2/ BANQUETTE BIPLACE AVANT .....</b>	<b>53</b>

<b>III-2-3/RESERVOIRS</b> .....	<b>55</b>
<b>III-2-3-1/ RESERVOIR AUTO OBTURANT</b> .....	<b>55</b>
<b>III-2-3-2/ RESERVOIR DE CONVOYAGE</b> .....	<b>55</b>
<b>III-2-3-3/INSTALLATION VIDE-VITE</b> .....	<b>56</b>
<b>III-2-4/ DEGIVRAGE CARBURANT</b> .....	<b>57</b>
<b>III-2-5/ CLIMATISATION AU "FREON"</b> .....	<b>59</b>
<b>III-2-6/ DETECTION INCENDIE</b> .....	<b>59</b>
<b>III-2-6-1/ DETECTION INCENDIE G.T.M</b> .....	<b>59</b>
<b>III-2-6-2/ DETECTION INCENDIE B.T.P</b> .....	<b>61</b>
<b>III-2-7/ CELLARAGE</b> .....	<b>62</b>
<b>III-2-7-1/ CELLARAGE CABINET</b> .....	<b>62</b>
<b>III-2-7-2/ FEUX DE POSITION</b> .....	<b>62</b>
<b>III-2-7-3/ PHARES</b> .....	<b>63</b>
<b>III-3/ CIRCUITS</b> .....	<b>63</b>
<b>III- 3-1/ CIRCUIT HYDRAULIQUE</b> .....	<b>63</b>
<b>III-3-1-1/ CIRCUIT HYDRAULIQUE MONOGENERATION</b> .....	<b>63</b>
<b>III-3-1-2/ CIRCUIT HYDRAULIQUE BIGENERATION</b> .....	<b>64</b>
<b>III-3-2/ CIRCUIT ELECTRIQUE</b> .....	<b>67</b>
<b>III-3-2-1/ GENERATION ELECTRIQUE CONTINUE</b> .....	<b>67</b>
<b>III-3-2-2/ GENERATION ALTERNATIVE BIGENERATION</b> .....	<b>69</b>
<b>III-4/ DESCRIPTION MOTEUR</b> .....	<b>72</b>
<b>III-4-1/ GROUPES PROPULSEURS ALLISON</b> .....	<b>72</b>
<b>III-4-1/ COMMANDES MOTEURS ALLISON</b> .....	<b>73</b>
<b>III-4-3/ FILTRES ANTI-SABLE</b> .....	<b>74</b>
<b>III-4-4 / LUBRIFICATION MOTEUR ALLISON</b> .....	<b>77</b>

<b>III-4-5/ BOITE DE TRANSMISSION PRINCIPALE ( B.T.P.)</b> .....	<b>80</b>
<b>III-4-6/ MECANIQUE ARRIERE</b> .....	<b>81</b>
<b>III-4-7/ ARBRES DE TRANSMISSION ARRIERE ( A.T.A.)</b> .....	<b>84</b>
<b>III-4-8/ LIAISON B.T.P. – G.T.M.</b> .....	<b>85</b>
<b>III-5/ REMARQUES</b> .....	<b>86</b>
<b>III-5-1/ INSTALLATION SANITAIRE</b> .....	<b>86</b>
<b>III-5-2/ FLOTTABILITE DE SECOURS</b> .....	<b>87</b>
<b>III-5-3/ BAC D’EGOUTTAGE</b> .....	<b>87</b>
<b>III-5-4/ INSTALLATION FUSEES ECLAIRANTES</b> .....	<b>87</b>
<b>III-5-5/ CANOTS DE SAUVETAGE</b> .....	<b>88</b>
<b>III-5-6/ CARGO-SWING</b> .....	<b>88</b>
<b>III-5-7/ COUPE- CÂBLE</b> .....	<b>88</b>

***CONCLUSION.***

# Liste des figures

Figure I-1 : La machine volante de « <i>LEONARD DE VINCI</i> » au <b>XV</b> Siècle. ....	2
FigureI-2 :Premier« <i>SikorskyV3- 300</i> » (1939). ....	3
Figure I-3 : « <i>Ecureuil</i> » Avion a ailes tournantes .....	4
FigureI-4 :« <i>Sukoi35</i> »Avionàailesfixes .....	4
Figure I-5 : <i>Sikorsky Sea King</i> .....	5
Figure I-7 : <i>Kamov 50</i> .....	5
Figure I-6 : <i>Boeing -CH 47- Chinook</i> .....	6
Figure I-8 : <i>Kamov32</i> .....	5
Figure I-9 : <i>V 22</i> au décollage .....	6
FigureI-10 : <i>V22</i> vol de translation .....	6
Figure I-11 : Chaîne de transmission dans un hélicoptère monorotor .....	7
Figure I-12 : Rotor principal.....	8
Figure I-13 : Structure avant de l'hélicoptère – <i>Bell 412 HP-</i> .....	10
Figure I-14 : Structure arrière.....	11
Figure II-1 : : rotor principale .....	12
Figure II-2 : les forces appliquées à une pale .....	15
FigureII-3 :écoulement de l'air autraver du rotor .....	16
Figure II-4 : la vitesse induite .....	17
Figure II-5 vol stationnaire de l'hélicoptère .....	18
Figure II-6 : vol stationnaire.....	18
Figure II-7 : vol vertical ascendant .....	19
Figure II-8 : vol vertical descendant .....	20
Figure II-9 : vol vertical descendant –descente modérée.....	20
Figure II-10 : l'état de vortex.....	21
Figure II-11 : vol de translation .....	23
Figure II-12 : le vol de translation.....	24
Figure II-13 : l'effet de sol.....	25
Figure II-14 : l'effet de sol .....	25
Figure III-1 : Dimensions de l'appareil.....	26
Figure III-2 : Parties principales de la structure de l'appareil .....	28
Figure III-3 Structure fuselage et Poutre de queue .....	30
Figure III-4 : Carénages capot .....	31
Figure III-5 : zone de décrochage.....	32
Figure III-6 : zone auto rotative.....	35
Figure III-7 : Atterrisseurs à flotteurs.....	36
Figure III-8 : Installation skis -.....	37
Figure III-9 : Pales principales .....	39
Figure III-10 : Moyeu rotor principal .....	42
Figure III-11 : Mât rotor principal .....	44
FigureIII-12 : Pales rotor arrière.....	47
Figure III-13 : Revêtement et renforts d'emplanture- Remplissages et manchettes .....	48
Figure III (14) : Masses chinoises et ensemble mécanique central.....	49
Figure III (15) : Ensemble des organes de commande et de contrôle.....	51
Figure III-16) – Organes à usages multiples -.....	52
Figure III-17)- Banquette biplace.....	54
Figure III-18)-Réservoirs.....	56
Figure III-19)- Dégivrage carburant.....	58

Figure III-20) –Climatisation.....	59
Figure III-21) -Détection incendie G.T.M.-.....	61
Figure III-22)-Détection incendie B.T.P.-.....	62
Figure III-23)- Circuit hydraulique monogénération.....	64
Figure III-24) -Circuit hydraulique bigénération-.....	66
Figure III-25) -Génération courant continue-.....	69
Figure III-26)-Génération courant alternative.....	71
Figure III-27)- Groupe moteur ALLISON.....	72
Figure III-28) -Commande moteur ALLISON.....	74
Figure III-29) -Filtres anti-sable.....	75
Figure III-30)-Fonctionnement du filtre anti-sable.....	76
Figure III-31)-Lubrification moteur ALLISON (Circuit de graissage)-.....	78
Figure III-32) –Lubrification moteur ALLISON (Circuit de graissage)-.....	79
Figure III-33) –Boîte de transmission principale.....	81
Figure III-34) -Installation boîte de transmission principale-.....	82
Figure III-35) -Mécanique arrière-.....	83
Figure III-36) -Arbre de Transmission Arrière -.....	85
Figure III-37) -Liaison B.T.P. – G.T.M. -.....	86
Figure III-38) – Installation sanitaire .....	87

## **Résumé**

Cette modeste étude nous a permis d'avoir une connaissance sur les hélicoptères en generale et sur l'ecureil AS 350 plus precisement et son fonctionnement.

L'objectif de notre travail est de présenter d'une manière précise les differants composants, et leurs caractéristiques .

## **Abstract**

This modest study allowed us to have a knowledge on helicopters of it generale and on the ecureil AS 350 more precisement and its functioning.

The objective of our work is to present in a clarify way the component differants, and their characteristics

## **ملخص**

يمكننا هذا العمل المتواضع من اكتساب بعض المعارف عن الطائرة المروحية بصفة عامة و عن الطائرة المروحية من نوع اكوروي أس 350 بصفة خاصة و عن طريقة عملها.

الهدف من عملنا هذا هو عرض مختلف مكونات و خصائصها بصفة دقيقة.

---

# Introduction

Au début du 20<sup>ème</sup> siècle, apparaît un moyen de locomotion révolutionnaire « l'avion ».

Au fil des années, ce mode de locomotion, qui a pour assiette l'atmosphère, n'a pas cessé son évolution, que ce soit dans sa forme aérodynamique ou dans les systèmes assurant son mouvement depuis le décollage jusqu'à l'atterrissage. Dans la locomotion aérienne on doit distinguer deux aspects : technique (la navigation aérienne), et économique (son utilisation).

Le domaine d'utilisation de l'avion est très large. Parmi ces utilisations, celle dont l'importance économique est prédominante, est le transport aérien. L'exploitation du transport aérien implique l'utilisation de moyens matériels considérables ; parmi ces moyens l'aéronef.

Les aéronefs se distinguent en deux catégories les aérostats (avion plus léger que l'air, exemple les montgolfières), et les aérodynes (avion plus lourd que l'air). Et parmi les aérodynes on trouve les giravions et plus précisément l'hélicoptère qui continue son évolution au fil des années. En raison de ces caractéristiques de fonctionnement, sa capacité de décollage et de l'atterrissage verticalement, et au vol en stationnaire pendant de longues périodes de temps, ainsi que l'appareil de manutention des biens de la faible vitesse des conditions il a été choisi pour mener les tâches qui étaient auparavant pas possible avec d'autres aéronefs, ou ont pris beaucoup de temps ou de travail intensif à accomplir sur le terrain.

Aujourd'hui, l'hélicoptère est utilisé dans les transports, la construction, la lutte contre les incendies, la recherche et le sauvetage, et les utilisations militaires. C'est la raison pour laquelle, cette étude lui sera consacrée dans ce mémoire en trois(03) chapitres :

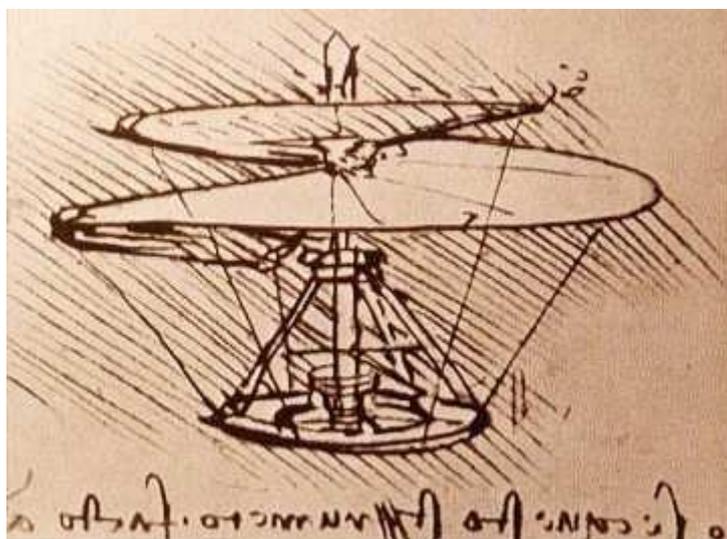
- Le premier chapitre traite une généralité sur l'hélicoptère.
- Le deuxième chapitre traite l'aérodynamique du rotor principale.
- Le troisième chapitre traite une description générale sur l'hélicoptère de type ECUREIL AS 350.

# chapitre (II)

## Généralités sur les hélicoptères

## I-1/ Historique

L'invention du rotor sustentateur remonte très loin dans le temps en témoignant les célèbres esquisses du savon et dessinateur italien: «**LEONARD DE VINCI**» au **XV** Siècle, schématisant une machine volante tirant sa sustentation d'une grande hélice.

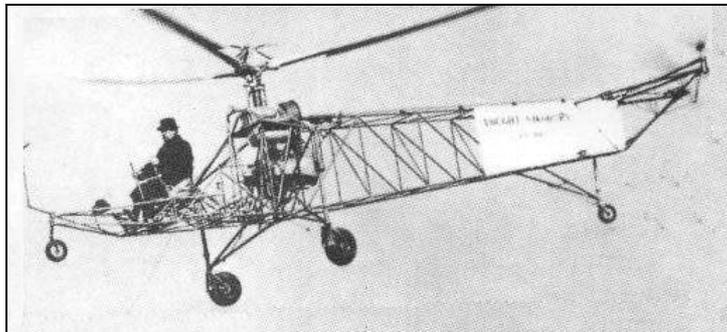


**Figure 1:** La machine volante de «**LEONARD DE VINCI**» au **XV** Siècle.

Au début du **XIX** siècle, les études théoriques se développent et des nombreux modèles volants apparus. Mais malheureusement, les premières tentatives de vol (les français **P.CORNU** et **L.BREGUET** en 1907) ne furent guères concluantes et la plupart des pionniers se retournèrent vers l'avion d'un abord moins difficile.

L'hélicoptère pose en effet, de redoutables problèmes de puissance, de tenue mécanique, de pilotage, qui étaient hors de portée de la technique du temps, ce qui explique d'ailleurs son apparition tardive et son progrès qui fut très lent.

De ce fait, l'hélicoptère n'a pas pu voir réellement le jour qu'à partir des années trente d'où l'affirmation de sa technique et sa forme finale. Les appareils et les vols se multiplient, l'ingénieur Espagnol « **JUAN DE LA CIERVA** » met au point le moyeu articulé qui permet à l'hélicoptère le vol d'avancement. Dès lors les progrès sont rapides et qu'il s'agisse de « **L.BREGUET** » France (1936), « **FOCKE et ACHGELIS** » Allemagne (1938), ou de « **SIKORSKY** » aux Etats-Unis d'Amérique (1939), et on prévient à réaliser des machines directement utilisables.



**Figure 2** : Premier « Sikorsky V3- 300 » (1939).

Le premier appareil à avoir été fabriqué en série était le **SIKORSKY R-4** au Etats-Unis en 1942. Dans les années cinquante ; les le développement de l'hélicoptère a été très rapide et des machines très réussies ont été construites, comme le **Bell 47 G** au **U.S.A** et les **Alouettes II** et **III** en France, ont données a cette nouvelle industrie un grand essor.

Actuellement, les grands constructeurs dans le monde sont :

#### **Aux Etats-Unis**

- **Bell**: (Bell 205, 206, 407, 400, AH-15 Cobra...).
- **Sikorsky**: (S 70, S 76, S80...).
- **Boeing Vertol Company**: (XCH-62, Chinook CH 47, Vertol 107,234,306...).
- **Hughes**: (UH 12, H300-c, Apache AH-64...).
- **Kaman**: (HH2, SH 2...).

#### **En U.R.S.S**

- **Mil Mi**: (Mi-2, Mi-6, Mi-8, Mi-10, Mi-14, Mi-17, Mi-24, Mi-26, Mi-28, Mi-35...).

- *Kamov*: (Ka 25, Ka 26, Ka 27, Ka 32, Ka 126...).

### ***En France***

- *Aero spatial*: (Alouette, Gazelle, Puma, Ecureuil, Dauphin).

### ***En Grand Bretagne***

- *West land*: (Sea king, Commando, Lynx).

## **I-2/ Présentation**

L'hélicoptère est comme tout aéronef ; une machine appelée à voler dans le milieu ambiant qui est l'atmosphère.

Cependant ; contrairement à l'avion ordinaire qui utilise des ailes fixes pour voler (Voir figure 4); l'hélicoptère est capable d'assurer sa sustentation en utilisant la rotation d'un ou plusieurs rotors verticaux, ce qui lui donne des particularités essentielles : le décollage et l'atterrissage vertical, et le vol lent et stationnaire.



**Figure 3 :** « Ecureuil » Avion a ailes tournantes



**Figure 4 :** « Sukoi 35 » Avion à ailes fixes.

## **I- 3/ Les types d'hélicoptère**

On peut classifier généralement les hélicoptères en service actuellement selon le nombre de rotors sustentateurs que l'appareil dispose, d'où on distingue deux types :

### **I- 3-1/ Les hélicoptères mono rotor**

C'est la configuration la plus rencontrée, elle comporte un seul rotor pour la portance de l'hélicoptère, le rotor de queue n'est envisagé que pour la compensation et l'équilibrage de l'engin. (Voir figure 3 et 5).



**Figure 5:** *Sikorsky Sea King*

### **I- 3- 2 /Les hélicoptères birotor**

C'est le cas où il y a deux rotors portants simultanément, l'un tourne dans le sens opposé de l'autre. Cela permet de compenser les couples rotors entre eux, la présence d'un rotor anti couple n'étant plus nécessaire. On distingue trois types de cette famille :

#### **a- Rotors coaxiaux**

Les deux rotors se trouvent sur le même axe, c'est le cas du « *Kamov 50 et 32...* ». (Voir figure 7 et 8).



**Figure 7:** *Kamov 50.*



**Figure 8:** *Kamov32.*

**b- Rotors séparés**

Les deux rotors sont éloignés l'un de l'autre, exemple le « *BOIENG -CH47- Chinook* ». (Voir figure 6).



**Figure 6:** *Boeing -CH 47- Chinook.*

**c- Le convertible**

C'est un compromis entre l'hélicoptère et l'avion ordinaire, (tel que l'avion américain le « *V22 Osprey* »). Les axes des rotors se trouvent en position verticale au décollage donnant une configuration d'hélicoptère (voir figure 9), puis ils basculent en position horizontale pour le vol d'avancement en se transformant en un avion classique (voir figure 10).

Une telle technique est élaborée pour jumeler les avantages de l'avion ordinaire (grande vitesse d'avancement ou translation), et les avantages de l'hélicoptère (décollage et atterrissage verticale, et le vol lent ou stationnaire).



**Figure 9:** *V 22 au décollage.*

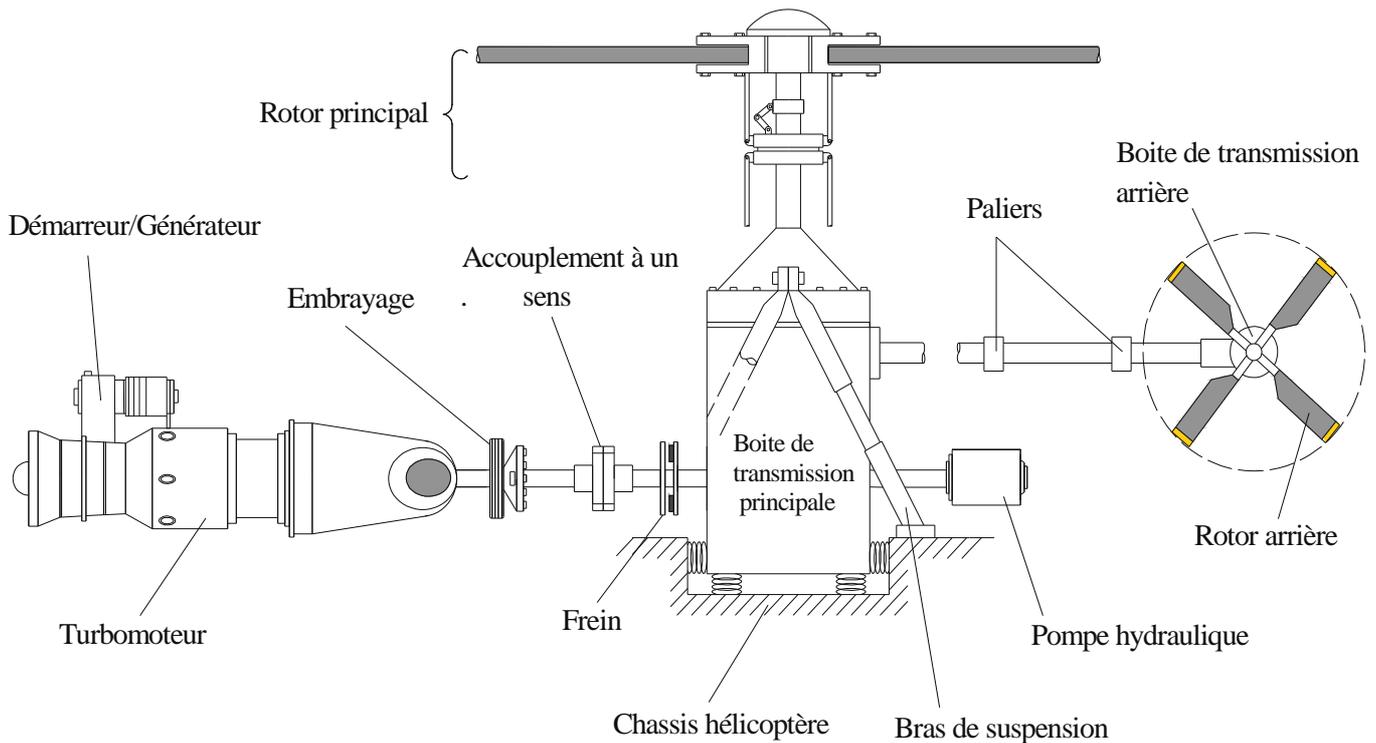


**Figure 10:** *V22 vol de translation.*

## **I-4/ Description d'un hélicoptère monorotor**

Vue de l'extérieur, l'hélicoptère monorotor se compose de plusieurs organes essentielles : une hélice de grand diamètre appelée rotor principale, une petite hélice appelée rotor anti-couple, d'un fuselage, des empennages, des atterrisseurs, et d'autres accessoires.

### **I- 4-1 Ensembles mécaniques**



**Figure 11** : Chaîne de transmission dans un hélicoptère monorotor.

#### **a- Le moteur**

De nos jours, C'est le plus souvent un turbomoteur à grand régime de rotation et à rapport « puissance/masse » élevé ; pour un appareil d'une masse de 2000 Kg la puissance est voisine de 500 CV (368 KW).

Les petits hélicoptères sont équipés de moteur à piston semblable à ceux utilisés dans les voitures mais à rapport « puissance/masse » plus important.

#### **b- La boîte de transmission principale**

Il s'agit généralement d'un réducteur qui permet de passer du régime moteur (élevé) au régime rotor (situé entre 300 et 400 tours par minute pour un rotor de 10,5 mètre de diamètre), et qui -par conséquent- doit transmettre des couples très importants, mais tout en restant légère.

### c- Rotor principal

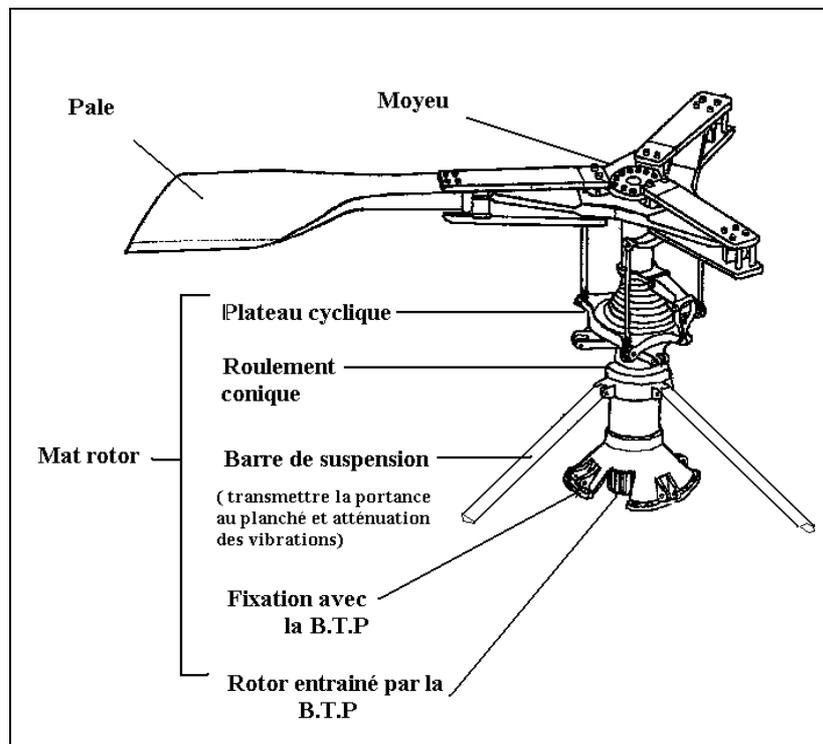
C'est l'ensemble mécanique le plus important de l'hélicoptère, il offre non seulement la sustentation (force de portance qui permet de pratiquer le vol vertical), mais également assure le vol de translation horizontal ; il affecte ainsi la majeure partie du contrôle de l'appareil dans les cas de vol envisagés sur les axes : roulis et tangage.

Le rotor est constitué essentiellement de :

- Des **pales**, et en se mettant en rotation, transforment l'énergie mécanique du moteur en une force aérodynamique portante grâce à leurs formes d'une aile allongée avec une section profilées .leurs nombre varient de deux à plusieurs pales suivant la grandeur de l'appareil.

- Un **moyeu** fixé sur le mat rotor dont le rôle est de supporter les pales en assurant une liaison articulée (articulation de pas, de traînée et de battement) entre le mat et les pales.

- Un **mat** fixé sur la boîte de transmission principale. Il entraîne le moyeu, et transmet à la structure la portance du rotor à l'intermédiaire des barres de suspension. Le mat comporte aussi le plateau cyclique, un mécanisme compliqué responsable du changement de l'angle d'inclinaison des pales face au vent -angle d'incidence- afin de varier la force aérodynamique de portance, et par conséquent contrôler le vol de l'hélicoptère.



**Figure 12:** Rotor principal.

**d- Rotor arrière (anti-couple)**

Dans un hélicoptère, le couple de rotation transmis du moteur au rotor principale crée un couple rotor qui fait tourner le reste de l'appareil au tour de l'axe de lacet dans le sens contraire de la rotation des pales. A cet effet, pour compenser ce couple rotor, un rotor arrière est généralement placé. C'est un rotor auxiliaire de petite taille, animé d'un mouvement de rotation transmit du moteur par un arbre. Il est utilisé ainsi pour manœuvrer l'appareil au tour de l'axe de lacet en variant la grandeur de la force aérodynamique fournie par les pales avec le changement de l'angle d'incidence.

**e- Boîte de transmission arrière**

C'est une boîte intermédiaire entre la boîte de transmission principale et le rotor arrière, elle participe à la réduction de vitesse et fournie au rotor arrière la vitesse adéquate de fonctionnement. Elle dispose d'engrenages coniques pour l'inclinaison de mouvement de 90°.

**I- 4- 2/ Ensemble structural (fuselage)**

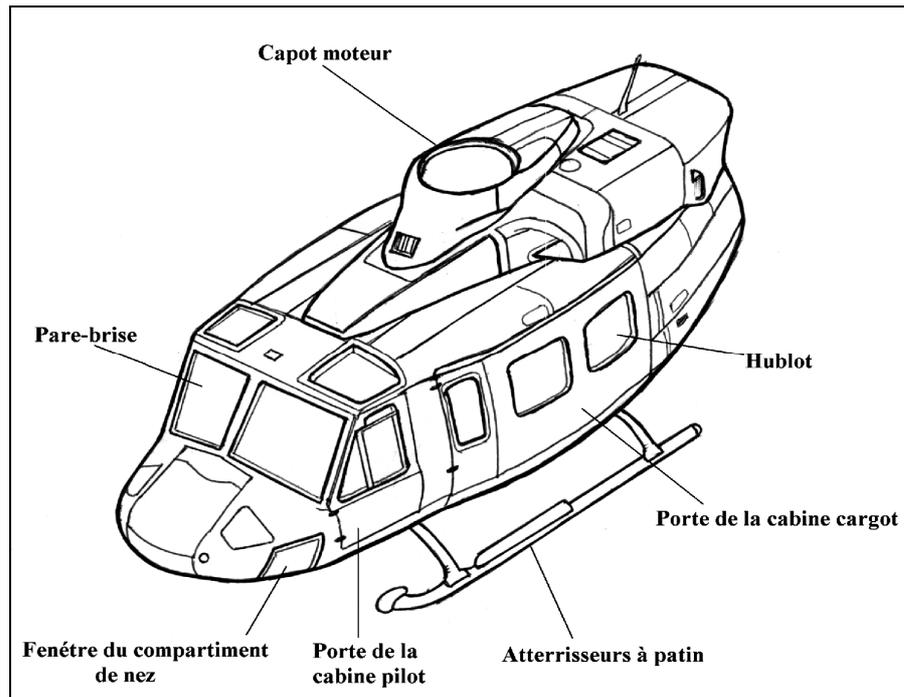
La structure (fuselage) peut être divisée en plusieurs éléments qui sont :

- Structure avant.
- Structure arrière.
- Les atterrisseurs.

**a- Structure avant**

C'est la partie la plus importante de fuselage, car elle comporte la cabine pilote, cabine passagers ou frets, compartiment des ensembles mécaniques (moteur, boîte de transmission principale, rotor, commandes de vol...), ainsi que les autres accessoires tel que le réservoir carburant, circuit hydraulique, instruments électriques et électroniques ...Etc.

La structure centrale supporte directement les principaux efforts en vol (portance et poids) et à l'atterrissage.



**Figure 13:** Structure avant de l'hélicoptère – *Bell 412 HP*-

### **b- Le train d'atterrissage**

Les atterrisseurs servent d'assise à l'appareil, protègent la structure lors des atterrissages et amortissent les vibrations.

Selon l'utilisation de l'hélicoptère, on rencontre plusieurs types d'atterrisseurs :

- Atterrisseurs à roues (Figure 5 ; 6 ; 7 ; 8 ; 9 ; 10).
- Atterrisseurs à patins (Figure 3 ; 13 ; 15).
- Atterrisseurs à ski.
- Atterrisseurs à flotteurs gonflables.

### **c- Structure arrière**

Elle est composée essentiellement de :

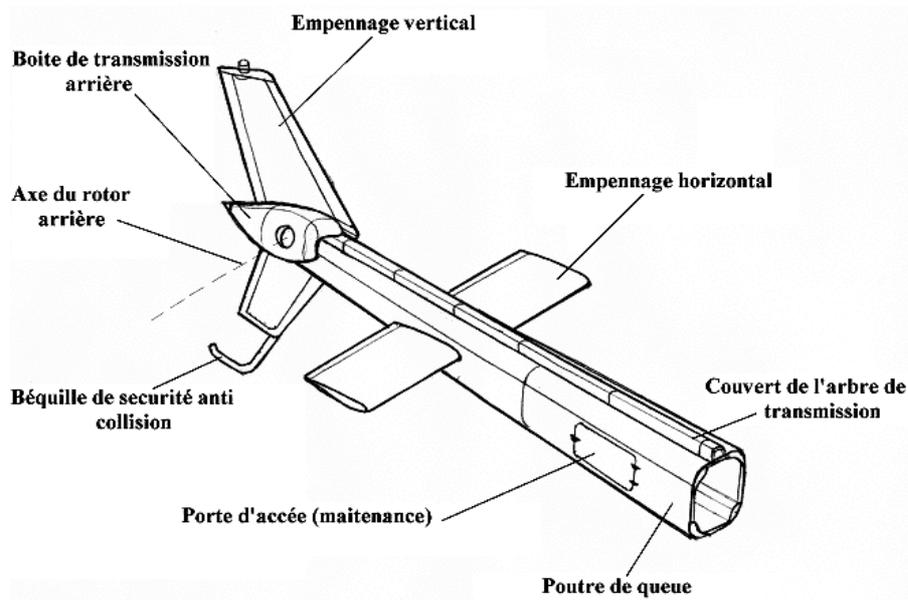
#### ***c-1 La poutre de queue***

C'est une poutre longue qui supporte le rotor anti-couple, les accessoires de transmission arrière (arbre, palier, boîte de transmission arrière, commandes de rotor arrière), et les empennages.

La longueur de la poutre de queue est faite pour augmenter le bras de levier du moment du rotor anti-couple, et par conséquent ; réduire les dimensions du rotor arrière tout en préservant la grandeur du couple nécessaire à l'équilibrage de l'engin.

### c-2 Les empennages

Ceux sont des surfaces stabilisatrices, profilées, constituées d'une dérive et un plan fixe horizontal généralement calé de 0 à 40 degré, qui -soumises au vent relatif- tendent à s'opposer au changement d'assiette de l'appareil, et le ramener à son assiette d'origine s'il s'en est écarté.



**Figure 14:** Structure arrière.

# chapitre (II)

## *Aérodynamique du rotor*

## **II-1/-GENERALITES :**

### **II-1-1- INTRODUCTION :**

Selon la définition officielle, un hélicoptère est un aéronef à voilure tournante dont le ou les rotors procurent à eux seuls la propulsion et la sustentation pendant toutes les phases du vol. Chaque rotor dit de sustentation, dont l'axe est sensiblement vertical, est une sorte de grande hélice à pas variable, et comporte de deux à huit surfaces aérodynamiques appelées pales, qui servent à déplacer l'appareil à la fois dans le plan vertical et horizontal.

Comparé aux aéronefs classiques à ailes fixes, l'hélicoptère est d'une conception plus complexe, il est plus onéreux à l'achat et à l'usage, reste relativement lent, possède un rayon d'action réduit et ne peut pas emporter de très lourdes charges.

Cependant, il possède un avantage considérable sur l'avion : son aptitude à effectuer un vol stationnaire (maintenir une position fixe en vol) qui lui permet d'atteindre des endroits inaccessibles à son homologue à voilure fixe qui doit presque toujours utiliser une piste. En contrepartie, l'hélicoptère a besoin d'un moteur bien plus puissant afin de se soulever du sol, limitant en cela sa capacité d'emport.

Dans les types de l'hélicoptère, il existe plusieurs formules de construction. La plus répandue, dont le premier à breveter un projet qui l'utilisait a été l'allemand Heinrich Focke est composé de deux parties essentielles :

- ✚ le rotor principal, dont l'axe est sensiblement vertical. Il assure la sustentation (résultat de la portance, de la vitesse de rotation et de l'incidence des pales), le vol en translation (possible dans toutes les directions, avant, arrière et latérale) et le contrôle d'attitude en tangages et en roulis de l'hélicoptère.
- ✚ le rotor de queue ou rotor anti-couple, dont l'axe est sensiblement horizontal. Il empêche l'hélicoptère de tourner sur lui même lorsque le rotor principal tourne et permet d'assurer le contrôle en lacet.
- ✚ Voici quelques autres formules de construction d'hélicoptères :
- ✚ avec deux rotors de sustentation en tandem (l'un derrière l'autre, leur principal promoteur a été l'états-unien Franck Piasecki. Ce système dans lequel les rotors tournent en sens inverse permet d'annuler le couple de réaction du rotor sur la cellule.
- ✚ avec deux rotors de sustentation coaxiaux (tournant autour du même axe) comme les appareils du constructeur russe Kamov.
- ✚ avec des rotors de sustentation dits "engrenant", dont la rotation est synchronisée de manière que leurs pales se croisent sans se toucher pendant la rotation, comme les machines du constructeur allemand Anton Flettner reprises par l'Américain Kaman

réalisateur du K-max qui de par leur conception font également l'économie d'un rotor anti-couple.

Etant le constituant principal de l'hélicoptère, le rotor assure la sustentation et il est à l'origine de toute translation. Il comporte essentiellement :(Figure II-1)

- Un MAT sur lequel sont fixés le MOYEU et les PALES.
- Un MOYEU qui assure la liaison entre le MAT et les PALES.
- Un certains nombre de PALES, qui une fois misent en rotation, créent des forces de portance nécessaire à la sustentation.

Le montage des pales sur le moyeu se fait par l'intermédiaire de plusieurs articulations donnant à la pale des degrés de liberté qui lui permettent d'avoir des mouvements aux tours de ces articulations.

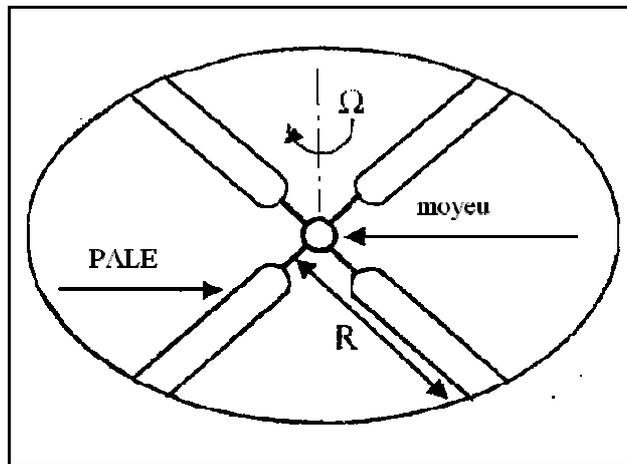


Figure II-1 : rotor principale

## **II-1-2/-LES CONSTITUONS PRINCIPALES DU ROTOR :**

### **2-1-LE MOYEU :**

Le moyeu est la pièce mécanique qui supporte les pales ci- leur assure la liberté nécessaire en rotation, battement, traînée et variation de pas. Par conception le moyeu relie les pales au fuselage et assure la commande du giravion. C'est un élément mécanique travaillant dans des conditions difficiles, mais d'une conception et d'une réalisation très classique ne posant généralement pas du problème mécanique particulier.

### **2-1-1- LES DIFFERENTS MOYEUX D'HELICOPTERE :**

Selon la liaison entre les moyeux et les pales, les moyeux sont classés en quatre catégories principales (les moyeux articulés, les moyeux en balancier, les moyeux oscillants, et les moyeux rigides).

#### **2-1-1-1-MOYEUX ARTICULES :**

Le moyeu articulé est le plus répandu car il est le plus mécanique, il permet grâce à ses articulations de battement et de traînée et de laisser à la pale l'entière liberté de ses mouvements.

#### **2-1-1-2- MOYEUX EN BALENCIER :**

Dans ce type de moyeux, les pales sont montées sur leur axe, la variation de pas, le battement reste possible mais à l'unité, une ne peut monter que si l'autre descend de la même valeur.

#### **2-1-1-3- MOYEUX OSCILLANT :**

Les moyeux oscillants ou moyeux flottants permettent la suppression des articulations de traînée en laissant le moyeu libre d'osciller pour se déplacer dans le plan des pales.

#### **2-1-1-4- MOYEUX RIGIDES :**

Ces pales sont montées sur un moyeu compact en titane ne disposant pas d'articulation en traînée et battement mais assurant la variation de pas par l'intermédiaire de biellettes de pas et d'un plateau cyclique.

### **2-2-LES PALES :**

Les pales sont des éléments nobles par excellence et le symbole de l'hélicoptère dont dépendent bien souvent les performances, le confort par le niveau vibratoire et quelque fois sonores, la sécurité (phénomène instable rupture) et la rentabilité. Le choix du nombre de pales est déjà plus libre, il dépend essentiellement des programmes de l'appareil.

Un hélicoptère léger et touristique aura presque naturellement deux pales, un appareil moyen et presque toujours tri ou quadri pale et les très gros appareils sont de 5 à 6 pales par rotor.

#### **2-2-1- LES DIFFERENTS TYPES DE PALE D'HELICOPTERES :**

- Pales en bois.
- Pales pleines.
- Pales en caisson.
- Pales mixtes bois et métal.
- Pales métalliques.

- Pales métallos plastique.
- Pales en plastique.

### 2-3/- LES FORCES APPLIQUEES À UNE PALE : (fig. II-2)

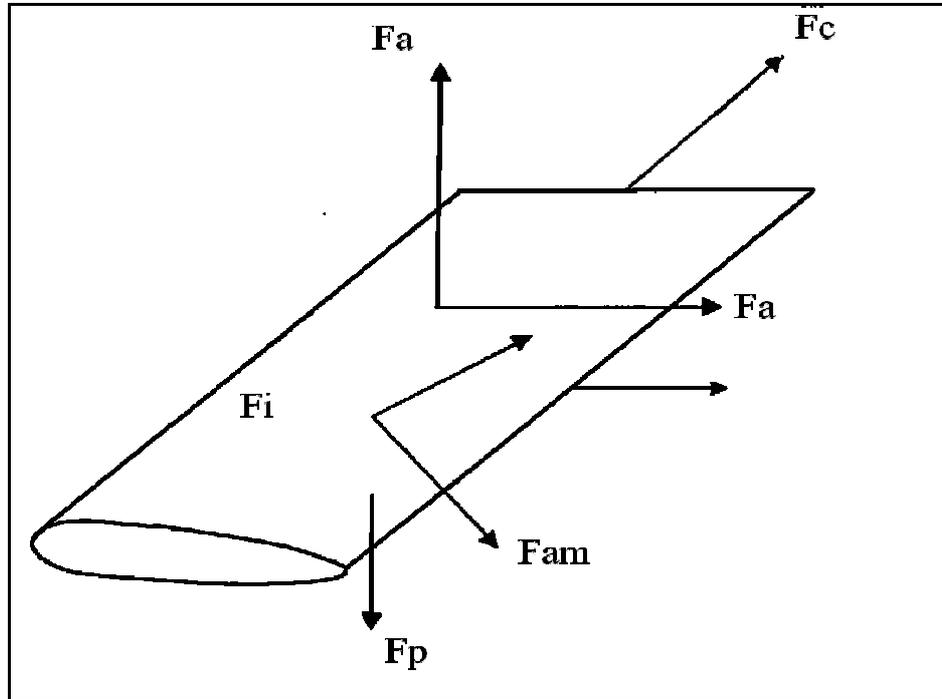


Figure II-2 : les forces appliquées à une pale

- Effort aérodynamique  $F_a$  : (résultant de sa vitesse par rapport à l'air).
- Effort centrifuge  $F_c$  : (du à sa rotation).
- Effort d'amortissement aérodynamique  $F_{am}$  : (freinage Résultant du mouvement de battement de la pale).
- Effort d'inertie  $F_i$  : (opposé à tout déplacement).
- Effort massique  $F_p$  (résultant de la gravité).

### II-2/- FONCTIONNEMENT AERODYNAMIQUE DU ROTOR :

Les pales du rotor principal sont généralement entraînées par le moteur au moyen d'une boîte de transmission. Cependant on a aussi essayé d'utiliser la force de réaction des gaz d'échappement en extrémité des pales.

### II-2-1-ÉCOULEMENT DE L'AIR AU TRAVERS DU ROTOR :(figure II-3)

Le rotor en tournant aspire l'air à sa partie supérieure et le refoule vers le bas. IL ACCELERE donc la masse d'air soumise à son influence. La pression et la vitesse de l'air varient tout au long de la veine d'air en mouvement :

A l'infini ( $\infty$ ) amont ; La pression de l'air est  $P_0$  (c'est la pression atmosphérique). La vitesse relative de l'air est  $V_0$ . Elle est égale et opposée à la vitesse de déplacement de l'hélicoptère.

Au niveau du disque rotor, la vitesse de l'air a augmenté. Elle est égale à  $V_1$ . Sur la face supérieure du disque la pression est  $P_1$  ( $P_1 < P_0$ ) : zone de dépression. Sous la face inférieure la pression est  $P'_1$  ( $P'_1 > P_0$ ) : zone de pression.

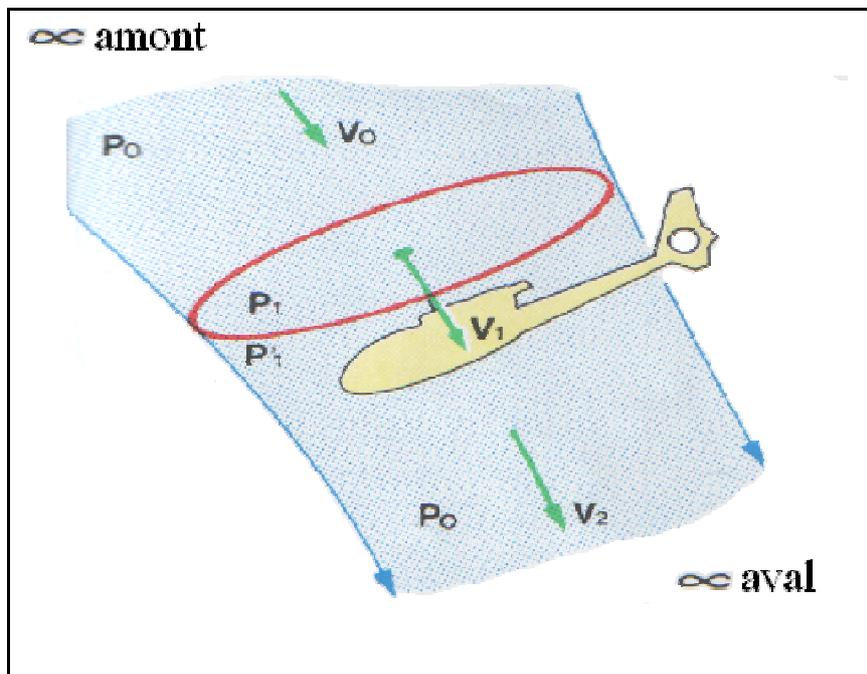


Figure II-3 : écoulement de l'air au travers du rotor

A l'infini ( $\infty$ ) aval : La vitesse de l'air a encore augmenté, elle est égale à  $V_2$ . La pression de l'air est  $P_0$  (pression atmosphérique).

**II-1-2-2-LA VITESSE INDUITE (par le rotor) ou vitesse de FROUDE : (fig. II-4)**

L'augmentation de la vitesse des filets d'air (de  $V_0$  à  $V_2$ ) se fait régulièrement entre l'infini amont et l'infini aval. Elle est donc égale de part et d'autre du disque rotor. On appelle vitesse de FROUDE  $V_F$  (ou vitesse induite car c'est le rotor qui la provoque) cette augmentation de vitesse.

Donc, entre l'infini amont et le rotor la vitesse induite croît progressivement. Au niveau du disque sa valeur est  $V_F$  entre le rotor et, l'infini aval la vitesse induite croît la même valeur. A l'infini aval sa valeur est  $2V_F$ . On exprime la vitesse relative résultante de l'air en fonction de  $V_F$ .

$$V_1 = \vec{V}_0 + \vec{V}_F$$

$$V_2 = \vec{V}_0 + 2\vec{V}_F = \vec{V}_1 + \vec{V}_F.$$

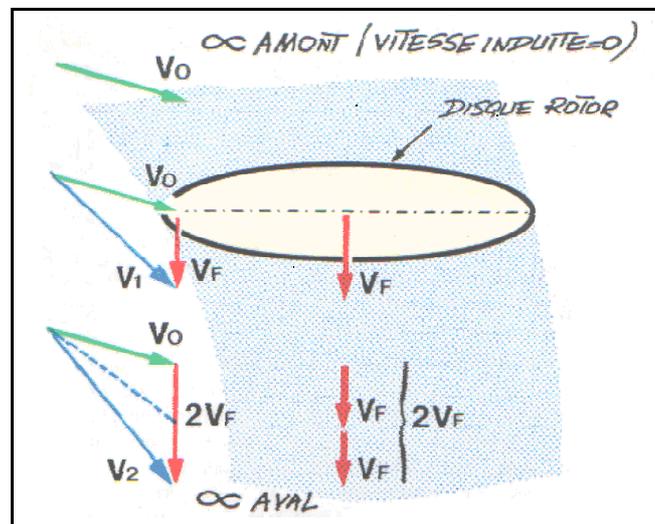


Figure II-4 : la vitesse induite

A partir de cette explication, très générale, nous allons voir de plus près les différents régimes d'écoulement de l'air en :

- Vol stationnaire.
- Vol vertical ascendant.
- Vol vertical descendant.
- descente rapide.
- Descente lente.
- Descente modérée.
- Vol de translation.

**II-1-2-3-VOL STATIONNAIRE : (figure II-5)**

Les pales ont un profil asymétrique ou symétrique et agissent en rotation suivant le même principe que les ailes d'un avion. Le rotor tournant toujours à vitesse angulaire constante, c'est la variation de l'angle d'incidence des pales (angle formé entre la corde de la pale et le vent relatif) qui provoque une modification de la position de l'aéronef : pour monter, on augmente l'incidence (sur un avion, on cabre l'appareil) et pour descendre, on la diminue (sur un avion, on le fait piquer). Cette variation d'incidence est identique sur chacune des pales (modification générale de l'incidence – appelé ou encore le pas – des pales) et se fait au moyen de la commande de pas général (aussi appelée pas collectif) tenue par la main gauche du pilote.

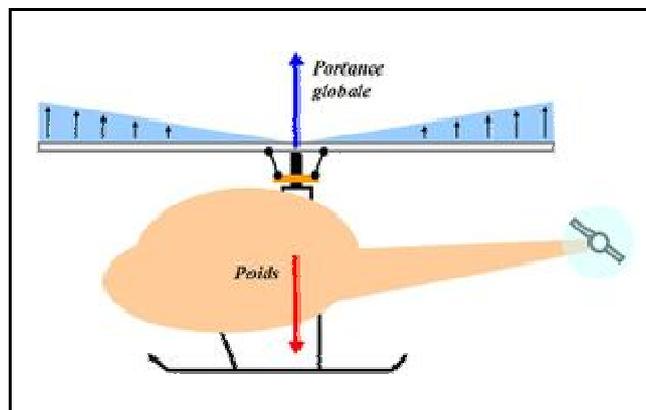


Figure II-5 : vol stationnaire de l'hélicoptère

L'hélicoptère est immobile par rapport à l'air : (figure II-6)

$V_0 = 0$ . Dans le plan du disque rotor l'air s'écoule à la vitesse induite ( $V_1 = V_F$ )

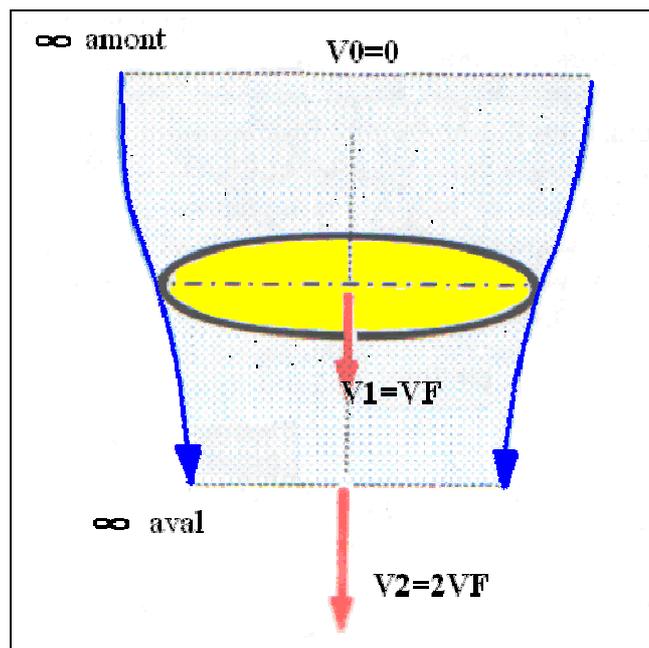


Figure II-6 : vol stationnaire

**II-2-4-VOL VERTICAL ASCENDANT : (figure II-7)**

L'hélicoptère s'élève verticalement à la vitesse ascensionnelle  $V_Z$ . A l'infini amont la vitesse  $V_0$  des filets d'air est égale et opposée à la vitesse ascensionnelle ( $V_0 = V_Z$ ).  $V_Z$  et  $V_F$  sont de même sens. La vitesse ascensionnelle s'ajoute à la vitesse induite.

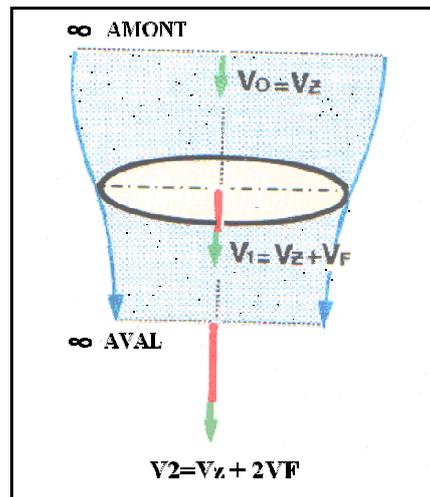


Figure II-7 : vol vertical ascendant

**II-1-2-5-VOL VERTICAL DESCENDANT –DESCENTE RAPIDE :  $V_Z > 2V_F$  :**

(régime théorique) (figure II-8)

L'hélicoptère descend, donc le flux d'air est inversé et traverse le rotor de bas en haut, A l'infini aval la vitesse  $V_Z$  des filets d'air est égale et opposée à la vitesse de descente de l'hélicoptère. La vitesse induite du rotor ( $V_F$ ) toujours dirigée de haut en bas s'oppose à  $V_Z$ .

Conséquence : la vitesse résultante diminue. Au niveau du rotor elle est égale à  $V_Z - V_F$  pour atteindre  $V_Z - 2V_F$  à l'infini amont. Comme  $V_Z > 2V_F$  cette vitesse reste toujours positive c'est à dire est toujours dirigée dans le même sens.

NOTEZ que dans ce régime d'écoulement ce sont les filets d'air qui fournissant de la puissance au rotor l'entraîne en MOULINET

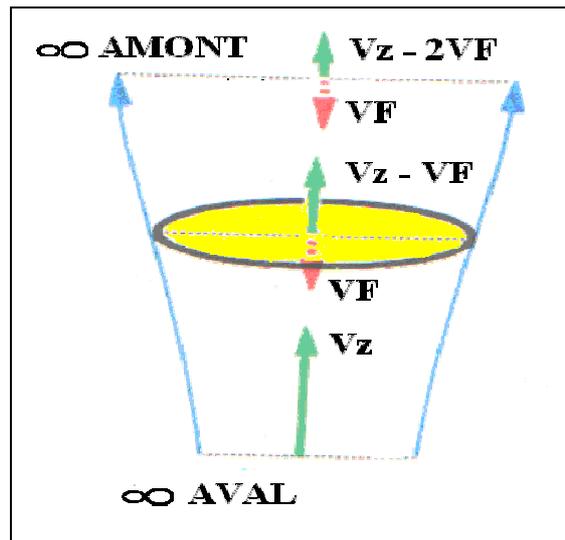


Figure II-8 : vol vertical descendant

### II-2-6-VOL VERTICAL DESCENDANT –DESCENTE MODEREE : $V_F < V_z < 2V_F$ : (figure II-9)

La descente est dite modérée lorsque la vitesse  $V_z$ , à l'infini aval est comprise entre  $V_F$  et  $2V_F$ . Comme dans la descente rapide la vitesse induite  $V_F$  se retranche de la vitesse Mais étant plus petit que  $2V_F$  la différence  $V_z - 2V_F$  est négative donc dirigée en sens contraire de  $V_z$  ce qui signifie qu'il se produit une inversion du flux d'air au-dessus du rotor. La rencontre des flux d'air opposés provoque un sillage. Les filets d'air ayant traversé le rotor dans son centre sont rabattus à la périphérie par le flux descendant ( $V_z - 2V_F$ ). L'écoulement aérodynamique est perturbé. Là aussi, comme en descente rapide le rotor est entraîné par les filets d'air, c'est le régime de DESCENTE EN AUTOROTATION dont nous parlerons plus loin en détail.

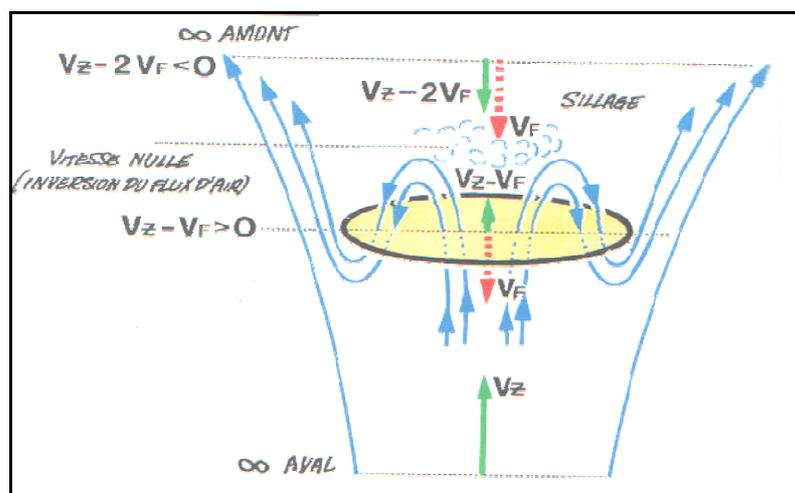


Figure II-9 : vol vertical descendant –descente modérée

### II-2-5-VOL VERTICAL DESCENDANT –DESCENTE LENTE $V_z < V_F$ et l'état de vortex :

Alors que descentes rapide et modérée sont des régimes non motorisés (la puissance est fournie par le flux d'air et une roue libre intercalée dans la transmission permet au rotor de tourner librement) descente lente est un régime motorisé, le pilote provoquant et contrôlant la descente de l'hélicoptère par réduction du pas collectif.

Observez la figure de l'écoulement : Comme la vitesse verticale des filets d'air à l'infini aval ( $V_z$ ) est inférieure à la vitesse induite ( $V_F$ ) l'inversion de vitesse du flux d'air se produit sous le rotor. (Puisqu'au niveau du rotor  $V_z - V_F < 0$ ) Un sillage apparaît sous le rotor et les filets d'air sont rabattus vers le bas. Les filets d'air supérieurs créent une zone tourbillonnaire vers l'extrémité des de descente de l'ordre de 2 m/s les flux d'air montant et descendant se rencontrent sur le disque rotor. LES PALES TOURNENT DANS LEUR PROPRE REMOUS et l'air forme un anneau tourbillonnaire isolant le rotor qui n'est plus traversé par le flux d'air. Ce phénomène est appelé ETAT DE VORTEX. Cette configuration est dangereuse car le rotor, en zone de décrochage, n'est plus contrôlable. Le pilote peut l'abandonner facilement soit par un départ en translation, soit par une mise en autorotation par réduction du pas collectif (augmentation de  $V_z$ ).

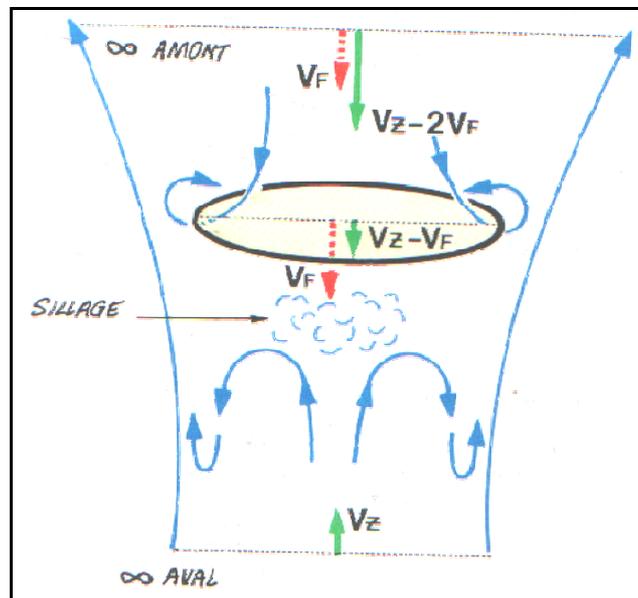
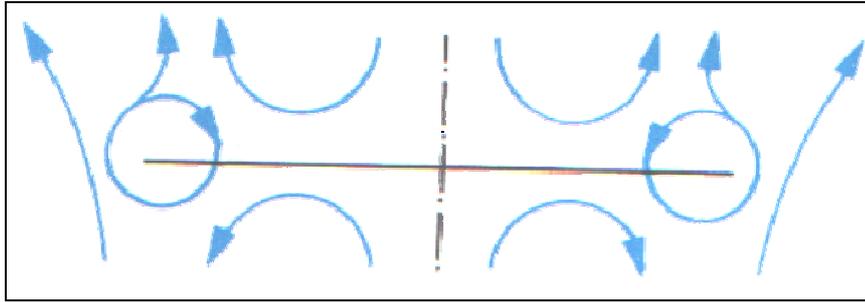


Figure II-10 : l'état de vortex



ETAT DE VORTEX. Les filets d'air ne traversent plus le rotor qui est isolé par l'anneau tourbillonnaire.

### **II-2-6-VOL DE TRANSLATION : (figure II-11)**

Pour déplacer l'hélicoptère dans une direction ou une autre, on bascule légèrement la composante de portance du rotor principal dans la direction souhaitée. La force de sustentation, perpendiculaire au plan formé par le rotor en rotation vu de côté et auparavant verticale, va donc être inclinée et « tirer » l'hélicoptère dans le sens désiré. Ceci est obtenu en augmentant de façon sélective l'incidence des pales : celle qui aura une incidence plus grande aura aussi une portance plus importante et aura tendance à se soulever par rapport aux autres, provoquant par là l'inclinaison du rotor. Pour une pale donnée, au cours de sa rotation, son incidence va donc varier d'un angle donné au départ pour augmenter puis revenir à cette même valeur quand la pale aura terminé un tour complet. Puisqu'à chaque tour les pales connaîtront une modification de leur incidence de façon récurrente, on nomme ces changements d'état la variation cyclique et c'est pour cette raison que la commande qui provoque ces modifications est appelée commande de pas cyclique et tenue par la main droite du pilote. En complément, la force de sustentation ainsi inclinée garde la même valeur et voit sa composante verticale, servant effectivement à la sustentation de l'aéronef, diminuer ce qui provoque un enfoncement de celui-ci. Ceci est compensé en augmentant légèrement l'incidence générale des pales (main gauche), action qui demandera aussi une correction au niveau du palonnier.

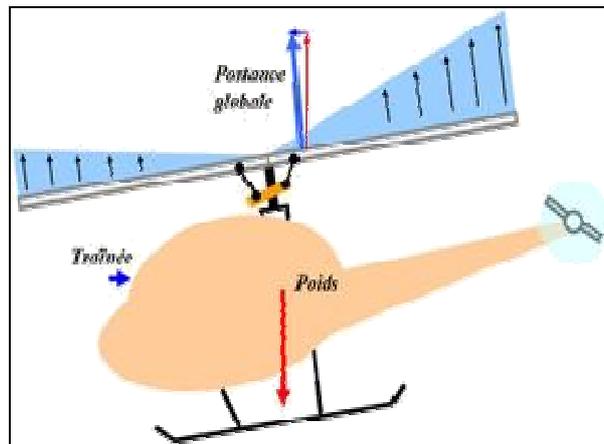


Figure II-11 : vol de translation

Les pales sont de plus animées de deux types de mouvements au cours d'une rotation complète du rotor : le battement ("flapping" en anglais dans le sens vertical) et la traînée (lead/lag en anglais) dans le sens horizontal. Il s'agit de déplacements angulaires de la partie courante de la pale par rapport au pied de pale qui est fixé au niveau du moyeu rotor. Ces mouvements sont dus aux forces aérodynamiques s'exerçant pendant le vol d'avancement : la pale avançant est freinée par le vent venant de face et la pale reculant a tendance à accélérer par rapport à la vitesse de rotation du rotor car elle reçoit le vent par l'arrière. Pour éviter une rupture de la pale aux points sollicités en flexion, celle-ci est parfois équipée d'articulations et de butées ou amortisseurs spéciaux. Les pales modernes en matériau composite s'affranchissent de ces articulations. Le premier hélicoptère sans articulations fut le Bo 105 de Ludwig Bölkow.

Il est utile de préciser qu'il est possible d'identifier l'origine des hélicoptères en vol. Vu de dessous, le rotor d'un hélicoptère de conception française ou russe (ainsi que soviétique) tourne dans le sens des aiguilles d'une montre (ou horaire), tandis qu'un hélicoptère construit en Italie, au Royaume-Uni, en Allemagne ou aux États-Unis tourne dans le sens des contraire aiguilles d'une montre.

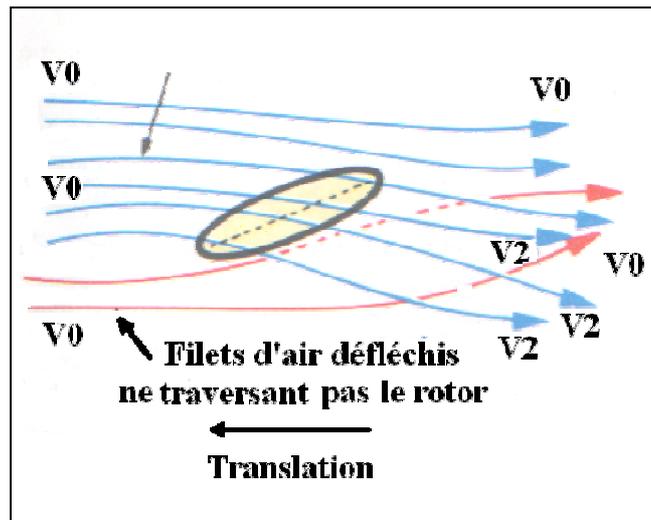


Figure (II-12) : les filets d'air en vol de translation

Retenez seulement : (figure II-12)

- En vol de translation le rotor fonctionne à la fois comme une hélice et comme une aile :
  - fonctionnement en hélice il accélère la masse d'air qui le traverse (flux d'air perpendiculaire au disque rotor)
  - fonctionnant en aile il provoque la déflexion de la veine d'air.

Retenez aussi que le passage du vol vertical au vol de translation est appelé régime de transition. Lors de la mise en translation, la rencontre des 2 flux d'air provoque une turbulence dans l'écoulement génératrice de vibrations et de contraintes élevées au niveau des pales.

### II-2-7 L'EFFET DE SOL :(et ses conséquences bénéfiques) (figure II-13)

Lorsque l'hélicoptère est en stationnaire, à proximité immédiate du sol, l'énergie cinétique communiquée à l'air par le rotor (vitesse induite) s'annule au contact du sol, et se transforme en énergie de pression, sauf dans la zone périphérique où les filets d'air sont déviés. L'augmentation de pression se fait sentir sur l'intrados des pales entraînant, bien sûr, une augmentation de la portance  $F_N$  du rotor. On dit que l'appareil se trouve dans l'effet de sol (E.D.S).

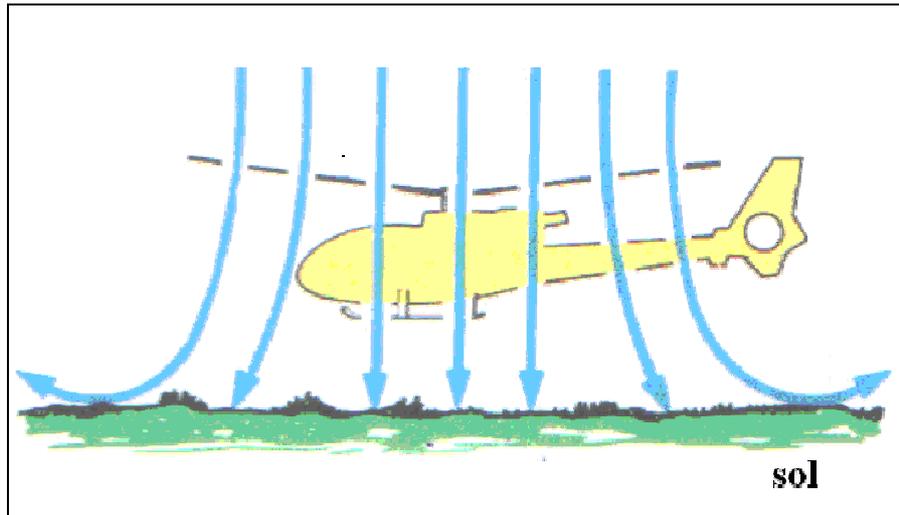


Figure II-13 : l'effet de sol

L'augmentation de la portance est fonction de la distance  $h$  entre le disque rotor et le sol. Si  $h = \frac{1}{3}D$  ( $D$  est le diamètre du rotor) l'augmentation de  $F_N$  est d'environ 20%. Elle tombe à 10% pour  $h = \frac{1}{2}D$  et devient négligeable à partir de  $h = D$ . on dit alors que l'appareil est hors effet de sol (H.E.S).

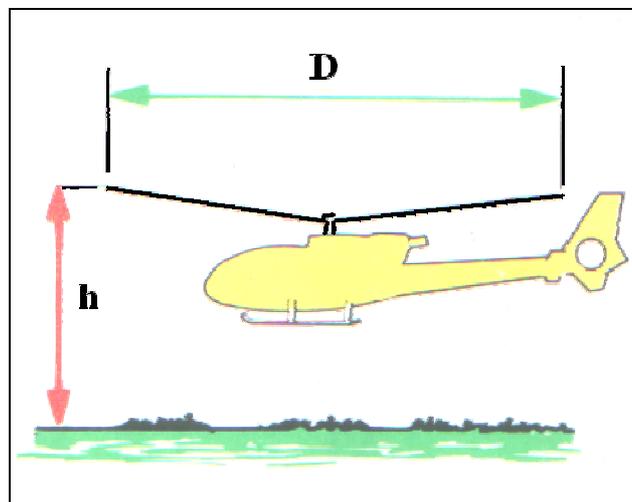


Figure II-14 : l'effet de sol

### II-2-8- L'EFFET DE SOL EN VOL DE TRANSLATION :

En vol de translation, l'effet de sol se fait d'autant moins sentir que la vitesse de translation est grande. La déflexion des filets d'air et le déplacement de l'appareil expliquent cette diminution de l'effet de sol.

Par exemple pour  $h = \frac{1}{2}D$ , une vitesse de translation de 30km/h fait tomber à 2% l'influence de l'effet de sol.

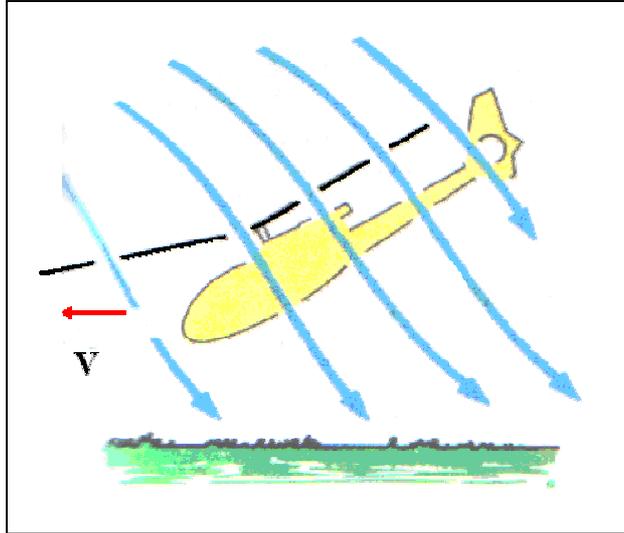


Figure I-15 : l'effet de sol en vol de translation

### **II-2-9-CONSEQUENCES DE L'EFFET DE SOL EN VOL STATIONNAIRE :**

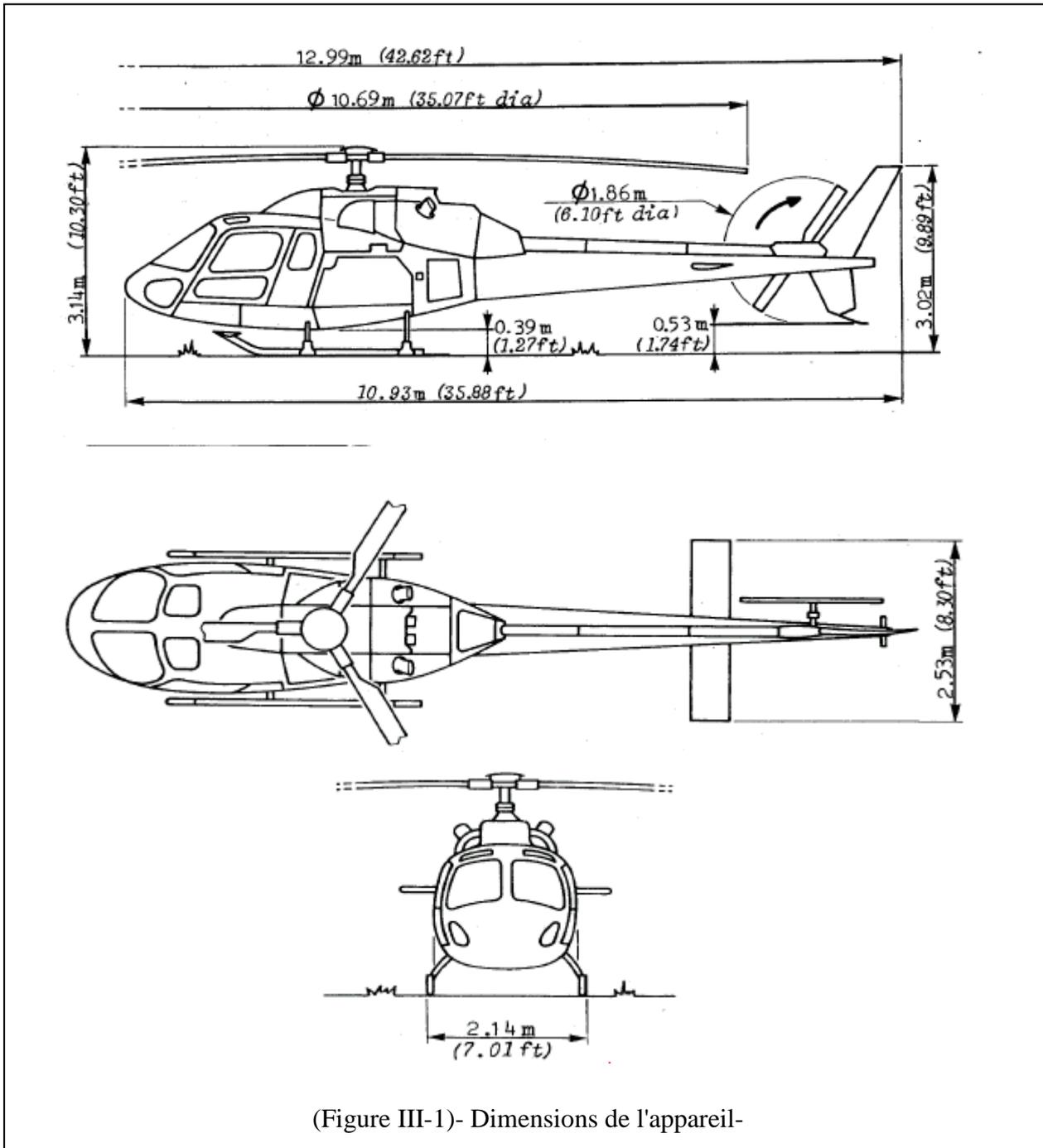
Pour une puissance donnée (soit, le rotor tournant à vitesse constante, pour un pas collectif donné), dans l'effet des sols la portance est augmentée d'environ 10 %. Donc, pour " tenir " le stationnaire dans l'effet de sol (D.E.S.) il faut une puissance moindre que hors effet de sol (H.E.S). D'où la notion des performances en vol stationnaire D.E.S. et H.E.S. que donne sous forme de courbes les manuels de vol. Notamment, le plafond de l'hélicoptère est plus élevé en effet de sol que hors effet de sol.

# chapitre (III)

## *Description de l'écureuil AS350*

**III/ DESCRIPTION DE L'APPAREIL :****III-1/ DESCRIPTION STRUCTURALE :****III-1-1/ Dimensions et implantations :**

Les côtes indiquées sur la (figure III-1) sont exprimées en mètres et (feet). Elles sont valables pour un appareil sous charge moyenne de 1000 kg.

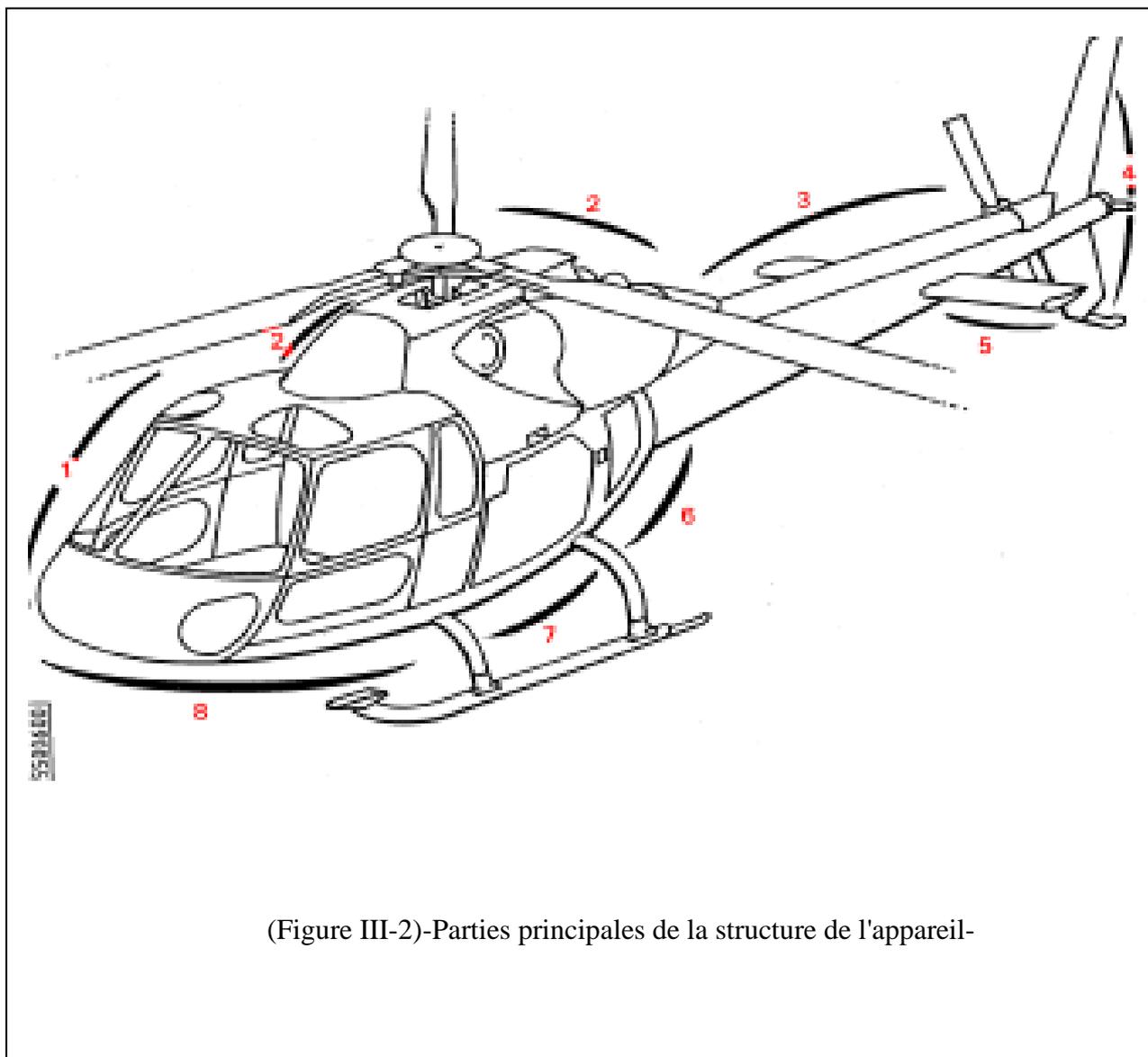


(Figure III-1)- Dimensions de l'appareil-

**Légende :** (Figure III-2)

L'hélicoptère est composé des parties suivantes:

- (1) habitacle , verrière - (2) entrée d'air , capot - (3) poutre de queue - (4) empennage vertical - (5) plan fixe - (6) structure centrale partie arrière , (structure arrière) - (7) structure centrale - (8) plancher cabine .



(Figure III-2)-Parties principales de la structure de l'appareil-

**III-1-2/ Fuselage:****III-1-2-1/ Structure fuselage :** (Figure III-3, Détail A)

•**Barque et plancher cabine:** Une tôle(7), en alliage léger reposant sur deux poutres(12) en porte-à-faux encastées dans la structure centrale, est raidie par des cloisons transversales(13).

•Structure centrale: Elle comprend :

- Un plancher mécanique (8) : Il est composé d'une tôle en alliage léger raidie par des poutres en U. Une ouverture carrée est pratiquée dans la tôle afin de permettre le montage de la B.T.P. ;

- Une cloison avant (1) - une cloison arrière (3). Ces deux cloisons sont de même conception : une âme centrale, en tôle d'alliage léger, collée sur une panoplie de boudins de raidissement. Ces boudins déterminent l'emplacement de deux réservoirs carburant de fabrication structurale.

•Structure arrière (4): Elle est en tôle d'alliage léger. Elle comprend essentiellement :

- Un plancher turbine (9) en acier inoxydable, il est en forme de cuvette afin d'assurer la récupération des fuites éventuelles et le drainage au travers des dalots ;

- Deux cadres en tôle emboutie en alliage léger. Deux poutres (10) destinées à recevoir les attaches moteur ;

- Un cadre à l'arrière, en alliage léger, sert de plan de pose pour la poutre de queue ;

- Deux supports (5) de boîtiers d'allumage.

•Cloisons pare-feu (2): Elles sont trois: avant, arrière et médiane. Elles sont en titane avec des boudins de raidissement.

**III-1-2-2/ Poutre de queue** : (Figure III-3, Détail B)

Elle est constituée de cadres circulaires en tôle emboutie sur lesquels des revêtements (4) en tôle d'alliage léger sont roulés et rivés.

Elle comprend :

A / A l'avant : un cadre de jonction qui permet l'assemblage par boulons de la poutre de queue Et de la structure arrière ;

B / Aux 2/3 de sa longueur environ : le logement et les renforts de fixation (3) du plan fixe ;

C/ A l'arrière : trois cadres qui supportent la B.T.A. et les dérives ;

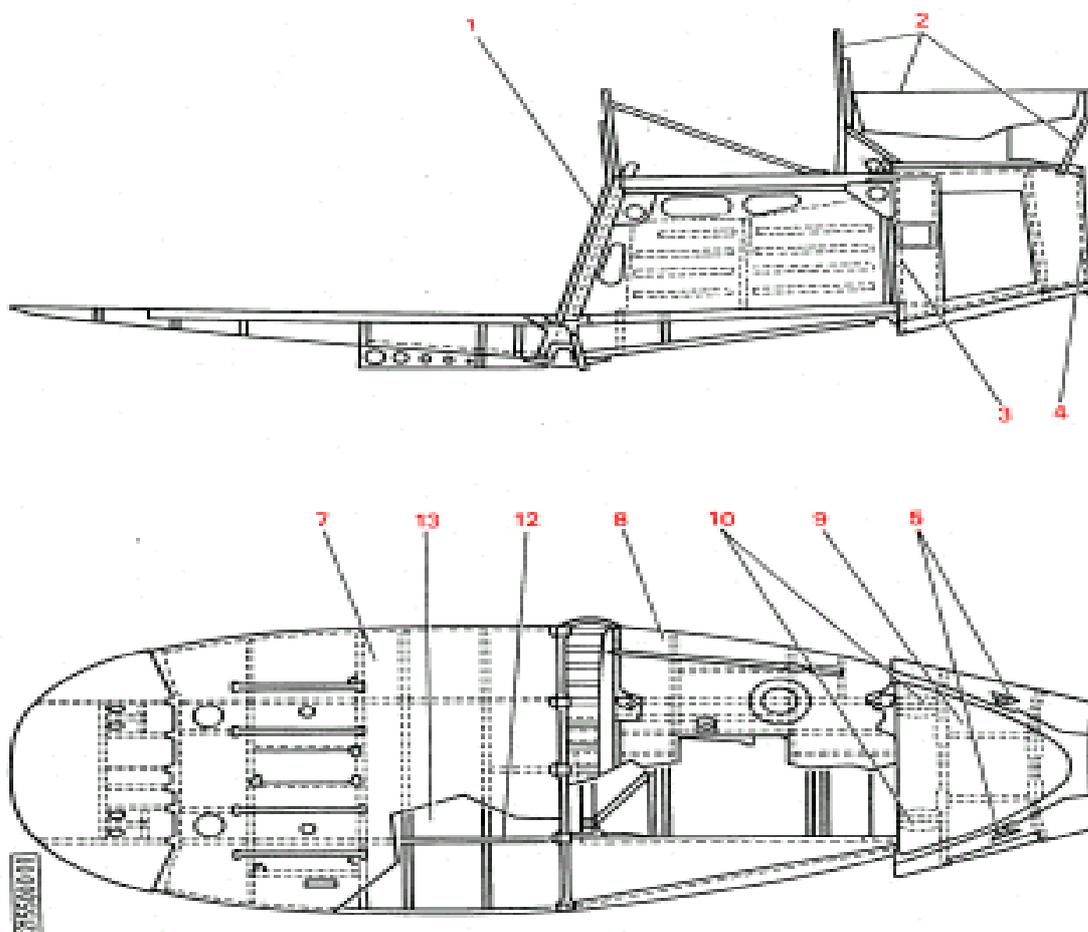
D/ Sur l'extrados de la poutre : les aménagements nécessaires pour recevoir le groupe de refroidissement B.T.P – G.T.M (6), la servocommande arrière (1), ainsi que les paliers de transmission (2).

**III-1-2-3/ Habitacle** : (Figure III-4, Détail A)

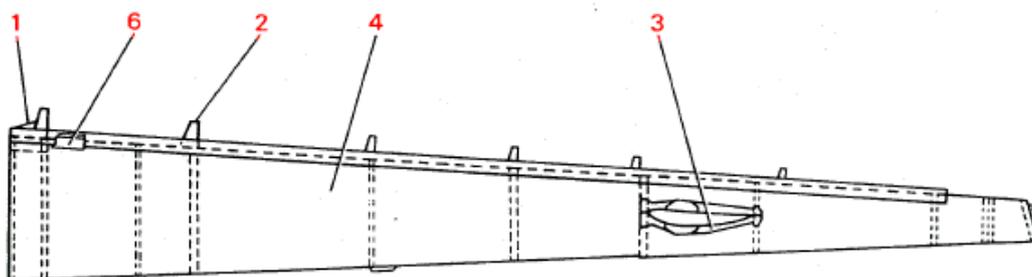
Il est posé sur le plancher cabine et contre la cloison avant, il est fixé par vis et écrous. Il se compose de :

A/ un plafond (1) et un bulbe (2) qui, après assemblage, forment une caisse ;

B/ un pare-brise qui se compose d'une structure à trois montants en polycarbonate (3) reliant le plafond et au bulbe et d'une verrière (4). Le maintien et l'appui de cette dernière sont assurés par la structure (3) par vis et écrous.



(Détail A) - Structure fuselage -



(Détail B) - Poutre de queue -

(Figure III-3)

**III-1- 2-4/ Carénages capot:** (Figure III-4, Détail B)

- Capots inférieurs: avant (14), intermédiaire (13) et arrière (12) de type 1.
- Capot avant (1) de type 3.
- Capots B.T.P.: supérieurs (2) et (3) de type 2 et latéraux (11) de type 1.
- Capots G.T.M.: supérieur (15) de type 1 et latéraux (16) de type 2.
- Capots arrière de type 4.
- Carénages de transmission arrière: avant (6), central (7) et arrière (8) de type 1.
- Carénage de jonction (5) de type 2.
- Carénage de B.T.P. (9) de type 2.
- Carénage arrière de poutre de queue (10) de type 2.

**Note :**

Type 1: À partir d'une mousse prise en sandwich entre des plis de tissu de verre.

Type 2: En tôle d'alliage léger raidie.

Type 3: Matériaux de verre plus résine.

Type 4: Tissu de verre monolithique.

**III-1-2-5/ Portes :**

L'ensemble des portes équipant l'appareil comprend :

**•portes d'accès à la cabine :****A / Portes normales :**

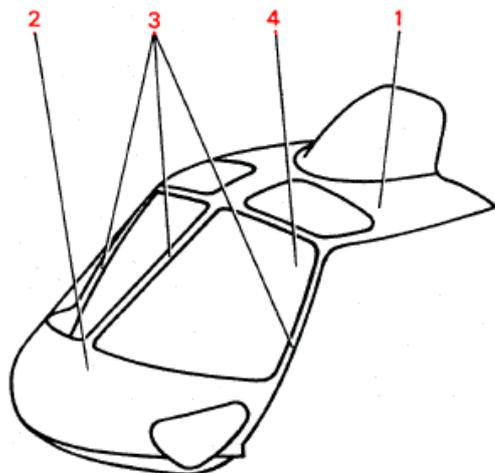
- Deux portes avant.
- Deux portes arrières (portillons) :

Elles sont équipées d'un hublot et verrouillées par un système baïonnettes.

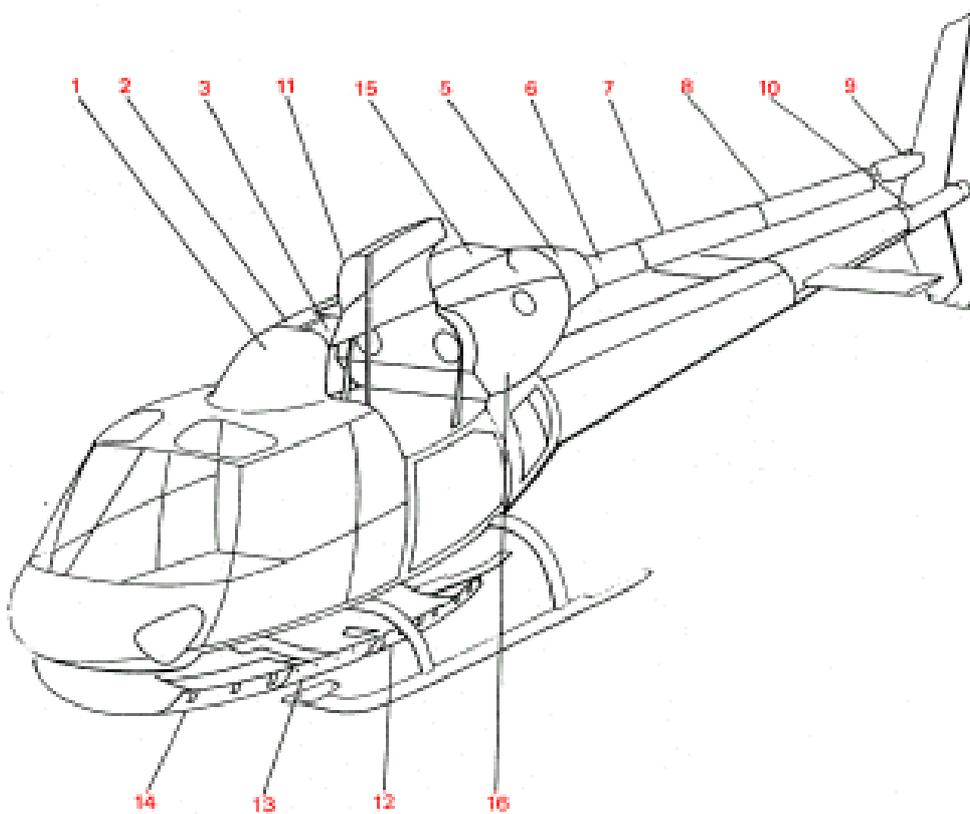
B / Portes coulissantes (gauche et droite) : Pour certaines missions qui exigent un large accès à la partie arrière de la cabine.

**•Soutes :**

Deux portes sur la structure centrale et une porte sur la structure arrière.



(Détail A) - Habitable -



(Détail B)- Carénages capot -

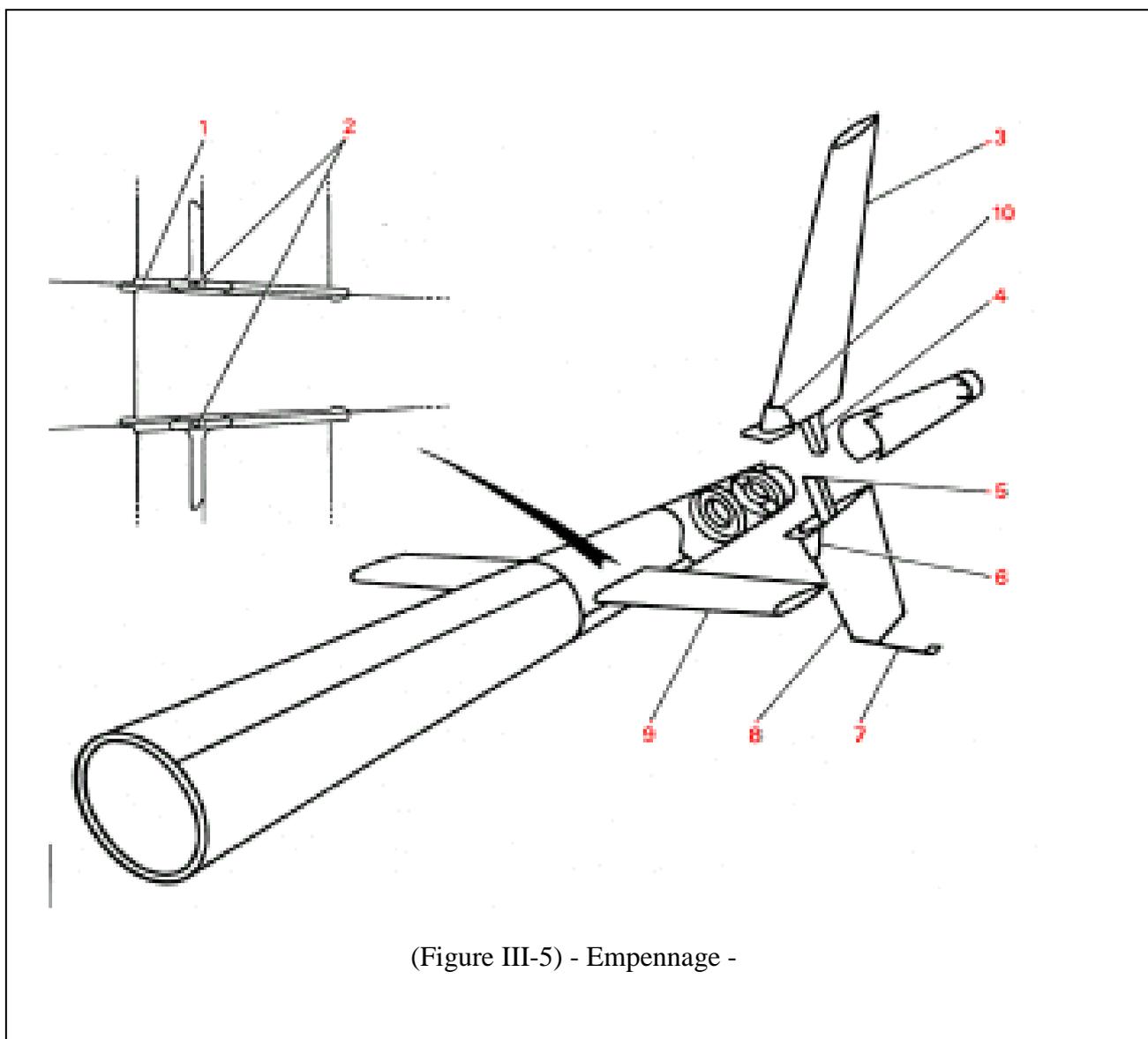
(Figure III-4)

**III-1-3/ Empennage:** (Figure III-5)

L'ensemble de l'empennage est situé à l'extrémité arrière de l'appareil.

Il est composé de :

- un plan fixe (9) : installé à l'avant du disque rotor arrière. La fixation s'effectue sur des renforts (1) rivés sur les flancs de la poutre de queue. La fixation est réalisée par boulons (2) ;
- une dérive supérieure dissymétrique (3) et une dérive inférieure symétrique (8) ; elles sont fixées par les ferrures (10) et (6) sur le cadre support de la B.T.P. et les longerons (4) et (5) sur le cadre arrière .Une béquille de protection (7) est fixée par boulons sur la dérive inférieure.



(Figure III-5) - Empennage -

**III-1-4/ Atterrisseurs :****III-1-4-1/ Atterrisseurs à patins :**(Figure III-6)**But :**

L'atterrisseur à patin est du type rigide, fixé sur la structure centrale. Il sert d'assise à l'appareil, protège la structure lors des atterrissages et amortit les vibrations.

**Légende :**

- Fixation sur la structure : Deux traverses en acier (2) et (4) en forme d'arceau qui sont fixées par des colliers (6) et (9) et protégées par des garnitures en élastomère (7) et (8). Des butées (5) sur les traverses limitent les déplacements latéraux.

- Fixation sur les traverses : Deux patins en alliage léger (1). La partie avant des patins forme marchepied (13). Une lame d'acier flexible (11) tendue vers le bas. Des plaques d'usure en acier (12) protègent les patins sur toute la longueur. Des axes (10) destinés à recevoir les ferrures, celles-ci sont utilisées avec les roues de manutention. (13), (14) et (15) sont des marchepieds et (3) sont des amortisseurs.

**III-1-4-2/ Atterrisseurs à flotteurs:** (Figure III-7)**But :**

Utiliser l'hélicoptère tant à partir du sol qu'à partir de plans d'eau.

**Description :**

L'installation se compose de :

- deux flotteurs (1) en toile nylon caoutchoutée, montés de chaque côté de l'appareil, maintenus en place chacun par un berceau (2), reliés aux traverses (3) par des montants (4). Le ballon de chaque flotteur comprend cinq compartiments étanches, chacun pourvu d'un raccord de gonflage (5) ;
- deux amortisseurs (6) placés sur la traverse avant ;
- deux amortisseurs (7) montés à l'arrière des flotteurs.

L'ensemble du train à flotteurs est monté sous l'hélicoptère. Une mise sur vérins (8) est nécessaire. Les traverses sont munies de garnitures (9), elles prennent place sur les ferrures fixes (10) et sont immobilisées par les demi-colliers inférieurs (11) (Détail A).

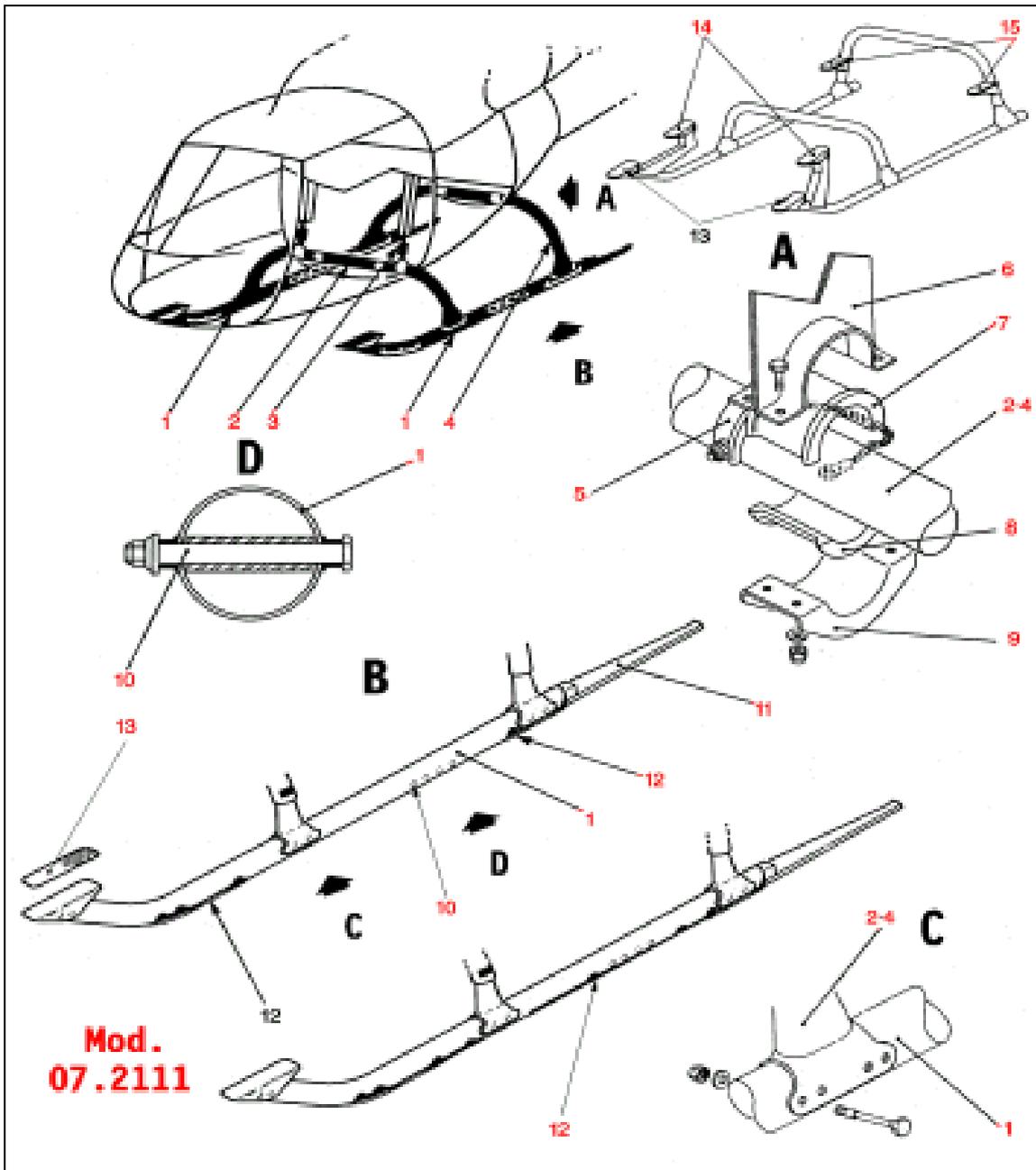
La mise à la terre de l'hélicoptère est assurée par un câble (12) fixé à l'aide d'un collier (13) sur le côté gauche de la traverse avant (Détail B).

**III-1-4-3/ Installation skis:** (Figure III-8)

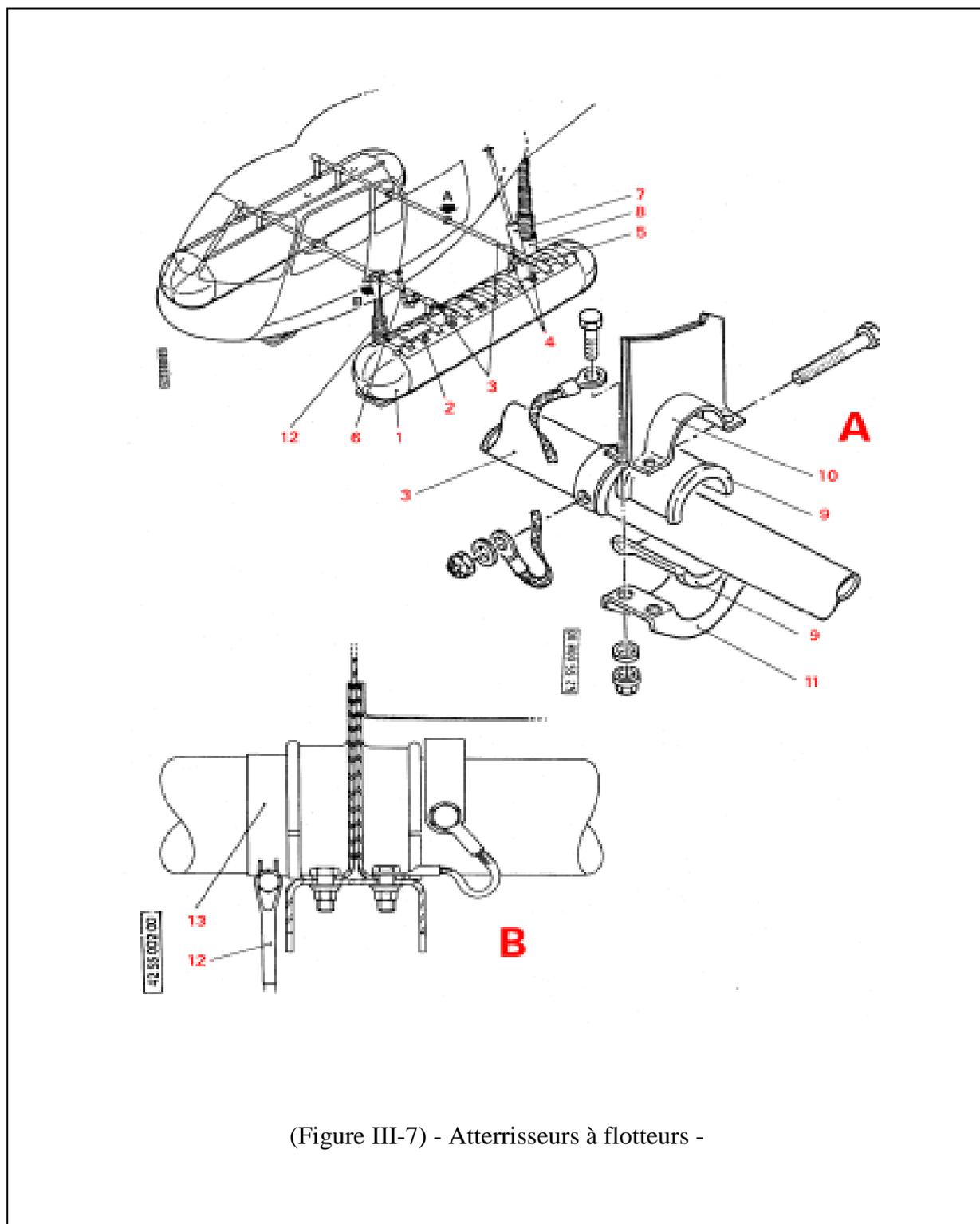
**But :** Permettre à l'appareil une utilisation sur neige dure et poudreuse, sur béton ou terrains non préparés.

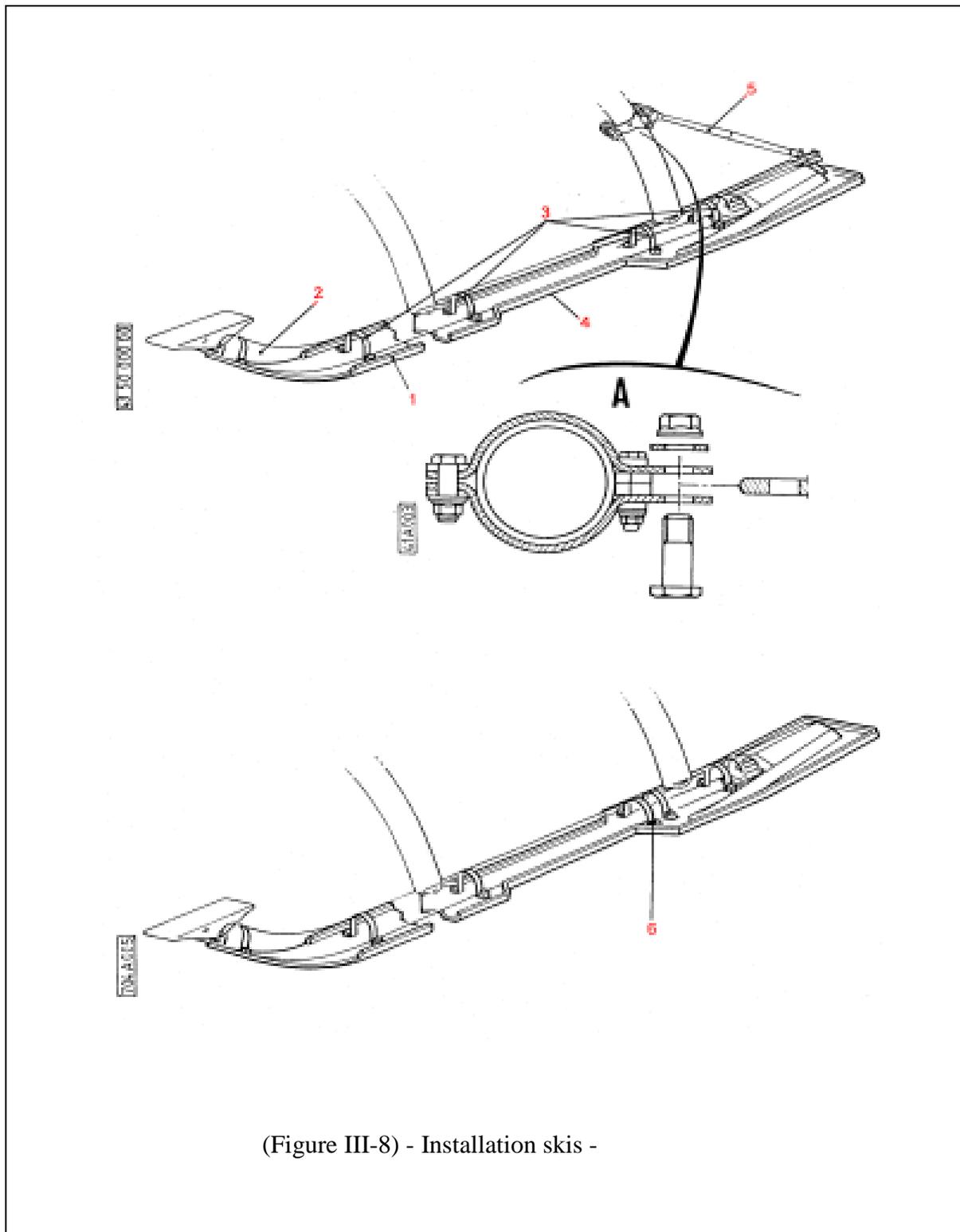
**Description :**

Les skis (1) sont fixés sur les patins (2) à l'aide des colliers (3). Le montage s'effectue après mise en place des roues de manutention pour soulever l'appareil. L'amincissement des skis à la partie centrale (4) autorise le passage des roues. Les skis sont fabriqués en tissus pré-imprégnés. Une contrefiche (5) et un collier (6).



(Figure III-6) - Atterrisseurs à patins -





(Figure III-8) - Installation skis -

**III-1-5/ Rotor principal:****III-1-5-1/ Pales principales :****Caractéristiques :**

Constitution de la pale.....	matériaux composites.
Masse.....	33,9 kg.
Longueur.....	4679 mm.
Corde réelle.....	350 mm.
Profil dissymétrique.....	0A 209.
Vrillage théorique considéré à l'axe rotor.....	12°.
Vrillage à partir de l'attache :	
• De 0 à 220 mm.....	non vrillé.
• De 220 à 800 mm.....	linéaire de 0° a + 6,4°.
• De 800 à 4677 mm.....	linéaire de + 6,4° à - 2,3038°.
Position de l'axe de vrillage.....	87, 5 mm du bord d'attaque.
Diamètre d'alésage des douilles d'attache.....	30 mm.
Entraxe des douilles d'attache.....	70 mm.
Nombre de pales par appareil.....	3.

**Description :**(Figure III-9)**. Longeron :** (Détail C)

Le longeron pré polymérisé, avant sa mise en place, comprend des écheveaux (1) enroulés autour des douilles (2) et des coins d'attache (3). Les écheveaux sont alignés sur un remplissage en mousse (4). Des contrepoids (5) sont incorporés dans la zone de bord d'attaque, ainsi qu'un support de masse (6) en extrémité.

**. Revêtement, renforts et remplissage :** (Détail A et B)

Le revêtement (8) des deux faces de la pale est constitué de deux couches de tissu de verre pré imprégné de résine.

La face intrados est protégée par une bande de polyuréthane (9).

Des renforts (10), placés sous le revêtement, assurent une bonne rigidité en torsion.

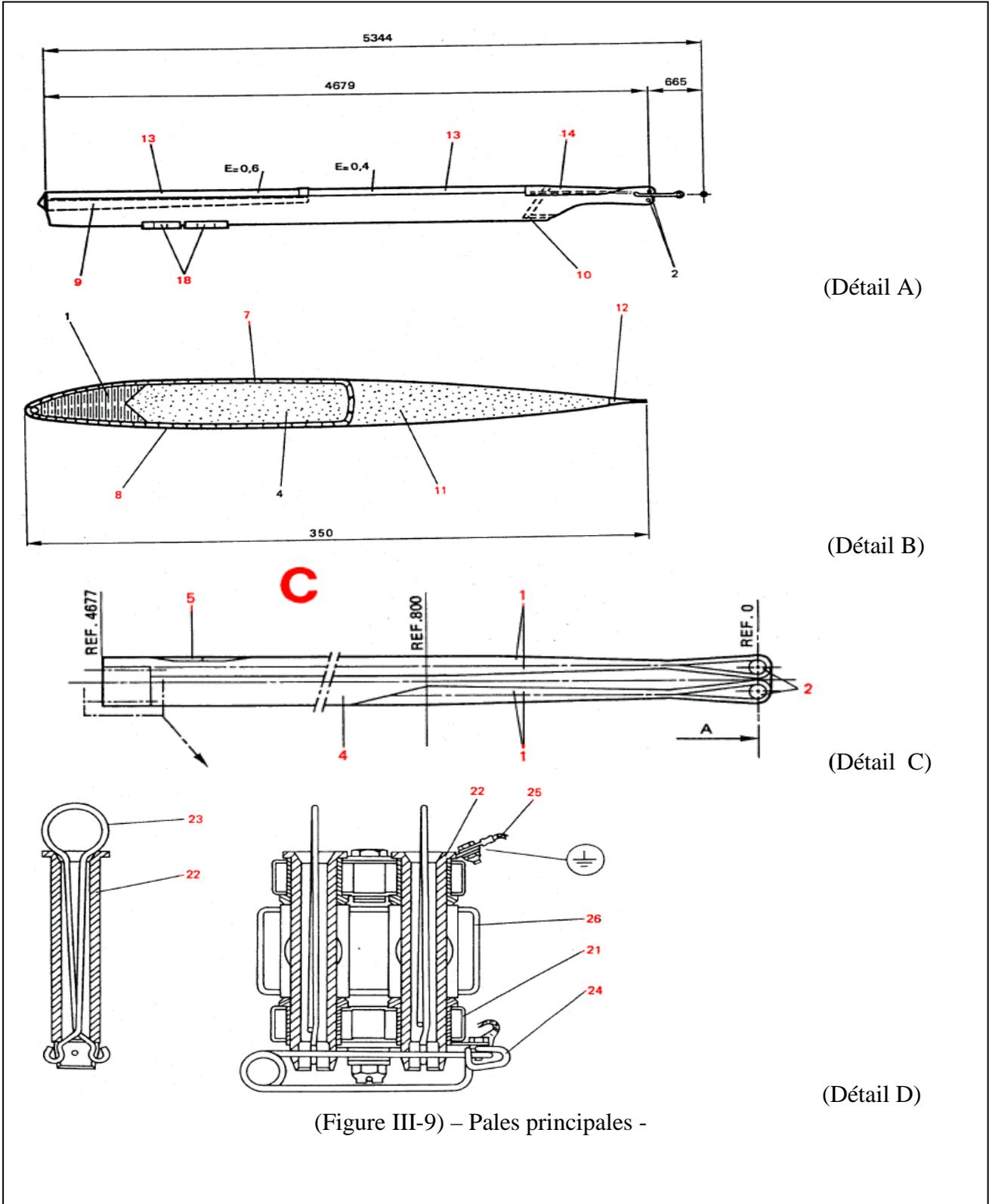
Un remplissage en mousse (11), placé sous le longeron, constitue le profil du bord de fuite.

**. Languette de bord de fuite :** (Détail B)

Le revêtement en bord de fuite est renforcé par un tissu de verre et des rubans de roving constituant l'arêtier (12).

• Protection du bord d'attaque : (Détail A)

Le bord d'attaque est recouvert de deux protections (13) en acier inoxydable qui sont collées sur le longeron. Un couvre-joint polyuréthane (14) protège le bord d'attaque dans la zone de l'emplanture.



. Protection du revêtement :

La peinture polyuréthane appliquée sur la pale assure la protection de la résine contre les ultra-violets du rayonnement solaire.

. Montage des pales sur le moyeu rotor : (Détail D)

Les pales sont fixées sur les manchons (15) par deux broches (16) maintenues par une épingle de freinage (17). Sur chaque broche, une épingle de sécurité (18) joue le même rôle (double sécurité). Une tresse de métallisation (19) assure la continuité entre les pièces métalliques de la pale (20) et le moyeu rotor.

**III-1-5-2/ Moyeu rotor principal :**

Le moyeu rotor principal STARFLEX, du type semi-rigide avec articulation de pas transmet aux pales principales :

- le mouvement de rotation provenant de la B.T.P. ;
- les mouvements des commandes de vol.

**Description :** (Figure III-10)

L'ensemble moyeu peut être décomposé en :

- un anti-vibreur (1) constitué d'un carénage (2), de trois ressorts à boudin (3), d'une masse vibrante (4) maintenue par une tige centrale (5) et d'une rotule autolubrifiante (6) ;
- une étoile (7) qui constitue le corps du moyeu dont les trois branches sont souples en battement et raides en traînée.

Chaque branche de l'étoile porte :

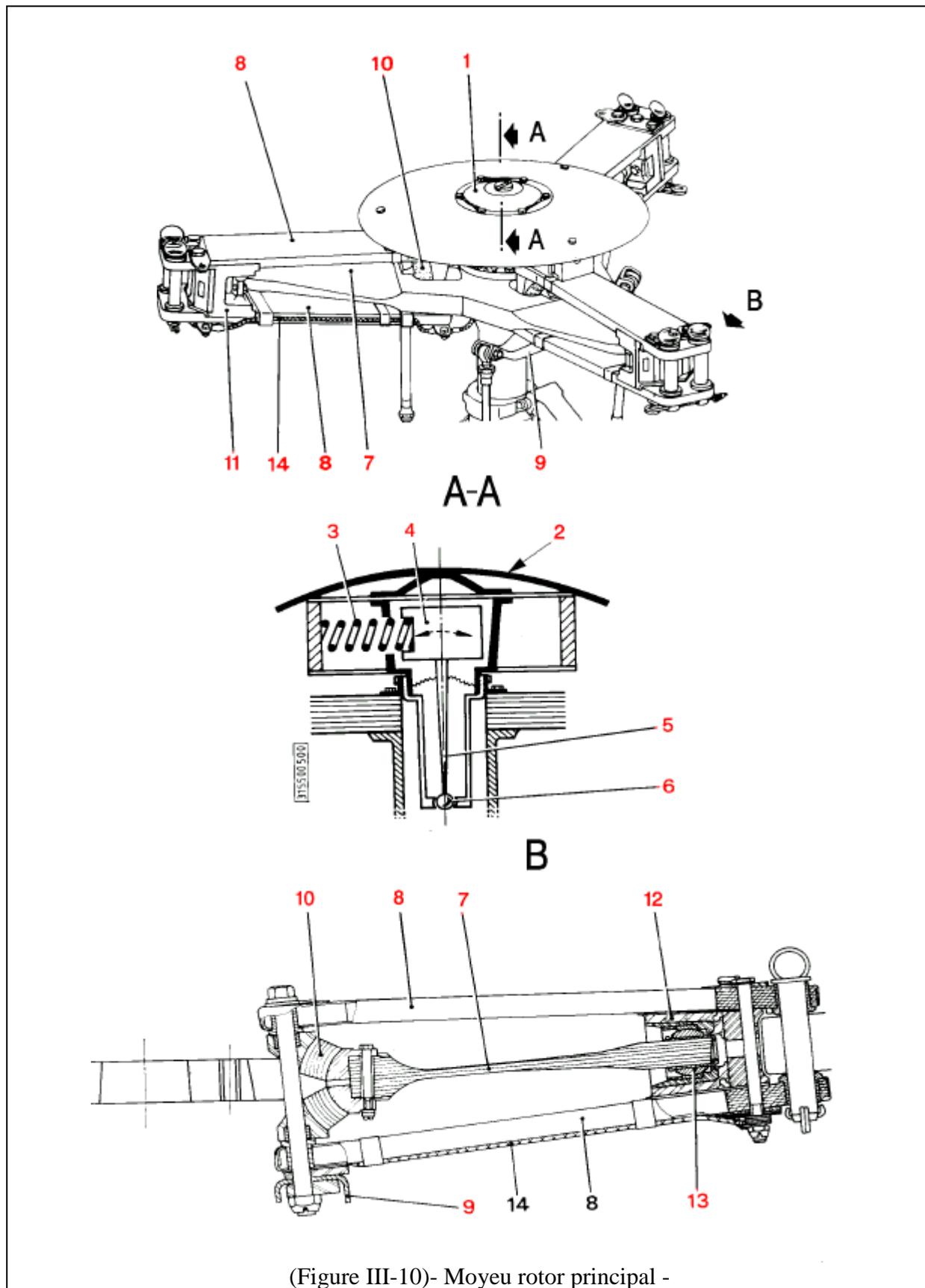
- ° Deux flasques (8) qui constituent le manchon et assurent la liaison entre la cinématique des commandes de vol et les pales par l'intermédiaire d'un levier (9) ;
- ° Une butée lamifiée sphérique (10) constituée de deux armatures métalliques collées sur un sandwich de coupelles métalliques et d'élastomère en couches minces;
- ° Un adaptateur de fréquence (11) constitué de deux semelles élastomères collées sur un boîtier (12) dans lequel est logée une rotule autolubrifiante (13).

L'assemblage se fait par un ensemble de liaisons boulonnées.

**Fonctionnement :**

- Articulation de pas : Les deux flasques (8) sont solidaires à la butée lamifiée sphérique (10) et à la rotule autolubrifiante (13), la liaison avec la cinématique de commande de vol s'effectue par le levier (9). La butée lamifiée sphérique est solidaire à la fois aux flasques (8) et à l'étoile (7). Le mouvement du manchon est possible grâce :

- aux déformations de l'élastomère entre les coupelles métalliques de la butée lamifiée.
- au tourillonnement du manchon sur l'étoile (7) par l'intermédiaire de la rotule autolubrifiante.
  
- Adaptation dynamique de la pale : Elle est assurée par un adaptateur de fréquence (11) à amortissement interne. L'amortissement désiré est obtenu par la déformation en cisaillement de deux semelles en élastomère.



(Figure III-10)- Moyeu rotor principal -

**III-1-5-3/ Mât rotor principal:** (Figure III-11)

L'ensemble du mât rotor comprend :

- l'arbre rotor (1), il transmet le mouvement de la B.T.P. au moyeu rotor, il se termine:
  - À sa partie inférieure par des cannelures (4). A ce niveau, un usinage circulaire (17) joue le rôle de fusible de sécurité en cas de blocage brutal de la B.T.P. ;
  - À sa partie supérieure, par une collerette (5) qui permet la fixation du moyeu.
- L'ensemble plateaux cycliques (2) et (3) transmet les déplacements des commandes de vol au manchon des pales par l'intermédiaire des biellettes de pas (6).
- les carters (7) et (8) assurent la fixation de l'ensemble sur la B.T.P. et la structure par l'intermédiaire de quatre barres.
  - une rotule (9) - une bande autolubrifiante (10) – des roulements (11, 12 et 13) - un gicleur de graissage (14)- un compas tournant (15)- un compas fixe (16)- un capteur magnétique (18)- une roue phonique (19).

**Fonctionnement :**

Le plateau fixe est sollicité par les commandes pilote ou copilote en trois points calés à 90°, Immobilisé en rotation par le compas fixe, monté sur une rotule, il peut :

- osciller autour de la rotule (variation cyclique du pas)
- se déplacer le long du mât (variation collective du pas), la rotule coulisse alors sur un guide recouvert à sa partie supérieure d'une bande adhésive autolubrifiante.

Le plateau tournant, (il tourne sur un roulement (11)), entraîné en rotation par le compas tournant, suit tous les mouvements du plateau fixe et les transmet au levier de pas des manchons des pales par le moyeu de trois biellettes de pas.

**III-I-6/ Rotor arrière:****III-I-6-1/ Pales rotor arrière:****Caractéristiques :**

Constitution du rotor arrière.....matériaux composites.

Rotor 350A.12.0031 et 355A.12.0040

- Masse totale (sans biellettes).....6,800 kg.
- Corde réelle.....185 mm.

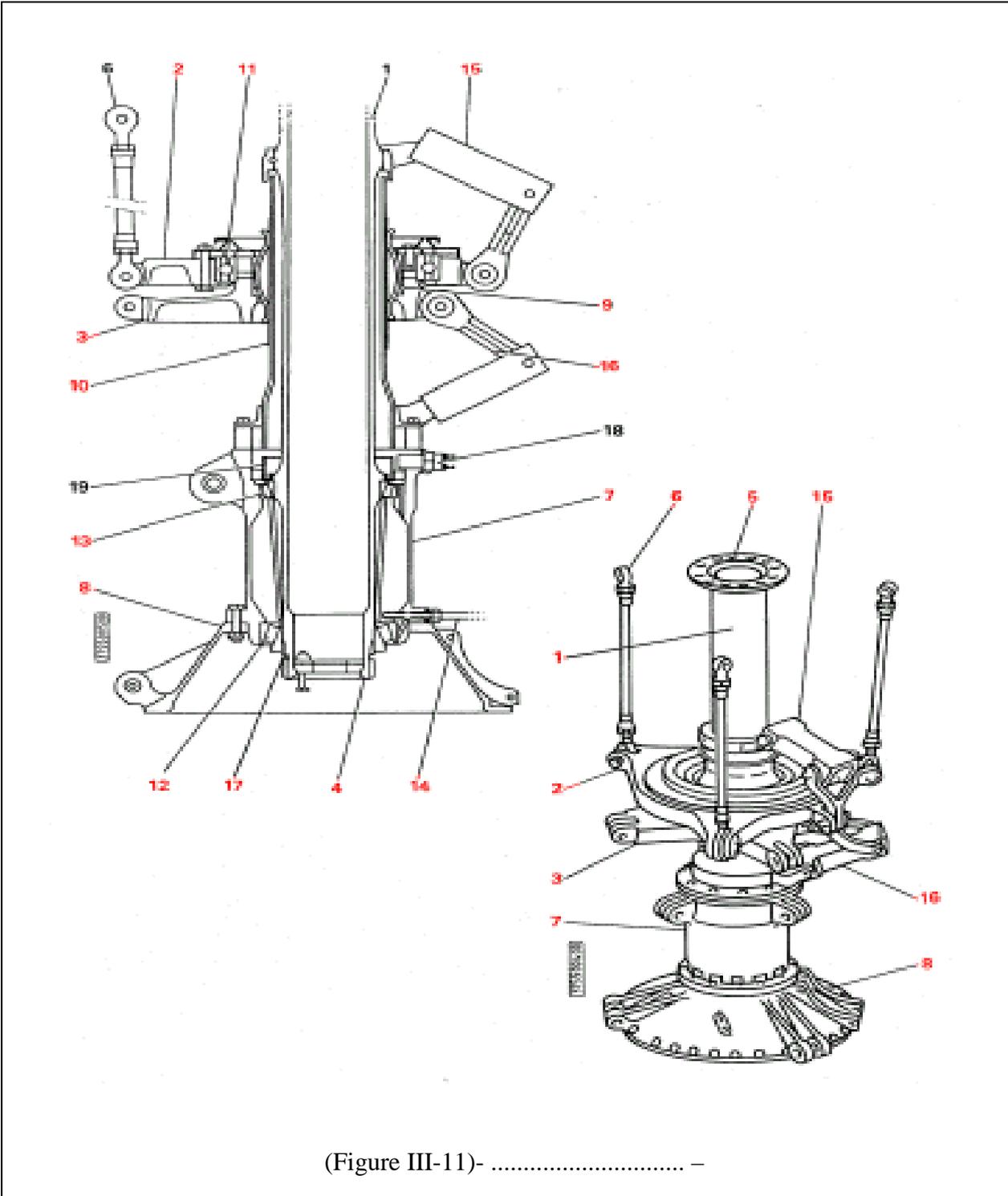
Rotor tous types

Diamètre du rotor.....1860 mm.

Profil symétrique.....NACA 0012.

Vrillage théorique.....0°

Position de l'axe de pas.....37 mm du bord d'attaque.



(Figure III-11)- ..... -

**Description :** (Figure III-12, III-13 et III-14)Longeron : (Figure III-12, Détails A et B)

Le longeron prépolymérisé avant le moulage du rotor comprend :

- un écheveau longitudinal de la longueur du rotor, en roving de verre imprégné de résine constituant la lame (1). La lame est d'une section rectangulaire dans la zone torsible (zone C), renforcée dans les zones de bord d'attaque;
- un support de masses (2), incorporé à chaque extrémité de la lame ;
- des remplissages longeron (10) et de deux nervures renfort (11) ;
- un renfort central (3) placé sur les 2 faces de la lame est constitué par un empilage de tissus de verre préimprégné de résine ;
- deux frettes (4) bobinées de roving de verre, assurant la liaison entre la lame et les manchettes dans la zone torsible.

Revêtement et renforts d'emplanture : (Figure III-13, Détails C, D et E)

- Le revêtement (5) des deux faces de chaque pale est constitué de deux couches de tissu de verre préimprégné de résine.

La face intrados est protégée par une bande de polyuréthane (6), incorporée dans le profil à l'extrémité de chaque pale.

- Les renforts d'emplanture (7) en tissu de verre préimprégné, placés sous le revêtement, améliorent la rigidité des manchettes.

Remplissages et manchettes : (Figure III-13, Détails C, D et E)

Les remplissages de chacune des pales sont en mousse rigide de densité 80 kg/m<sup>3</sup>.

Ils comprennent :

- les manchettes (9) situées à l'emplanture des pales, elles sont évidées dans la zone torsible afin de permettre le débattement de la lame longeron.

L'évidement est protégé par un tissu de verre qui assure l'étanchéité, un joint souple moulé, solidaire de la lame longeron complète l'étanchéité, un trou d'évacuation d'eau traverse les manchettes à proximité du joint.

- les remplissages longeron (10) et les remplissages de bord de fuite (12) constituent le profil des pales dans la partie courante.

Deux nervures renfort (11) en tissu de verre assurent la liaison entre ces remplissages et la lame longeron.

Protection du bord d'attaque : (Figure III-12, Détails A et B)

- Le bord d'attaque des pales est recouvert par une protection (13) en acier inoxydable d'épaisseur 0,4 mm collée sur toute la longueur de la partie courante.

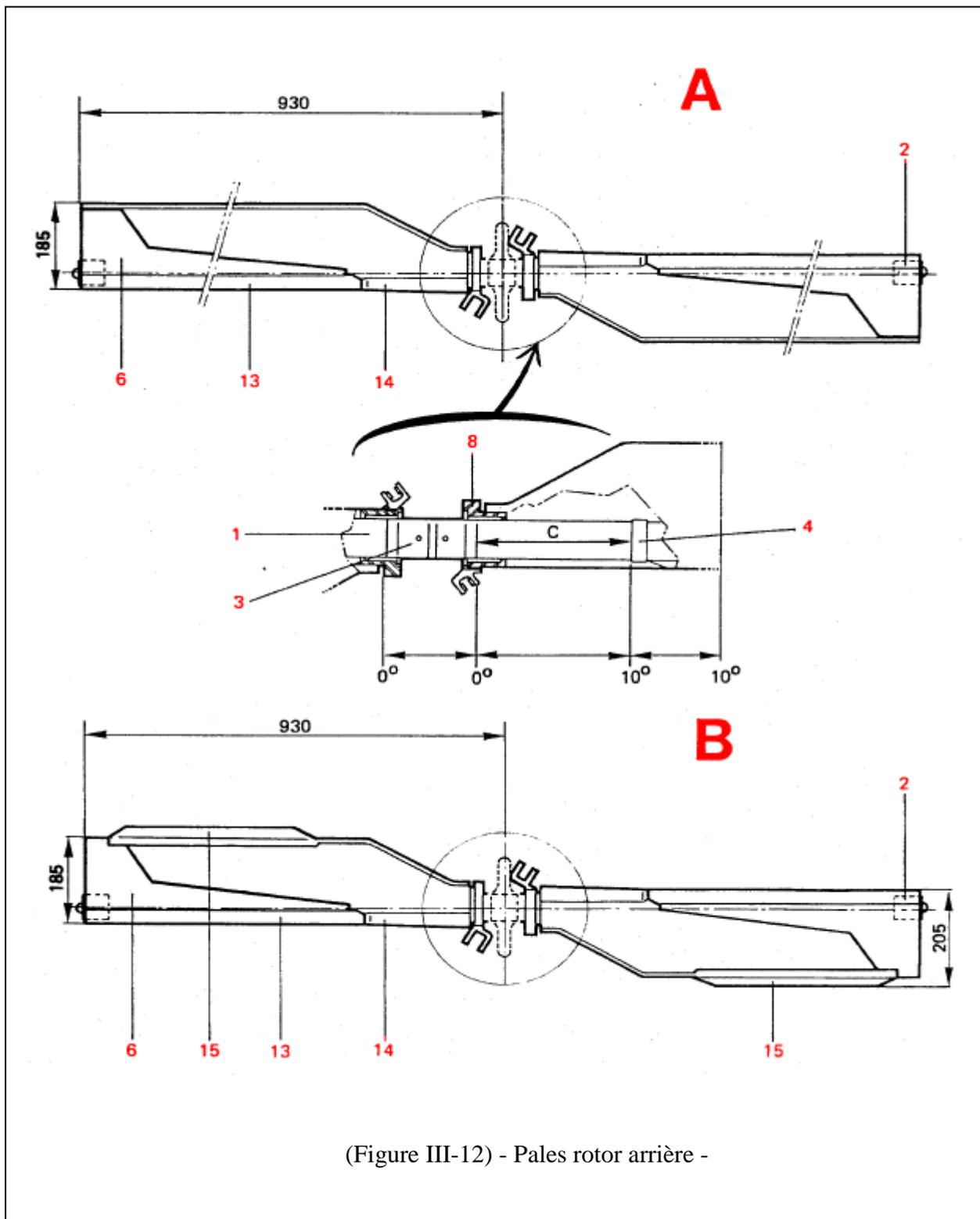
- Une tôle de métallisation (14) en laiton assure la continuité entre le bord d'attaque inox et les masses chinoises (8).

Languette de bord de fuite pour rotors 355A.12.0031 et 355A.12.0040

(Figure III-12, Détail B, Figure III-13, Détail D)

- Une languette (15) en tissu de verre préimprégné de résine polymérisée à part, est rapportée par un collage sur le bord de fuite de chaque pale. Les languettes comportent un braquage de 6° orienté vers l'intrados lors du moulage.

La corde agrandie améliore les performances en stationnaire et permet l'augmentation de la masse de l'appareil.



(Figure III-12) - Pales rotor arrière -

Protection du revêtement :

La peinture polyuréthane appliquée sur les pales assure la protection de la résine contre les ultra-violets du rayonnement solaire.

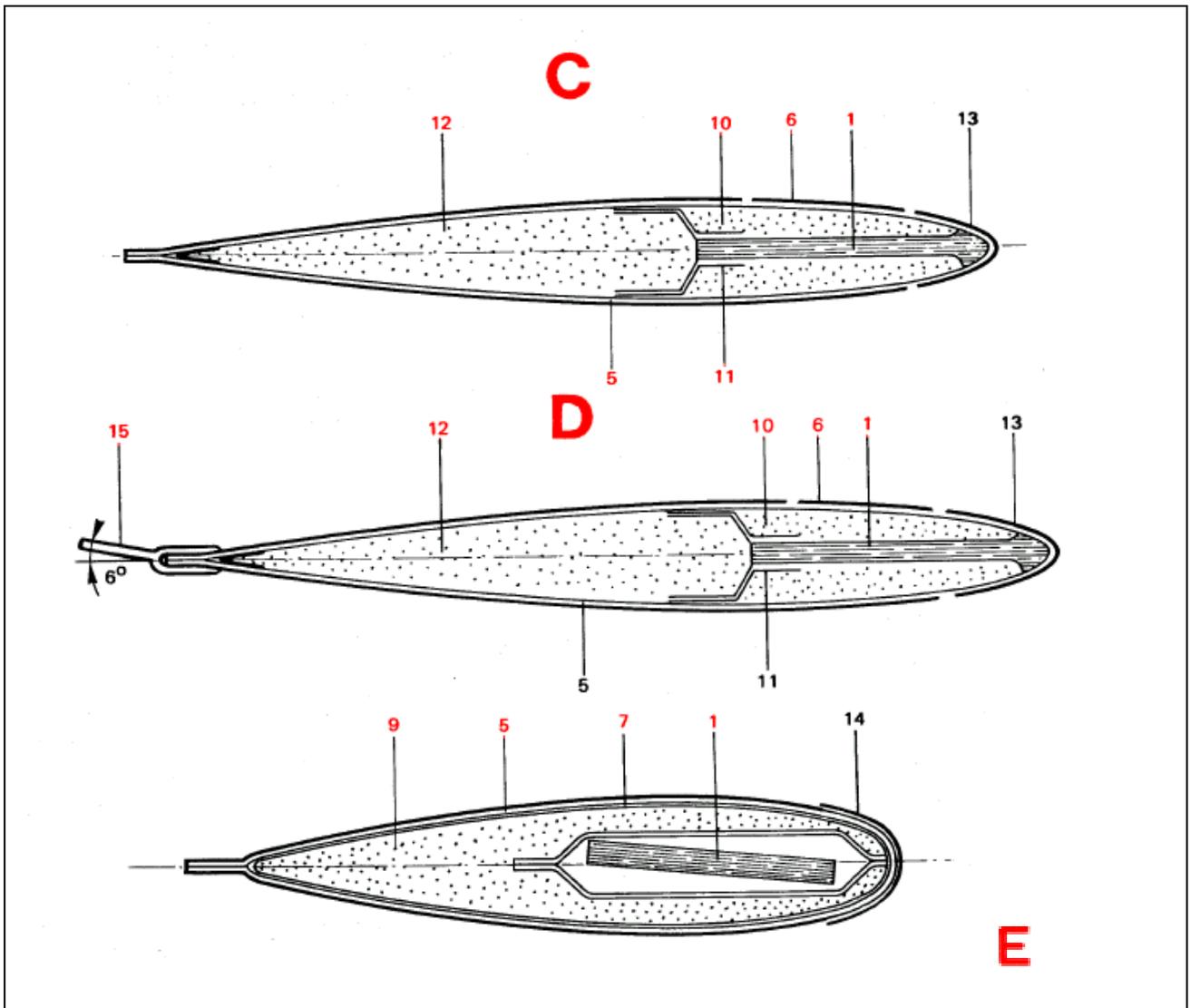
A l'extrémité de chaque pale, une bande de peinture blanche ou fluorescente (option) appliquée sur les deux faces assure la visualisation du rotor.

Masses chinoises et ensemble mécanique central : (Figure III-14)

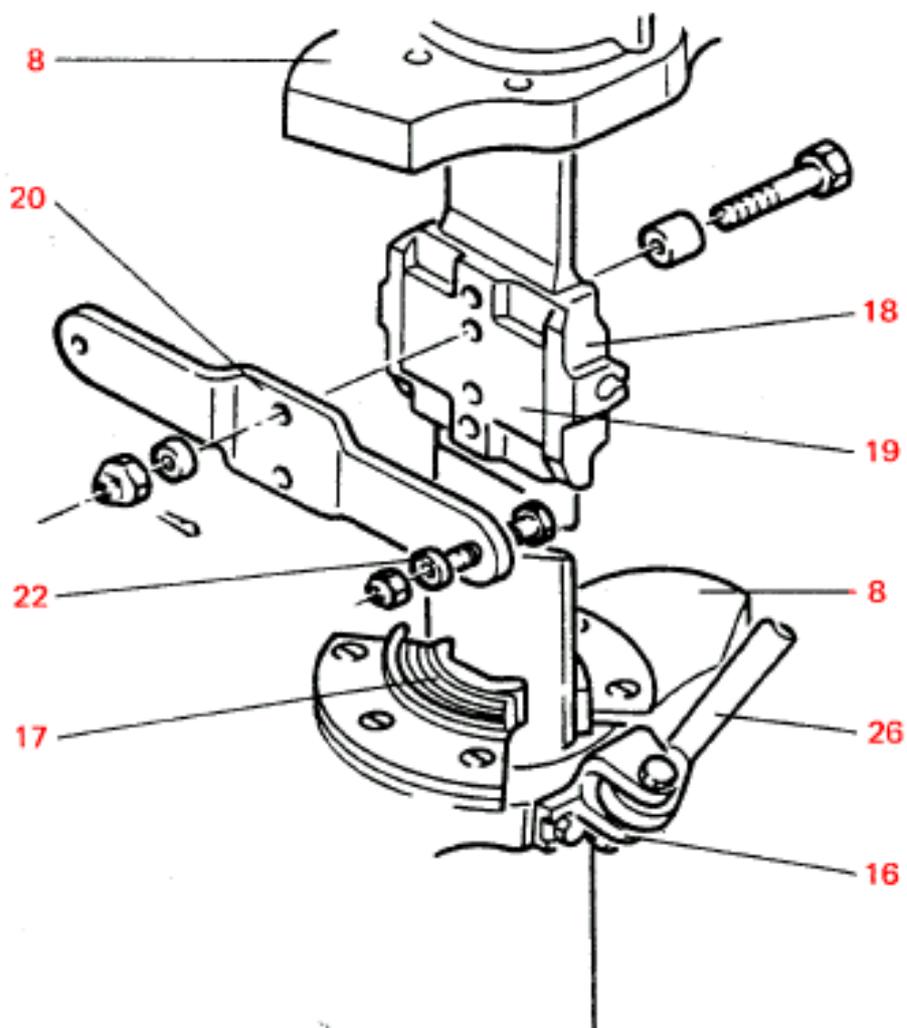
- Les masses chinoises (8) en alliage léger incorporées au moulage à l'emplanture de chacune des pales, portent les leviers de pas (16) fixés par vis.

- Un ensemble mécanique central comprenant un balancier (18), un chapeau (19), un support d'équilibrage (20) fixé sur le renfort central du longeron dans l'axe du rotor.

- Quatre demi paliers lamifiés (17) piétés sur le balancier et le chapeau sont centrés et fixés par vis dans les masses chinoises.



(Figure III-13) - Revêtement et renforts d'emplanture- Remplissages et manchettes -



(Figure III-14) - Masses chinoises et ensemble mécanique central -

## **III-2/ EQUIPEMENT:**

### **III-2-1/ Panneaux électriques / électroniques et équipements à usage multiple:**

#### **III-2-1-1/ Ensembles des organes de commande et contrôle : (Figure III-15)**

Les équipements et instruments sont regroupés sur :

#### **A/ Une planche de bord (1) :**

Comportant :

- des instruments de navigation et de contrôle.
- une partie gauche (2) qui est réservée au poste de commande radio, radionavigation et radar météo.
- un chronographe (3).

#### **B/ Un pupitre radio (4) :**

Il est prévu pour le téléphone de bord, le poste de commande radio et radio-navigation.

#### **C/ Des panneaux plafond :**

- Un panneau de distribution frontal (5) : Il comporte les boutons-poussoirs de commande, les commutateurs, les potentiomètres, les voltmètres et les ampèremètres.
- Un panneau de distribution central (6) : C'est le panneau de fusibles accessibles en vol.
- Deux panneaux latéraux droit et gauche (7) : Ils comportent les boutons-poussoirs de commande et fusibles accessibles en vol.

#### **D/ Un panneau fusible batterie (8) :**

Il est situé à l'avant du manche de pas collectif, il comprend les fusibles alimentés par la barre "directe batterie"

### **III-2-1-2 / Equipements aux usages multiples : (Figure III-16)**

#### **A/ Poignée cyclique BENDIX : (Détail A)**

Il comprend des boutons pour:

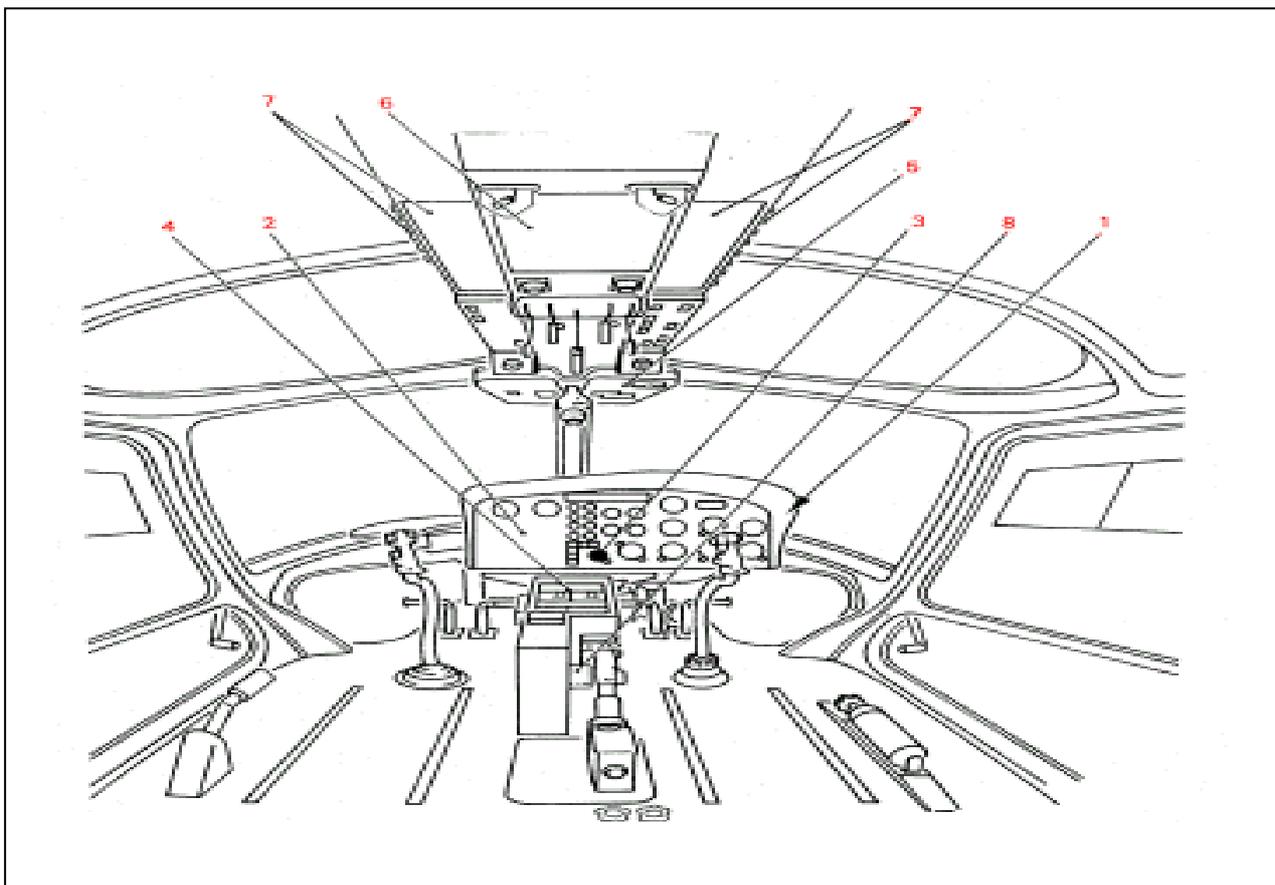
- un coupleur P.A (1) ;

- un bouton quatre directions P.A (2) ;
- un largage (3) : avant AMS 952 - fusées éclairantes,  
après AMS 952 -élingue ;
- un débrayage efforts artificiels P.A (4) ;
- un débrayage général P.A (5) ;
- une gâchette T.B (6) ;
- une gâchettes largage (7) : avant AMS 952 – élingue,  
après AMS 952 – fusées éclairantes.

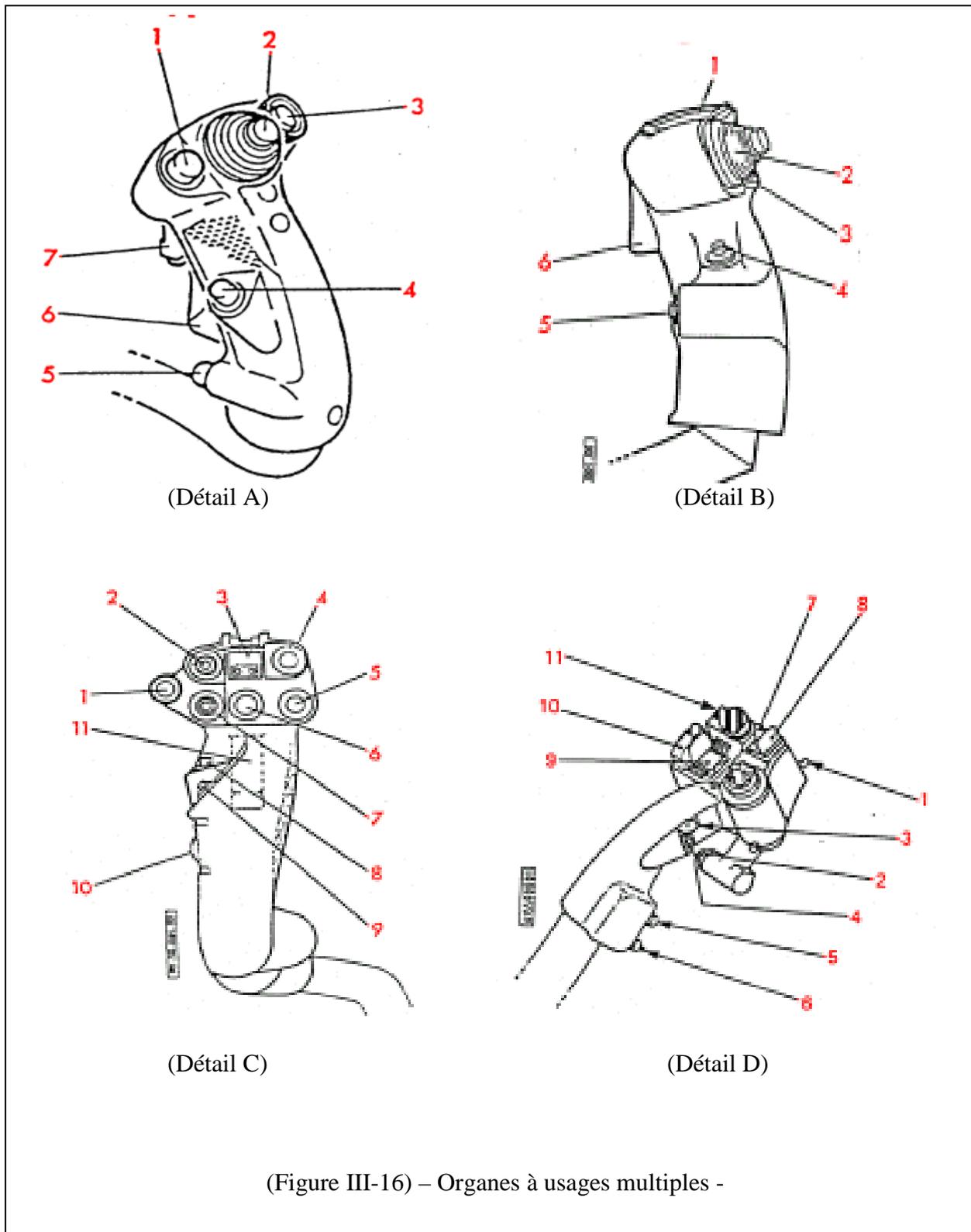
### **B/ Poignée cyclique DUNLOP : (Détail B)**

Il comprend des boutons pour:

- une languette rabattable (1);
- un bouton quatre directions P.A (2);
- un largage (3): avant AMS 952 – en secours,  
après AMS 952 – élingue.



(Figure III-15) - Ensemble des organes de commande et de contrôle -



- un débrayage efforts artificiels P.A (4);
- un débrayage général P.A (5);
- une alternat T.B. ou radio (6).

#### **C/ Poignée cyclique CROUZET :**(Détail C)

Il comprend des boutons pour:

- un débrayage coupleur P.A. (1);
- une montée – descente treuil (2);
- un largage fusées éclairantes ou armement (3);
- une ouverture crochet élingue (4);
- un débrayage P.A (5);
- boutons libres (6), (9) et (10);
- un bouton quatre directions P.A. (7);
- un débrayage efforts artificiels P.A. (8);
- une alternat radio T.B. (11).

#### **D/ Poignée de pas collectif SUDELEC :** (Détail D)

Il comprend des boutons pour:

- un blocage du pas collectif (1);
- un flottabilité de secours (2);
- boutons libres (3), (4) et (5);
- bn essuie-glace, marche – arrêt (6);
- des phares d'atterrissage, marche – arrêt (7);
- une orientation phare (8);
- un trim moteur (9);
- une coupure hydraulique de la servocommande arrière (10);
- un largage détresse (treuil) (11).

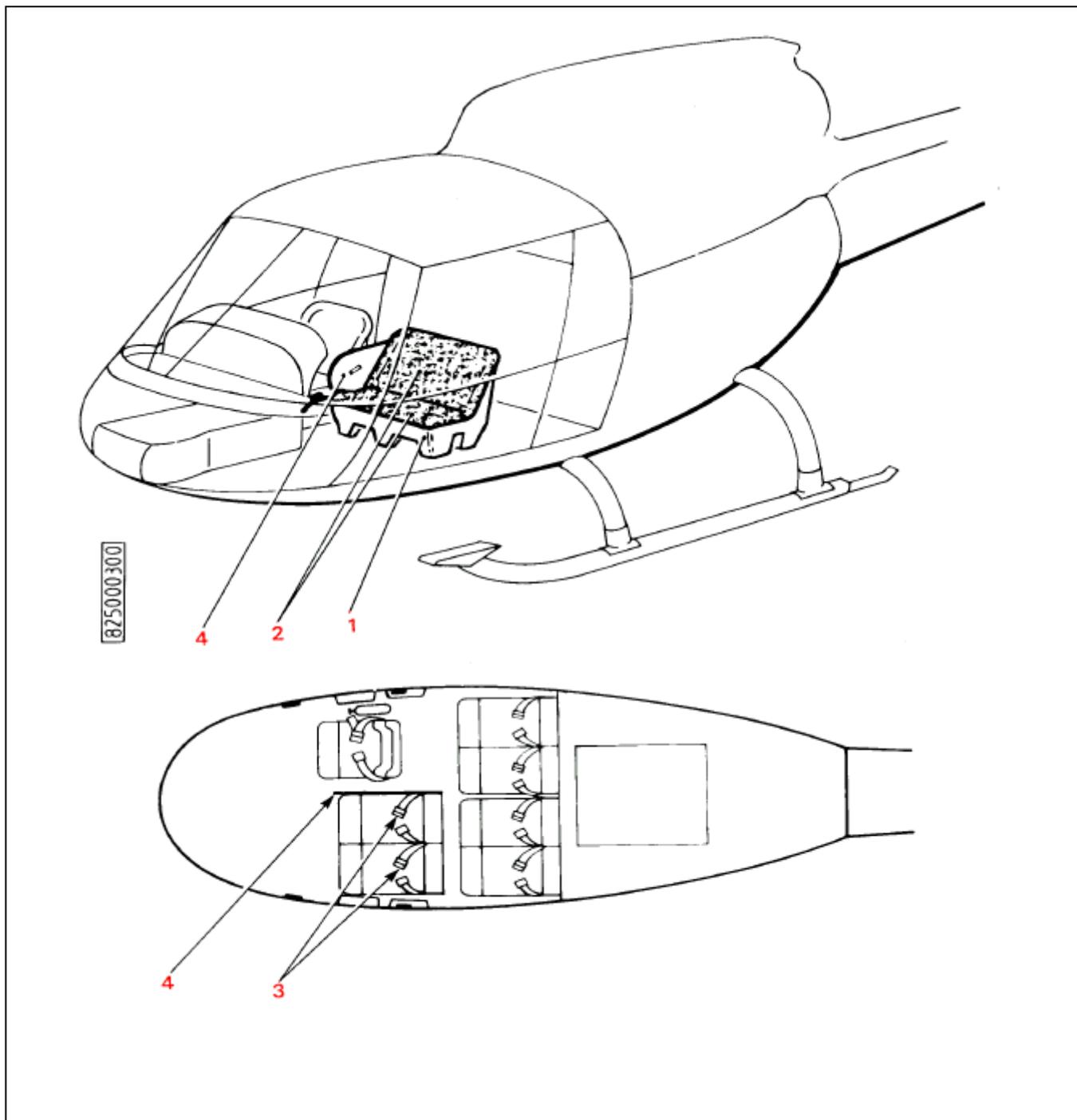
### **III-2-2/ Banquette biplace avant :** (Figure III-17)

Le siège copilote peut être remplacé par une banquette biplace, à dossier bas, en alliage léger, équipée de deux coussins. Cette version permet le transport de sept personnes, y compris le pilote.

**Description**

L'installation se compose des éléments suivants :

- un ensemble structural de la banquette, en alliage léger (1) ;
- des coussins pour l'assise et le dossier (2) ;
- des ceintures ventrales réglables avec boucles (3) ;
- un tube entre la banquette et le pupitre (4), sur le côté droit de la banquette, assure la protection des commandes.



(Figure III-17)- Banquette biplace

### **III-2-3/Réservoirs:**

#### **III-2-3-1/ Réservoir auto obturant :** (Figure III-18, Détail A)

##### **But :**

Il permet de recevoir des perforations par balles de 7,62 mm sans provoquer de fuite.

##### **Description :**

Dans chaque réservoir est introduite une boudruche en caoutchouc (2) épousant la forme du réservoir dont le tiers inférieur est constitué d'un matériau auto obturant (4).

L'enveloppe est fixée aux parois du réservoir par des pions (attache "MORCRO").

La partie inférieure auto obturante (4) est plaquée contre les parois par sa rigidité. On trouve aussi des parois du réservoir (1), des raidisseurs de parois (cloisons horizontales) (3) et une platine (5).

#### **III-2-3-2/ Réservoir de convoyage :** (Figure III-18, Détail C)

##### **But :**

Il permet d'augmenter l'autonomie pour des convoyages techniques sans ravitaillement.

##### **Description :**

L'installation comprend :

Des parties fixes : Elles sont composées de renforts rivés sous le plancher et sur la cloison arrière à 15°, destinés à fixer les parties mobiles.

Des parties mobiles : Elles sont composées :

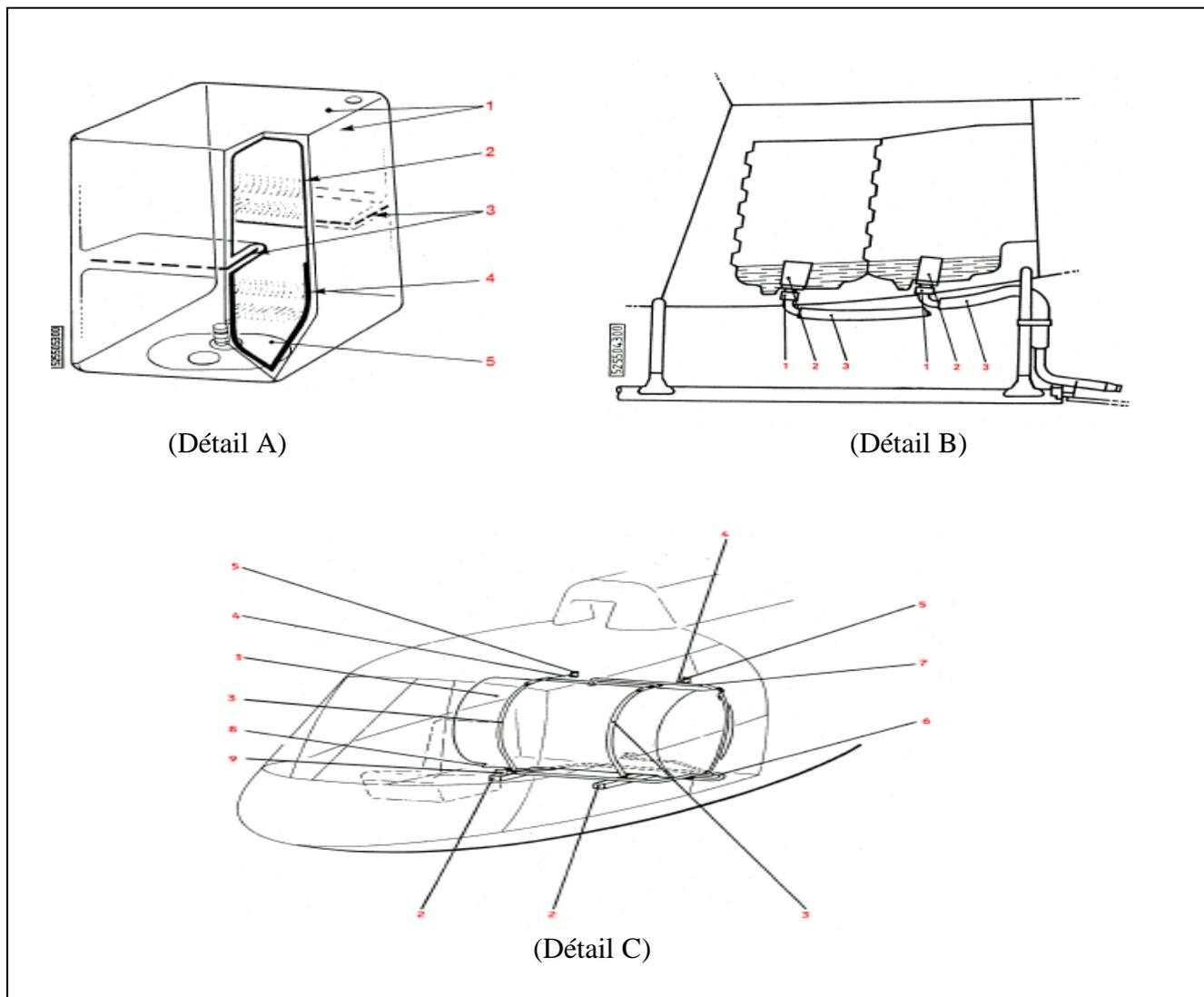
- d'un réservoir métallique de 475 litres (125 USG) (1) ;
- de deux traverses (2) fixées au plancher et sur les ferrures d'attache des Ceintures de sécurité arrière ;
- d'un jeu de sangles (3) de fixation du réservoir sur les traverses ;
- de deux tirants réglables (4) retenant le réservoir en cas de crash ;
- de deux ferrures (5) de fixation des tirants de retenue sur la cloison arrière ;
- d'un robinet d'intercommunication (9) ;
- d'un jeu de tuyauteries souples de transfert (6), de mise à l'air libre (7) et de Purge(8).

**Fonctionnement :**

- Effectuer le décollage et le début du vol, un robinet de transfert fermé accessible en vol par le pilote;
- Utiliser l'abaque de transfert carburant;
- Ne pas ouvrir le robinet tant que le jaugeur du réservoir avant n'a pas indiqué la quantité de carburant donnée par l'abaque;
- Vérifier que le transfert est effectif en observant la remontée de l'indicateur du jaugeur avant.

**III-2-3-3/Installation VIDE-VITE :** (Figure III-18, Détail B)**But :**

Elle permet d'alléger rapidement l'appareil en cas de nécessité par vidange rapide du carburant (panne du moteur par exemple).



(Figure III-18)-Réservoirs-

**Description :**

L'ensemble du circuit "vide-vite" est composé :

- d'un électro-clapet (1) par réservoir;
- d'une cheminée (2) de 200 mm de hauteur, située sur chaque platine d'électro-clapet, permet de conserver la quantité de carburant minimum nécessaire dans chaque réservoir (prévue par la certification);
- d'un circuit de tuyauteries souples (3) sous le fuselage qui permet d'évacuer le carburant en toute sécurité sous l'appareil.

**Fonctionnement :**

La cheminée dans chaque réservoir est prévue de telle manière que même si l'on oublie de refermer les vide-vite, il reste une quantité d'environ 69 litres (18.2 USG) par réservoir pour assurer 30' de vol sur deux moteurs à la vitesse de croisière économique. 2' 47" sont nécessaires pour évacuer le carburant total vidangeable.

L'électro-clapet du réservoir avant est commandé par un bouton-poussoir dont l'alimentation électrique est issue d'une borne secondaire.

L'électro-clapet du réservoir arrière est commandé par un bouton-poussoir dont l'alimentation électrique est issue directement de la batterie.

**III-2-4/ Dégivrage carburant :** (Figure III-19)

Le principe de cette installation est de retenir, dans un filtre capteur de givre installé en amont du moteur, les paillettes de givre qui sont en suspension dans le carburant.

**But :**

Le but de l'installation est d'assurer le fonctionnement de l'appareil sans consigne particulière entre 0°C et -20°C, y compris avec des carburants sans additif anti-glace.

**Description :**

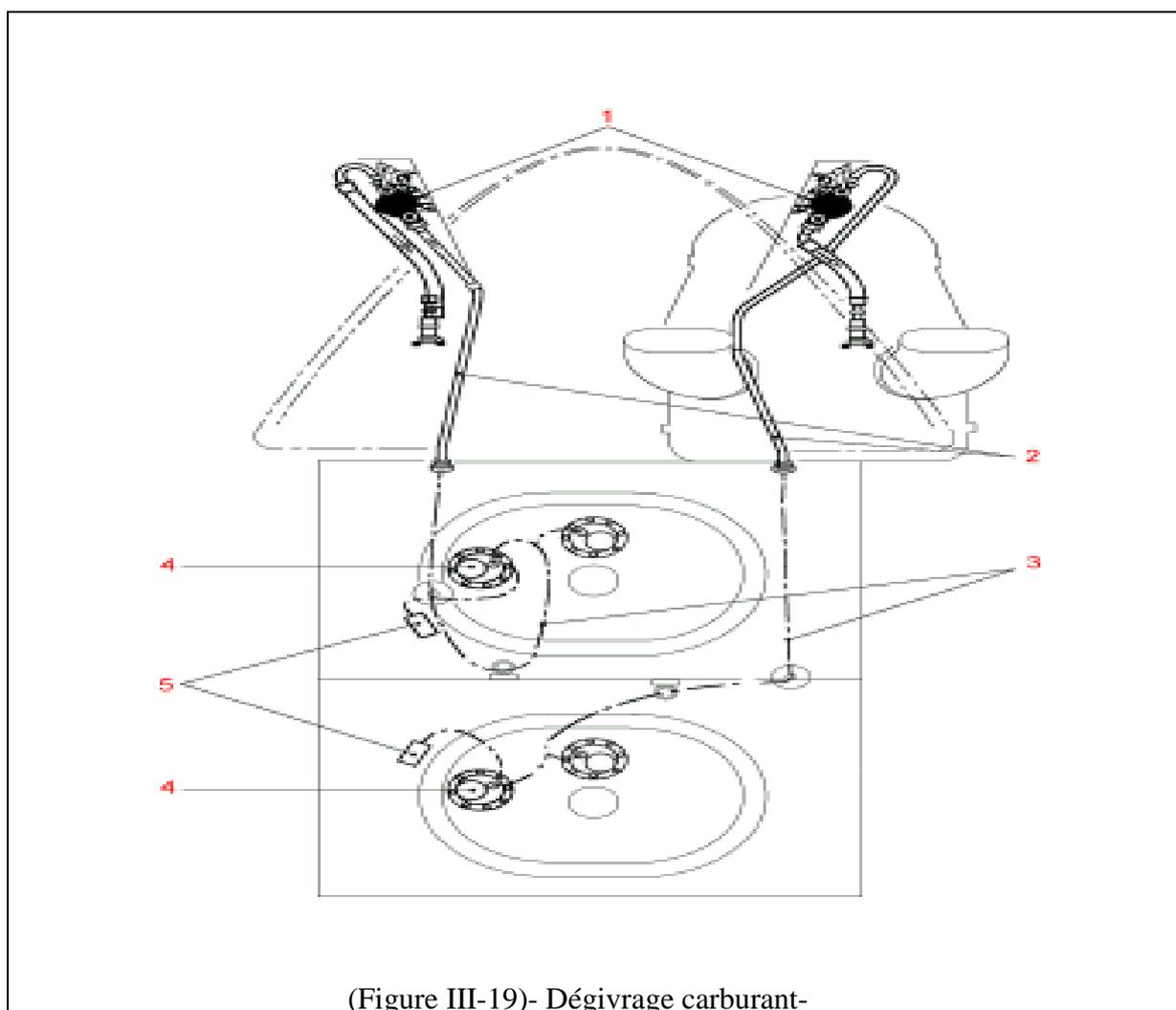
Pour chaque moteur, cette installation comprend de l'amont vers l'aval du circuit d'alimentation de carburant :

- une platine équipée de deux pompes de gavage (4) et deux clapets anti-retour;
- un mano-contacteur (5) de mini pression à la sortie de chaque pompe;
- un circuit d'alimentation (3) hors zone feu;

- un circuit d'alimentation (2) en zone feu, reliant d'une part la traversée de la cloison pare-feu transversale avant au capteur de givre, d'autre part le capteur de givre à l'entrée moteur;

- un filtre capteur de givre (1) installé dans la zone arrière du compartiment moteur équipé de:

- Une cartouche filtrante à fond plein possédant un pouvoir d'arrêt absolu de neuf microns;
- Un mano-contacteur différentiel taré à 206 mbar + 20 mbar relié au voyant ambre "FILT. G ou D" au tableau d'alarme. Ce mano-contacteur est installé près du piège à givre, il permet de détecter le pré-colmatage de la cartouche;
- Un clapet by-pass s'ouvrant lorsque la perte de charge de la cartouche est supérieure à 350 mbar + 50 mbar,
- Une purge manuelle.



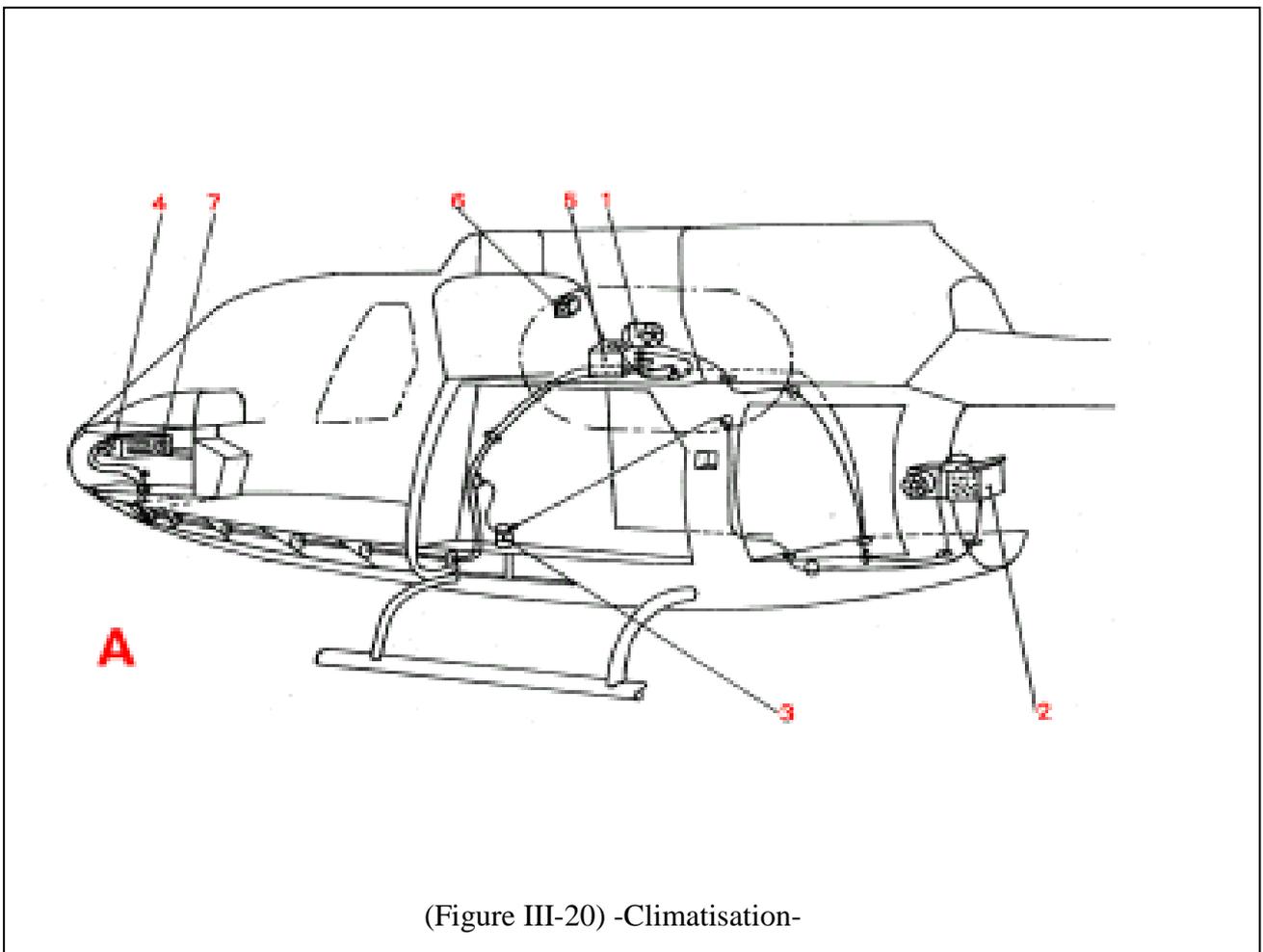
**III-2-5/ Climatisation au "FREON" :** (Figure III-20)**But :**

Elle permet un abaissement de la température de l'air dans la cabine par temps chaud.

**Description :**

L'ensemble de l'installation comprend :

- un compresseur (1);
- un condenseur (2);
- une bouteille de dessiccation (3);
- deux évaporateurs, avant et arrière cabine (4) et (5);
- un système de régulation (6) avec bloc de commande (7);
- des tuyauteries souples reliant les éléments entre eux;
- un circuit électrique.



(Figure III-20) -Climatisation-

**III-2-6/ Détection incendie :**

Les circuits de détection sont destinés à alerter le pilote en cas d'élévation anormale de température dans les compartiments B.T.P. et G.T.M.

**III-2-6-1/ Détection incendie G.T.M.:** (Figure III-21)

Chaque G.T.M. possède son circuit propre. Ces circuits sont identiques.

L'installation de détection incendie G.T.M. comprend principalement :

- deux voyants "FEU MOT G" (1) et "FEU MOT D" (2) montés dans le tableau d'alarmes;
- un relais temporisé (8), excité en permanence, qui est situé derrière la planche de bord;
- un bouton-poussoir "TEST" (7), du tableau d'alarmes, permet de vérifier l'intégrité des circuits de détection.

Sur G.T.M. ALLISON, quatre détecteurs thermiques (3), (4), (5) et (6), montés en série et tarés à 400°C, assurent la surveillance des zones critiques du compartiment G.T.M. (Arrivée du carburant, arrivée départ d'huile) et le contrôle de l'air de ventilation sous le capot moteur.

### **Principe**

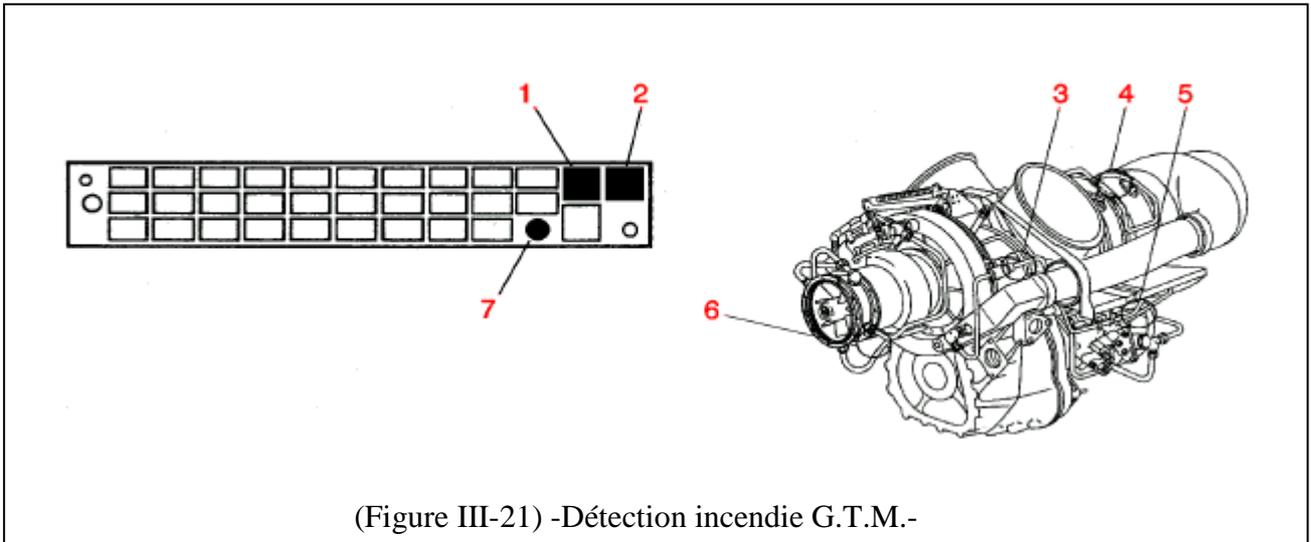
Le voyant "FEU MOT G ou D" s'allume lorsqu'un ou plusieurs détecteurs s'ouvrent par suite d'une élévation de température. Selon que cette élévation est rapide ou lente, le déclenchement des électeurs est immédiat ou différé.

### **Température normale**

Dès la mise sous tension du circuit, le relais temporisé (8) est excité. Le voyant (1) ou (2) correspondant est éteint. Pour tester la ligne, presser le bouton-poussoir "TEST" (7) : les voyants (1) et (2) doivent s'allumer. Ils s'éteignent aussitôt que le bouton-poussoir est relâché.

### **Température anormale**

Le déclenchement d'un ou plusieurs détecteurs coupe l'excitation du relais (8) qui, en passant en position repos, provoque l'allumage du voyant "FEU MOT G ou D" (1) ou (2) correspondant.



(Figure III-21) -Détection incendie G.T.M.-

**III-2-6-2/ Détection incendie B.T.P.:** (Figure III-22)

Les principaux éléments du circuit sont :

- un voyant "FEU B.T.P." (2) monté dans le tableau d'alarmes (3);
- deux détecteurs thermiques (4) (D1-D2) tarés à 160°C, situés côte à côte dans la partie arrière du compartiment B.T.P.;
- deux relais (5) (K1-K2) commandés par le bouton "TEST" (1) du tableau d'alarmes.

**Principe :**

Les circuits des détecteurs sont montés en parallèle du circuit voyant "FEU B.T.P.". Tant que l'un au moins des détecteurs reste fermé, le voyant "FEU B.T.P." demeure éteint.

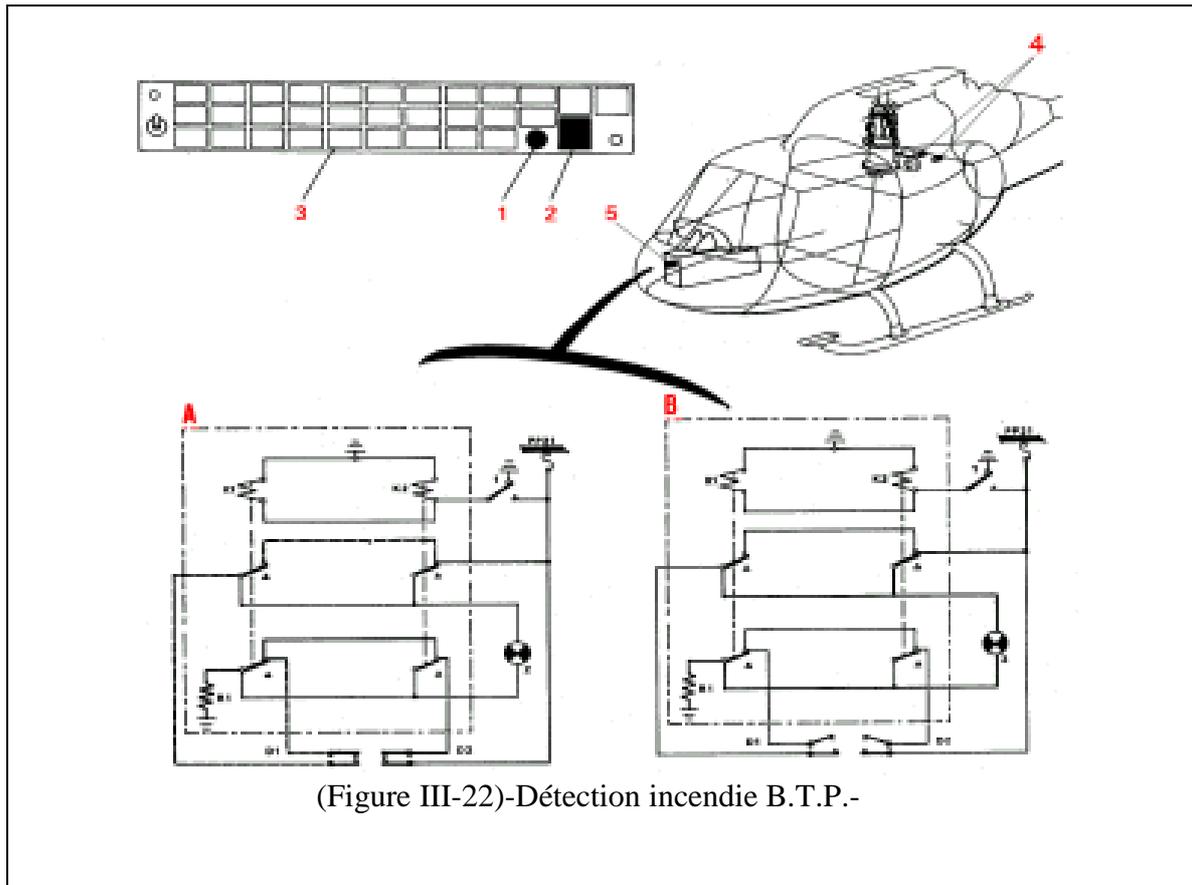
**Température normale :** (Détail A)

A la mise sous tension, les relais (K1-K2) restent au repos. Le courant traverse les deux détecteurs (D1-D2) fermés et trouve sa masse à travers une résistance (R1). Le voyant (2) court-circuité est éteint.

**Température anormale :** (Détail B)

L'ouverture simultanée des deux détecteurs provoque la mise en circuit du voyant (2) "FEU B.T.P." par les contacts au repos des relais K1 et K2.

Le voyant s'allume.



(Figure III-22)-Détection incendie B.T.P.-

### III-2-7/ Cellarage:

#### III-2-7-1/ Cellarage Cabinet:

L'éclairage intérieur permet de couvrir les exigences de vol de nuit. Il se compose de quatre circuits indépendants:

- éclairage plafonnier pilote et passagers;
- éclairage de la planche de bord pilote;
- éclairage de la planche de bord co-pilote;
- éclairage des panneaux de plafond et pupitre, compas et thermomètre.

#### III-2-7-2/ Feux de position:

Les trois feux de position permettent de déterminer la position de l'hélicoptère.

##### Feux de position fixes:

- feu de position gauche-rouge (plan horizontal gauche)
- feu de position arrière-blanc (extrémité de la queue)
- feu de position droit-vert (plan horizontal droit)

Feux de position à éclat:

L'hélicoptère peut être équipé de deux feux blancs supplémentaires à éclat, montés à chaque extrémité du plan horizontal, à côté des feux de positions fixes.

Feu anti-collusion:

Le feu anti-collusion situé à l'extrémité supérieure de la dérive, signale à grande distance la présence de l'hélicoptère. Il met des éclats de lumière rouge qui attirent l'attention, mieux qu'un feu fixe, le jour comme la nuit.

**III-2-7-3/ Phares:**

L'hélicoptère est équipé de deux phares:

Phare de parking situé sous la structure côté gauche, l'ouverture de son faisceau est de 40° dans le plan horizontal et de 10° dans le plan vertical.

Phare d'atterrissage:

- Phare fixe situé sous la structure centrale côté droit, l'ouverture de son faisceau est de 13° dans le plan horizontal et de 14° dans le plan vertical.

- Phare escamotable, peut être, monté à la place du phare fixe droit, l'ouverture de son faisceau est de 15° dans le plan horizontal et de 9° dans le plan vertical. Il peut être orienté, en site, dans un angle de 92° avec un temps de manœuvre de 10 secondes.

**III-3/ CIRCUITS :****III- 3-1/ Circuit hydraulique :****III-3-1-1/ Circuit hydraulique monogénération :** (Figure III-23)

La génération hydraulique rend le pilotage plus agréable en introduisant une assistance hydraulique sur les commandes de vol, en tangage, roulis, pas collectif et lacet, ceci afin de réduire les efforts de manœuvre.

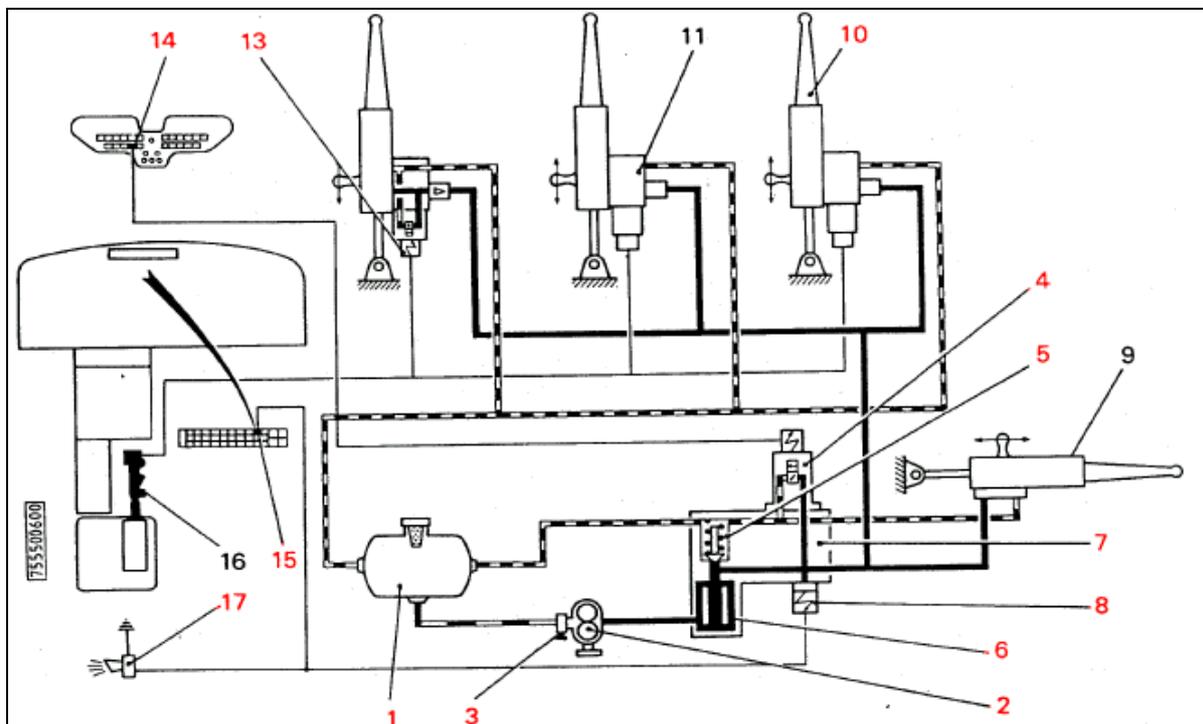
**Description et fonctionnement :**

En fonctionnement normal, la pompe (2) à débit constant aspire dans le réservoir (1) et refoule aux travers du bloc filtre de régulation (7). Celui-ci maintient la pression constante à 40 bar dans le circuit. Le débit non utilisé par les consommateurs revient au réservoir à travers du clapet de régulation (5).

Le voyant d'alarme (15) et le klaxon (17) ne sont pas alimentés.

En cas de baisse de pression dans le circuit, la fermeture de manocontact (8) à 32 bar qui allume le voyant d'alarme "HYDR "(15) et alimente le klaxon (17). L'interrupteur placé sur la commande de pas général permet, en cas de panne hydraulique ou mécanique (blocage distributeur) sur une servo-commande (10), de mettre l'arrivée de pression au retour bêche (bay-pass) en excitant les électro-robinets (13) de l'arrivée de pression et supprimant les contre-pressions en pilotage manuel.

Un bouton-poussoir (14) " TEST HYDR", situé sous le plafond avant gauche, commande l'électro-robinet (4) du bloc régulation excité. Il s'ouvre et met le circuit d'alimentation des servo-commandes au retour bêche, annulant la pression dans le circuit. Il permet de tester le bon fonctionnement de la signalisation. L'élément (3) est le bouchon de vidange et (6) est le filtre métallique. (9) est une servo-commande et (11) est un électro-robinet.



(Figure III-23)- Circuit hydraulique monogénération-

### III-3-1-2/ Circuit Hydraulique bigénération : (Figure III-24)

La génération hydraulique double génération permet à partir des circuits gauche et droit d'alimenter :

- les servocommandes principales double corps;
- la servocommandes simple corps du rotor arrière par le circuit droit seul.

**Description :**

Le circuit gauche alimente le corps supérieur des servo-commandes principales.

Le circuit droit alimente le corps inférieur des servo-commandes principales et la servo-commande arrière.

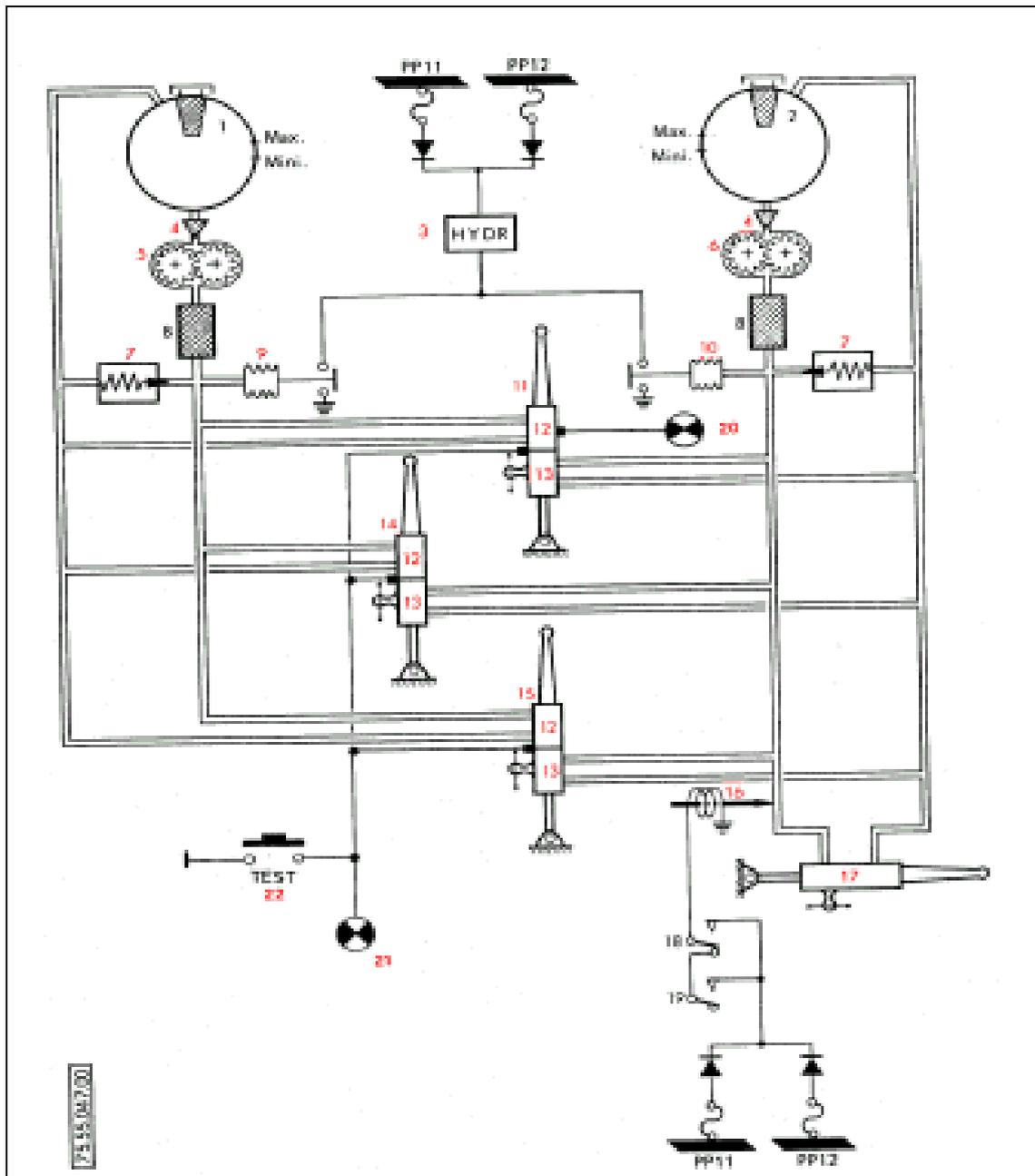
L'installation comprend :

- une bêche hydraulique gauche (1), sa capacité utile est 3 litres (0.79 US Gal);
- une bêche hydraulique droite (2), sa capacité utile est 3 litres (0.79 US Gal);
- un voyant ambre "HYDR" (3), sa baisse de pression commune aux deux circuits;
- une crépine (4) sur aspiration de pompe à variation de maille de 0,8 à 1 mm;
- une pompe hydraulique gauche (5) de débit de 6 L/mn (1.58 US Gal/mn) et de pression de 40 bar (580 PSI);
- pompe hydraulique droite (6) de débit de 6 L/mn (1.58 US Gal/mn) et de pression de 40 bar (580 PSI);
- clapet de régulation (7) de tarage de 35 bar (507.5 PSI);
- filtre (8) de pouvoir filtrant de 25 microns;
- mano-contacteur gauche (9) fermé pour une pression inférieure à 24 bar (348 PSI) ;
- mano-contacteur droit (10) fermé pour une pression inférieure à 24 bar (348 PSI);
- servocommande droite (11);
- corps inférieur (13);
- servocommande avant (14);
- servocommande gauche (15);
- électro-robinet (16) d'isolement servo-commande arrière;
- servocommande arrière (17);
- interrupteur de commande (18) de l'électro-robinet (17) sur poignée de manche collectif pilote.
- interrupteur (19) de même fonction que (18) sur poignée de manche collectif copilote;
- voyant "LIMIT" (20), détecteur d'efforts servo-commande droite corps haut;
- voyant alarme "SERVO" (21) qui indique un grippage du distributeur des servocommandes principales;

- bouton de test (22) du circuit alarme "SERVO" (sur panneau frontal gauche 15 ALPHA);
- des repères (7), (8), (9) et (10) constituent les ensembles -filtres de régulation.

### Fonctionnement :

- Les pompes hydrauliques débitent. Les clapets de régulation maintiennent la pression à 30 bar dans les circuits;
- Des mano-contacteurs sont alimentés, contact ouvert;
- Un voyant "HYDR" est atteint;
- Des servo-commandes principales et la servo-commande arrière sont alimentées.



(Figure III-24) -Circuit hydraulique bigénération-

**III-3-2/ Circuit électrique :****III-3-2-1/ Génération électrique continue :** (Tableau n°1), (Figure III -25)

La génération électrique continue assure deux fonctions :

- l'alimentation en 28 V continue des systèmes électriques ;
- le démarrage des G.T.M.

La génération électrique continue se présente sous la forme d'une double génération et d'une distribution double alimentation.

Les générateurs de courant seront donc :

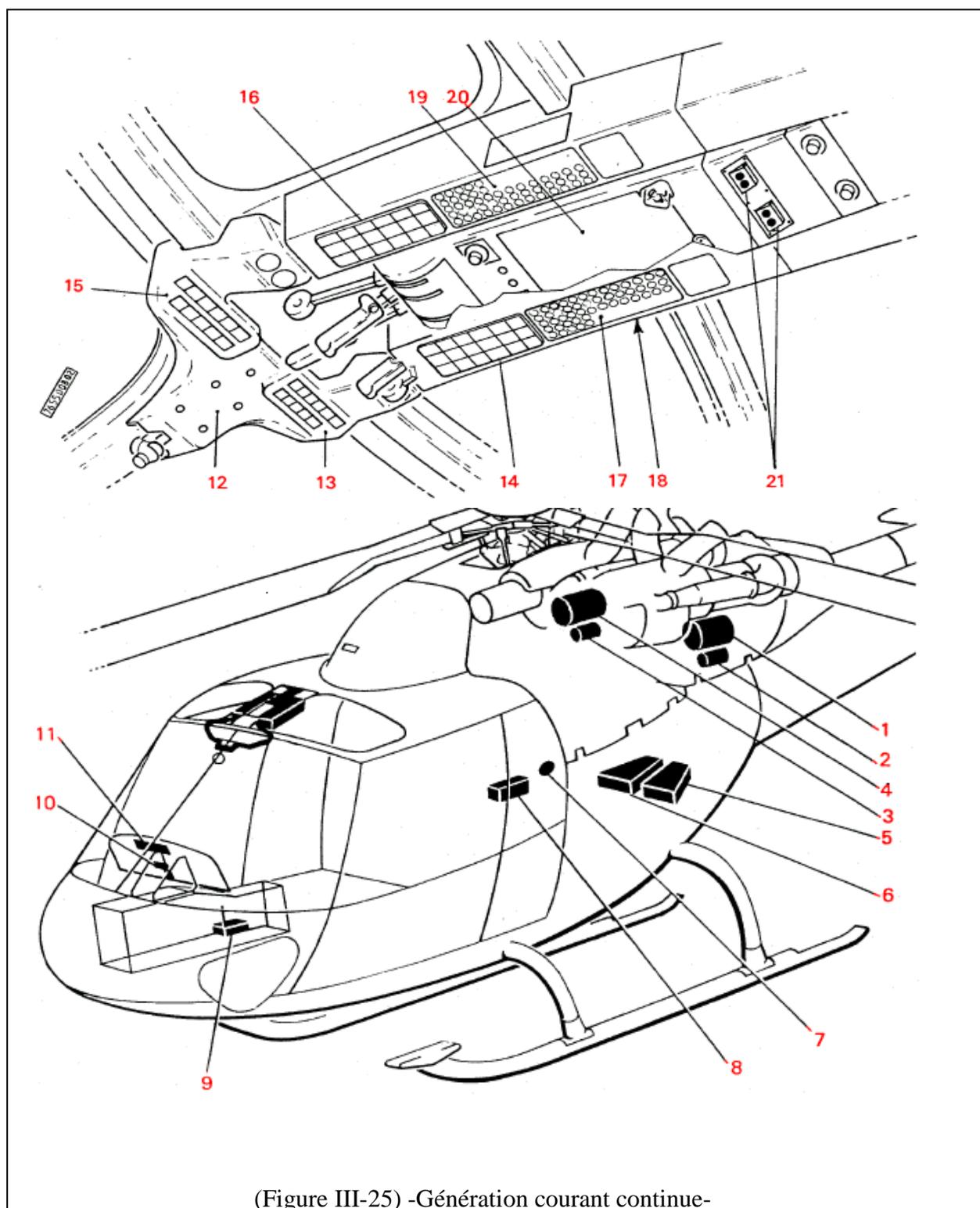
- ° Soit les deux génératrices-démarrateurs lorsque les moteurs sont en marche ;
- ° Soit une batterie ou un groupe de parc quand les moteurs sont arrêtés, en option, une

batterie de 16 Ah est branchée sur la barre principale gauche.

**Tableau n°1 :****Génération électrique continue**

Repère Figure I-25	Désignation	Repère électrique	Localisation
1	Génératrice démarreur gauche	m3P	Sur G.T.M. gauche
2	Filtre antiparasite radiocompas	28P1	Plancher moteur gauche
3	Filtre antiparasite radiocompas	28P2	Plancher moteur droit
4	Génératrice démarreur droit	m4P	Sur G.T.M. droit
5	Cœur électrique gauche	5P	) Sous plancher soute ) à bagages arrière
6	Cœur électrique droit	6P	)
7	Prise de parc	8P	Côté droit structure arrière
8	Batterie	1P	Côté droit structure centrale
9	Panneau fusibles direct batterie	16 ALPHA	Pupitre côté droit
10	Panneau de commande	9 ALPHA	Planche de bord
11	Tableau d'alarmes	4 ALPHA	Planche de bord
12	Panneau sélecteurs	13 ALPHA	Plafond cabine, frontal

Repère FigureI-25	Désignation	Repère électrique	Localisation
13	Panneau boutons-poussoirs de commande	14 ALPHA	Plafond cabine, frontal droit
14	Panneau boutons-poussoirs de commande	5 ALPHA 2	Plafond cabine, latéral droit
15	Panneau boutons-poussoirs de commande	15 ALPHA	Plafond cabine, frontal gauche
16	Panneau boutons-poussoirs de commande	5 ALPHA 1	Plafond cabine, latéral gauche
17	Panneau de distribution	7 ALPHA 2	Plafond cabine, latéral droit
18	Panneau de distribution	8 ALPHA	Plafond cabine, latéral droit
19	Panneau de distribution	7 ALPHA 1	Plafond cabine, latéral gauche
20	Panneau de distribution	10 ALPHA	Plafond cabine, au centre
21	Boîtier disjoncteurs	44P	Plafond arrière



(Figure III-25) -Génération courant continu-

### III-3-2-2/ Génération alternative bigénération : (Tableau n°2), (Figure III-26)

A partir du courant continu, deux convertisseurs statiques produisent :

- une tension monophasée de 25 V;
- une tension monophasée de 115 V.

Chaque convertisseur alimente son propre réseau de distribution, où sont connectés les équipements de radionavigation utilisant des tensions alternatives.

**Tableau n°2 :**  
**alternatif**

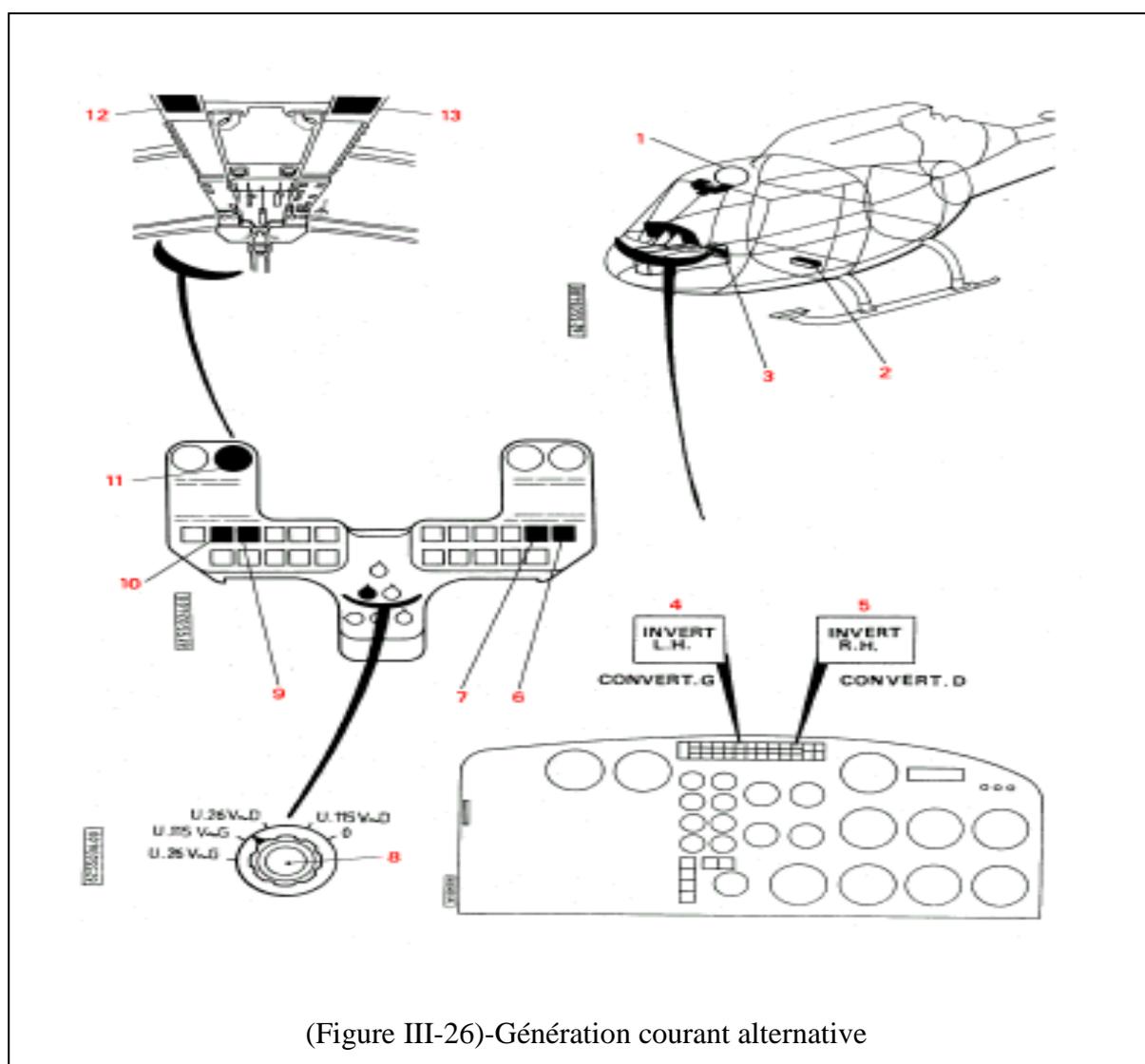
Génération courant

Repère Figure I-26	Désignation	Repère électrique	Localisation
1	Circuit imprimé gauche Circuit imprimé droit Chaque circuit comprend: un détecteur sous tension 26 V un détecteur sous tension 115 V un relais de transfert un relais de protection	3 X 1 3 X 2  5X 6 X	Panneau plafond côté gauche Panneau plafond côté droit
2	Convertisseur gauche	1 X 1	Sous plancher cabine côté gauche
3	Convertisseur droit	1 X 2	Sous plancher cabine côté droit
4	Voyant ambre "CONV.G"	4 ALPH	Sur tableau de pannes 4 ALPHA
5	Voyant ambre "CONV.D"	4 ALPH	Sur tableau de pannes 4 ALPHA
6	Bouton-poussoir "TRANSF CONVERT D-G"(OPTIONNEL)		) ) Sur panneau de commande )
7	Bouton-poussoir « CONVERT »	14 ALPH	frontal côté droit
8	Sélecteur de lecture du voltmètre	4 X	Sur panneau plafond avant
9	Bouton-poussoir "CONVERT G"	15 ALPH	) ) Sur panneau de commande ) frontal côté gauche
10	Bouton-poussoir "TRANSF CONVERT G-D"(OPTIONNEL)		) )
11	Voltmètre		Sur panneau frontal côté gauche

**Tableau n°2 :** (Suite)  
alternatif

Génération courant

Repère Figure I-26	Désignation	Repère électrique	Localisation
12	Panneau de distribution barres 115 V=1 X P10A 26 V=1 X P11A	2 X 1	Panneau plafond côté gauche
13	Panneau de distribution barres 115 V=2 X P10A 26 V=2 X P11A	2 X 2	Panneau plafond côté droit



### III-4/ DESCRIPTION MOTEUR:

#### III-4-1/ Groupes propulseurs ALLISON :

Les moteurs utilisés sont du type à turbine libre avec une prise de mouvement dirigée vers l'avant.

#### Description :

##### - **Fixation des G.T.M.:** (Figure III-27 et III-28)

Les G.T.M. sont installés sur la partie supérieure de la structure arrière.

Ils sont fixés au boîtier de conjugaison par l'intermédiaire d'une trompette et reposent sur un bloc amortisseur fixé sur le plancher turbine.

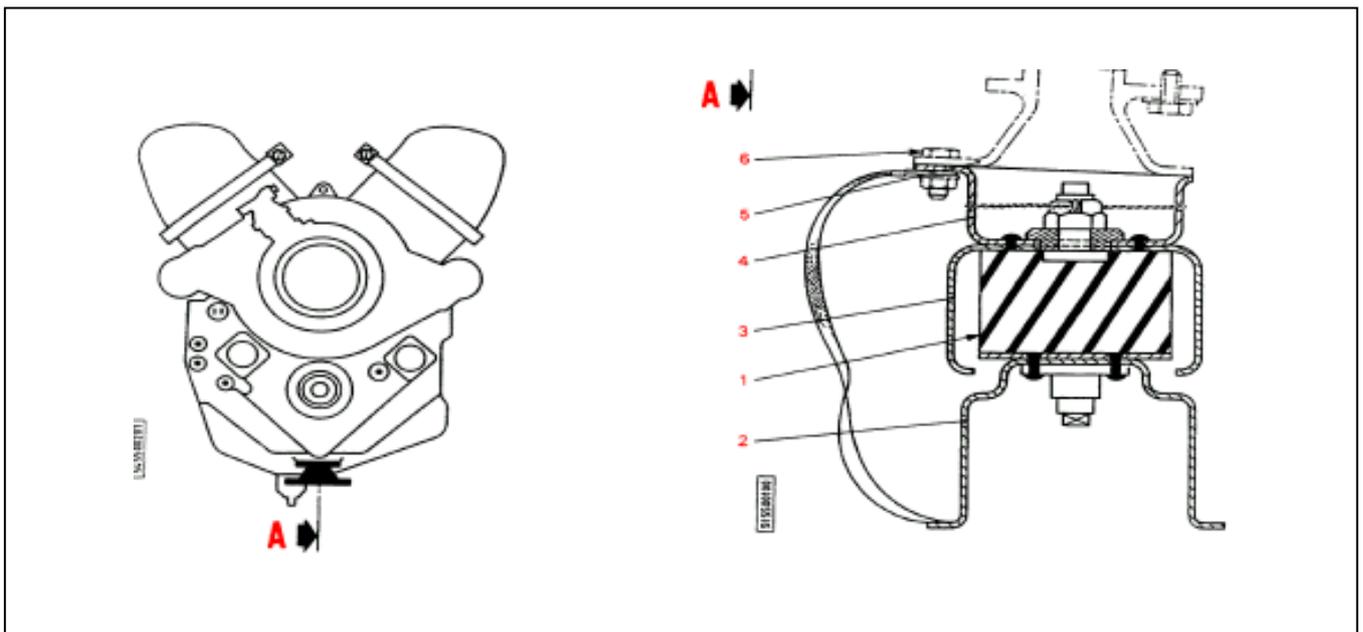
Légende du groupe propulseur ALLISON (Figure III-27, Détail A) :

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| - Amortisseur (1)       | - Embase support (4)                   |
| - Support moteur (2)    | - Embase moteur (5)                    |
| - Cloche de retenue (3) | - Boulon de liaison support-moteur (6) |

Cet amortisseur est compatible avec le montage du moteur TM 319.

##### - **Entrées d'air:**

La liaison G.T.M. capot-turbine nécessite le montage de manches des entrées d'air fixées sur le carter compresseur.



(Figure III-27)- Groupe moteur ALLISON-

### **III-4-1/ Commandes moteurs ALLISON :**

Les commandes moteurs ALLISON, indépendantes pour chaque moteur, contrôlent la quantité de carburant injectée dans la chambre de combustion pour les différentes phases de fonctionnement.

Elles sont constituées de :

- un bloc de manettes situé sur le panneau plafond central ;
- une commande couplage "pas collectif-régulation" (commande anticipateur).

#### **Description :**

- **Bloc manettes:** (Figure III-28)

Il est décrit pour un moteur. Le fonctionnement étant identique pour l'autre moteur. Il comprend:

- Une manette de débit (1) : C'est une commande manuelle qui actionne le régulateur de débit par l'intermédiaire d'une commande à billes (2). Elle sert au démarrage, à la mise en puissance et à l'arrêt du moteur ; et en cas de panne de régulation (secours) permet au pilote de contrôler le moteur.

- Une régulation turbine libre : Elle est automatique, assurée par un régulateur. Le régulateur faisant partie du moteur.

- **Commande couplage "PAS COLLECTIF - REGULATION" ou anticipateur:** (Figure I-28)

But : Il a comme but de:

- compenser le statisme du régulateur ;
- réduire le temps de réponse du moteur sur la variation du pas collectif (d'où le nom de commande anticipateur).

Principe :

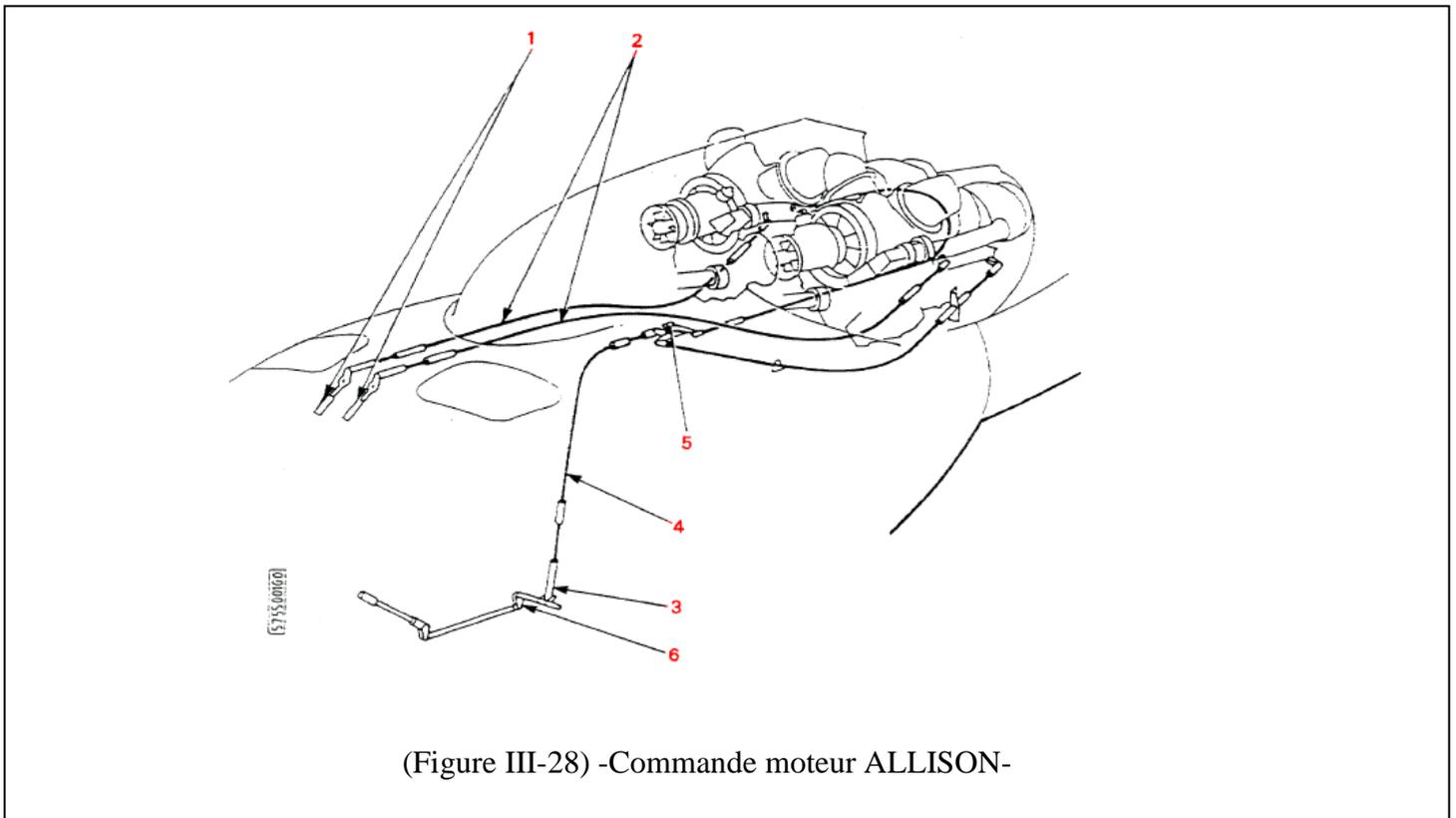
Les déplacements du manche collectif agissent sur la came du relais anticipateur (5) par l'intermédiaire d'une bielle à ressort (3) et d'une commande à billes (4) montée sur le combinateur (6). Le combinateur modifie la tension du ressort du régulateur centrifuge de la turbine libre.

Compensation du statisme du régulateur : Elle est faite par durcissement du ressort de la bielle élastique au fur et à mesure que le pas croît. C'est le couplage "pas-régulation".

Réduction du temps de réponse du moteur sur variation du pas collectif : Elle a pour but d'obtenir des reprises plus nerveuses car, sur une remise de pas, on provoque simultanément l'ouverture du doseur. Alors que sans couplage, il faut que le régulateur détecte d'abord la diminution de tours pour ouvrir le doseur.

#### - Commande d'alignement des moteurs (TRIM) (Figure III-28)

Le relais anticipateur (5) est équipé d'un moteur électrique à deux sens de rotation commandé par des basculeurs sur la poignée de manche collectif pilote, et copilote en double commande, et permet d'aligner les régimes de chaque moteur.



(Figure III-28) -Commande moteur ALLISON-

#### III-4-3/ Filtres anti-sable :

Les filtres anti-sable ont pour but de protéger les moteurs contre l'ingestion de sable retardant ainsi l'usure prématurée des aubages du compresseur. C'est un aménagement optionnel non permanent.

L'installation comprend :

- un filtre installé sur l'entrée d'air de chaque moteur;
- un circuit d'air prélevé sur le circuit P2 de chaque moteur;
- un circuit électrique de commande et de contrôle.

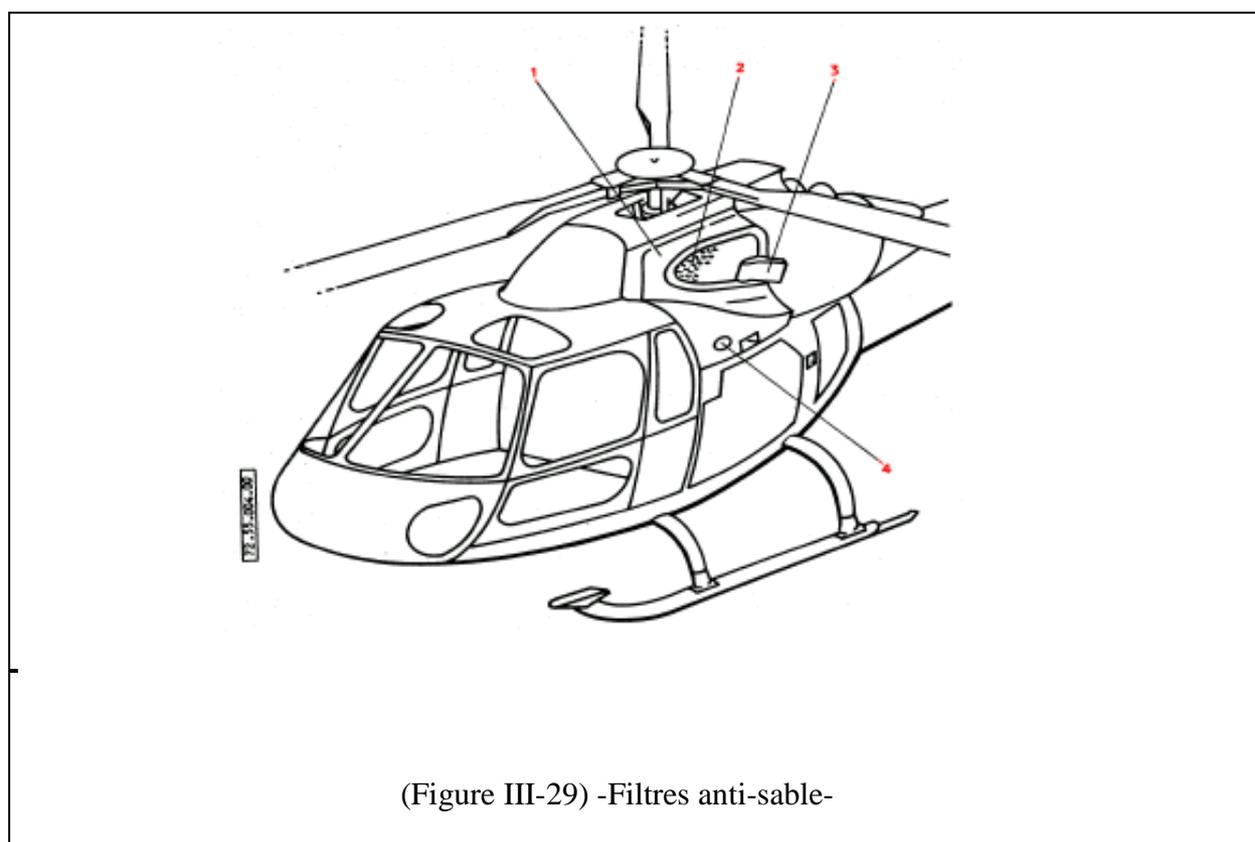
**Description :** (Figure III-29)

Les filtres sont constitués de deux ensembles symétriques comprenant chacun :

- un capot interchangeable (1) avec le montage de l'entrée d'air et de la grille;
- une gaine collectrice d'air montée sur le filtre anti-sable;
- un filtre anti-sable constitué par un caisson comprenant les éléments séparateurs

(2) et les trompes d'éjection (3).

L'air comprimé, fourni aux filtres à travers le robinet P2 (4), est prélevé sur le circuit de chauffage (circuit P2) au niveau d'un raccord en "T" situé sur le plancher B.T.P.



**Fonctionnement :** (Figure III-30)

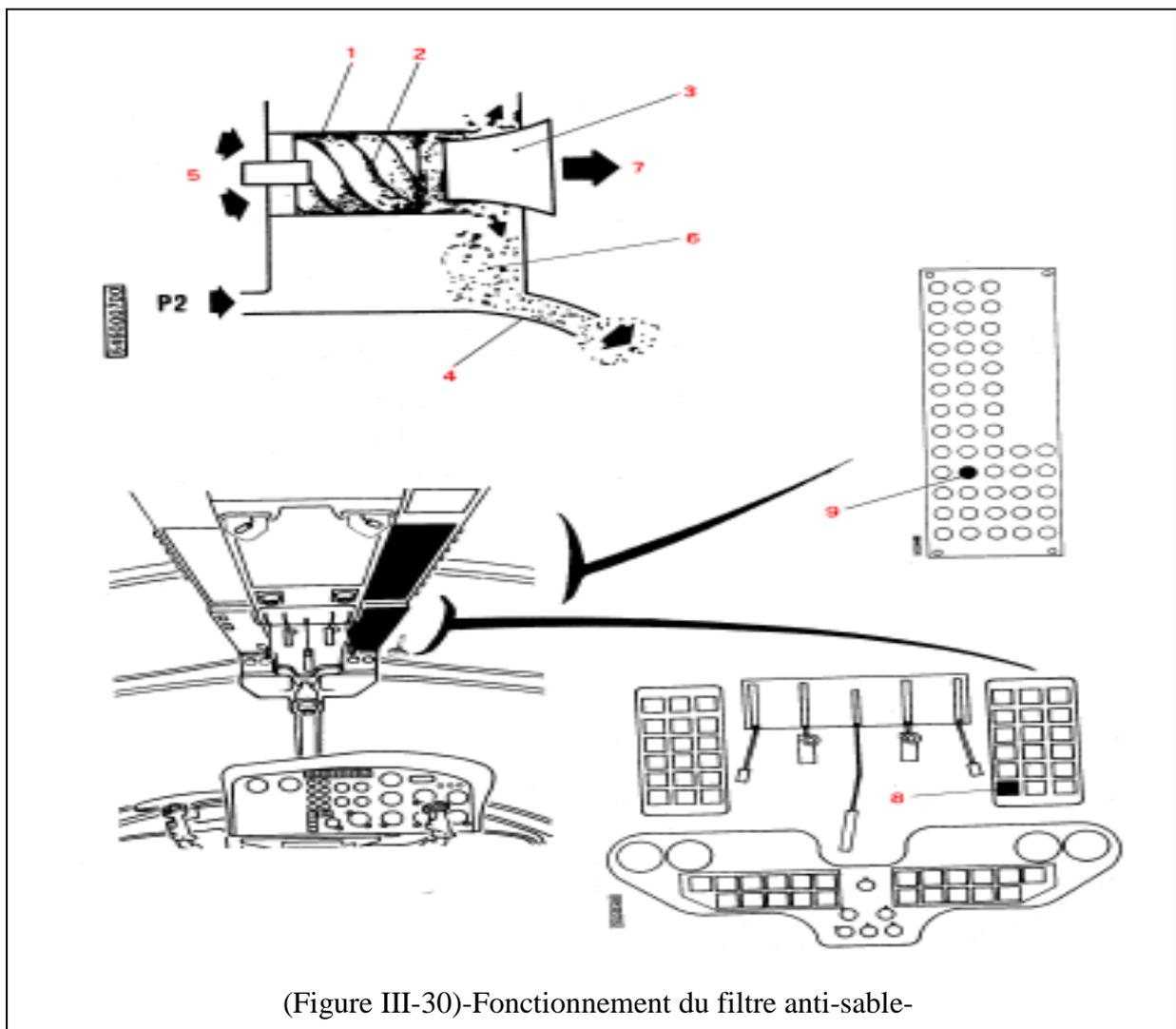
Le principe de fonctionnement du filtre est basé sur le triage du sable sous l'effet de la force centrifuge.

Chaque séparateur se compose de :

- un tube (1) ;
- un générateur de tourbillon (2) ;
- un diffuseur (3) ;
- une trompe d'éjection (4).

L'air (5) chargé de sable est mis en rotation par le générateur de tourbillon (2). Les particules centrifugées (6) sont évacuées à l'extérieur par l'air de balayage P2 à travers les trompes d'éjections (4). L'air filtré (7) est aspiré par le moteur.

La commande du robinet P2 se fait par le bouton-poussoir (8) "SEPAR. DE PARTICULES" situé sur le panneau latéral droit (5 ALPHA 2) protégé par un fusible de 2,5 A (9) du panneau plafond latéral droit (7 ALPHA 2). Un voyant intégré à celui-ci permet de signaler le fonctionnement du filtre.



### III-4-4 / Lubrification moteur ALLISON :

#### - Circuit de graissage G.T.M. (Figure III-31 et III-32)

Ce système ne traite que le circuit extérieur à un G.T.M. Il comprend essentiellement :

Réservoirs (3) : Deux réservoirs en alliage léger fixés sur des supports rivés sur le côté droit et gauche du plancher mécanique. Ils possèdent un voyant avec le repère "MINI" permettant de voir le niveau d'huile, ainsi qu'une mise à l'air libre.

Circuit G.T.M. : L'aspiration du réservoir et le refoulement vers le groupe de refroidissement s'effectuent à l'aide des pompes situées sur le G.T.M. (se reporter à la notice du motoriste).

Clapet de dérivation (6) : Le clapet est situé sur la tuyauterie de sortie du G.T.M. en arrière du plancher turbine (plat à barbe). Il permet la dérivation de l'huile vers le radiateur lorsque la température de l'huile atteint 74° C (165,2°F). Il admet la totalité de l'huile vers le radiateur pour une température de 86°C de (186,8° F).

Groupe de refroidissement : Deux groupes de trois radiateurs par moteur :

- deux radiateurs pour le moteur (7);
- un radiateur pour la BTP (8).

Circuit d'air de refroidissement : La circulation de l'air dans le groupe de refroidissement est assurée par :

- un groupe ventilateur (10) formé d'une roue axiale et d'un aubage fixe (redresseur);
- un ventilateur entraîné par la transmission arrière;
- un conduit d'alimentation du ventilateur (tunnel) qui permet l'aspiration de l'air dans le compartiment B.T.P.;
- un conduit de ventilation dirigeant l'air sur le radiateur.

Filtre à huile ALLISON 250 C20R uniquement : Le filtre (11) est placé à la sortie de l'huile du moteur. Il est fixé sur le tube support de cabine (12).

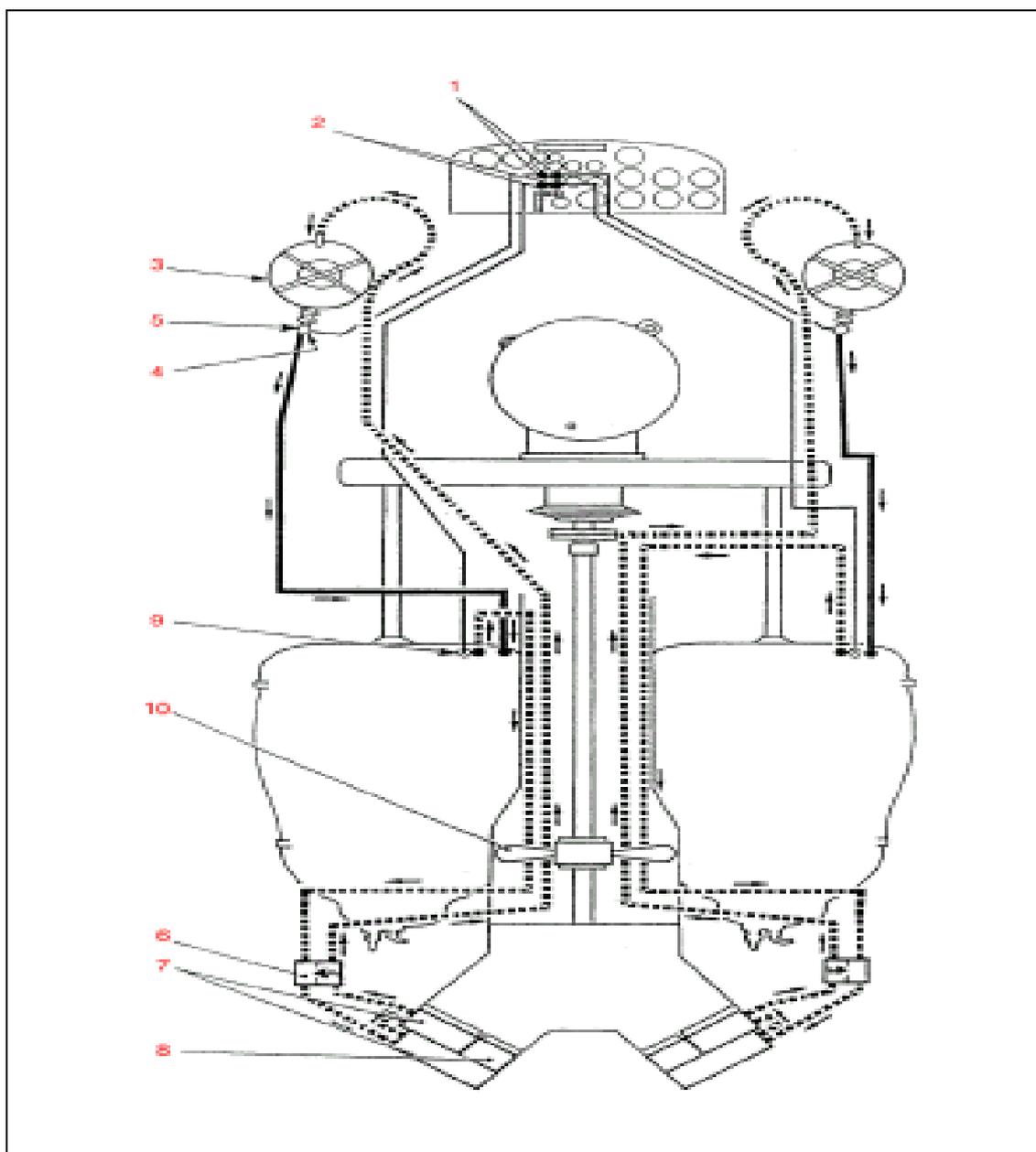
**- Contrôle du circuit d'huile:** (Figure I-32)

Le contrôle s'effectue sur :

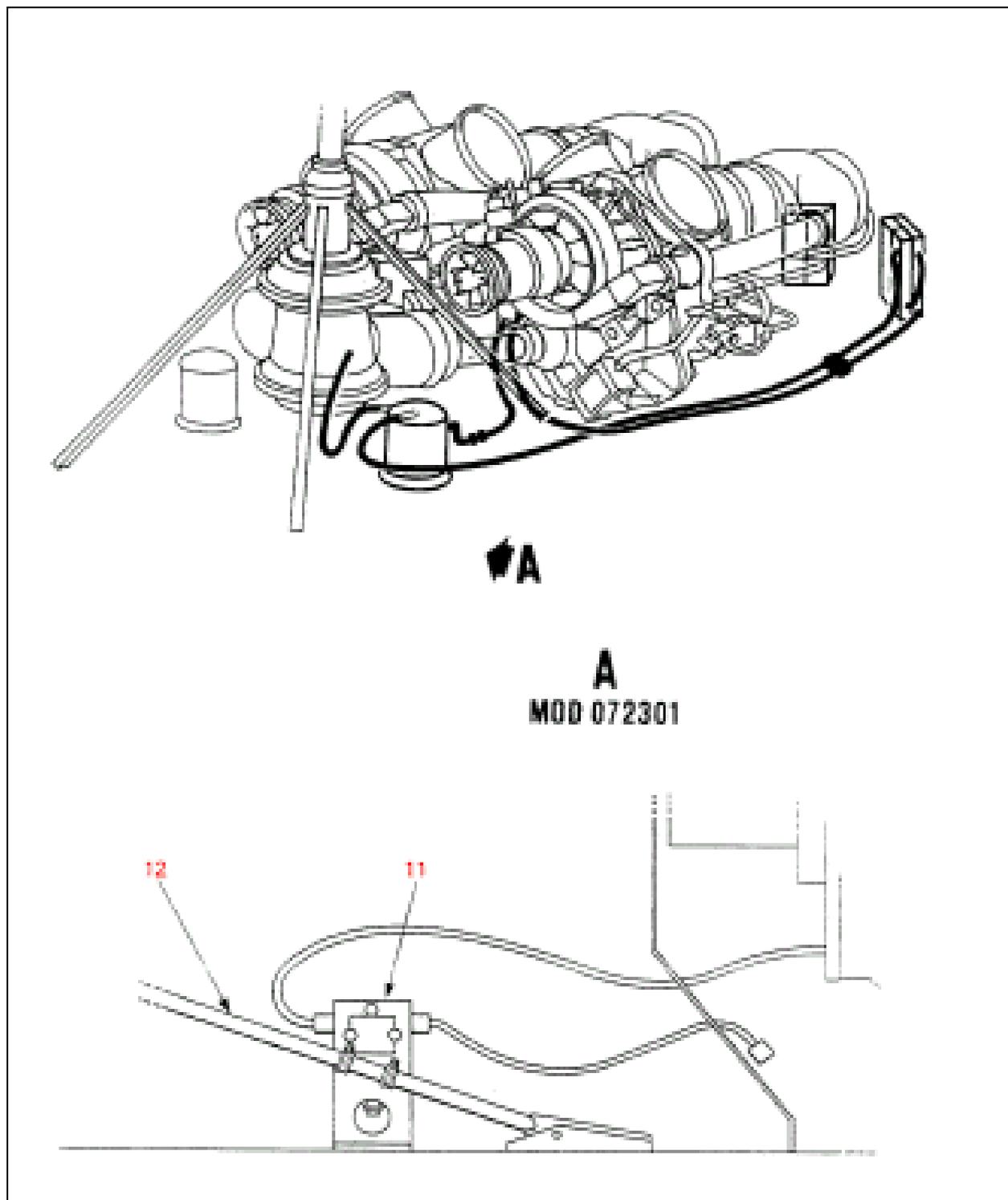
- le niveau à l'aide du repère MINI situé sur le réservoir ;
- la pression à l'aide de l'indicateur (2) et d'un transmetteur (9) situé sur le G.T.M. ;
- la température à l'aide de l'indicateur (1) et d'une sonde de température (4) située sur le raccord reliant le réservoir à la tuyauterie d'alimentation moteur.

le raccord reliant le réservoir à la tuyauterie d'alimentation moteur.

Un bouchon magnétique (5) situé sur le bouchon de vidange complète le contrôle du circuit.



(Figure III-31)-Lubrification moteur ALLISON (Circuit de graissage)-



(Figure III-32) –Lubrification moteur ALLISON (Circuit de graissage)-

### **III-4-5/ Boîte de Transmission Principale ( B.T.P.) :** (Figure I-33, Détail A)

La boîte de transmission principale permet de transmettre la puissance des G.T.M. au rotor principal, tout en réduisant la vitesse de rotation.

#### **Description :**

La particularité de la boîte de transmission est sa possibilité de décomposition en 4 modules définis ci-après :

- 1° module: réducteur épicycloïdal (1);
- 2° module : couple conique, composé essentiellement du couple conique de réduction et des carters, principal (2) et inférieur (3);
- 3° module : pompe à huile (4);
- 4° module : boîtier de conjugaison (5).

#### **- Chaîne cinématique :** (Figure I-33, Détail B)

La chaîne de réduction se compose de 2 étages :

- 1° étage : Un couple conique composé :
  - d'un pignon conique (6),
  - d'une couronne conique (5).
- 2° étage : Un réducteur épicycloïdal composé :
  - d'un planétaire (4) entraîné par la couronne (5),
  - d'une couronne fixe (1) et de 5 satellites (2),
  - d'un porte satellite (3) qui entraîne l'arbre du mât rotor.

#### **Installation de la B.T.P. :**(Figure III-34)

L'ensemble de la mécanique principale est lié à la structure de deux façons:

- par quatre barres (1) fixées d'une part sur le carter du mât rotor, d'autre part à quatre ferrures situées sur des parties renforcées du plancher mécanique;
- par une suspension souple entre le carter inférieur (2) et les ferrures (4) rivées sur la structure. Elle est réalisée par une traverse (6) équipée de butées lamifiées (3) et (5).

La liaison s'effectue de la façon suivante :

- ° Deux butées lamifiées (3) reliées à la B.T.P;

° Deux butées lamifiées (5) reliées à la structure. L'assemblage de l'ensemble est réalisé par boulons.

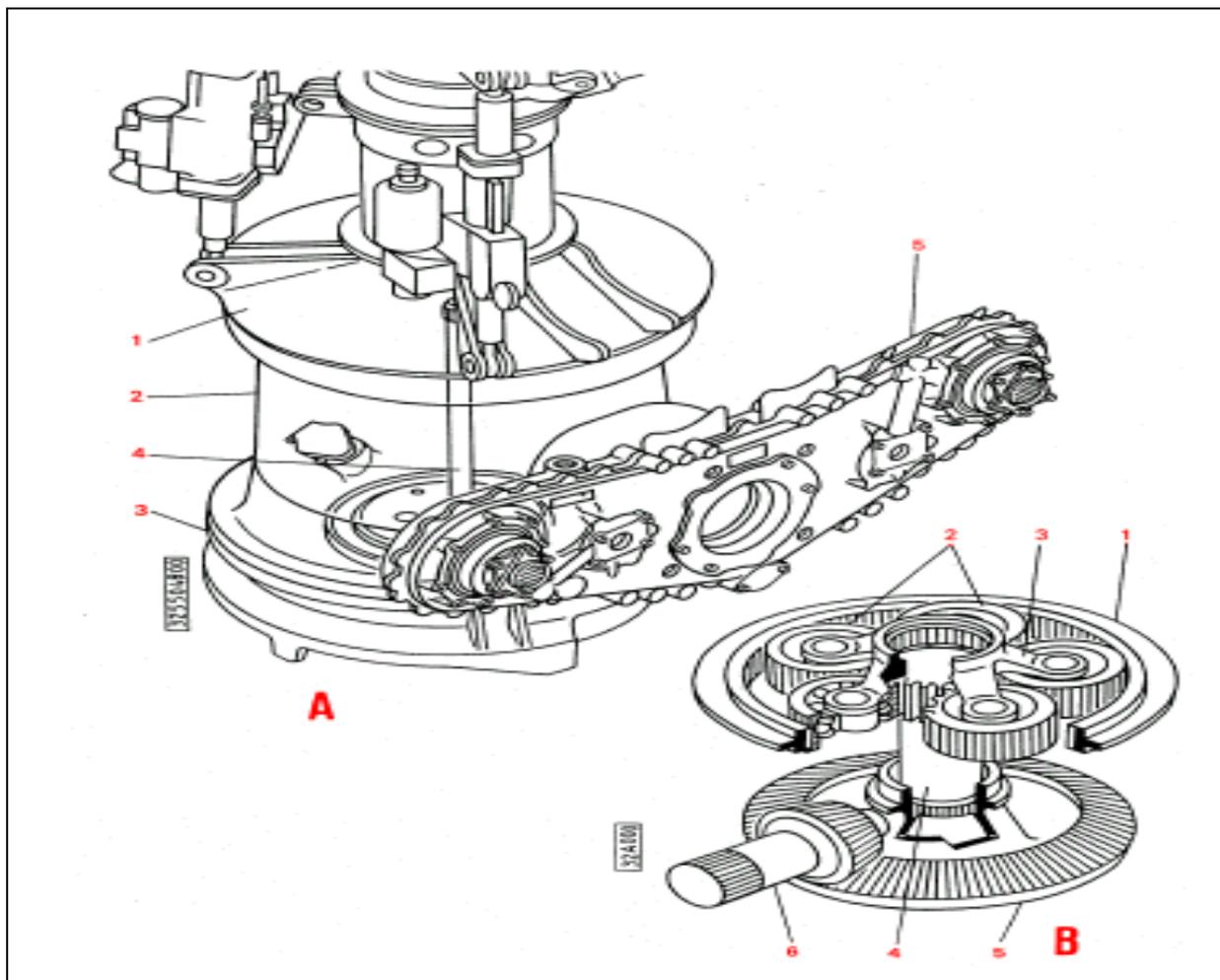
### III-4-6/ Mécanique arrière :

La mécanique arrière se décompose en trois parties :

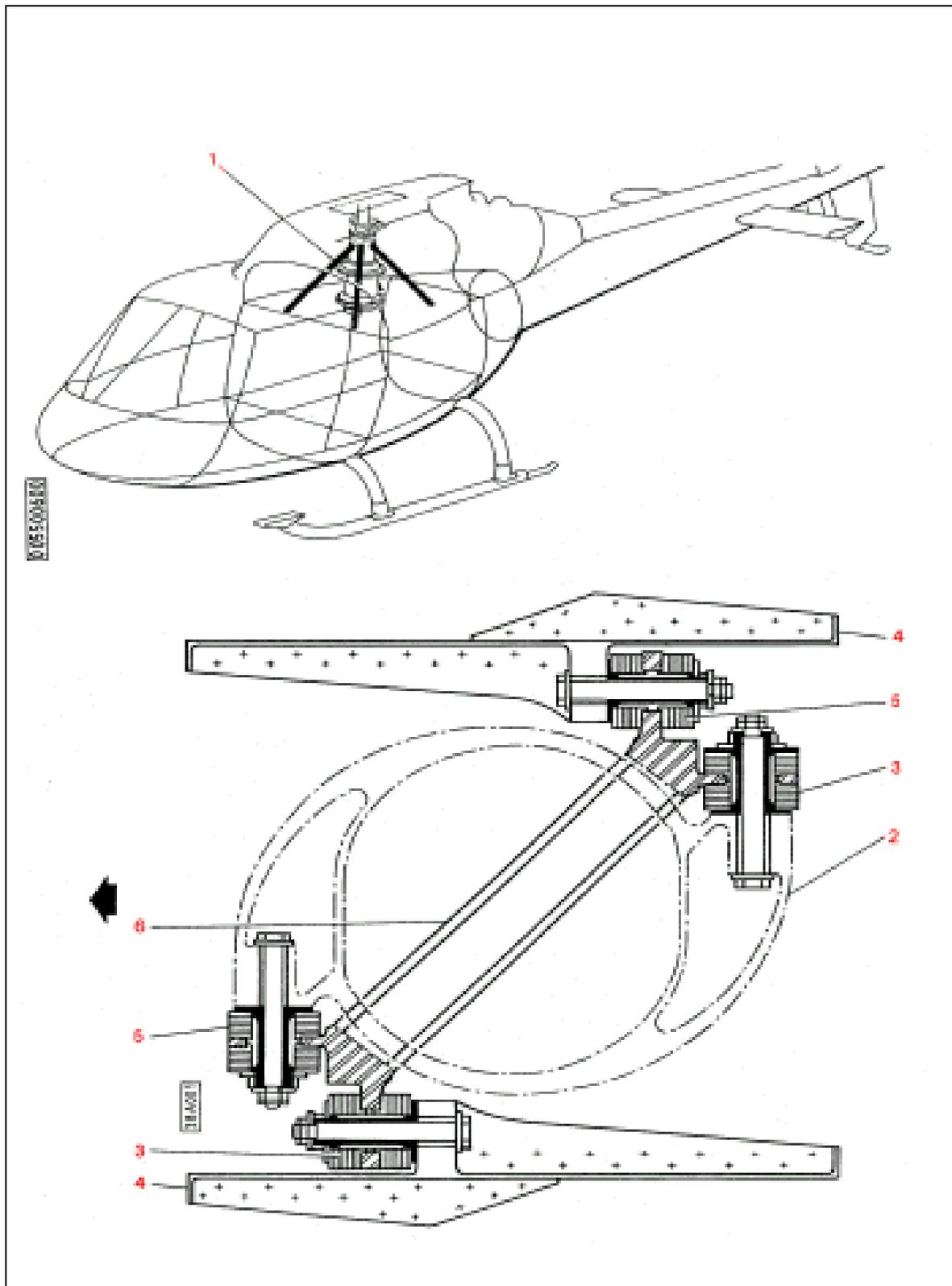
#### - La Boîte de Transmission Arrière ( B.T.A.) : (Figure III-35)

Elle transmet la puissance du G.T.M. au rotor arrière, tout en réduisant la vitesse de rotation. Elle comprend essentiellement :

- un renvoi d'angle composé des pignons (8) et (7);
- un carter qui assure la fixation de la B.T.A. sur la poutre de queue. Il permet le montage du renvoi (6) qui assure la liaison entre la bielle de commande de vol et l'ensemble des plateaux de commande du rotor arrière (3) et (5).



(Figure III-33) –Boîte de transmission principale-



(Figure III-34) -Installation boîte de transmission principale-

Le graissage s'effectue par barbotage. Il est vérifié par le niveau d'huile (9) et un bouchon magnétique situé sur le bouchon de vidange.

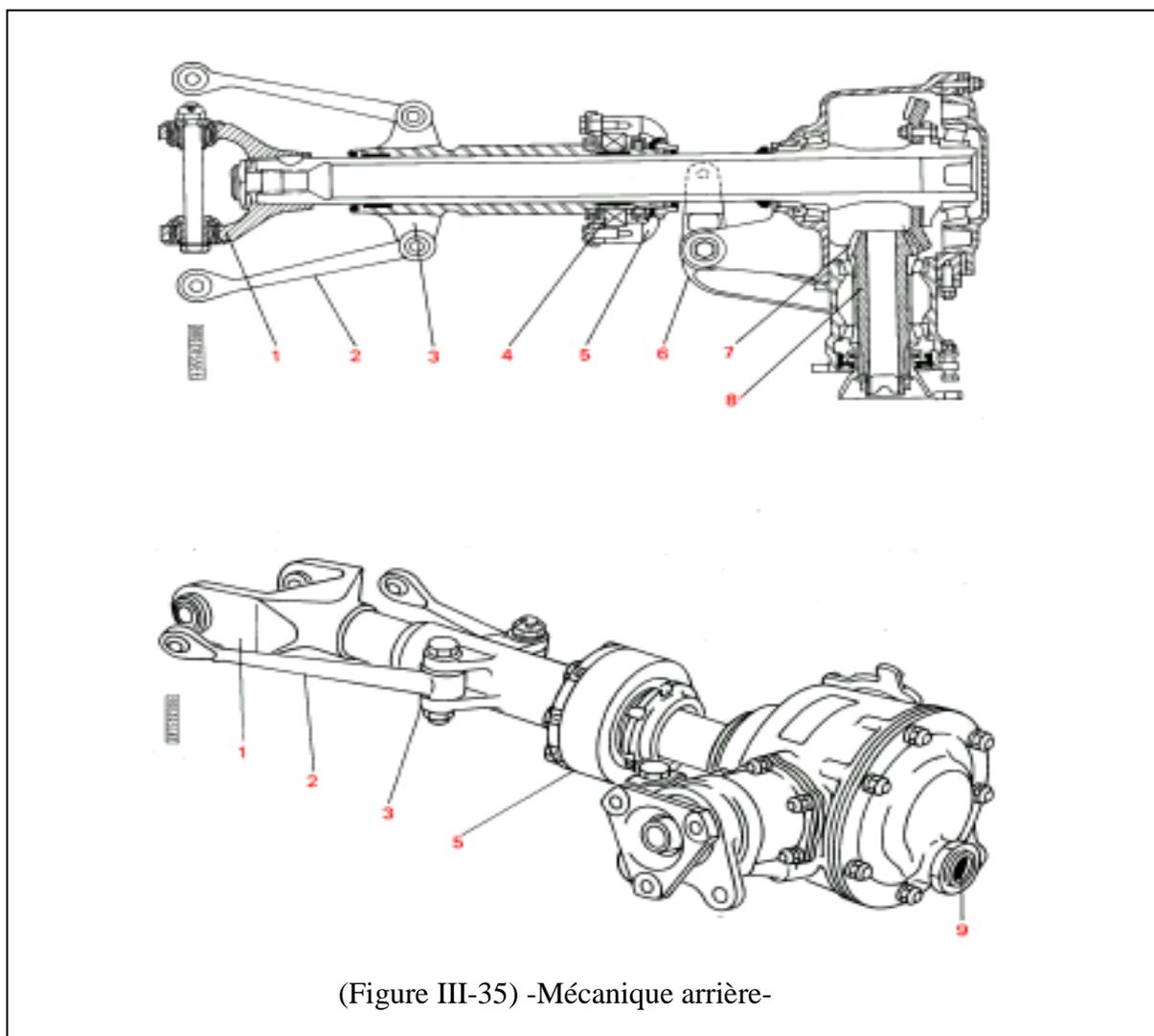
**- Le plateau de commande:** (Figure III-35)

En transmettant le mouvement du renvoi de commande, il assure la mise en pas des pales arrière. Il comprend essentiellement :

- Un plateau fixe (5) relié au renvoi de commande (6),
- Un roulement à billes (4),
- Un plateau tournant (3),
- Deux biellettes de pas (2).

**- Le moyeu (1) :**

Il est fixé en bout de l'arbre, il permet la fixation de l'ensemble PALE - ROTOR arrière.



(Figure III-35) -Mécanisme arrière-

### **III-4-7/ Arbres de Transmission Arrière ( A.T.A.) :**

Sert à transmettre la puissance au rotor arrière tout en assurant l'entraînement des ventilateurs.

#### **Description :** (Figure III-36)

L'accouplement des arbres entre-eux, du boîtier de conjugaison de la B.T.P. à la mécanique arrière, est réalisé par cinq accouplements souples (flectors).

L'arbre arrière, très long, est supporté par des paliers : roulements à billes montés sur bagues en élastomère qui amortissent les vibrations de l'ensemble (amortisseur viscoélastique de "flèche" et de "torsion").

Entre la B.T.P. et la B.T.A., il y a :

- Un arbre (1), monté entre deux accouplements souples (2 et 3) (flectors);
- Un ensemble ventilateur comprenant :
  - . un arbre d'entraînement (4),
  - . deux roulements à billes (5 et 6),
  - . un boîtier solidaire du redresseur du ventilateur 1er étage (8),
  - . une roue de ventilateur (7),
  - . un redresseur (8).
- Un 3ème accouplement souple (flectors) (9);
- Un arbre de liaison (10);
- Un 4ème accouplement souple (flectors) (11);
- Un arbre (12) en appui sur 6 paliers (13);
- Un 5ème accouplement souple (flectors) (14).

Les accouplements souples (flectors) sont constitués d'un empilement de disques flexibles et rendus solidaires des brides par vis et écrous.

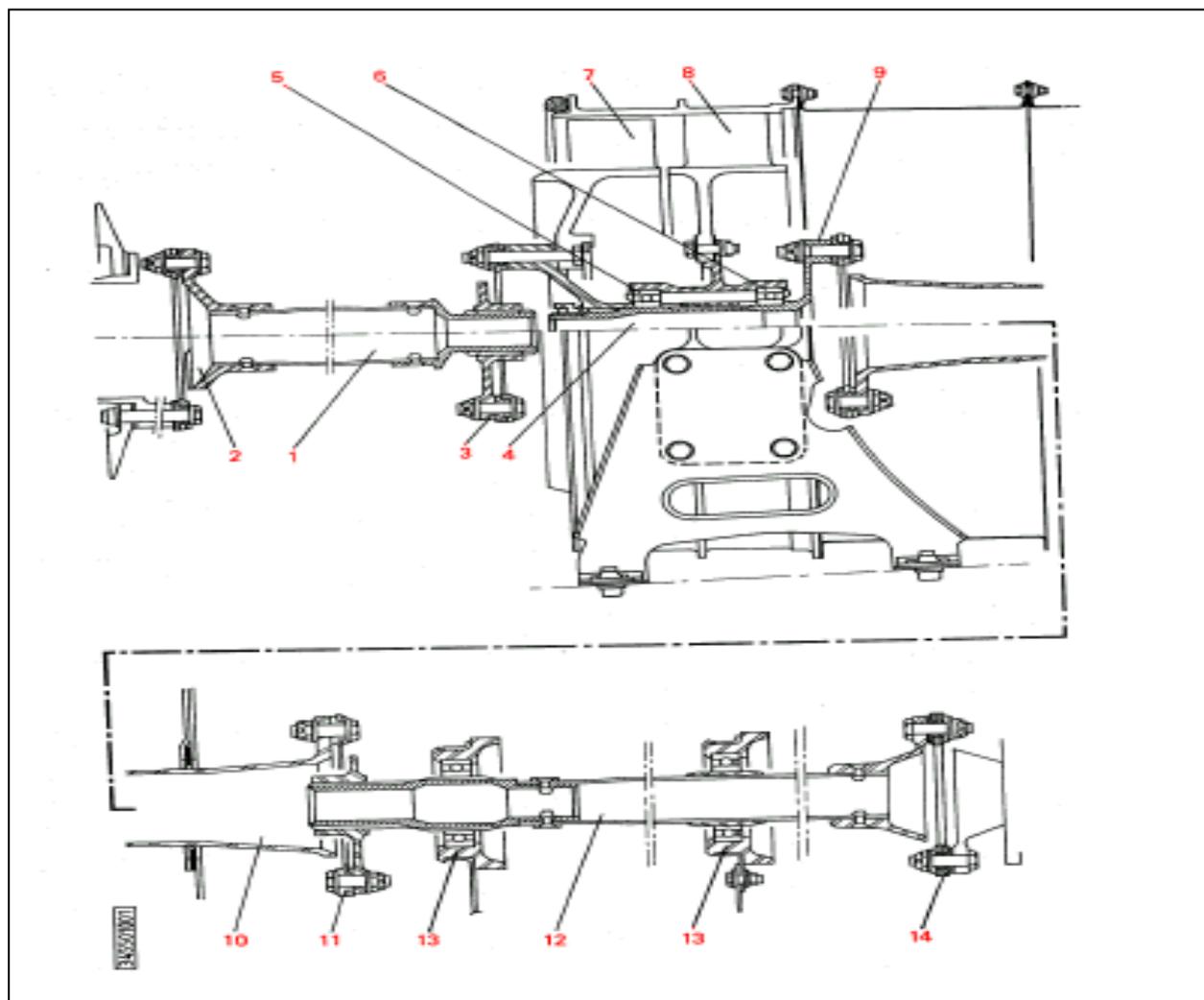
**III-4-8/ Liaison B.T.P. – G.T.M. :**

Elle sert à transmettre la puissance motrice à la B.T.P. par une liaison à "cardan".

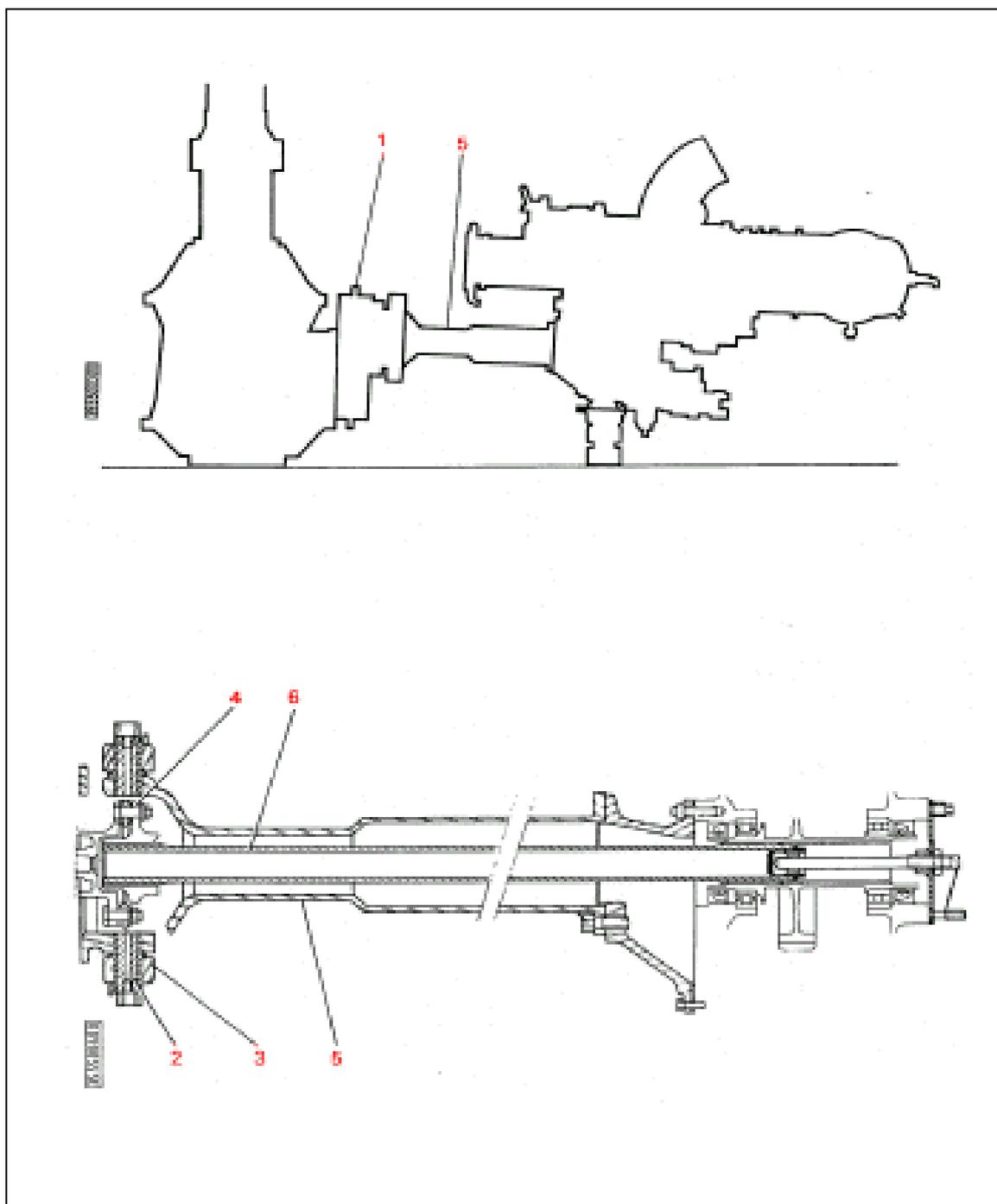
**Description :** (Figure III-37)

La liaison comporte :

- un boîtier de conjugaison (1), solidaire de la B.T.P;
- quatre axes de cardan (2);
- un anneau à cardan (3);
- une mâchoire à cardan (4), fixée sur le boîtier de conjugaison;
- une trompette (5), fixée sur le G.T.M;
- un arbre de transmission de puissance (6).



(Figure III-36) -Arbre de Transmission Arrière -



(Figure III-37) -Liaison B.T.P. – G.T.M. -

### III-5/ Remarques :

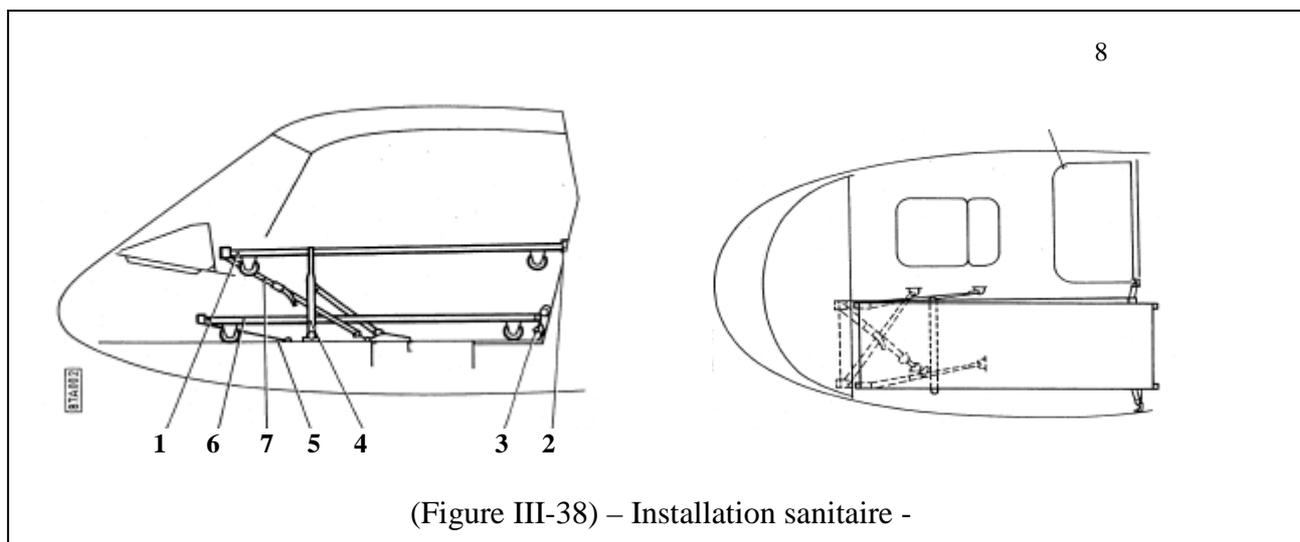
Cet appareil a certaines particularités supplémentaires citées ci-après :

#### III-5-1/ Installation sanitaire : (Figure III-38)

Elle permet l'emport d'un ou deux blessés allongés sur brancards, accompagnés d'un ou deux assistants assis sur la banquette arrière droite (8).

L'aménagement occupe la partie gauche de la cabine, il comporte :

- un brancard supérieur (1) ;
- des supports de cloison arrière (2) ;
- des sangles (3,5 et 7) ;
- un bâti (4).



(Figure III-38) – Installation sanitaire -

### III-5-2/ Flottabilité de secours :

Dans le cas d'un amerrissage forcé, elle assure une flottaison suffisante, afin de permettre l'évacuation du personnel et la récupération de l'appareil.

L'installation est, essentiellement, constituée d'ensembles de flottabilités fixées latéralement aux patins de l'atterrisseur, équipées d'une génération de gonflage et d'un dispositif de commande.

### III-5-3/ Bac d'égouttage:

Il sert à protéger la cabine du ruissellement d'eau salée lors d'un treuillage en mer.

Deux types de bac existent ; un bac ne permettant pas l'utilisation des banquettes arrière et un autre permettant la banquette arrière droite.

### III-5-4/ Installation fusées éclairantes :

Ces fusées permettent la reconnaissance et l'atterrissage de nuit.

L'installation est constituée de deux unités de feux qui sont montées sur un ensemble lance-fusées, ce dernier est fixé au boîtier solidaire des raidisseurs dans la poutre de queue, plus une porte permettant d'obturer les passages dans le revêtement.

**III-5-5/ Canots de sauvetage :**

Ils permettent d'évacuer l'appareil lors d'un amerrissage.

La capacité minimale de chaque canot est de quatre à six places, chacun est équipé de deux couteaux flottants, d'un anneau de tennis, d'un cône d'ancre, d'une lampe de repérage, d'un halin flottant et d'une notice d'instruction.

**III-5-6/ Cargo-swing:**

Le but est de permettre des charges lourdes ou volumineuses, ainsi que la diminution des moments exercés sur l'hélicoptère par la charge extérieure.

Le cargo-swing contient un châssis suspendu, un circuit électrique de commande et un circuit de commande de largage mécanique de secours.

**III-5-7/ Coupe- câble :**

Cette installation rend l'appareil capable de couper des câbles lors d'une manœuvre en vol près du sol, ceci s'effectue grâce à des lames en acier à haute résistance.

L'installation se compose d'éléments démontables et des renforts de structure.

# **Conclusion**

L'hélicoptère est une réussite technologique très importante dans le domaine de l'aéronautique.

La préparation de ce mémoire, nous a fait connaître sa technologie actuelle, et ceci nous a donné une description détaillée de l'hélicoptère ECUREIL AS 350, ses caractéristiques et ses performances.

Le sujet qu'on a étudié nous a permis d'approfondir nos connaissances, en aéronautique surtout en ce qui concerne l'hélicoptère.

# **Bibliographie**

- **Pierre leffort et Jacques hamman : theorie pratique de l'helicoptere materiels aerospaciaux-helicoptere.encyclopedie d'aeronautique.**
- **M<sup>r</sup> soufari abdellatif et M<sup>r</sup> aksil med seghir**  
**" La technologie de l'helicoptere"**  
**Projet de fin d'etude en DEUA a blida en 1997**
- **Les sites internet :**  
**[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)**  
**[www.helicomontagne.fr](http://www.helicomontagne.fr)**