

SESSION 2004

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

**E2- EPREUVE DE TECHNOLOGIE  
CONSTRUCTION ET MAINTENANCE D'UN AERONEF ( U2 )**

**Option : MS-CELLULE**

**CETTE EPREUVE EST COMPOSEE DE DEUX DOSSIERS :**

**1- Dossier technique**

**2- Dossier questions/réponses**

**AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE**

**L'USAGE DE LA CALCULATRICE EST AUTORISE**

SESSION 2004

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

**E2- EPREUVE DE TECHNOLOGIE  
CONSTRUCTION ET MAINTENANCE D'UN AERONEF ( U2 )**

**Option : MS-CELLULE**

**DOSSIER TECHNIQUE**

**COMPOSITION :**

**CE DOSSIER EST COMPOSE DE 31 PAGES**

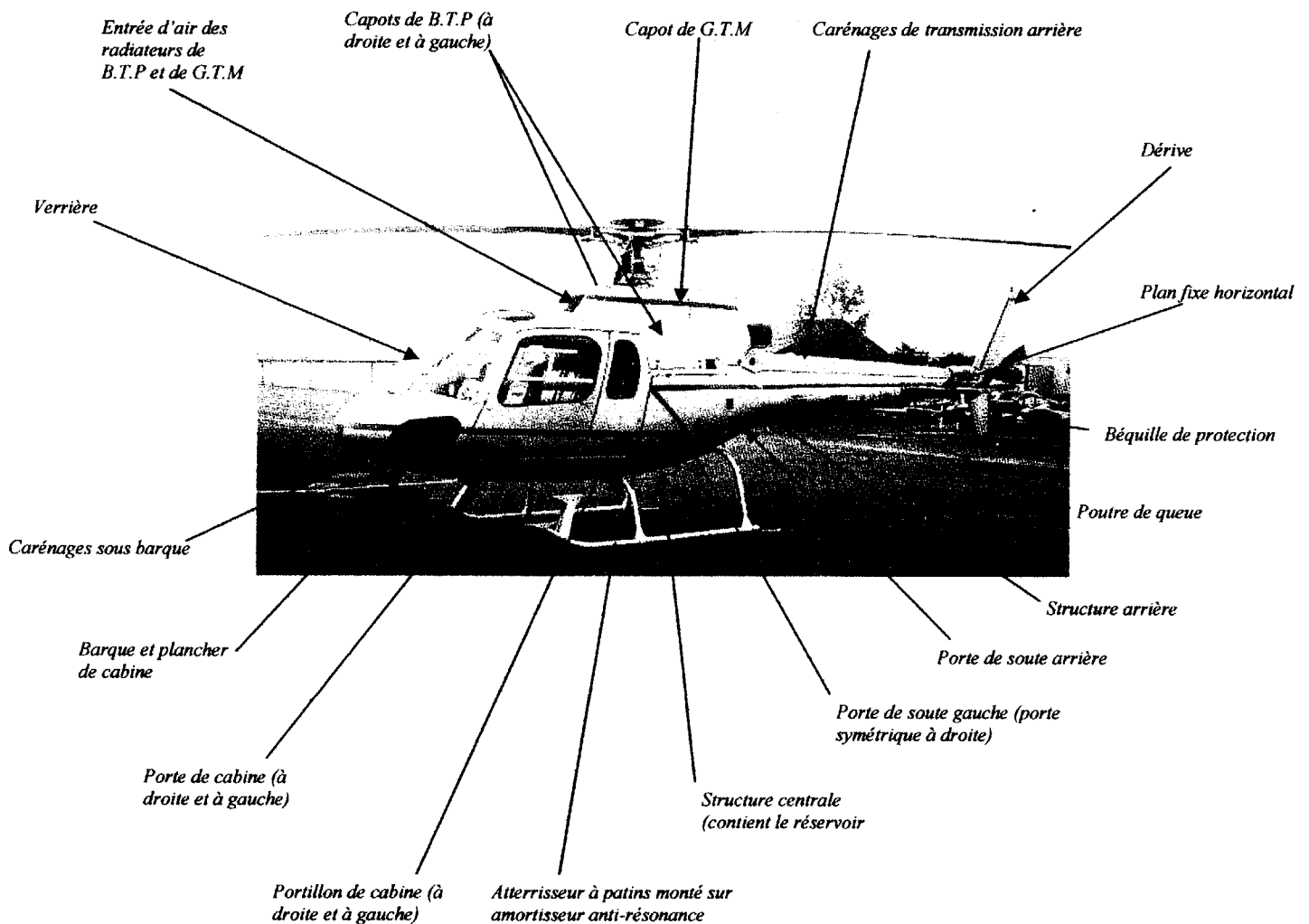
- DOSSIER TECHNIQUE : PAGE D.T 1/31 à 27/31**
- DOSSIER ANNEXE N° 1 : PAGE D.A 28/31 à 29/31**
- DOSSIER ANNEXE N°2 : PAGE D.A 30/31 à 31/31**

## PRÉSENTATION DE L'APPAREIL

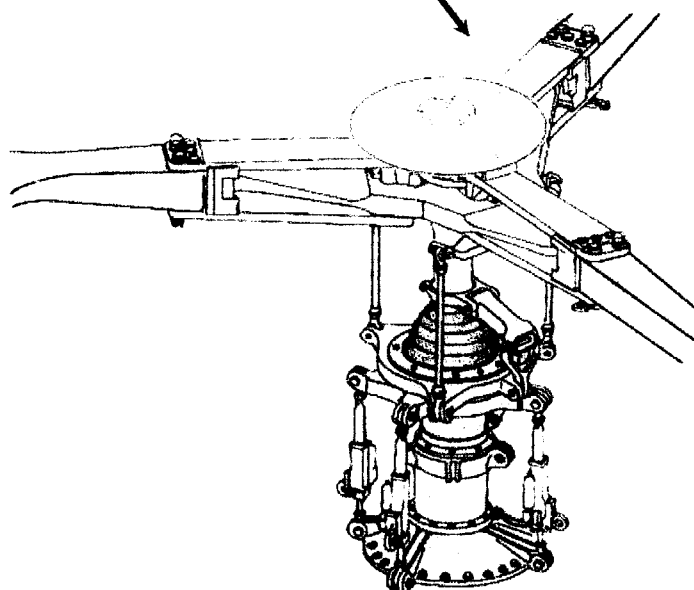
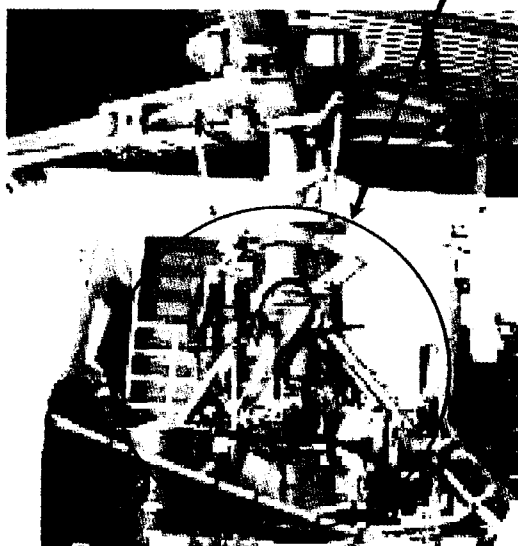
### HÉLICOPTÈRE LÉGER, POLYVALENT....

...Il peut, équipé des installations appropriées, remplir les missions suivantes :

- transport de personnel (5 passagers).
- transport V.I.P (4 passagers).
- transport de charges internes.
- transport de charges externes à l'élingue.
- sauvetage,
- évacuation sanitaire (2 personnes sur civière).
- surveillance.
- école.



MÉCANIQUE PRINCIPALE ET ROTOR PRINCIPAL



**BOITE DE TRANSMISSION PRINCIPALE (B.T.P.)**

*Conception modulaire Fixation par suspension souple bidirectionnelle, 2 étages de réduction (1 couple conique, 1 train épicycloïdale). Lubrification sous pression avec circuit de refroidissement huile. Supporte les servo-commandes, le frein rotor et entraîne la pompe hydraulique.*

**MAT ROTOR PRINCIPAL.**

*Sous-ensemble démontable. Carter de mat fixé par 4 barres de suspension qui « porte » l'appareil.*

**MOYEU ROTOR PRINCIPAL (M.R.P.)**

*Moyeu semi-rigide, type STARFLEX (étoile en stratifié « verre-résine »). Plus de roulement ni d'amortisseur de traînée. Pas de point de graissage.*

*Conception modulaire. Caractère « fail safe ».*

**PALES PRINCIPALES**

*Longeron en fibre de verre bobiné (roving), revêtu de tissu de verre garni de mousse. Caractère « fail safe ».*

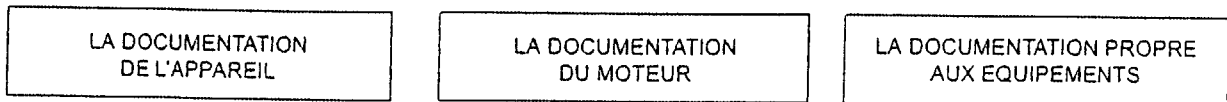
# CHAPITRE 1 (documentation )

## 1.2 - LA DOCUMENTATION D'EXPLOITATION DE L'APPAREIL

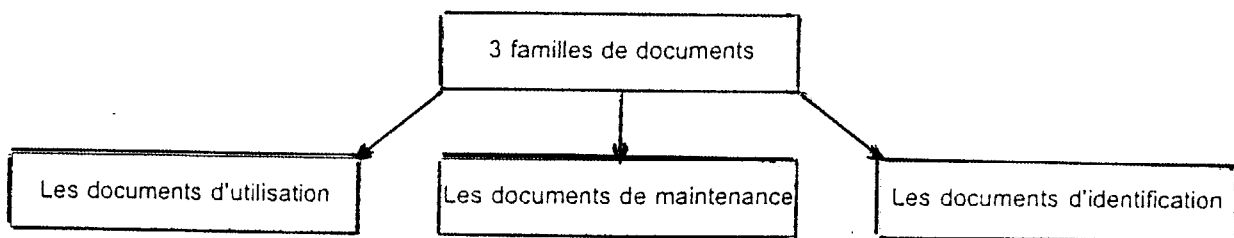
Vous allez, pilotes et techniciens, mettre en oeuvre, conduire, entretenir un nouvel hélicoptère. Vous disposerez, pour assurer vos fonctions dans les meilleures conditions de sécurité et de rentabilité, d'un ensemble de manuels regroupant sous une forme méthodique les règles et consignes d'entretien, les limitations et les procédures définies par le constructeur et que vous ne pouvez ignorer sans risque, **SOYEZ EN BIEN PERSUADE.**

- Soyez persuadé que l'on ne dépasse pas impunément une limitation,
- Soyez persuadé que la durée de vie d'une pièce n'est pas une vue de l'esprit,
- Soyez persuadé qu'une consigne d'entretien pèse souvent «plus lourd» qu'il n'y paraît,
- Soyez persuadé... QU'IL NE FAUT PAS IMPROVISER.

L'ensemble de la documentation applicable à votre machine comprend :



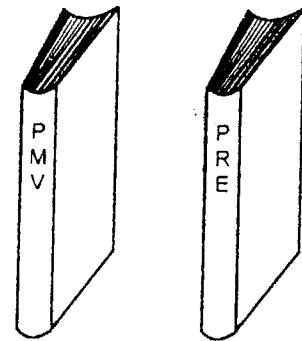
### 1.2.1. LA DOCUMENTATION DE L'APPAREIL



#### • Documents d'utilisation

- LE MANUEL DE VOL (P.M.V.) est le document de chevet du pilote qui y trouve : limitations, procédures normales et de secours, performances. Le manuel de vol est approuvé par les services officiels de l'Aéronautique.

- LE PROGRAMME RECOMMANDE D'ENTRETIEN (P.R.E.) s'adresse particulièrement aux responsables de la maintenance. Il définit les périodicités et programmes des visites, les périodicités des vidanges et de surveillance des huiles, les temps de fonctionnement limites.



Pour le pilote

Pour le responsable de la maintenance

#### • Documents de maintenance

Ils sont destinés aux techniciens à qui ils fournissent les informations nécessaires pour maintenir l'appareil en état de vol.

Types de manuels en vigueur :

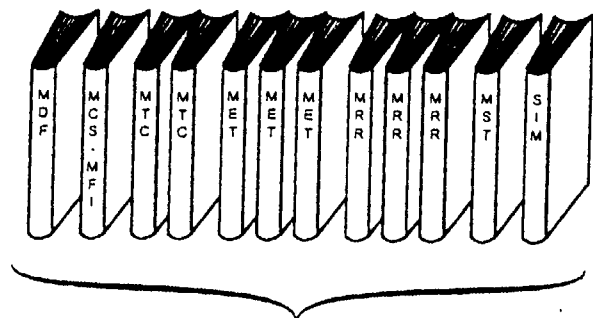
- LE MANUEL DESCRIPTIF ET DE FONCTIONNEMENT (M.D.F.)

- LE RECUEIL DES CIRCUITS ET SCHEMAS ELECTRIQUES AINSI QUE DES DEFAILLANCES ET DIAGNOSTICS (M.C.S / M.F.I.)

- LE MANUEL DES TECHNIQUES COURANTES (M.T.C.)

- LES MANUELS D'ENTRETIEN (M.E.T.), DE REPARATION (M.R.R.) ET DE STOCKAGE (M.S.T.)

- LE REPERTOIRE DES MODIFICATIONS (S.I.M.)



Pour les techniciens chargés de la maintenance

### 1.2.1. LA DOCUMENTATION DE L'APPAREIL (Suite)

- Les manuels d'entretien (MET), de réparation (MRR), de stockage (MST) décrivent sous forme analytique les opérations qui peuvent être effectuées aux différents niveaux de la maintenance.

- Le manuel des défaillances et diagnostics M.F.I. donne des conseils pour diagnostiquer et localiser les pannes complexes.

#### • Documents d'identification.

Ils permettent aux spécialistes de l'approvisionnement de reconnaître par son numéro de référence :

- une pièce de l'appareil : CATALOGUE ILLUSTRÉ DES PIÈCES (I.P.C.)

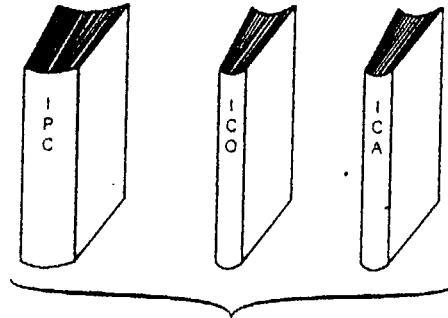
- un outillage spécial : CATALOGUE DES OUTILLAGES (I.C.O.)

- un article standard : CATALOGUE COMPLÉMENT D'APPROVISIONNEMENT (I.C.A.)

#### • Les services - bulletins (S.B.T.)

Ils sont chargés de mettre en place rapidement, auprès des utilisateurs, toutes consignes faisant suite à un événement nouveau (incident, modification...). Ils complètent la documentation de l'appareil dans laquelle ils sont incorporés par mise à jour.

- Le manuel des techniques courantes (M.T.C.) traite des procédés standards de mise en oeuvre, entretien, vérification et réparation valable tous hélicoptères.



*Pour les spécialistes de l'approvisionnement*

#### • Les lettres - service (L.S.)

Ce document, destiné à renseigner les utilisateurs de nos appareils sur des sujets d'actualité, constitue un complément provisoire de la documentation de base à laquelle il s'intègre à l'occasion d'une mise à jour. Les L.S. qui ont un aspect technique important sont présentées dans un encadré hachuré de couleur bleue.

### 1.2.2. LA DOCUMENTATION DU MOTEUR

- MANUEL D'ENTRETIEN
- CATALOGUES ILLUSTRÉS DES PIÈCES ET DES OUTILLAGES
- SERVICES-BULLETINS

### 1.2.3. LA DOCUMENTATION PROPRE AUX EQUIPEMENTS

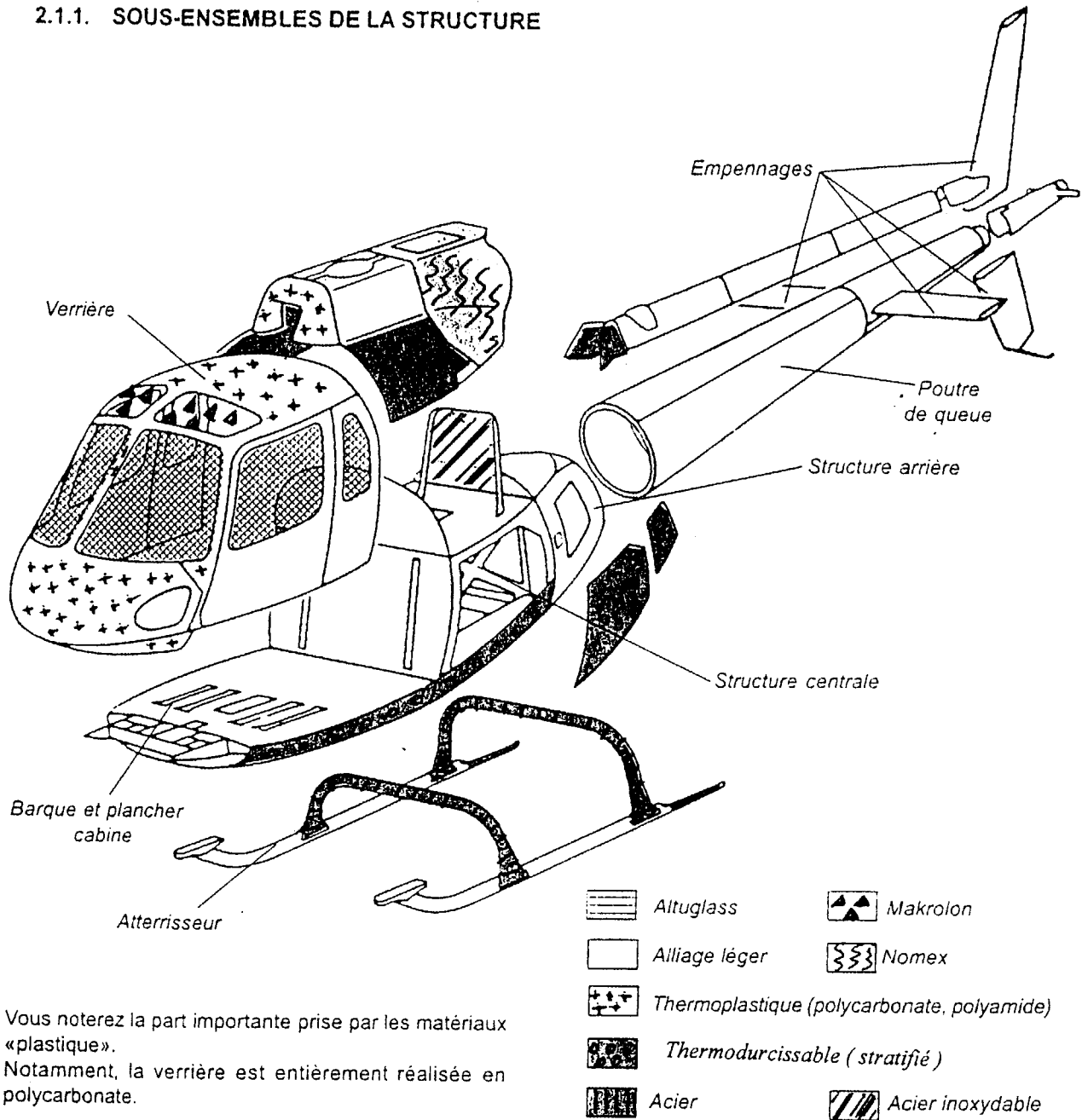
- MANUEL DE DESCRIPTION ET D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS (MCM)

NOTA : L'ensemble de la documentation répond aux recommandations générales de la norme ATA 100. Ainsi, les manuels de maintenance et d'identification de l'appareil sont articulés de la même manière en Chapitre - Section - Sujet, suivant le découpage de l'ATA 100.

# CHAPITRE 2 ( Structure )

## 2.1 - GENERALITES

### 2.1.1. SOUS-ENSEMBLES DE LA STRUCTURE



Vous noterez la part importante prise par les matériaux « plastique ». Notamment, la verrière est entièrement réalisée en polycarbonate.

#### QUELQUES MOTS SUR CES MATERIAUX NOUVEAUX :

Ce sont des résines synthétiques appartenant à 2 grandes classes :

- les thermoplastiques qui se ramollissent lorsqu'on les chauffe et durcissent lorsqu'on les refroidit. Exemple : les polyamides (nylon, rilsan), les polycarbonates...
- les thermodurcissables qui, sous l'action combinée de la chaleur et d'un « durcisseur », polymérisent à chaud d'une manière irréversible, donnant un produit nouveau. Exemple : époxyde, silicone...

Les stratifiés et nids d'abeille stratifiés sont des plastiques renforcés possédant de très bonnes caractéristiques mécaniques.

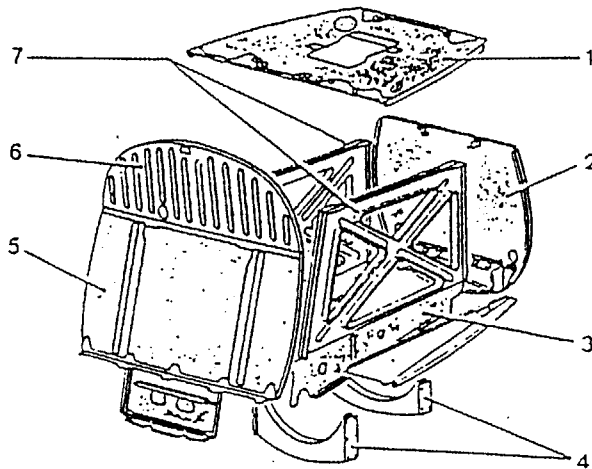
Les stratifiés sont obtenus à partir de résines thermodurcissables et d'un renfort (fil de verre, de carbone, de graphite, de bore...).

Les fils du renfort sont nappés ou tissés puis imprégnés de la résine de base. Plusieurs couches de nappes ou de tissu sont superposées (strates), placées dans un moule puis polymérisées. L'orientation des fils du renfort dépend des efforts à transmettre.

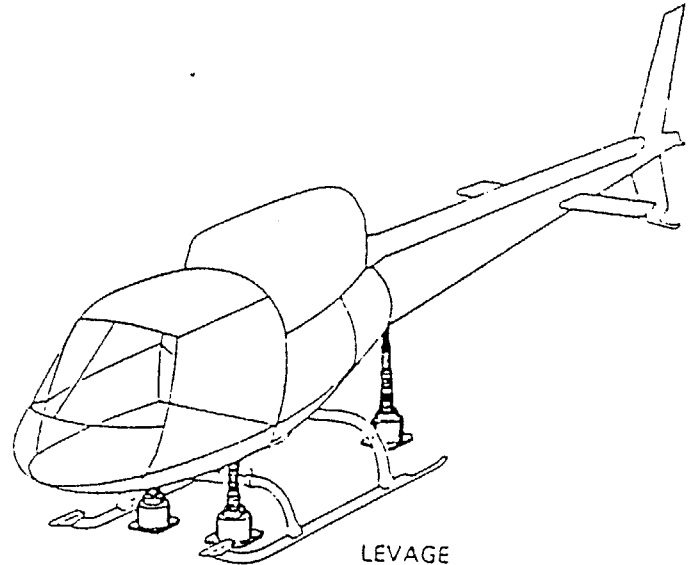
Le nid d'abeille stratifié comprend une âme en NIDA (métallique, tissu de verre, NOMEX...) dont chaque face reçoit une ou plusieurs couches de tissus pré-imprégnés. L'ensemble est polymérisé à chaud.

## 2.2 STRUCTURE CENTRALE

C'est la partie forte de la structure car c'est elle qui supporte directement les efforts en vol (portance et poids) et lors de l'atterrissage. Sous la partie inférieure du cadre latéral arrière Rep 2 est fixée la rotule de levage arrière.



- 1 - Plancher mécanique
- 2 - Cadre latéral arrière.
- 3 - Poutres latérales (1 à droite - 1 à gauche). Reprise des poutres de barque
- 4 - Poutres transversales. Support de réservoir de carburant
- 5 - Cloison avant inclinée de 15° vers l'arrière
- 6 - Cloison supérieure inclinée de 7° vers l'avant.
- 7 - Cloisons longitudinales en x. Tôle épaisse.



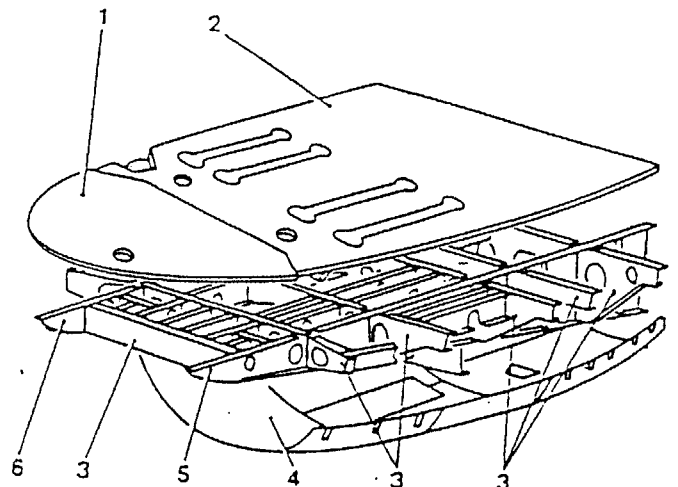
LEVAGE

- 3 rotules de levage spéciales
- 3 vérins

## 2.3 BARQUE ET PLANCHER CABINE

La structure de barque est placée en porte à faux dans le prolongement de la structure centrale. Le plancher cabine Rep 2 est riveté sur deux poutres latérales gauche et droite Rep 5 et 6. A la partie inférieure de chaque poutre sont fixées les deux rotules de levage avant.

- 1 - Partie avant du plancher cabine
- 2 - Partie centrale du plancher
- 3 - Traverses
- 4 - Ensemble des capotages inférieurs
- 5 - Poutre gauche
- 6 - Poutre droite





## 2.4 EMPENNAGE

L'empennage est constitué par :

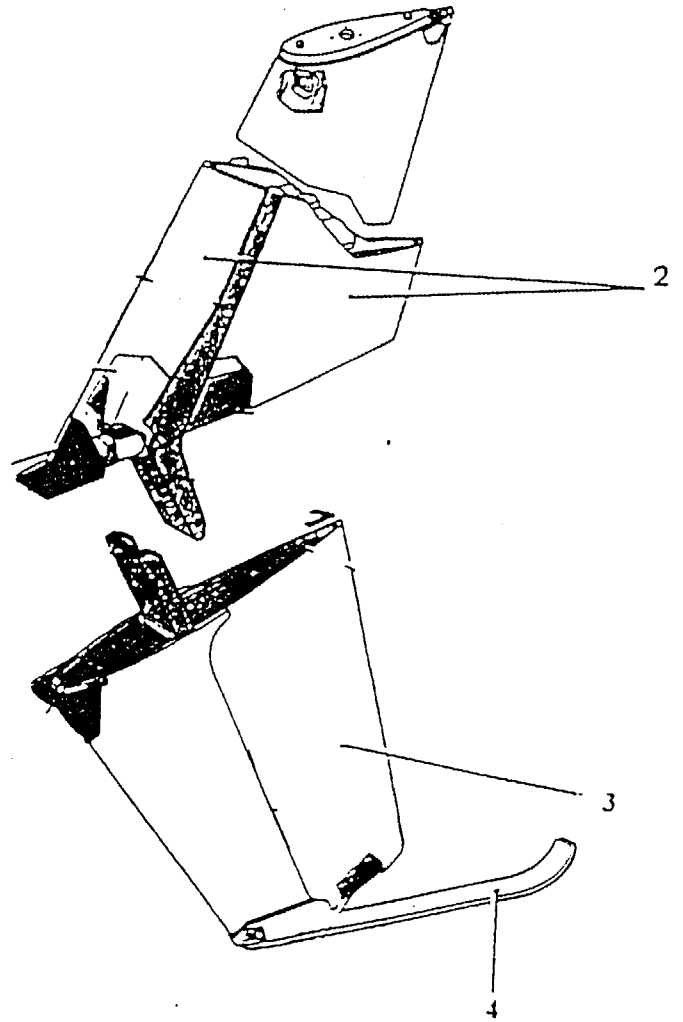
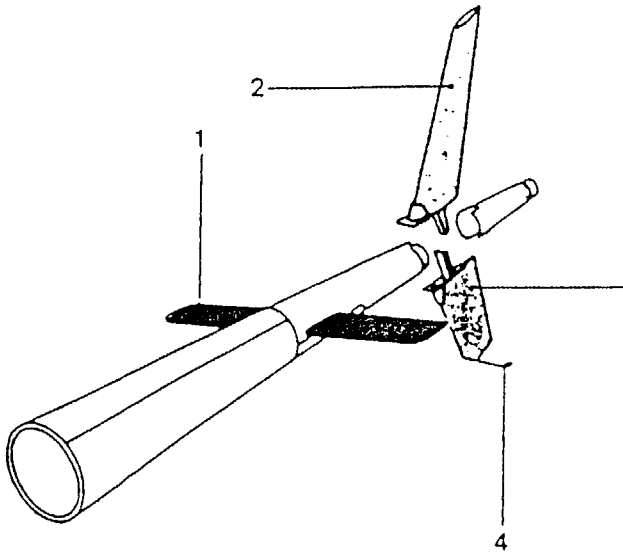
- Un plan fixe horizontal ( 1 )
- Une dérive supérieure ( 2 )
- Une dérive inférieure ( 3 )

La dérive inférieure est protégée, en cas d'atterrissage trop cabré , par une béquille ( 4 )

Plan fixe et dérives sont des surfaces stabilisatrices

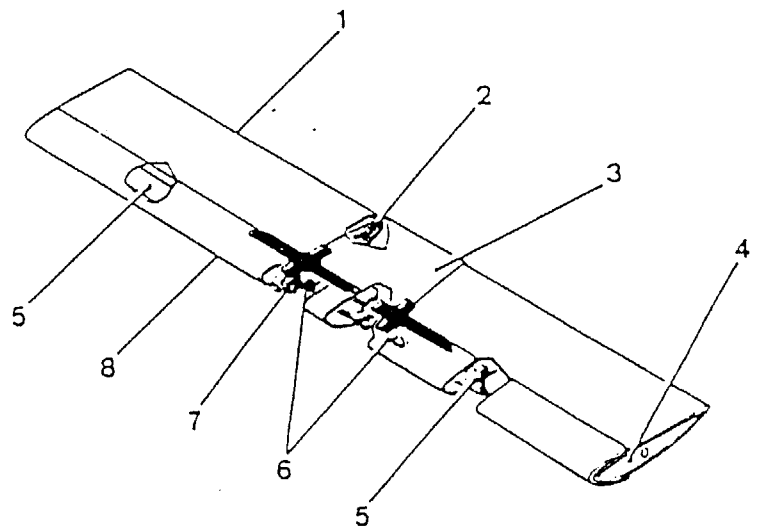
profilées, qui soumises au vent relatif tendent à :

- S'opposer aux changements d'assiette de l'appareil
- Ramener l'appareil dans son assiette d'origine s'il s'en est écarté



### PLAN FIXE HORIZONTAL

- |   |   |
|---|---|
| 1 | - Revêtement de bord de fuite   |
| 2 | - Nervure de bord de fuite  |
| 3 | - Revêtement central  |
| 4 | - Nervure de rive   |
| 5 | - Longeron  |
| 6 | - Renforts et ferrures de fixation<br>(traversés par les 2 vis de fixation) |
| 7 | - Nervure de bord d'attaque   |
| 8 | - Revêtement de bord d'attaque  |



## 2.5 - LES PORTES

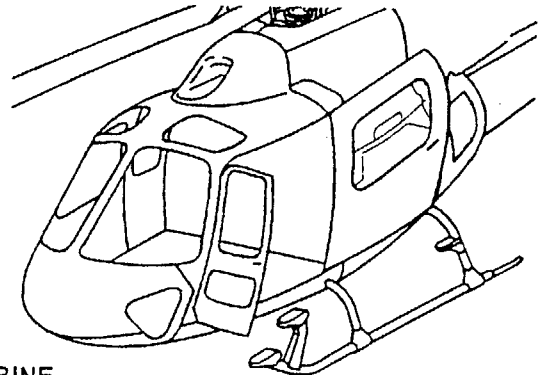
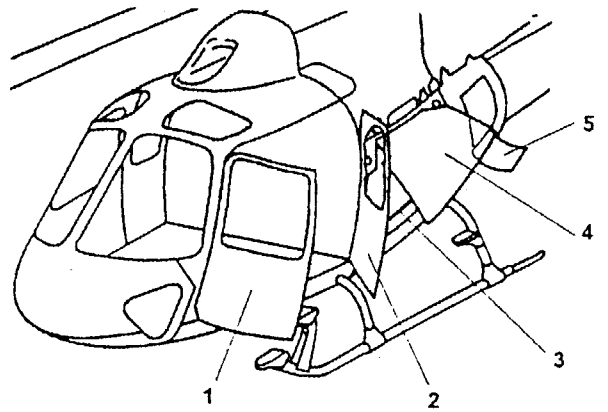
L'ensemble des portes comprend :

- deux portes cabines (1), une à droite et une à gauche, donnant accès aux sièges «pilote»,
- deux portillons (2), un à droite et un à gauche, donnant accès à la partie arrière de la cabine,
- une porte de soute gauche (4) et une porte de soute droite symétrique en stratifié,
- une porte de soute arrière (5) en stratifié.

Toutes ces portes sont munies d'une serrure de sécurité à clé.

Les portes de soute droite et gauche, articulées à leur partie supérieure, peuvent être maintenues ouvertes à l'aide d'une contrefiche (3) qui en position «repos» s'accroche à l'intérieur de la porte.

Pour certaines missions (treillage - transport sanitaire) qui exigent un large accès à la partie arrière de la cabine, porte et portillon gauche de la version standard sont remplacés par une porte pilote plus étroite et par une large porte coulissant sur des rails. La porte coulissante peut être ouverte en vol et maintenue verrouillée ouverte.



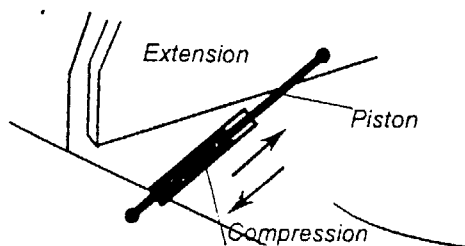
### SYSTEME DE LARGAGE DES PORTES DE CABINE

Les deux portes avant sont équipées d'un système de largage. A partir d'une poignée (1) située sur le montant de la porte il est possible de provoquer l'effacement des axes de charnières et du verrou de fermeture.

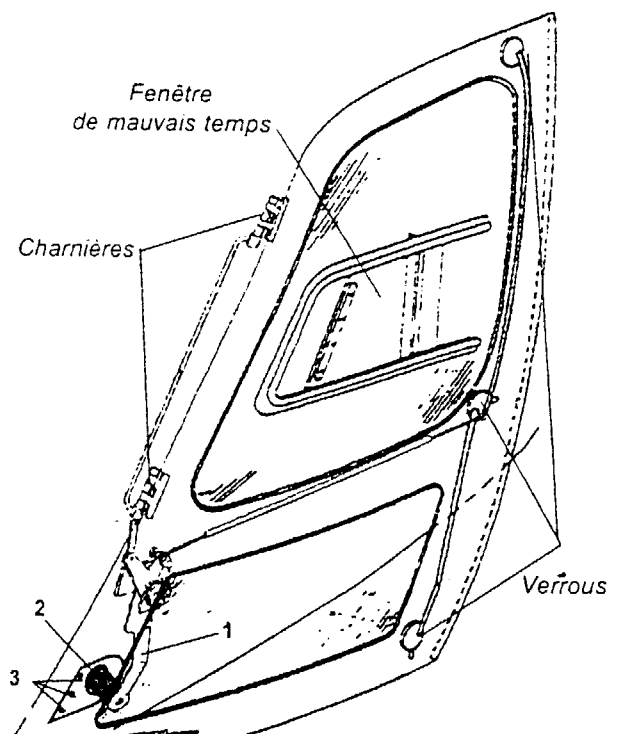
La bielle élastique n'est pas équipée des épingles de verrouillage aux deux extrémités.

En position verrouillée, la poignée est maintenue par un cache (2) en polycarbonate. Le cache est maintenu en position par trois tenons (3).

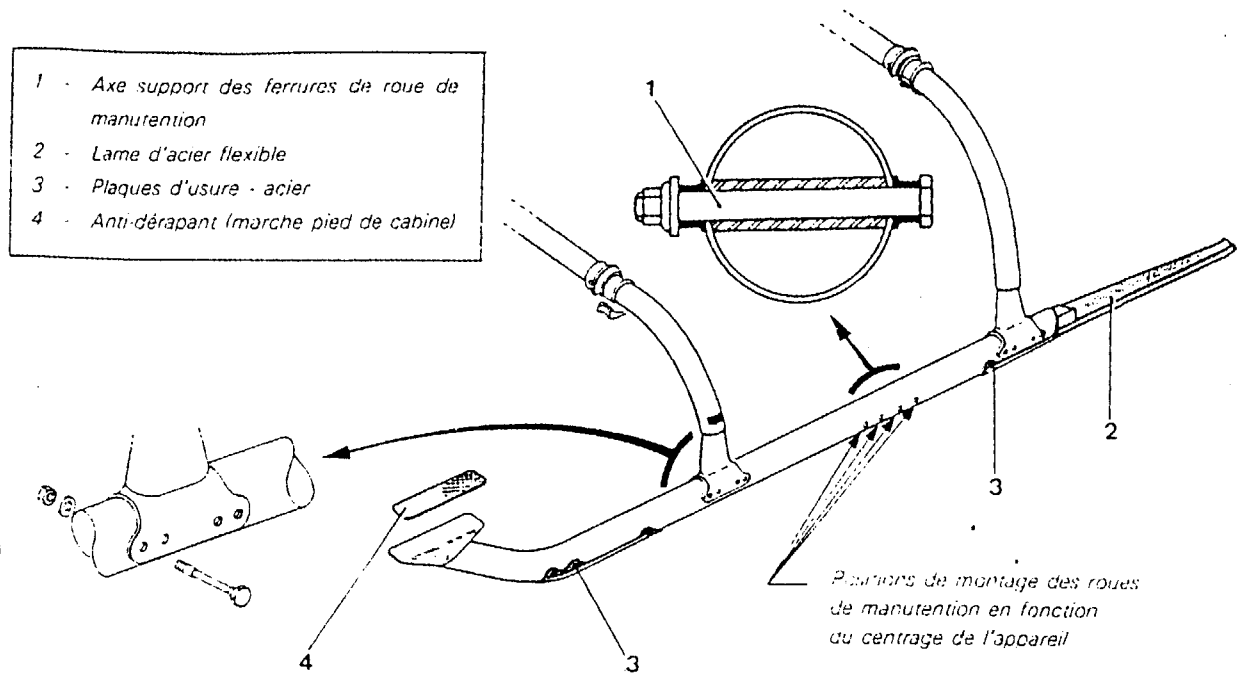
La détente de l'air comprimé (force d'extension 15 daN) aide à l'ouverture de la porte et maintient la porte ouverte. L'air est comprimé lors de la fermeture de la porte.



### PORTE AVANT CABINE



## 2.6 ATERRISSEUR

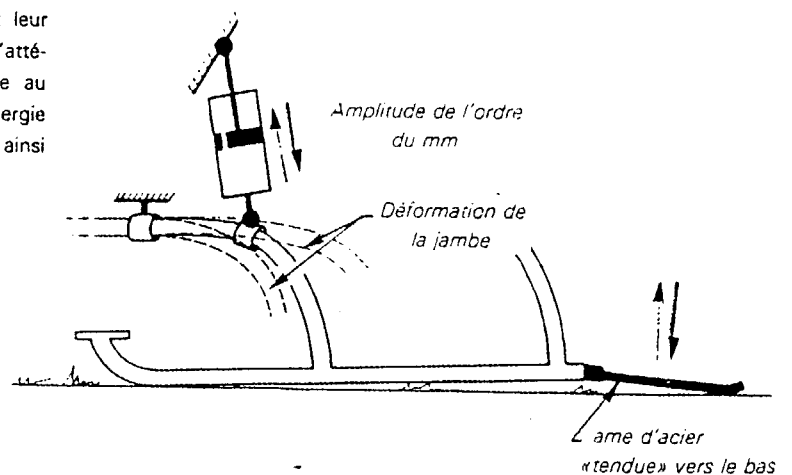


### LA RESONANCE SOL ET LE ROLE DES AMORTISSEURS

Lorsque l'hélicoptère vole, les rotors, le moteur et les transmissions sont la source de vibrations qui se propagent dans la structure dont chaque élément a une fréquence de vibration qui lui est propre et qui dépend notamment de sa masse, de sa souplesse ou de sa raideur (soit, de sa forme, de ses dimensions et du matériau utilisé). Il en résulte, pour l'ensemble de l'appareil, des vibrations complexes qui peuvent s'ajouter (le niveau vibratoire augmente) ou se retrancher (le niveau vibratoire diminue). Le constructeur, jouant sur la fréquence propre des composants de l'hélicoptère, cherche, bien sûr, à diminuer le niveau vibratoire. En vol, où l'hélicoptère est isolé, pour un régime de vol donné le niveau vibratoire se stabilise toujours : il n'augmente ni ne diminue. Au contraire, au sol rotor tournant, les vibrations trouvent au travers de l'atterrisseur, un point d'appui et s'il arrive que la fréquence propre de l'atterrisseur s'accorde avec la fréquence des vibrations principales provenant du rotor, à chaque tour de pale ces vibrations reçoivent, en «écho», une nouvelle impulsion. L'amplitude vibratoire augmente très rapidement. Ces vibrations divergentes et les oscillations qui en résultent peuvent provoquer la destruction et le basculement de l'appareil : C'EST LA RESONANCE SOL.

Une lame d'acier flexible «tendue» vers le bas, prolongeant l'arrière des patins, augmente la souplesse de l'atterrisseur et situe la fréquence propre de l'ensemble de manière qu'en aucun cas la résonance sol ne puisse se produire. De plus, les amortisseurs, interposés entre la jambe «souple» avant de l'atterrisseur et la structure, ont pour rôle d'absorber l'énergie vibratoire et d'éviter ainsi toutes divergences des oscillations.

Notez aussi que les traverses, les patins et leur lame d'acier permettent par leur souplesse d'atténuer la décélération verticale de l'hélicoptère au moment de l'atterrissage. Par contre, l'énergie d'impact est absorbée par les amortisseurs ainsi que par le frottement des patins sur le sol.

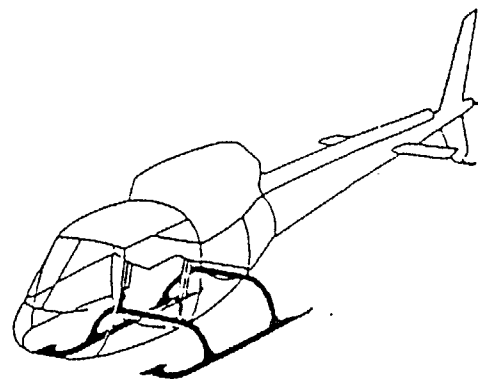
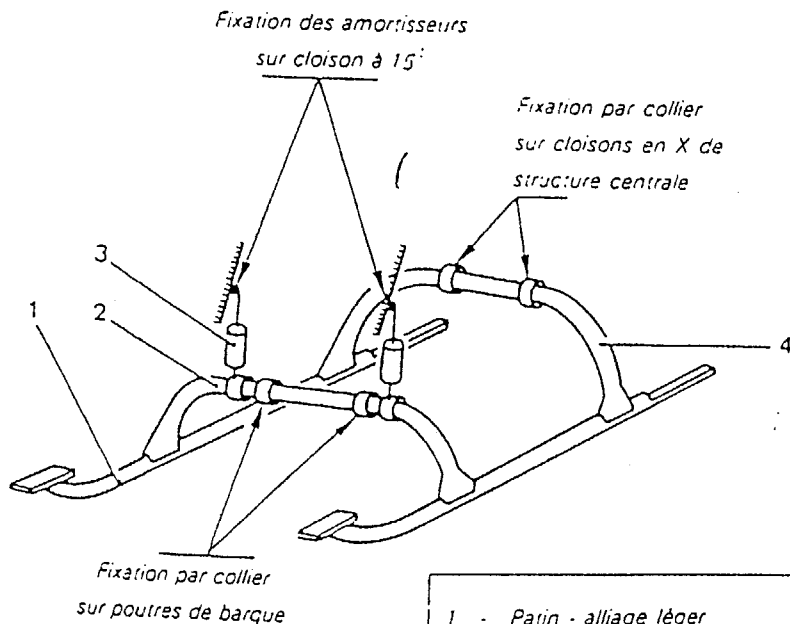


## 2.6.1 MONTAGE DE L'ATTERRISEUR A PATINS

L'atterrisseur sert d'assise à l'appareil, protège la structure lors des atterrissages et amortit les vibrations, appareil au sol rotor tournant.

L'ensemble atterrisseur comprend :

- une traverse avant (2) et une traverse arrière (4)
- deux patins (1)
- deux amortisseurs hydrauliques (3)

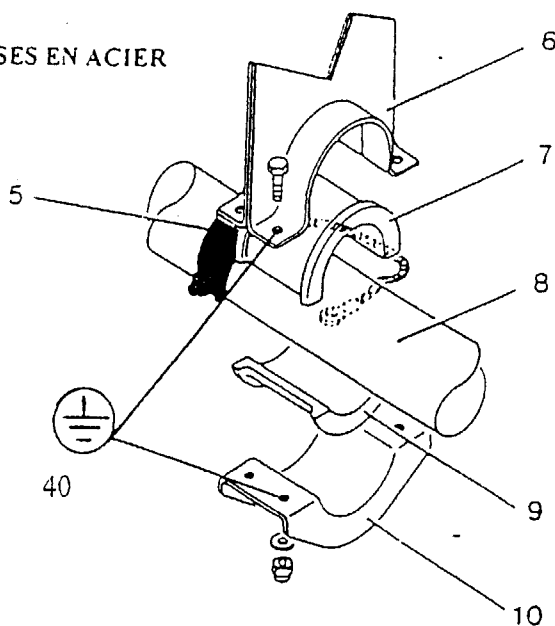


1 - Patin - alliage léger	6 - Structure
2 - Traverse avant - acier	7 - Garniture supérieure - élastomère
3 - Amortisseur hydraulique	8 - Traverse d'atterrisseur
4 - Traverse arrière - acier	9 - Garniture inférieure - élastomère
5 - Butée du point de fixation	10 - 1/2 collier de fixation

### FIXATION DE LA STRUCTURE SUR LES TRAVERSES EN ACIER

La métallisation doit être impérativement assurée lors de l'assemblage des 1/2 colliers de fixation.

(Voir dossier annexe 1 : Métallisation)



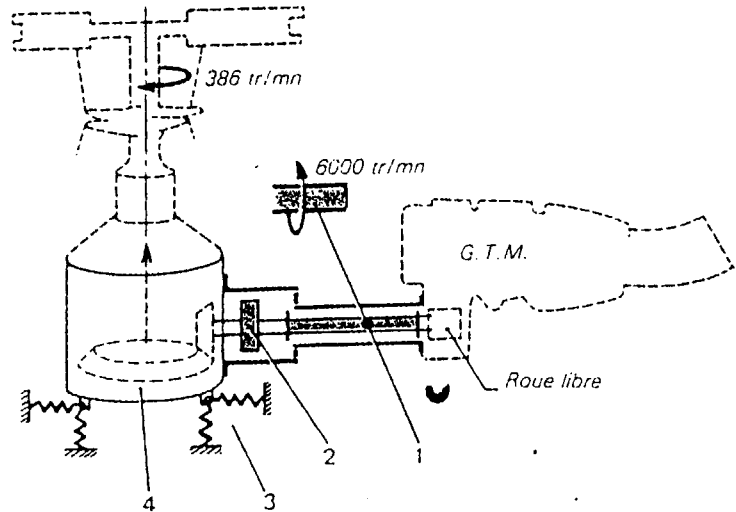
# CHAPITRE 3 – TRANSMISSION AU ROTOR PRINCIPAL

## 3. 1. GENERALITES

La chaîne de transmission de la puissance au rotor principal est constituée par :

- la liaison G.T.M. - B.T.P. (1)
- la boîte de transmission principale - B.T.P. (4)
- la suspension de la B.T.P. (3)
- le frein rotor (2)

Le G.T.M. étant à turbine libre, il n'y a pas d'embrayage. Notez aussi que la roue libre est intégrée au G.T.M.



## 3. 2. LIAISON G.T.M. - B.T.P.

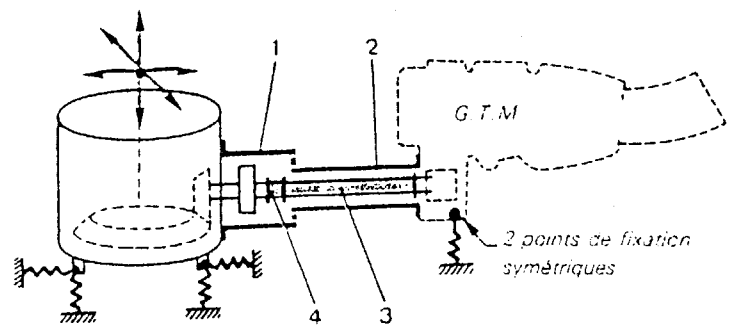
### 3. 2. 1. GENERALITES

La liaison G.T.M. - B.T.P. comprend :

- un ensemble de liaison fixe - carter (1) et trompette (2) solidarissant G.T.M. et B.T.P.
- 1 arbre de transmission (3) qui passe à la B.T.P. le couple moteur du G.T.M.
- 1 poulie (4) servant à l'entraînement, par courroie, de la pompe hydraulique.

Mouvements de la B.T.P.

G.T.M. LTS 101 représenté (même principe pour G.T.M. ARRIEL)

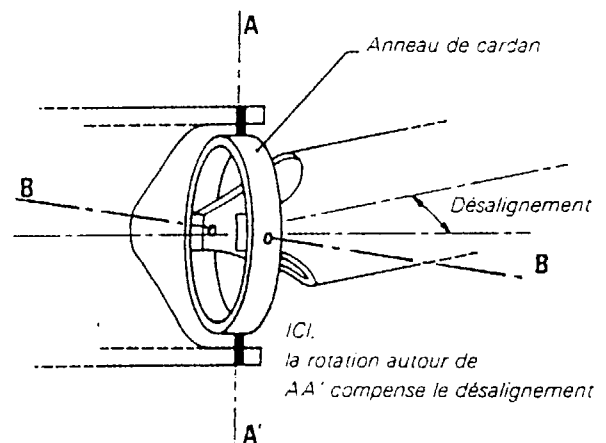


### NECESSITE DE LA LIAISON FIXE

La B.T.P. est montée sur une suspension souple (voir § 3:4.). Elle se déplace en vol (déplacements de faibles amplitudes). Il faut donc associer le G.T.M. à ces déplacements sous peine d'introduire des contraintes prohibitives dans l'arbre de transmission.

Le résultat est obtenu en rendant G.T.M. et B.T.P. solidaires par un carter et une trompette de liaison. Le G.T.M. se trouvant ainsi fixé à l'avant sur la B.T.P. ne possède plus que 2 points de fixation arrière qui le laissent libre de suivre les mouvements de la B.T.P. Dans ces conditions, l'arbre de transmission ne passe que le couple moteur. Tous les autres efforts sont repris par les trompettes de liaison.

Pour compenser les petits écarts d'alignement entre prises de mouvement G.T.M. et B.T.P., carter et trompette de liaison sont reliés par un anneau de cardan qui donne à l'accouplement 2 degrés de liberté autour des axes AA' et BB'.

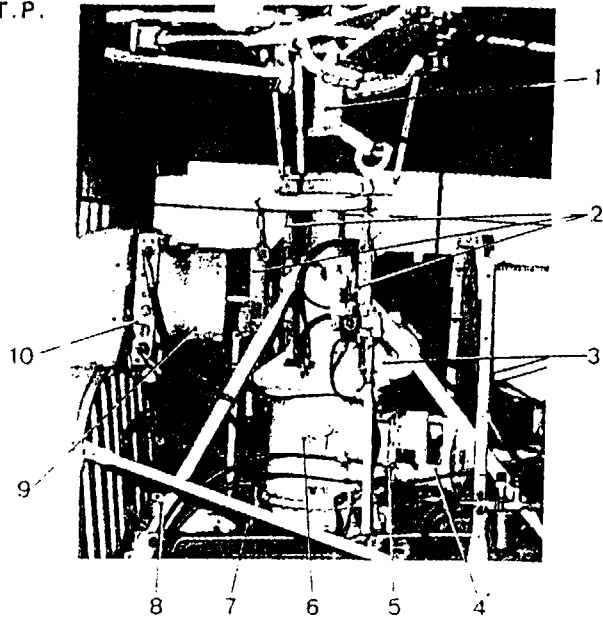


### 3. 3. BOITE DE TRANSMISSION PRINCIPALE - B.T.P.

La B.T.P. est une boîte à engrenages qui transmet le couple moteur du G.T.M. au rotor principal après réduction de la vitesse de rotation. Par son carter elle passe à la structure le couple de réaction du rotor principal qu'elle reçoit du mât rotor

La B.T.P. possède un circuit de lubrification sous pression dont les paramètres «pression» et «température» sont contrôlés du poste de pilotage.

- |    |   |
|----|---|
| 1  | Mât rotor principal                       |
| 2  | Servo-commandes du rotor principal        |
| 3  | Bâche hydraulique                         |
| 4  | Liaison G.T.M. - B.T.P.                   |
| 5  | Frein rotor                               |
| 6  | B.T.P.                                    |
| 7  | Suspension souple de la B.T.P.            |
| 8  | Barre de suspension du mât rotor          |
| 9  | Moto-ventilateur de refroidissement huile |
| 10 | Radiateur d'huile                         |



LA B.T.P. ET SON ENVIRONNEMENT

#### 3. 3. 1. LES SOUS-ENSEMBLES DE LA B.T.P.

La B.T.P. est composée de 3 modules interchangeables :

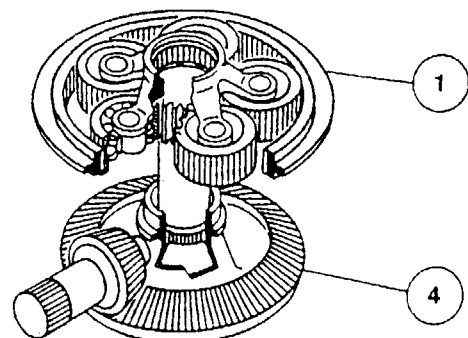
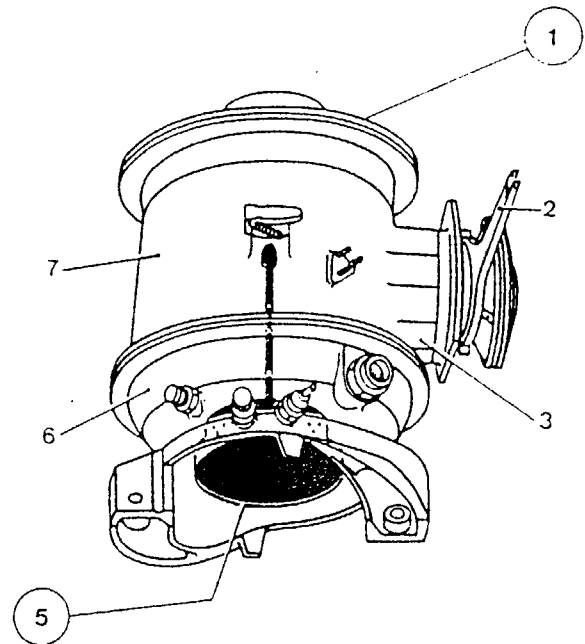
- un réducteur épicycloïdal (1)
- un réducteur conique (4) logé dans deux carters :
  - un carter principal (7) supportant la prise de mouvement (3)
  - un carter inférieur (6) assurant la fixation de la B.T.P. sur la suspension souple.
- une pompe de lubrification (5) fixée sur le carter inférieur.

Le frein rotor (2) est installé sur la prise de mouvement de la B.T.P.

#### POIDS DES SOUS-ENSEMBLES :

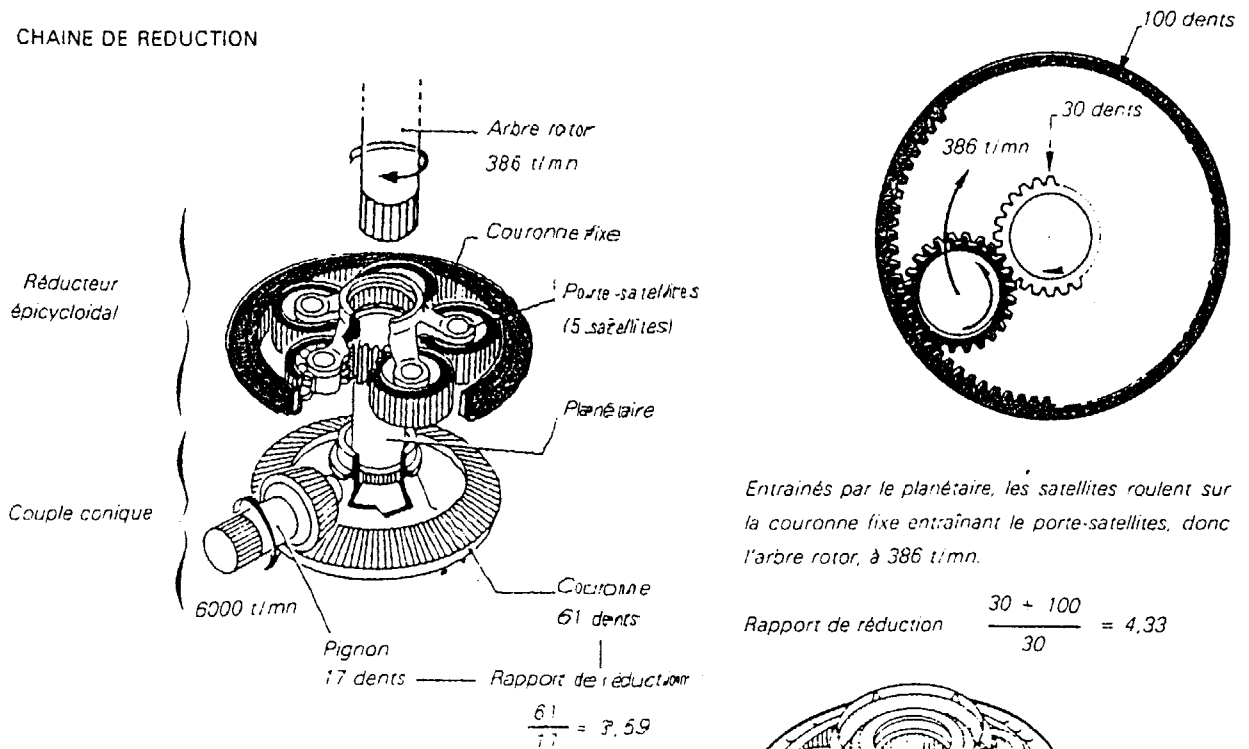
- Réducteur épicycloïdal : ..... 21,190 kg
- Réducteur conique : ..... 40,780 kg
- Pompe à huile : ..... 1,140 kg

- |   |                        |
|---|------------------------|
| 1 | Réducteur épicycloïdal |
| 2 | Frein rotor            |
| 3 | Prise de mouvement     |
| 4 | Couple conique         |
| 5 | Pompe de lubrification |
| 6 | Carter inférieur       |
| 7 | Carter supérieur       |



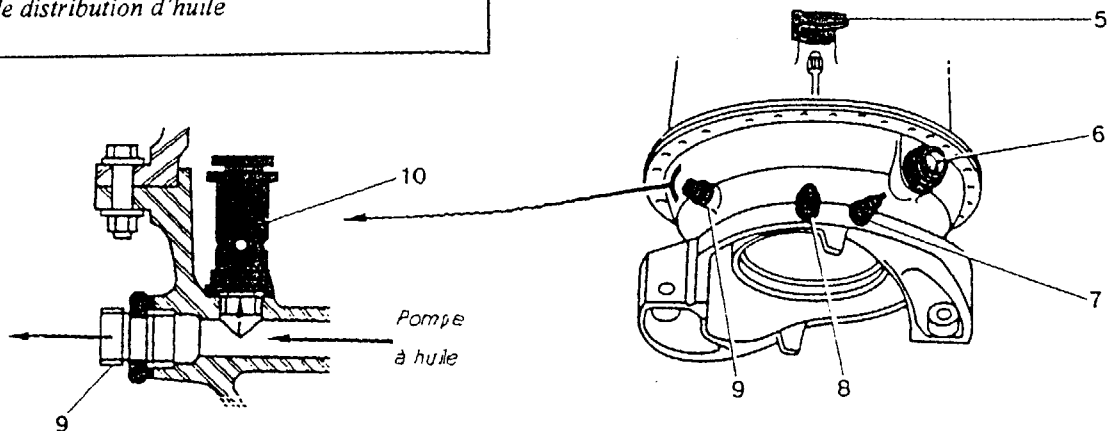
### 3. 3. 1. LES SOUS-ENSEMBLES DE LA B. T. P. (SUITE)

#### CHAINE DE REDUCTION



### 3. 3. 2. LES EQUIPEMENTS DE LA B. T. P.

- 1 - Filtre à huile
- 2 - raccord de départ huile vers roulement de mât rotor
- 3 - Mano-contact (pression d'huile)
- 4 - Bouchon de visite pour examen endoscopique du couple conique
- 5 - Bouchon de remplissage d'huile
- 6 - Voyant du niveau d'huile
- 7 - Contacteur thermométrique (température d'huile)
- 8 - Bouchon de vidange à élément magnétique
- 9 - Raccord de sortie d'huile (vers radiateur)
- 10 - Clapet de surpression (à la sortie de la pompe à huile)
- 11 - Grille de distribution d'huile



### 3.3.3 LES COMPOSANTS DU CIRCUIT DE LUBRIFICATION BTP (Boite de Transmission principale)

#### COMPOSANTS DU CIRCUIT

- 1 .....
- 2 Filtre à mailles métalliques. Pouvoir filtrant 100  $\mu$ .
- 3 Mano-contact de pression d'huile.
- 4 Mise à l'air libre.
- 5 Niveau d'huile visuel.
- 6 .....
- 7 Contacteur thermométrique.
- 8 Crépine d'aspiration.
- 9 Pompe à engrenages.
- 10 Clapet de surpression.
- 11 Moto-ventilateur.
- 12 .....
- TH.BTP (MGB.T) Température Huile Boite de Transmission Principale.
- LIM.BTP (CHIP.MGB) Limaille Boite de Transmission Principale.
- PH.BTP (MGB.P) Pression d'Huile Boite de Transmission Principale.

