

Brevet de Technicien Supérieur

Maintenance et Exploitation des Matériels Aéronautiques

SESSION 2005

Durée 7H

Coefficient 6

Epreuve :

U4 : Mécanique et résistance des matériaux
appliquées à la technologie des cellules et des
systèmes

1^{ère} Partie : durée 5H coefficient 3

Etude de l'hélicoptère AS 350

Matériels autorisés :

- Calculatrice
- Tous documents autorisés

MEMRMAT1

Dossier Technique

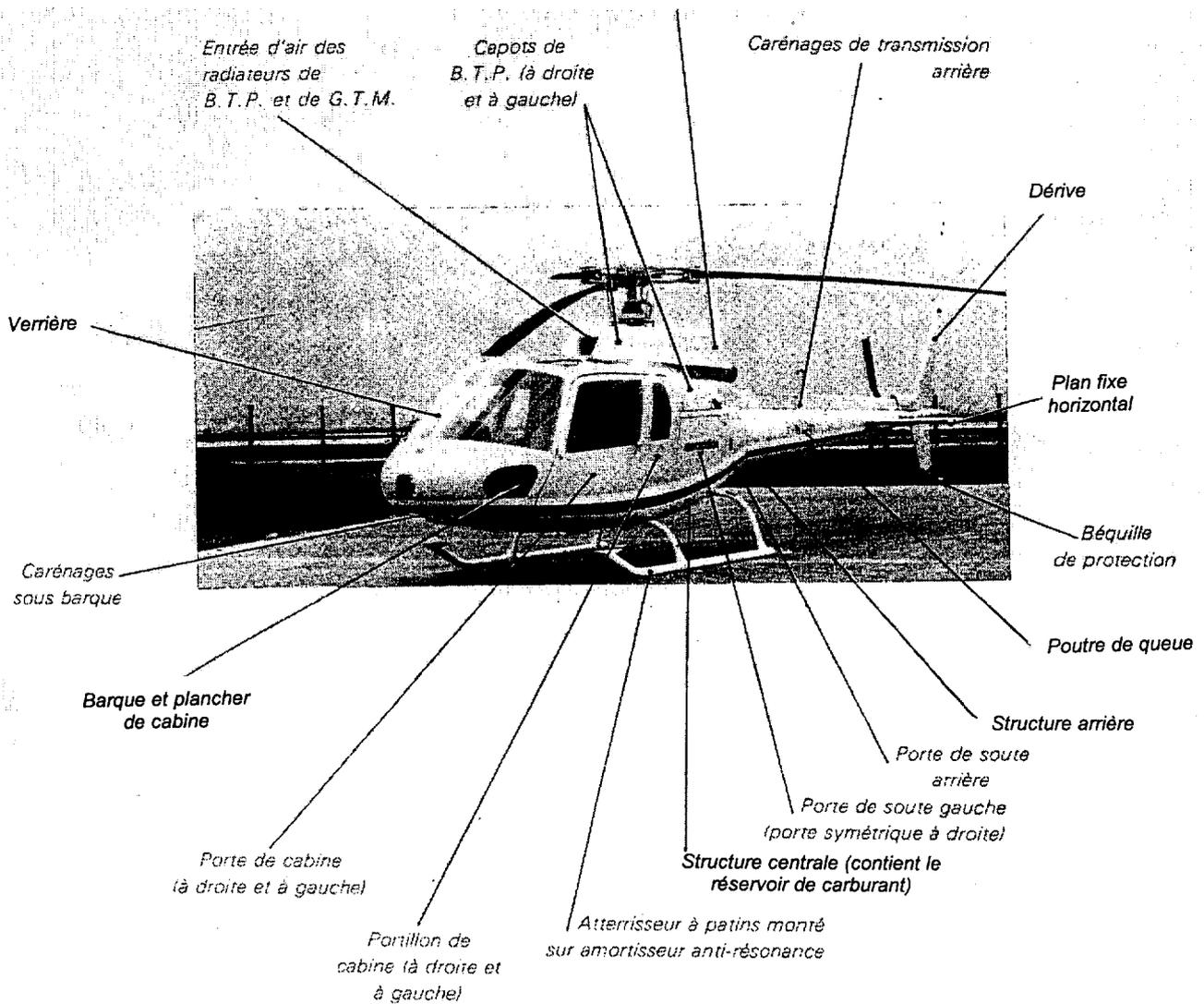
Ce dossier contient :

7 pages numérotées DT1 à DT7

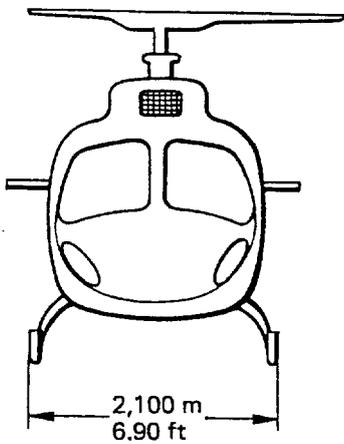
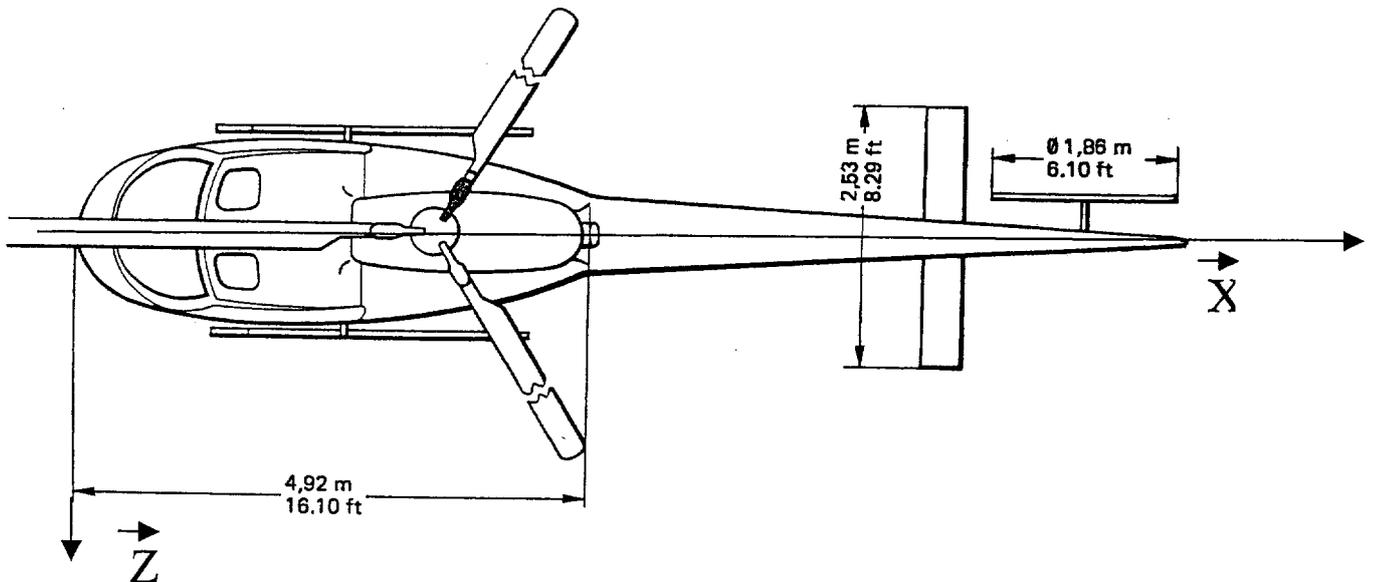
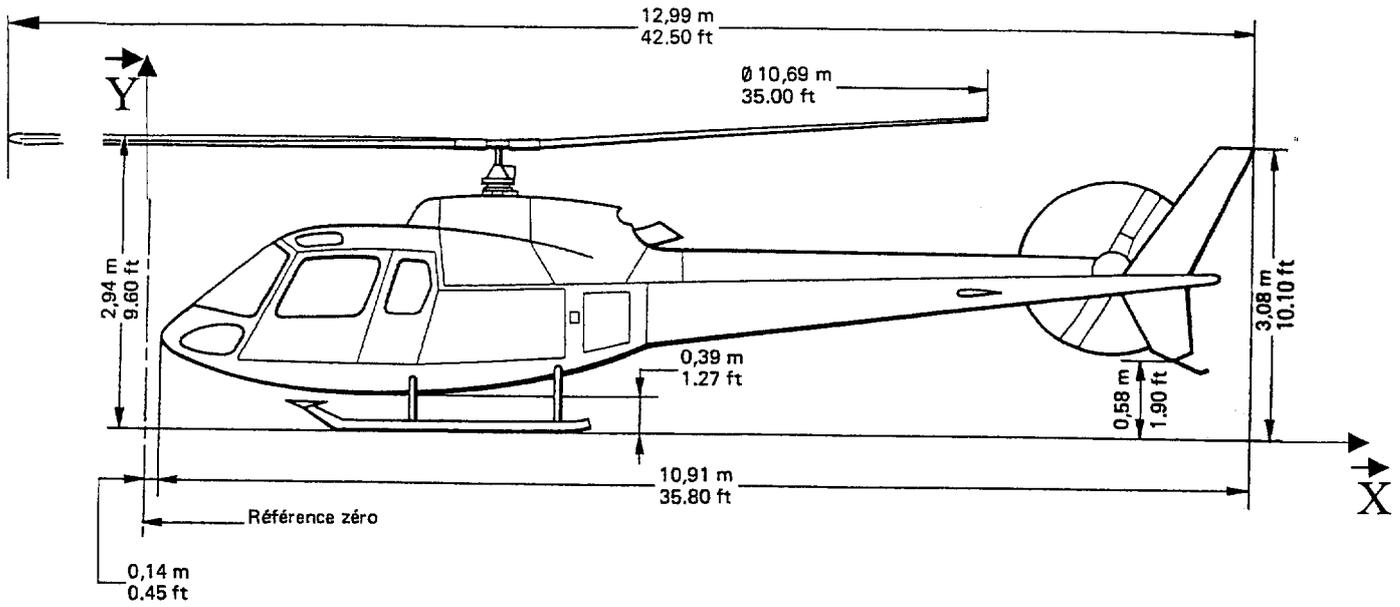
Etude de l'hélicoptère AS 350

1- Présentation de l'appareil

L'hélicoptère présenté par les documents constructeurs suivants est un appareil polyvalent adapté aussi bien au transport de personnels (5 passagers) qu'au transport de charges internes ou externes (élingues). Il est également utilisé dans le sauvetage, la surveillance...

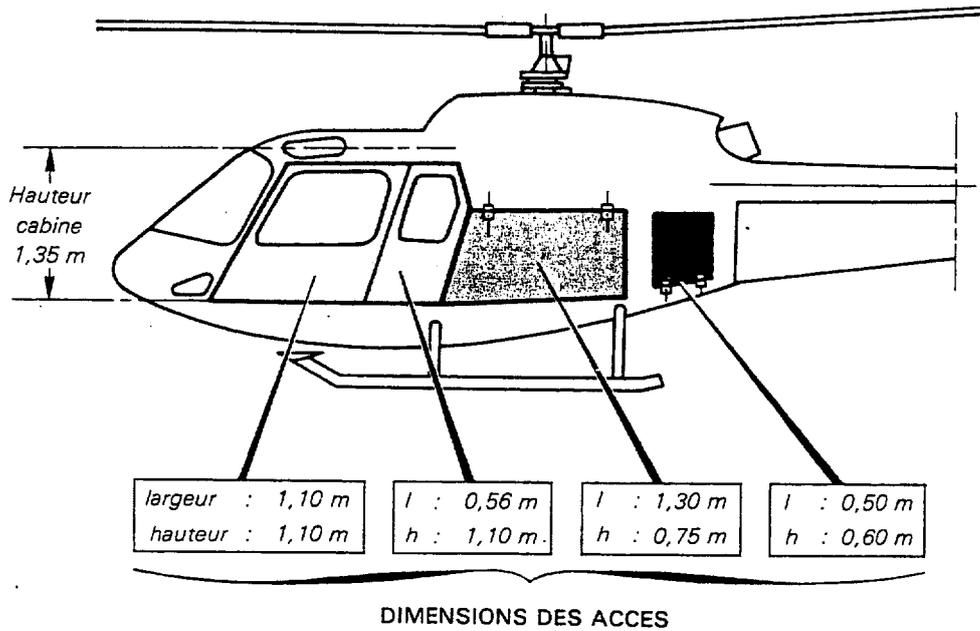


Dimensions Principales et Masses



MASSES

Masse maximale autorisée : 2250 kg
 Masse à vide (y compris l'huile du moteur) : 1171 kg
 Masse maximale avec charge à l'élingue : 2500 kg



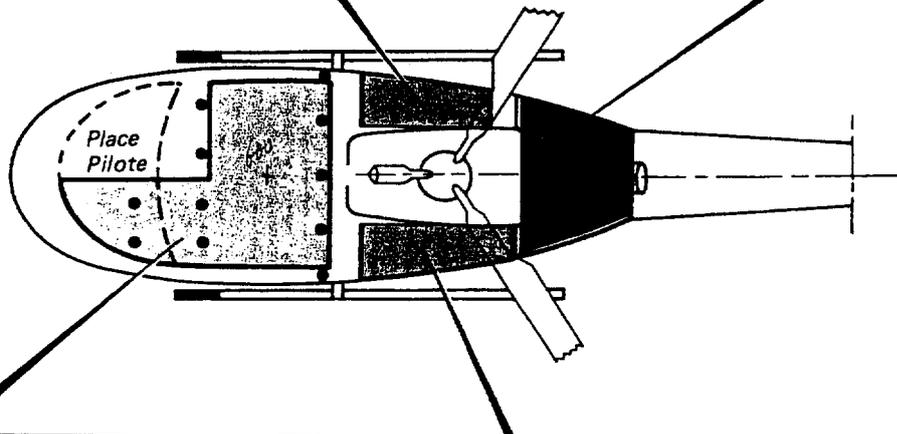
**SURFACES ET VOLUMES
UTILES**

CHARGES ADMISSIBLES

L : longueur
l : largeur
h : hauteur
V : volume

SOUTE DROITE	
L : 1,000 m - l	{ AV : 0,380 m AR : 0,160 m
h : 0,740 m - V	: 0,200 m ³
Charge répartie admissible : 100 kg	

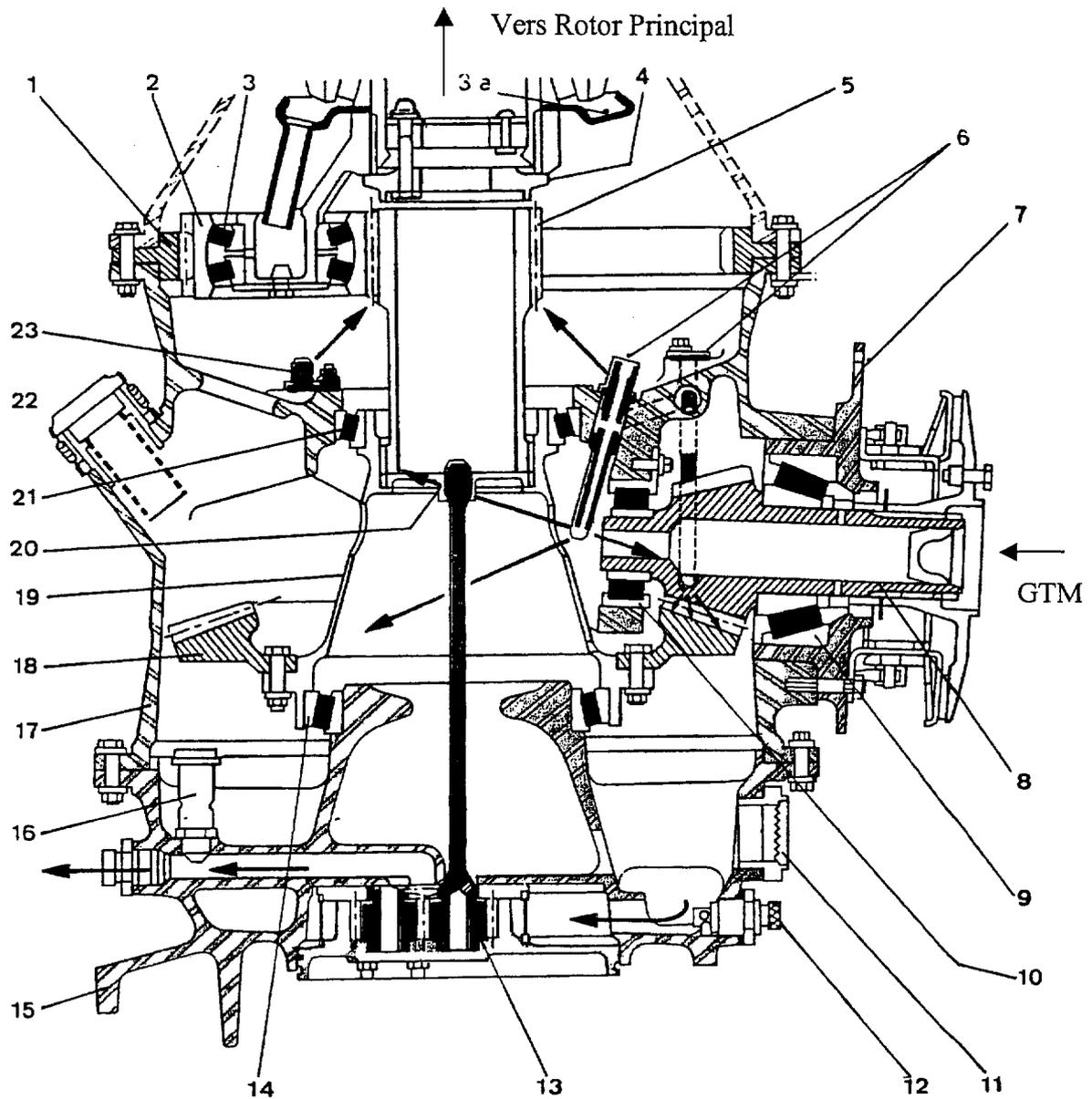
SOUTE ARRIERE	
L : 0,800 m - l	{ AV : 1,200 m AR : 0,700 m
h : 0,700 m - V	: 0,565 m ³
Charge répartie admissible : 80 kg	



PLANCHER CABINE
Surface utilisable : 2,600 m ²
Résistance mécanique du plancher : 600 kg/m ²
11 points d'amarrage ● capable chacun de 1000 daN

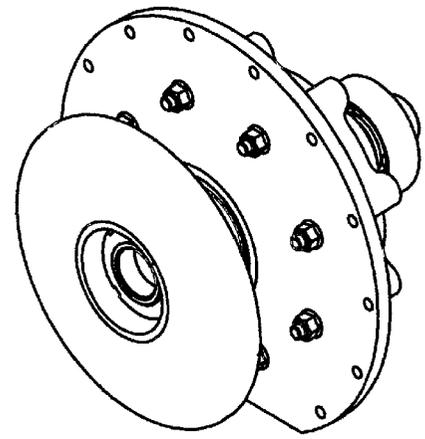
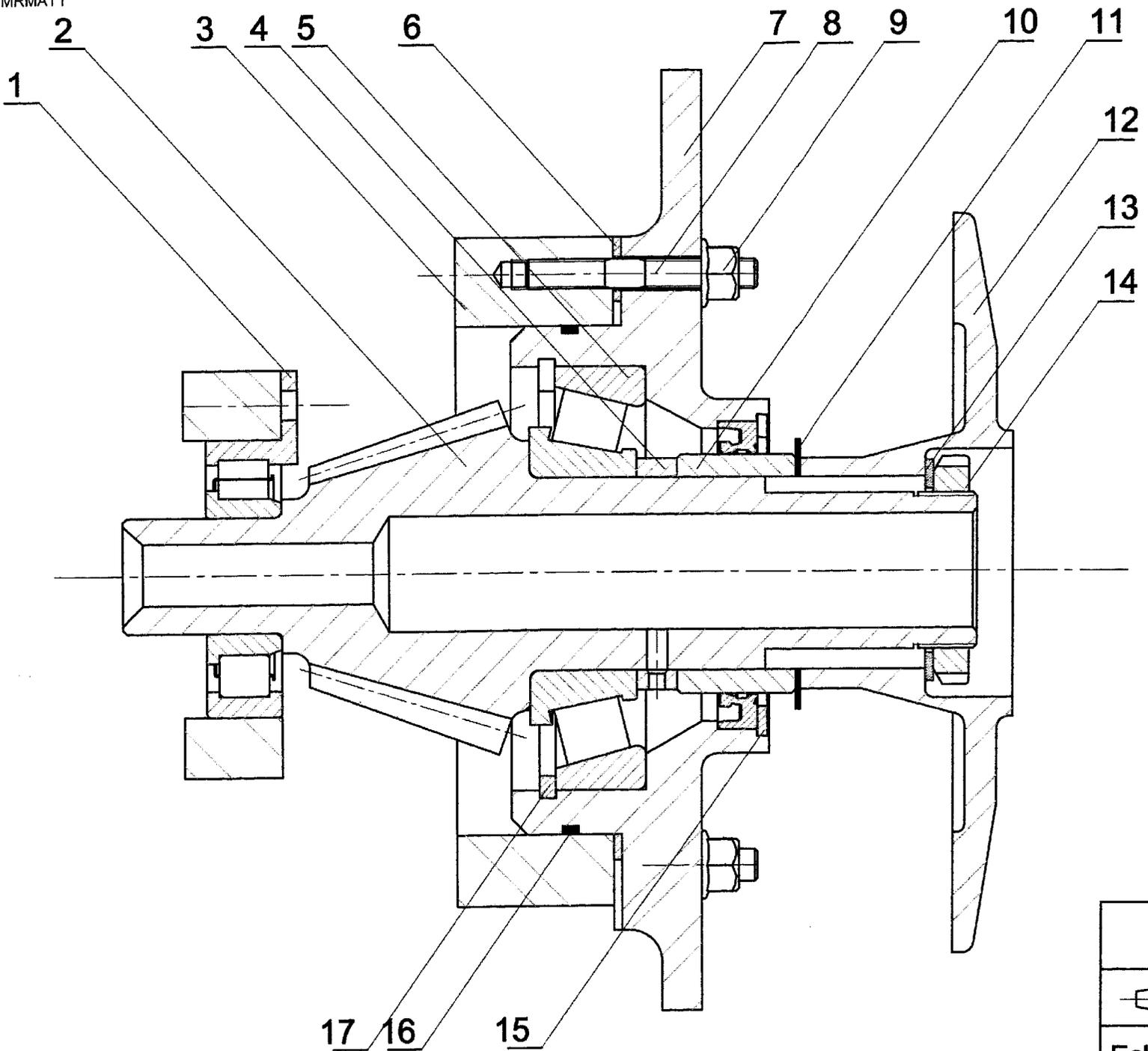
SOUTE GAUCHE	
L : 1,300 m - l	{ AV : 0,380 m AR : 0,100 m
h : 0,740 m - V	: 0,235 m ³
Charge répartie admissible : 120 kg	

VOLUME TOTAL DES 3 SOUTES : 1,000 m³



- | | |
|--|--|
| 1 - Couronne fixe - acier cémenté | 12 - Bouchon magnétique de vidange |
| 2 - Satellite - acier cémenté | 13 - Pompe à huile |
| 3 - Roulement sphérique de satellite | 14 - Roulement à rouleaux coniques |
| 3a - Grille de distribution d'huile | 15 - Carter inférieur - alliage de magnésium |
| 4 - Rondelle d'appui - sert à la fixation du porte-satellites sur l'arbre rotor (chapitre 4) | 16 - Clapet de surpression d'huile |
| 5 - Planétaire - acier nitruré | 17 - Carter principal nervuré, à double paroi - alliage de magnésium |
| 6 - Gicleurs d'huile | 18 - Couronne conique - acier cémenté |
| 7 - Boîtier d'entrée - prise de mouvement | 19 - Arbre vertical |
| 8 - Pignon conique - acier cémenté | 20 - Pignon d'entraînement de la pompe à huile |
| 9 - Roulement butée à rouleaux coniques | 21 - Roulement à rouleaux coniques |
| 10 - Roulement à rouleaux cylindriques | 22 - Bouchon de remplissage d'huile |
| 11 - Voyant du niveau d'huile | 23 - Gicleur d'huile |

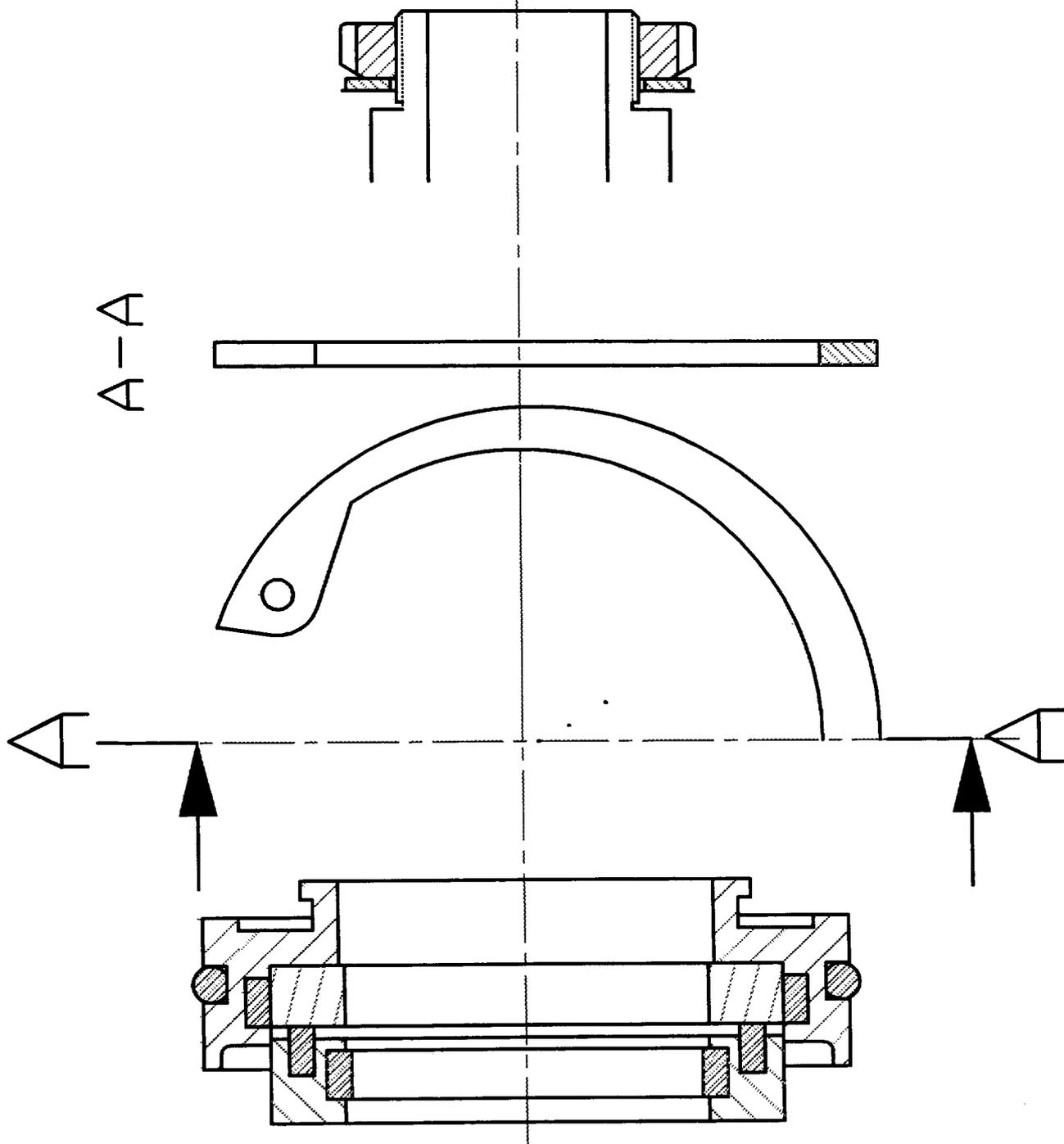
MEMRMAT1



DT 5	
	Entrée de la BTP
Ech: 1:1	BTS Maintenance et Exploitation des Matériels Aéronautiques
A3	

17	1	Anneau élastique	
16	1	Joint torique	
15	1	Anneau élastique	
14	1	Ecrou	
13	1	Rondelle	
12	1	Flasque	
11	1	Cale	
10	1	Entretoise	
9	6	Ecrou	
8	6	Goujon	
7	1	Boîtier d'entrée	
6	1	cale	
5	1	Roulement à rouleaux coniques	
4	1	Entretoise	
3	1	Bâti BTP	
2	1	Pignon conique	
1	1	Roulement à rouleaux cylindriques	
Rep	Nb	Désignation	Remarques
Nomenclature partielle de l'entrée de la BTP			

MEMRMAT1



	DT 7
Ech: 1:1	BTS Maintenance et Exploitation des Matériels Aéronautiques
A4V	

Dossier Travail Demandé

Ce dossier contient :

7 pages numérotées de TD1 à TD7

Etude envisagée

La société qui vous emploie souhaiterait faire l'acquisition de ce type d'appareil en vue de transport de passagers ou de fret à la demande de ses clients. Elle a donc rédigé un cahier des charges à l'achat de son futur appareil et vous demande de vérifier si, d'après sa documentation technique, l'hélicoptère proposé correspond bien à sa demande.

Vous allez donc devoir mener un certain nombre de calculs en vue de monter un dossier d'aide à la décision d'achat.

Parmi les critères d'achat, nous pouvons retenir :

- ✎ Possibilité de transporter 600 kg de fret dans la cabine

Si les charges admissibles sont clairement définies dans le document constructeur, il n'est pas du tout question de concentration de charge, et votre employeur envisage de transporter des colis de 600 kg répartis sur une surface de 1m^2 du plancher cabine. De plus, un transport de fret de 600kg aurait pour conséquence de déplacer le centre de gravité de l'appareil, ce qui ne peut se faire que dans une certaine limite.

- ✎ Possibilité d'utiliser l'appareil dans des conditions de températures extrêmes.

Nous souhaitons vérifier que cet appareil est capable de voler à une température de -60°C

- ✎ Maintenance aisée, quitte à faire modifier certains composants

Il apparaît que l'étanchéité de l'arbre de transmission à la Boîte de transmission arrière (B.T.A.) est assurée par des joints magnétiques, nécessitant moins de maintenance que les joints à lèvres classiques. Il pourrait être envisagé de monter le même type de joint sur l'arbre de la Boîte de transmission principale (B.T.P.).

Vérification du centre de gravité

Question 1.1 :

A partir du document « DIMENSIONS PRINCIPALES ET MASSES » de l'appareil, déterminer, en mètre, la position de l'axe vertical du rotor principal par rapport à la référence « zéro ».

Question 1.2 :

Calcul du centre de gravité : Compléter le tableau document réponses DR1.
On donne $g = 9,81 \text{ m. s}^{-2}$. Nota : X_i sera mesuré à partir de la référence « zéro »

On rappelle : $X_G = \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot X_i}{P_i}$ $Y_G = \sum_{i=1}^n \frac{P_i \cdot Y_i}{P_i}$

Question 1.3:

Donner alors les coordonnées du centre de gravité à vide

Question 1.4:

Donner les coordonnées du centre de gravité à vide, à partir de la référence « zéro »

Question 1.5 :

Quel poids maximal de carburant l'hélicoptère peut-il embarquer?

Le réservoir a une capacité de 532 l.
La densité du carburant est de 0,7
 $g = 9,81 \text{ m. s}^{-2}$

Question 1.6 :

Quel poids « passager » peut-il embarquer réservoir plein ?

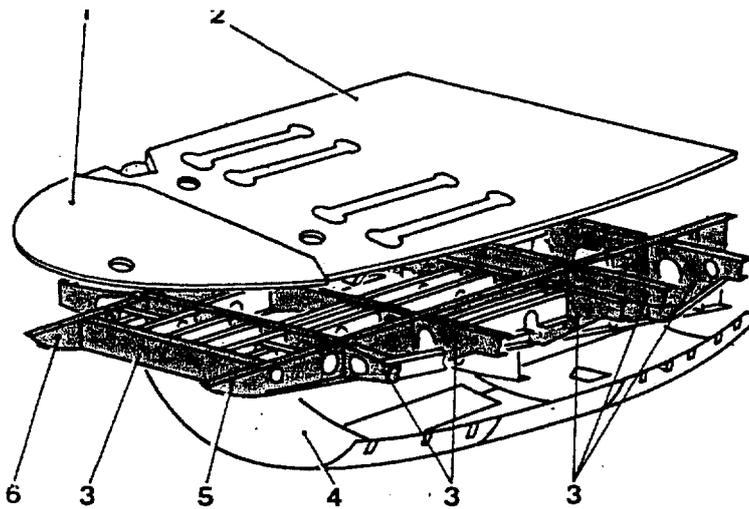
Question 1.7 :

Le Centre de gravité du réservoir se trouve en arrière de l'axe du rotor principal. Lors d'un vol, la diminution du carburant provoquet-elle une assiette à « piquer » ou « à cabrer » ?

Deuxième étude :

Vérification de la résistance de la barque et du plancher cabine.

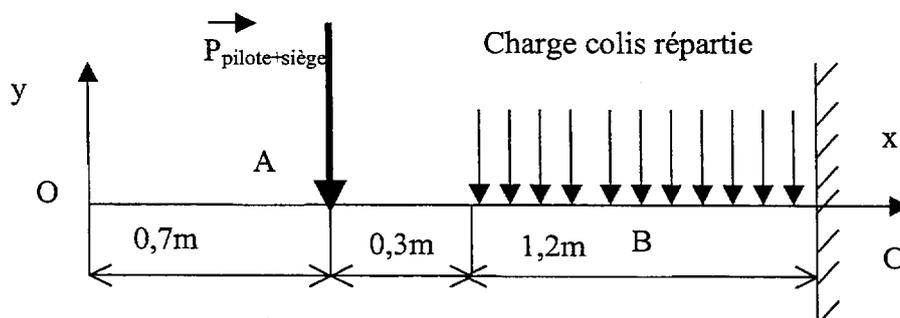
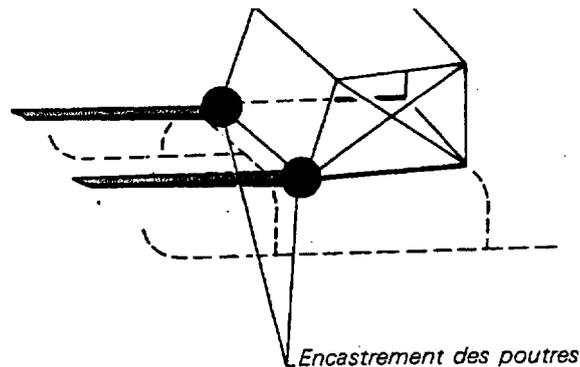
La structure de barque qui supporte la cabine est placée en porte à faux dans le prolongement de la structure centrale. Deux poutres raidies transversalement par des traverses sont rivetées sur des poutres latérales de structure centrale et servent d'appui à la partie avant de l'atterrisseur.



- | |
|--------------------------------------|
| 1- Partie avant du plancher cabine |
| 2- Partie centrale du plancher |
| 3- Cadres |
| 4- Ensemble des capotages inférieurs |
| 5- Longeron gauche |
| 6- Longeron droite |

Calcul approché

Notre modèle d'étude sera le suivant: deux poutres de longueur 2 200 mm, de section rectangulaire 4mm x 200 mm en alliage d'aluminium encastrées dans la structure centrale. La structure sera chargée suivant le plan médian (symétrie) et le poids propre des poutres sera négligé.



Nous aurons donc ces 600 kg de colis répartis sur une surface de 1 m², ainsi qu'un pilote et son siège d'une masse de 80 kg. Le problème étant donc plan, il nous suffira d'étudier une seule poutre qui supportera la moitié des charges.

Question 2.1 :

Déterminer les actions mécaniques extérieures qui s'exercent sur une poutre

Question 2.2 :

Ecrire l'expression du torseur de cohésion tout au long de la poutre.

Question 2.3 :

A quelles sollicitations cette poutre est-elle soumise ?

Question 2.4 :

Remplir les diagrammes page DR2

Question 2.5 :

Quelle est la condition de résistance de cette poutre. Résiste-elle ?

On donne :

$R_{e \text{ aluminium}} = 70 \text{ Mpa}$. On prendra $s=2$

$$\sigma_M = \frac{Mf}{I_z} \cdot y$$

$$I_z = \frac{bh^3}{12}$$

Question 2.6 :

Quelle(s) solution(s) le constructeur a-t-il mise en œuvre pour garantir la résistance ainsi qu'une bonne répartition des contraintes et de la déformée tout au long de la poutre ?

Troisième étude

Votre employeur souhaite également utiliser cet appareil dans des conditions extrêmes de température. Là non plus, la notice technique ne précise pas la température minimale d'utilisation ; Nous allons donc nous placer dans le cas d'une température de -60°C .

Parmi les contraintes de ces températures extrêmes, l'une d'entre elles peut avoir de fâcheuses conséquences :

La vitesse du son dépend de la température, et passe de 340 m.s^{-1} à 20°C à 295 m.s^{-1} à -60°C .

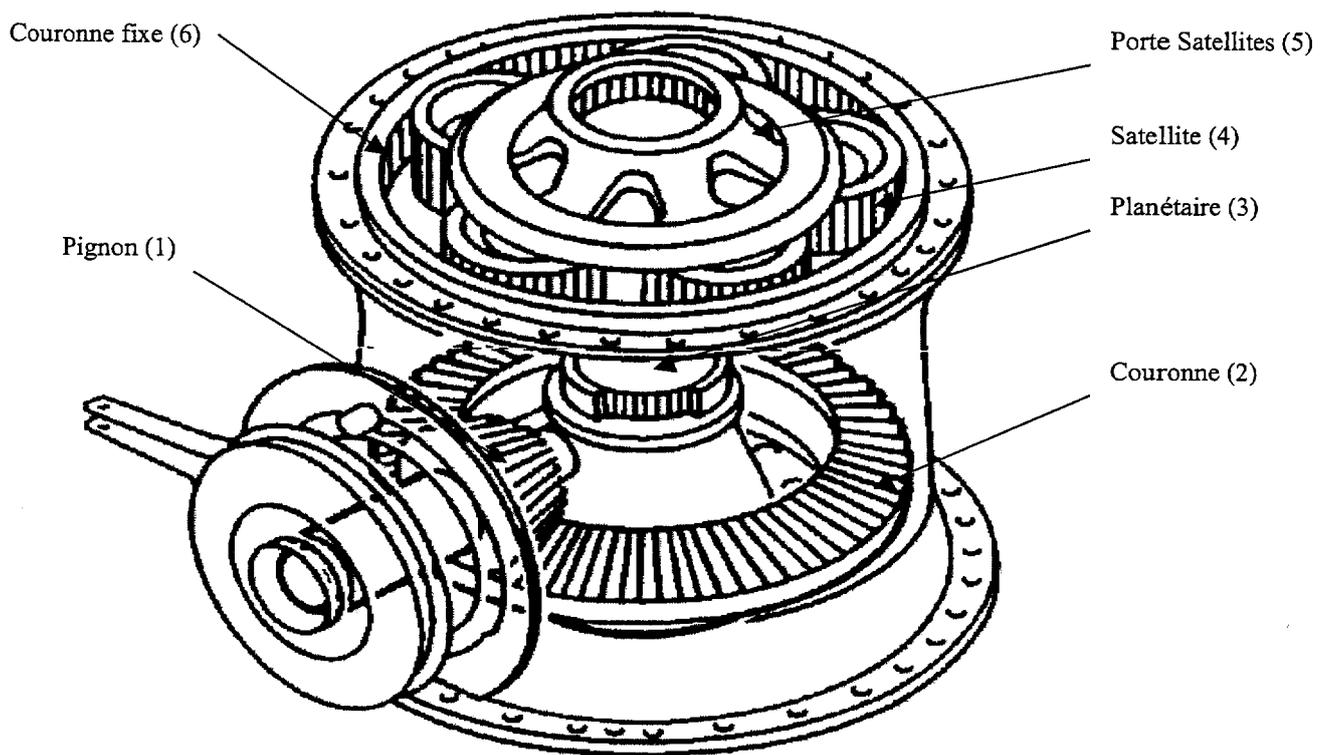
Nous devons donc avant toutes choses vérifier que la vitesse linéaire des pales ne dépasse en aucun cas la vitesse du son, soit dans ces conditions, 295 m.s^{-1}

D'après la documentation technique, la fréquence de rotation du groupe turbo mécanique (G.T.M.) est de 6000 min^{-1}

La Boîte de transmission principale (B.T.P.) se décompose de deux étages de transmission:

Le premier étage est un réducteur conique

Le deuxième étage est un réducteur à train épicycloïdal



6	1	Couronne fixe	$Z_6 = 100$
5	1	Porte satellites	
4	5	Satellite	$Z_4 = 30$
3	1	Planétaire	$Z_3 = 30$
2	1	Couronne	$Z_2 = 61$
1	1	Pignon d'entrée	$Z_1 = 17$
Rep	Nb	Désignation	Remarques
Nomenclature Partielle de la B.T.P.			

Question 3.1 :

Calculer le rapport littéral du premier étage de transmission

Question 3.2 :

Quelle est alors la fréquence de rotation à l'entrée du second étage?

Question 3.3 :

Calculer le rapport littéral du deuxième étage de transmission

Question 3.4 :

Quelle est alors la fréquence de rotation du rotor principal?

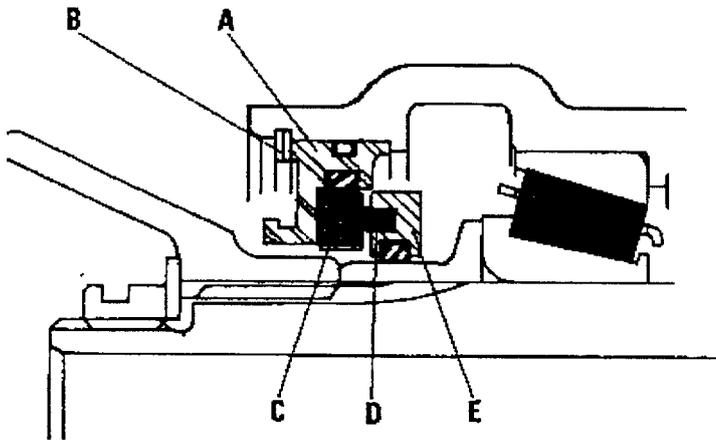
Question 3.5 :

Quelle est la vitesse linéaire du bout de la pale? Peut-on alors voler à une température de -60°C , du point de vue de la pale?

Quatrième étude

Etude d'un changement de type de joint

Pour faciliter la maintenance, on souhaite remplacer les joints à lèvres par des joints magnétiques dont la technologie est définie ci-après :

**PRINCIPE ET MONTAGE DU JOINT MAGNETIQUE**

La bague d'étanchéité en carbone (D), portée par la bague tournante (E) est appliquée par aimantation contre la bague aimantée (C) solidaire du porte-joint magnétique A immobilisé par le segment B

Question 4.1 :

Implantez le joint magnétique (donné document TD 7) sur le document DR 3, en modifiant les formes du boîtier d'entrée si nécessaire

Question 4.2 :

Réalisez un graphe de montage du joint magnétique.

MEMRMAT1

Dossier Documents Réponses

Ce dossier contient :

3 pages numérotées de DR1 à DR3

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

MEMRMAT1

AS350		DR 1
-------	--	------

Réponse 1.2

		Pi (N)	Xi (m)	Yi (m)	Pi.Xi	Pi.Yi
Planeur	Voilure	1838,4		2,93		
	Fuselage	2020	3,736	1,408		
	Empennages	140	8,8	1,94		
	Commandes de vol	280	1,8	1,07		
	Train	405	2,99	0,62		
	Capotage	150	3,902	2,14		
Propulsion	Groupe turbo méca.	3990	3,9	2,4		
	Circuit d'alimentation	140	3,4	1,52		
	Liquides non consommables	32,5	3,55	1,44		
	Aménagements toutes missions	1210	1,55	1,295		
	Equipements opérationnels	1281,6	2,6	1,08		
Σ						

DANS CE CADRE

Académie : _____ Session : _____
Examen ou Concours _____ Série* : _____
Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____
Épreuve/sous-épreuve : _____
NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)
Prénoms : _____ N° du candidat
Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

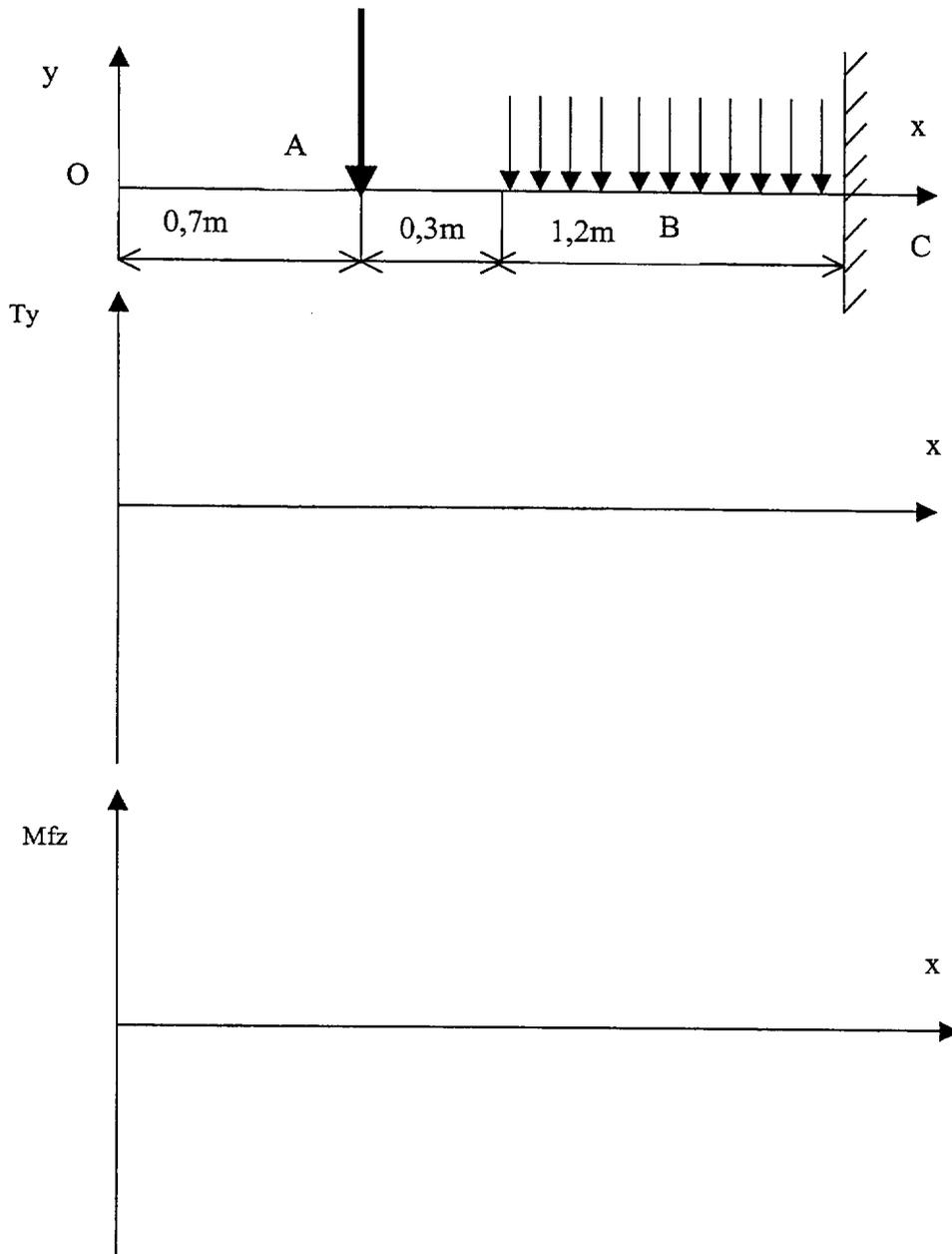
* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

NE RIEN ÉCRIRE

MEMRAT1

AS350

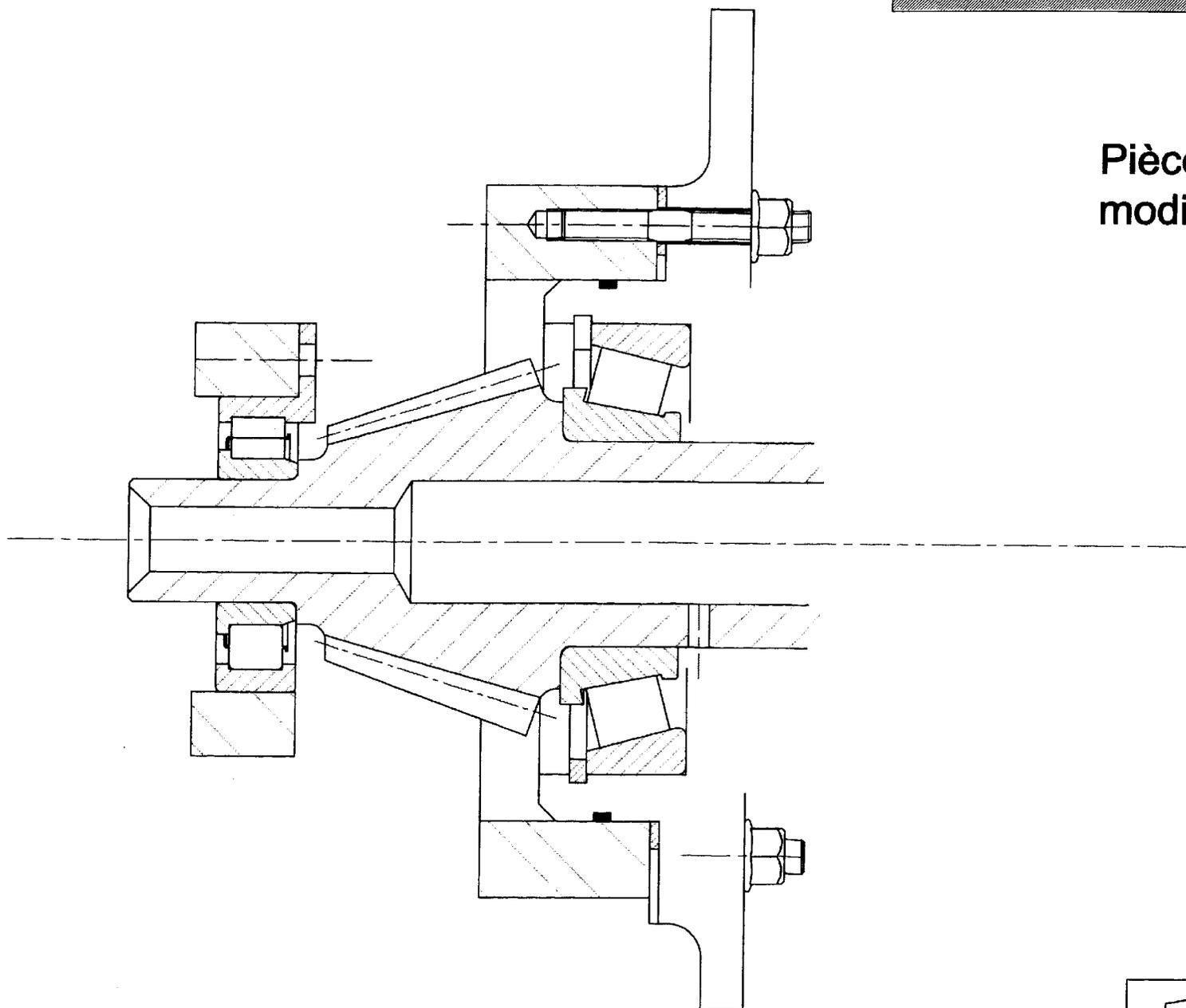
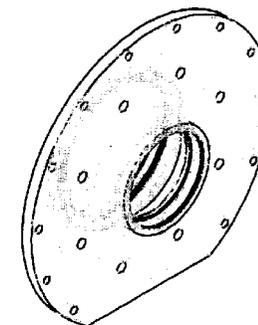
DR 2

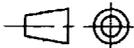


MEMRMAT1

COLLER L'ÉTIQUETTE À CET EMPLACEMENT

Pièce avant
modification



	DR 3
Ech: 1:1	BTS Maintenance et Exploitation des Matériels Aéronautiques
A3	

Brevet de Technicien Supérieur

Maintenance et Exploitation des Matériels Aéronautiques

SESSION 2005

Durée 7H

Coefficient 6

Epreuve :

U4 : Technologie des cellules et des systèmes

2ème Partie : durée 2H coefficient 3

Matériels autorisés :

-Aucun

1/ Le shimmy

- a/ Définir le phénomène de « shimmy »
- b/ Enumérer les systèmes permettant de s'en préserver

2/ Les circuits hydrauliques

- a/ Enumérer les principaux fluides utilisés dans les circuits hydrauliques en comparant leurs caractéristiques.
- b/ Décrire les indications affichées au tableau de bord provenant des circuits hydrauliques

3/ Les métaux aéronautiques

- Les cellules d'avion sont majoritairement construites en alliages d'aluminium

- a/ Citer les 2 types d'alliages les plus utilisés
- b/ Citer les désignations alphanumériques et numériques de ces alliages
- c/ Comparer leur résistance mécanique et leur résistance à la corrosion

- Le titane est un métal se rencontrant dans certains assemblages

- d/ Justifier son utilisation malgré un prix de revient élevé
- e/ Décrire sa résistance à la corrosion

4/ Les matériaux composites

- a/ Définir les « matériaux composites »
- b/ Décrire une structure « Sandwich » et une structure « monolithique »
- c/ Justifier l'utilisation des résines phénoliques en aménagement cabine

5/ Le rivetage

- a/ Décrire les rivets « HI-LOCK »
 - leur montage
 - leurs utilisations
 - les différents types
- b/ Un plan de réparation vous demande d'utiliser des rivets de référence :
CR 3212 – X – X ou A0077 – XXX – XX
 - Décrire ce type de rivet et son mode d'installation