

CORRIGE

Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

SESSION 2004

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3

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

Option : MS-CELLULE

CORRECTION

A)

DOC - STRUCTURE

A1) En accord avec le dossier technique **chapitre 1** (La documentation d'exploitation de l'appareil) citer le manuel que doivent consulter les responsables de la maintenance afin de définir les périodicités et programmes de visite des hélicoptères ?

Le P.R.E (Programme Recommandé d'Entretien)

A2) Citer le manuel que doivent consulter les spécialistes de l'approvisionnement afin de reconnaître par son numéro de référence une pièce de l'appareil ?

I.P.C (Catalogue Illustré des Pièces)

A3) Actuellement les structures d'hélicoptères sont réalisées en grande partie à l'aide de matériaux « plastique » Ces matériaux nouveaux appartiennent à 2 grandes classes:

- Les thermoplastiques
- Les thermodurcissables

Donner la principale différence de mise en œuvre entre ces deux matériaux.

- Les thermoplastiques : *Ils se ramollissent à la chaleur et durcissent à froid.*

- Les thermodurcissables : *L'action combinée de la chaleur et d'un durcisseur polymérisent à chaud d'une manière irréversible.*

A4) Pour faciliter la maintenance de la partie inférieure de l'appareil, trois rotules permettent le levage de la structure au moyen de vérins hydrauliques.
Situier exactement la position de ces trois rotules de levage.

- 1 rotule de levage arrière sous la partie inférieure du cadre latéral arrière. (structure centrale)
- 2 rotules de levage avant sous la partie inférieure de chaque poutres.(sous plancher cabine)


A5) Le plancher cabine de l'appareil (épaisseur 1,2 mm) est riveté sur deux poutres latérales (épaisseur 2 mm) qui assurent la rigidité de la structure. Les rivets utilisés sont du type : Tête goutte Ø 3,2 mm (2017).

Suivant **dossier annexe N° 2** calculer la longueur des rivets, avant écrasement.

$$\text{LONGUEUR DES RIVETS} = 1,2 + 2 + (3,2 + 1,6) = 8 \text{ mm}$$

A6) Dans la question précédente la désignation numérique des rivets est 2017. Quel est le métal d'alliage principal correspondant à cette désignation ?

Le cuivre

A10) Dans le **chapitre 2.6.1** (atterrisseurs à patins) que représente le symbole  accompagner du chiffre 40.



Symbole nécessitant une métallisation

40 *La surface d'appuis des vis, rondelles écrous, doivent être sans protection isolante ou décapée au Ø de la rondelle ou de la tête de la vis + 2 mm.*

A10-1) Que désigne le terme " **métallisation** " ?

On désigne sous ce nom, toutes les mesures prises pour assurer une conductibilité électrique aussi parfaite que possible entre les différentes parties d'un appareil.

A10-2) Quelles sont les raisons principales d'une métallisation?

Pour assurer une continuité électrique de tous les éléments de la cellule afin :

- D'évacuer les courants de foudre.*
- D'évacuer l'électricité statique*

A7) Rôle du plan fixe horizontal de l'empennage de l'hélicoptère ?

Surface stabilisatrice profilée, qui soumise au vent relatif :

- *S'oppose aux changements d'assiette de l'appareil.*
- *Ramène l'appareil dans son assiette d'origine s'il s'en est écarté.*

A8) Les empennages sont aujourd'hui généralement réalisés en matériaux composites.
Citer 2 principaux avantages de ces matériaux ?

- *Gain de masse (15 à 30% par rapport à une structure métallique).*
- *Absence de dégradation à la corrosion.*
- *Stabilité dimensionnelle.*
- *Limite élastique supérieure à celle des matériaux métalliques.*

A9) La RESONANCE SOL est un phénomène dont les vibrations qui en résultent peuvent provoquer le basculement et la destruction de l'appareil.
Quels éléments permettent d'éliminer ce phénomène sur cet appareil ?

- *Une lame d'acier à l'arrière des patins.*
- *Des amortisseurs entre la jambe avant et la structure.*

B) TRANSMISSION AU ROTOR PRINCIPAL

B1) En général, quel est le rôle d'une B.T.P ? (Boite de Transmission Principale)

La boîte de transmission principale (B.T.P) transmet le couple du moteur vers :

- *Le rotor principal*
- *Le rotor arrière (anti-couple)*
- *Les accessoires (alternateurs, pompes hydrauliques etc...)*

B2) La B.T.P sur cet hélicoptère (Boite de Transmission Principale) est composée de différents modules interchangeables.

Citer ces différents modules.

- *Le réducteur épicycloïdal.*
- *Le réducteur conique.*
- *Une pompe de lubrification.*

B3) En utilisant les rapports de réduction **Chapitre 3.3.1**, ainsi que la vitesse d'entrée BTP (6000 tr/mn), calculer la vitesse de rotation de l'arbre rotor, en tr/mn.

Nota : Faites apparaître votre méthode de calcul.

$$\text{Rapport de réduction } \frac{61}{17} = 3,59$$

$$\frac{6000 \text{ tr/mn}}{3,59} = 1672$$

$$\frac{30 + 100}{30} = 4,33$$

$$\frac{1672}{4,33} = \underline{\underline{386 \text{ tr/mn}}}$$

B4) Comment s'effectue la lubrification de la B.T.P (boîte de transmission principale) sur cet hélicoptère ?

(Cocher la bonne réponse)

- Barbotage
- Graisse
- Sous pression**

B4-1) Donner le nom et la fonction des composants Rep 1, Rep 6, Rep 12. Page D.T 14/31

- Rep 1 : By-pass du filtre à huile. En cas de colmatage la pression augmente en amont du filtre et le clapet .La boîte de transmission principale est dans ce cas lubrifié avec de l'huile non filtré.

- Rep 6 : Détecteur de limaille qui capte les particules magnétiques qui en s'accumulant ferment le circuit électrique du voyant LIM B.T.P .

- Rep 12 : Radiateur permettant le refroidissement de l'huile de lubrification.

B5) Citer les fonctions principales d'un circuit de lubrification.

Permet de lubrifier et de refroidir les engrenages et les roulements d'une mécanique.

ROTOR PRINCIPAL

B6) Calculer la vitesse de rotation en extrémité de pale Chapitre 4-1 du DT (Généralités) pour une vitesse rotor de 386 tr/mn.

Nota : Faites apparaître votre méthode de calcul.

NOTA : $V = \Omega \cdot R$ (Ω : Vitesse angulaire en radians par seconde)

$$\Omega = \frac{\pi \cdot N}{30}$$

$$\Omega = \frac{3,14 \times 386}{30} = 40,40 \text{ rd/s}$$

$$40,40 \times 5,48 = 221,39 \text{ m/s}$$

$$221,39 \times 3600 = 797011 \text{ m/h} = 797 \text{ km/h}$$

$$V = 797 \text{ km/h}$$

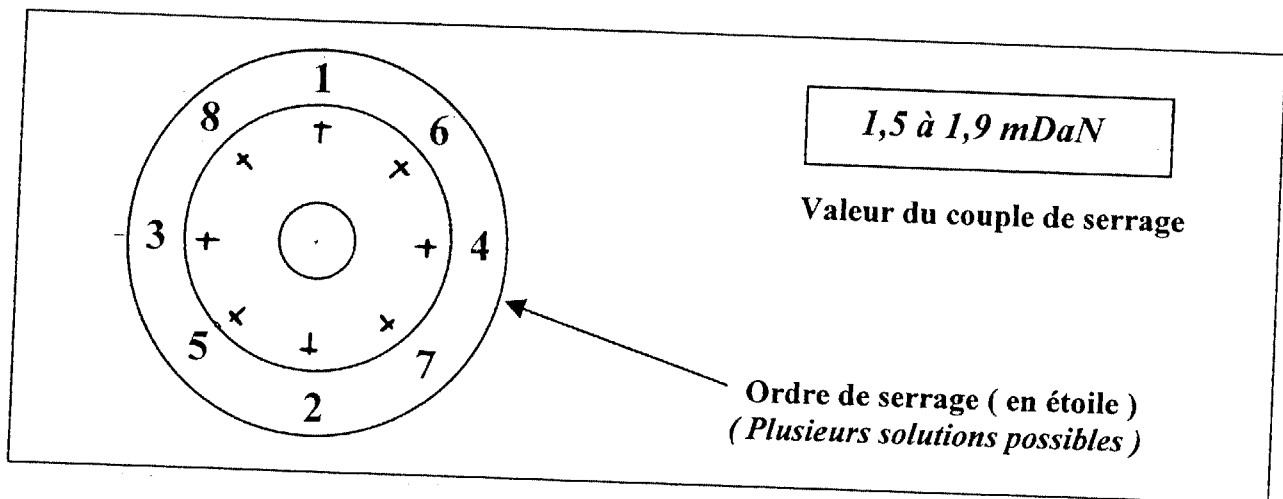
B7) Citer les trois commandes qui permettent au pilote de contrôler le vol de cet hélicoptère.

- *Le levier de pas collectif*
- *Le manche cyclique*
- *Le palonnier*

B8) Chapitre 4.2.2.2 (Liaison arbre rotor – Boîte de transmission)

- Dans la figure ci-dessous, numéroté de 1 à 8 l'ordre de serrage en étoile, des vis de fixation de la rondelle d'appui Rep 2.

- A l'aide du dossier **annexe 2**, indiquer la valeur du couple de serrage appliquée à la rondelle d'appui **Rep 2** avec vis **Rep 8** et écrou **Rep 9**.



B9) Chapitre 4.3 (contrôle du nombre de tours rotor. NR)

- Quels éléments permettent d'assurer le contrôle du nombre de tours rotor (NR)

- Un indicateur.
- Un capteur tachymètre magnétique.
- Une roue à encoches.
- Un klaxon.

B10) Dans le circuit de principe chapitre 4.4, expliquer le rôle du bouton poussoir KLAXON en positions arrêt et marche.

Position arrêt :

- Klaxon inhibé

- Voyant allumé

} Vitesse $NR < 250 \text{ tr/mn}$ ou $NR > 335 \text{ tr/mn}$
(Dans les phases de démarrage, arrêt moteur, survitesse)

Position Marche :

- Klaxon en service

- Voyant inhibé

} Vitesse $NR > 250 \text{ tr/mn}$ ou $NR < 335 \text{ tr/mn}$
(Condition normale de vol)

C) CIRCUIT CARBURANT

C1) Expliquer le rôle et le fonctionnement du **Rep 9** dans le schéma du circuit carburant **chapitre 5.1** du dossier technique.

ROLE : *Il permet l'alimentation du moteur en carburant lorsque le filtre est colmaté.*

FONCTIONNEMENT : *Si le carburant est pollué, les impuretés se déposent sur la cartouche filtrante et le débit au travers du filtre diminue progressivement. La pression augmente, elle devient supérieure au tarage du ressort du clapet by-pass qui s'ouvre assurant l'alimentation du moteur avec du carburant non filtré. Un témoin visuel de colmatage apparaît au même moment.*

C2) Citer 2 critères de choix d'un filtre.

- Pouvoir de rétention.

- Débit.

- Capacité de pression.

C3) Dans le schéma du filtre carburant **chapitre 5-2-1**, la tige du témoin **Rep 2** est représentée dans deux positions différentes.

- a) Quelle en est la raison ?
- b) Expliquer son principe de fonctionnement.

- a) 1 : Le filtre est colmaté. 2 : Le filtre est propre.

- b) La pression à l'entrée du filtre prend appui sur le clapet (4), repousse la tige du témoin de colmatage (2). Après passage de l'épaulement de verrouillage (3) les lames de ressort (1) se referment sur la tige du témoin. Le témoin est immobilisé en position sortie.

C4) Donner la nature du réservoir monté sur cette version d'appareil.

- Polyamide roto-moulé.

C5) Les réservoirs carburant sont généralement équipés de clapets de purge. Citer les raisons essentielles nécessitant la présence de ces clapets.

- *Purger l'eau*
- *Vidanger le carburant non pompable.*

D)

DOC-ELECTRICITE

D1) Suivant dossier technique **chapitre 6-1**, donner la raison qui provoque l'allumage du voyant CARBURANT au tableau de pannes.

Le voyant CARBURANT s'allume lorsque le niveau atteint 60 litres.(bas niveau)

D1-1) Quel type de détecteur permet l'allumage du voyant CARBURANT ?

Détecteur à thermistance.

D2) Expliquer le fonctionnement du jaugeur capacitif 23Q dans les **chapitres 6-1 et 6-2**.

La canne jaugeur est formée de deux tubes concentriques, métallisés (A et B) qui constituent l'armature d'un condensateur dont le diélectrique (B) est du carburant dans la partie immergée, et de l'air au-dessus. La constante diélectrique du carburant étant deux fois plus grande que celle de l'air, la capacité du condensateur jaugeur dépend du niveau de carburant. En fait, la métallisation des tubes (A et B) est telle que la capacité est proportionnelle au niveau.

D3) Dans le schéma de principe du dossier technique **chapitre 6-2**, citer la barre bus qui permet d'alimenter la pompe 21Q ?

Barre bus pp6

D3-1) Donner la valeur du fusible de protection de la pompe citée ci-dessus.

6,3 Ampères

D4) Suivant dossier technique **chapitres 6-2 et 6-3**, expliquer le fonctionnement du transmetteur de pression 22Q.

*Le transmetteur de pression est un potentiomètre.
La résistance varie avec la pression. Quand la pression est mini, la résistance est maxi, et inversement.*

E)

DOC - MOTORISATION

E1) Suivant dossier technique **chapitre 7-1** renseigner le tableau ci-dessous avec le repère correspondant à la classe du propulseur.

| CLASSIFICATION PROPULSEURS | REPERES |
|--|----------------|
| TURBO-MOTEUR (Turbine liée) | <i>E</i> |
| TURBO-GENERATEUR D'AIR | <i>H</i> |
| TURBO-PROPULSEUR (Turbine liée) | <i>C</i> |
| TURBO-REACTEUR (Double flux, simple corps) | <i>B</i> |
| TURBO-MOTEUR (Turbine libre) | <i>A</i> |
| MOTO-PROPULSEUR (Turbo-compound) | <i>G</i> |
| TURBO-REACTEUR (Double corps, double flux) | <i>D</i> |
| TURBO-PROPULSEUR (Turbine libre) | <i>I</i> |
| TURBO-REACTEUR (Simple flux) | <i>F</i> |

E-2 Indiquer la forme d'énergie produite par les deux différentes classes de motorisation citées ci-dessous. La lettre **F** représente la poussée, et la lettre **P** la puissance. Cocher les bonnes réponses.

| | | | | | | |
|------------------|--|---|---|--|---|---|
| TURBO-REACTEUR : | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">F</td> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">+</td> </tr> </table> | F | + | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">P</td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table> | P | |
| F | + | | | | | |
| P | | | | | | |
| TURBO-MOTEUR : | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">F</td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table> | F | | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">P</td> <td style="width: 20px; height: 20px; text-align: center;">+</td> </tr> </table> | P | + |
| F | | | | | | |
| P | + | | | | | |

E-3 Citer les quatre principales phases de fonctionnement d'une turbine à gaz.

- | |
|-------------------------|
| -1°) <i>Admission</i> |
| -2°) <i>Compression</i> |
| -3°) <i>Combustion</i> |
| -4°) <i>Détente</i> |

E-4 Indiquer l'évolution des paramètres de pression **P** et température **T** dans les étages à l'aide des symboles suivants (augmente ↗, diminue ↘, constante =)

| | P | T |
|------------------------------|----------|----------|
| COMPRESSEUR | ↗ | ↗ |
| CHAMBRE DE COMBUSTION | * = | ↗ |
| TURBINE | ↘ | ↘ |

* ↘
DIMINUE ACCEPTE

| | |
|-----------------|---------------|
| TOTAL...../ 100 | NOTE...../ 20 |
|-----------------|---------------|

BAREME DE COTATION (Page 1/2)

| CHAPITRE | QUESTION N° | NOMBRE DE POINTS |
|------------------------|----------------|---------------------|
| A) STRUCTURE | | |
| | A1 | /1 |
| | A2 | /1 |
| | A3 | /2 |
| | A4 | /3 |
| | A5 | /3 |
| | A6 | /1 |
| | A7 | /2 |
| | A8 | /2 |
| | A9 | /1 |
| | A10 | /2 |
| | A10-1 | /2 |
| | A10-2 | /2 |
| | | /22 |
| B) TRANSMISSION | | |
| | B1 | /3,5 |
| | B2 | /1,5 |
| | B3 | /4 |
| | B4 | /2 |
| | B4-1 | 3 |
| | B5 | /2 |
| | B6 | /4 |
| | B7 | /3 |
| | B8 | /4 |
| | B9 | 2 |
| | B10 | /3 |
| | | /32 |

BAREME DE COTATION (Page 2/2)

| CHAPITRE | QUESTION N° | NOMBRE DE POINTS |
|------------------------|------------------------|-----------------------------|
| C) CARBURANT | | |
| | C1 | /3 |
| | C2 | /3 |
| | C3 | /4 |
| | C4 | /2 |
| | C5 | /3 |
| | | /15 |
| D) ELECTRICITE | | |
| | D1 | /2 |
| | D1-1 | /1 |
| | D2 | /2 |
| | D3 | /3 |
| | D3-1 | /2 |
| | D4 | /4 |
| | | /14 |
| E) MOTORISATION | | |
| | E1 | /4,5 |
| | E2 | /4 |
| | E3 | /4 |
| | E4 | /4,5 |
| | | /17 |