**BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL AVIATION GÉNÉRALE**

**EPREUVE E2 (U2) – Analyse de systèmes d’aéronef**

**CORRIGE**

**CODE :1806-AG T U2**

**Mise en situation**

Un atelier d’entretien agrée (AEA), composé d’un responsable technique licence B1.2 et d’un technicien, qualifié licence B3, est chargé de la maintenance d’une flotte.

Au retour d’un vol, le 10 octobre 2015, le pilote note sur le livret avion les remarques suivantes :

- le régime moteur maximum est trop long à obtenir, au décollage, en montée et en croisière ;

- lors de chaque variation de puissance, le régime moteur est long à se stabiliser à la valeur d’utilisation prévue.

L’avion N° 1670 est équipé de l’option réduction de bruit et a reçu la modification 151 de la génération électrique.

**Historique** **de la maintenance sur cet avion**

Lors du vol du 1er juillet 2015, le pilote avait signalé un point dur sur la manette d’hélice. Le responsable technique a commandé en urgence la pièce chez le constructeur A. Il a reçu cette piéce le 3 juillet 2015, puis changé la commande du régulateur hélice lors d’une visite programmée de l’avion le 10 septembre 2015.

**Consigne**

Le technicien est chargé par son responsable technique de traiter ce dysfonctionnement.

Il intervient avec son responsable technique.

Le déroulement du questionnaire doit permettre d’étudier, de relever les différents dysfonctionnements probables et d’incriminer l’origine de la panne.

Pour cela, il faut analyser et exploiter le dossier technique.

**Déroulement de la recherche du dysfonctionnement**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Partie** | **Actions** | **Durée**  **conseillée** |
| **1** | Etudier la documentation technique. | 20 min |
| **2**  **2.1**  **2.2**  **2.2.1 2.2.2**  **2.3**  **2.4**  **2.4.1** | Vérifier les différents systèmes après le « point fixe ».  - Vérification du système d’allumage.  - Vérification du système carburant.  - Vérification de l’injection carburant.  - Vérification de la richesse.  - Vérification de l’indication moteur.  - Vérification du système hélice.  -Vérification du sous-système du régulateur d’hélice. | 190 min |
| **3** | Effectuer le bilan de la recherche du dysfonctionnement | 20 min |
| **4** | Echanger l’élément causant le dysfonctionnement et effectuer le point fixe de contrôle pour validation du dépannage. | 10 min |

**PARTIE 1 : ETUDIER LA DOCUMENTATION TECHNIQUE**

Avant de rédiger le compte-rendu de dépannage sur l’ordre de travail, identifier les éléments préalables au diagnostic :

**Question 1** Afin de réaliser le dossier technique de recherche des dysfonctionnements possibles,

Préciser la documentation aéronautique exploitée.

L’AMM

**Question 2** Le dossier technique (DT) lié à l’intervention sur le moteur ou l’hélice exploite la

norme ATA. Indiquer leurs numéros respectifs :

Moteur : ATA 72

Hélice : ATA 61

**Question 3** Pour étudier la régulation carburant, indiquer la référence complète de la

documentation qu’il faut extraire :

La régulation voir 73-20-00

**Question 4** Pour être certain d’étudier la documentation du moteur monté sur cet avion, indiquer de quel moteur est équipé l’avion présenté dans le DT.

Lycoming injection engine IO-540-6C4B5D

**Question 5** Pour être en mesure d’interpréter les paramètres moteur lors du point fixe, indiquer quel est le régime maximum d’utilisation de ce moteur.

2500 tr/min

**Question 6** Pour contrôler l’applicabilité du service bulletin donné dans le DT, indiquer si leBS

N°10-112-61 est-il applicable à l’avion N° 1670. Justifier précisément la

réponse :

L’avion N° 1670 est concerné par le BS N°10 -112-61car la commande du

régulateur d’hélice a été livrée par la SOTACA entre le 22 Mars 2015 et le 31 Aout

2015.

**Question 7** Quelle que soit l’analyse du dysfonctionnement de l’avion, donner la date butoir

d’applicabilité du BS N°10-112-61.

La date butoir d’application est le 31 décembre 2017.

**Question 8** A partir du décodage des informations du DT, préciser le type d’hélice

équipant cet avion :

Une hélice bipale métallique à vitesse constante.

**PARTIE 2 : VÉRIFICATION DES DIFFERENTS SYSTÈMES APRES LE « POINT FIXE »**

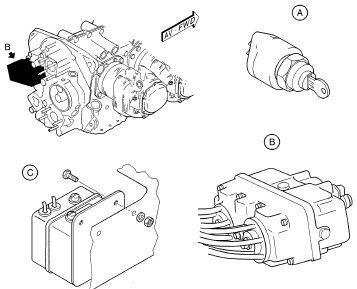
Après avoir effectué un point fixe de « prise de paramètres » et confirmé que le régime maximal du moteur est de 2450 tr/min, le responsable technique confirme que le dysfonctionnement est avéré, et rédige l’ordre de travail « procédure de vérification des différents circuits, ou systèmes, pouvant être incriminés ».

**PARTIE 2.1 : VÉRIFICATION DU SYSTÈME D’ALLUMAGE**

**Question 9**  La vérification du système d’allumage de ce moteur impose d’exploiter

l’« ***engine data plate*** » du moteur. Préciser la valeur d’avance à

l’allumage de ce moteur : 25°



**Question10** La vérification du système d’allumage de ce

moteur impose d’être en mesure d’identifier les différents composants du circuit d’allumage.

Sur les figures ci-contre, identifier les

repères suivants:

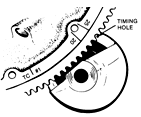
A : Sélecteur magnéto

B : Magnéto double

C : vibreur de démarrage

**Question 11** La recherche d’un dysfonctionnement du système d’allumage requiert le

contrôle de l’avance à l’allumage du moteur.

Le voyant de contrôle de la boite « cigale » s’allume lorsque la couronne moteur est dans la position montrée par cette figure.

Le décodage des informations gravées sur la couronne du

moteur permet de s’assurer de la position du calage du moteur. Dans cette figure, identifier cette position (rayer, ci-dessous, les mauvaises réponses).

A ~~calé au point mort haut compression~~

B ~~calé au point mort bas compression~~

C calé au point d’avance à l’allumage

**Bilan du système d’allumage**

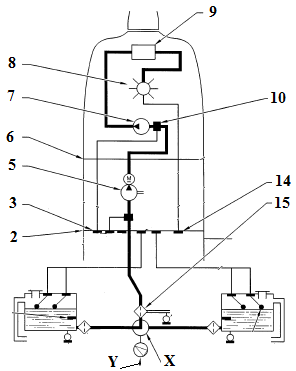
**Question 12** A l’issue des vérifications du système d’allumage, conformément au dossier

technique, définir l’état du système d’allumage

(rayer la mauvaise réponse)

* Bon état
* ~~Mauvais état~~

**PARTIE 2.2 : VÉRIFICATION DU CIRCUIT CARBURANT YSTEME D’ALLUMAGE**

**Question 13** À l’aide du schéma ci-dessous, compléter, pour chacun des repères,**** la nomenclature (ci-dessous) de l’ensemble circuit carburant qui comprend les éléments suivants : pompe moteur, planche de bord, indicateur débitmètre, filtre, voyant pompe électrique, manocontact pression carburant,sélecteur trois voies, pompe électrique, cloison pare-feu, répartiteur de débit (araignée), pompe à injection, commande sélecteur.

2 = planche de bord

3 = voyant pompe électrique ou indicateur

5 = pompe électrique

6 = cloison pare-feu

7 = pompe moteur

8 = répartiteur de débit

9 = pompe à injection

10 = manocontact pression carburant

14 = indicateur débitmètre

15 = filtre

X = sélecteur trois voies

Y = commande sélecteur

**PARTIE 2.2.1 : VÉRIFICATION DES INJECTEURS CARBURANT**

**Question 14** La recherche d’un éventuel dysfonctionnement du système carburant impose une

vérification / inspection des injecteurs carburant.

Préciser le numéro de la zone d’intervention et le numéro de la trappe d’accès :

- Zone 100 - trappe d’accès N° 121.

**Question 15** Donner en français les consignes de sécurité pour la vérification d’un injecteur.

Attention danger : Avant toute intervention, s’assurer que l’échappement et les tubulures

sont froids, dans le cas contraire prendre les précautions nécessaires

pour éviter de graves brulures.

Attention danger : Avant toute intervention s’assurer que la clef est retirée du sélecteur

magnéto et que le contact général est coupé.

Si l’avion est équipé de prise de dégroupage sur la cloison pare-feu,

déconnecter la prise « dégroupage magnétos » et la connecter sur la

« prise repos magnétos ».

**Question 16** Sur ce moteur, préciser où est située la pompe à injection :

Sous la partie avant du moteur sur le carter d’huile.

**PARTIE 2.2.2 : VÉRIFICATION DE LA RICHESSE CARBURANT**

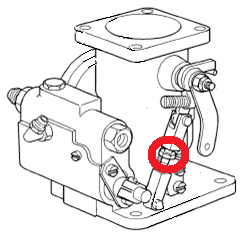
**Question 17 : 17** Lors du point fixe de contrôle,en vue du réglage de la richesse qui sera éventuellement nécessaire, retranscrire l’élément de procédure influant sur le régime moteur.

1) Manœuvrer très lentement la commande de mixture vers la position pauvre, constater une augmentation du régime moteur de 20 à 40 tr/min et une réduction de la pression d’admission de ¼ in.Hg avant d’enregistrer une chute de régime moteur.

**Question 18 :** Si, Si, lors du point fixe, il faut régler la richesse car la chute du régime moteur

constatée est de 60 tr.min-1:

a) Enoncer la procédure prévue : Déposer le capot moteur, agir sur l’écrou de réglage richesse. Pour accroître l’augmentation du nombre de tr/min, tourner l’écrou de réglage dans le sens indiqué par la flèche du repère « R » (situé sur le levier de conjugaison gaz/richesse).



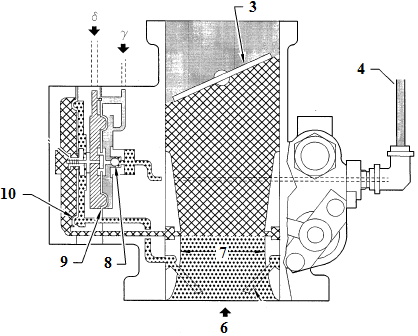
b) Encercler l’écrou de réglage de la richesse sur cette

figure.

**Question 19**Pour analyser le fonctionnement du bloc d’injection, à l’aide du schéma ci-dessous,

compléter, pour chacun des repères, la nomenclature de l’ensemble qui comprend

les éléments suivants : venturi - entrée de l’air - membrane air – Alimentation carburant vers les cylindres ou répartiteur de débit - clapet à bille

- membrane carburant

(Throttle valve)

Repère 4 : alimentation carburant vers

les cylindres ou répartiteur de débit

Repère 6 : entrée de l’air

Repère 7 : venturi

Repère 8 : clapet à bille

Repère 9 : membrane carburant

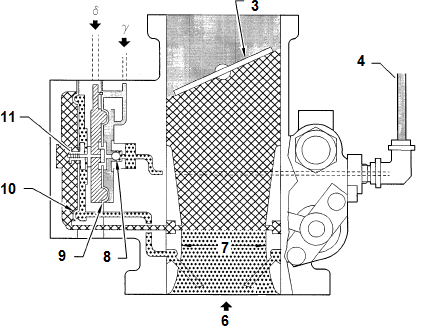
Repère 10 : membrane air

**Question 20**  Pour analyser le fonctionnement du bloc d’injection ci-dessous :

- déduire l’organisation fonctionnelle, lorsque la pression d’admission augmente ;

- expliquer par une phrase le mouvement de l’élément 10, de l’élément 8, ainsi que

l’influence sur le repère 4.  Le repère 11 est un ressort de rappel pour le ralenti.



La membrane d’air sous l’augmentation de la pression d’air et de la dépression au col du venturi va se déplacer vers la gauche, cela entraine également le repère 8 vers la gauche donc l’augmentation du débit carburant dans la tuyauterie vers le distributeur 4.

**Bilan du circuit carburant**

A l’issue des vérifications du système carburant, conformément au dossier technique :

- les injecteurs n’ont pas de jeu ni décoloration et leur débit est compris entre – 1,5 et + 1,2 %,

- le technicien a effectué le « contrôle de la pompe à injection » et la pression du carburant régulé

en sortie de la pompe à injection (Repère 12 du DT) est de 1,6 bar.

**Question 21** Définir l’état du système carburant (rayer la mauvaise réponse) :

* Bon état
* ~~Mauvais état~~

**PARTIE 2.3 : VÉRIFICATION INDICATION MOTEUR HELICE.**

**Question 22** Préciser le type de protection électrique de l’alimentation, du tachymètre et de

son capteur.

La protection électrique est un fusible.

Le technicien a vérifié la protection, qui est déclarée en « bon état ».

**Bilan global des systèmes moteurs**

**Question 23** A ce stade de l’étude, le technicien doit faire une première conclusion sur les

systèmes pour son responsable technique. Compléterle tableau de synthèse

suivantet mettre une croix dans la case en fonction de leur état.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SYSTEMES VERIFIES** | **BON ETAT** | **MAUVAIS ETAT** |
| ALLUMAGE | X |  |
| CARBURANT | X |  |
| INDICATION MOTEUR | X |  |

**PARTIE 2.4 : VÉRIFICATION DU SYSTÈME HÉLICE**

**Question 24** A partir du décodage des informations du DT, identifier le(s) élément(s) du moteur

entrainant en rotation le régulateur d’hélice :

Le régulateur d’hélice est entrainé par l’arbre à came, par l’intermédiaire de pignons.

**Question 25** A partir du décodage des informations du DT, indiquer l’énergie qui permet au

régulateur d’hélice de commander la variation du pas de l’hélice ; préciser l’élément

fournissant cette énergie et par quelle action.

L’intermédiaire de la pression d’huile fournie par le moteur agissant sur le piston du moyeu d’hélice.

**Question 26**  Lors du point fixe de relevé de paramètres, le nombre de tours moteur maximum

constaté est de 2450 tr.min-1.

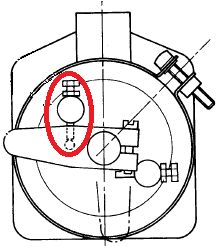
A partir de la figure de l’hélice du dossier technique, identifier :

a) le repère de l’élément que l’on peut être amené à régler : la vis repérée 12

b) l’action à effectuer pour augmenter la vitesse de rotation : il faut dévisser la vis

**Question 27**

1. Nommer l’ensemble représenté ci-contre : Régulateur d’hélice
2. Identifier l’élément cerclé en **A** : dispositif de réglage de la butée petit pas



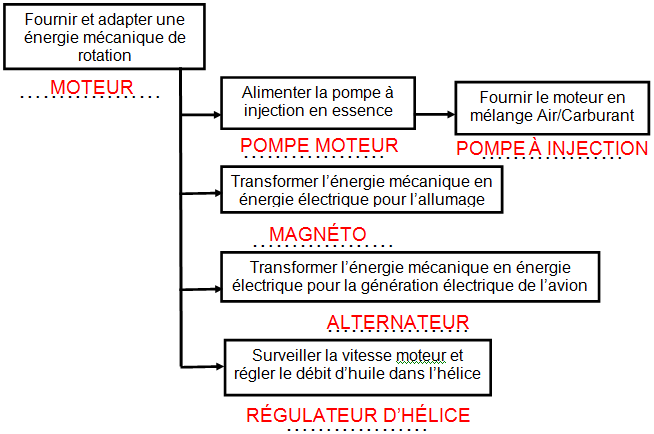
**PARTIE 2.4.1 : VÉRIFICATION DU SOUS-SYSTÈME RÉGULATEUR D’HÉLICE**

Dans cette partie, le technicien pourra conclure si le régulateur d’hélice est incriminé dans la panne.

**Question 28**  Afin d’identifier les différents sous-ensembles entrainés par le moteur, compléter le

diagramme ci-dessous avec les termes suivants :

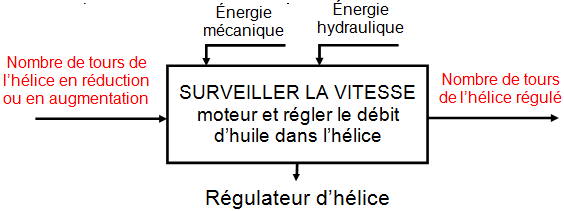
ALTERNATEUR, POMPE MOTEUR, MAGNÉTO, MOTEUR, RÉGULATEUR

D’HÉLICE et POMPE À INJECTION.

**Question 29** Le technicien s’intéressant plus particulièrement au régulateur d’hélice, il doit

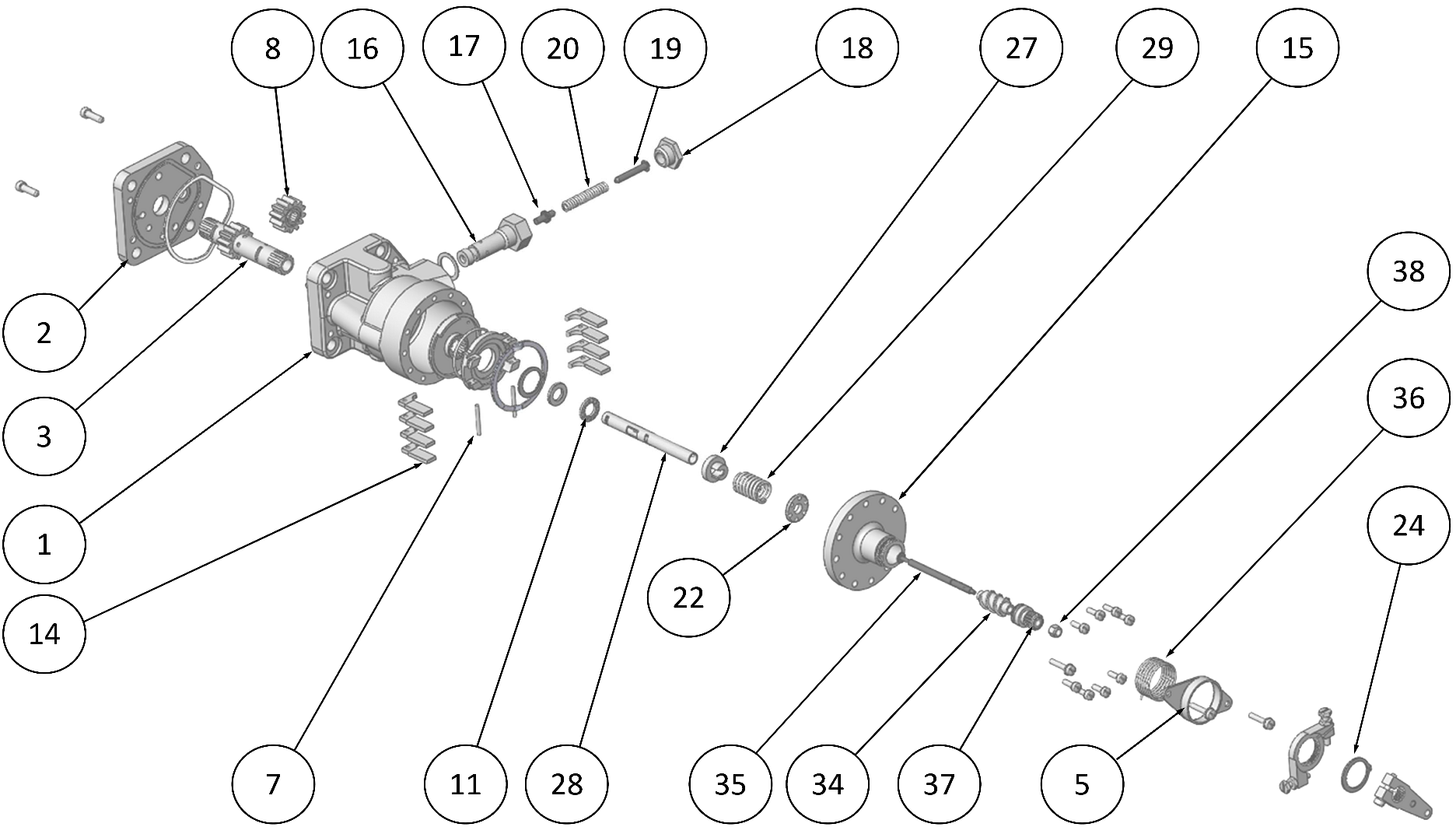
savoir sur quelle matière d’œuvre agit ce système.

Compléter le schéma ci-dessous.

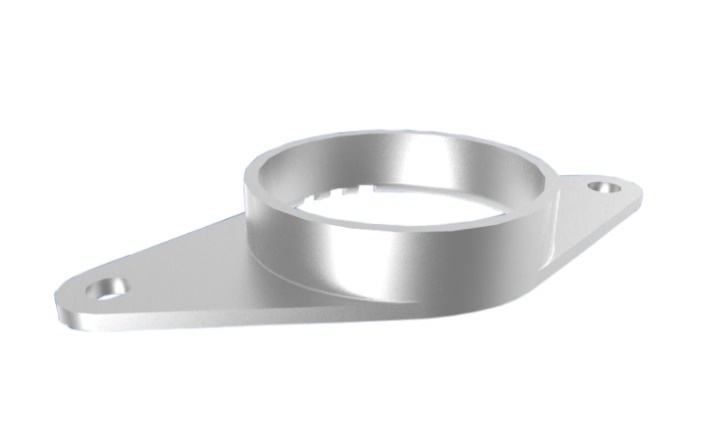


**Question 30** Afin d’appréhender le système étudié, identifier les repères manquants sur l’éclaté

ci-dessous.



**Représentation de la pièce repère 5**

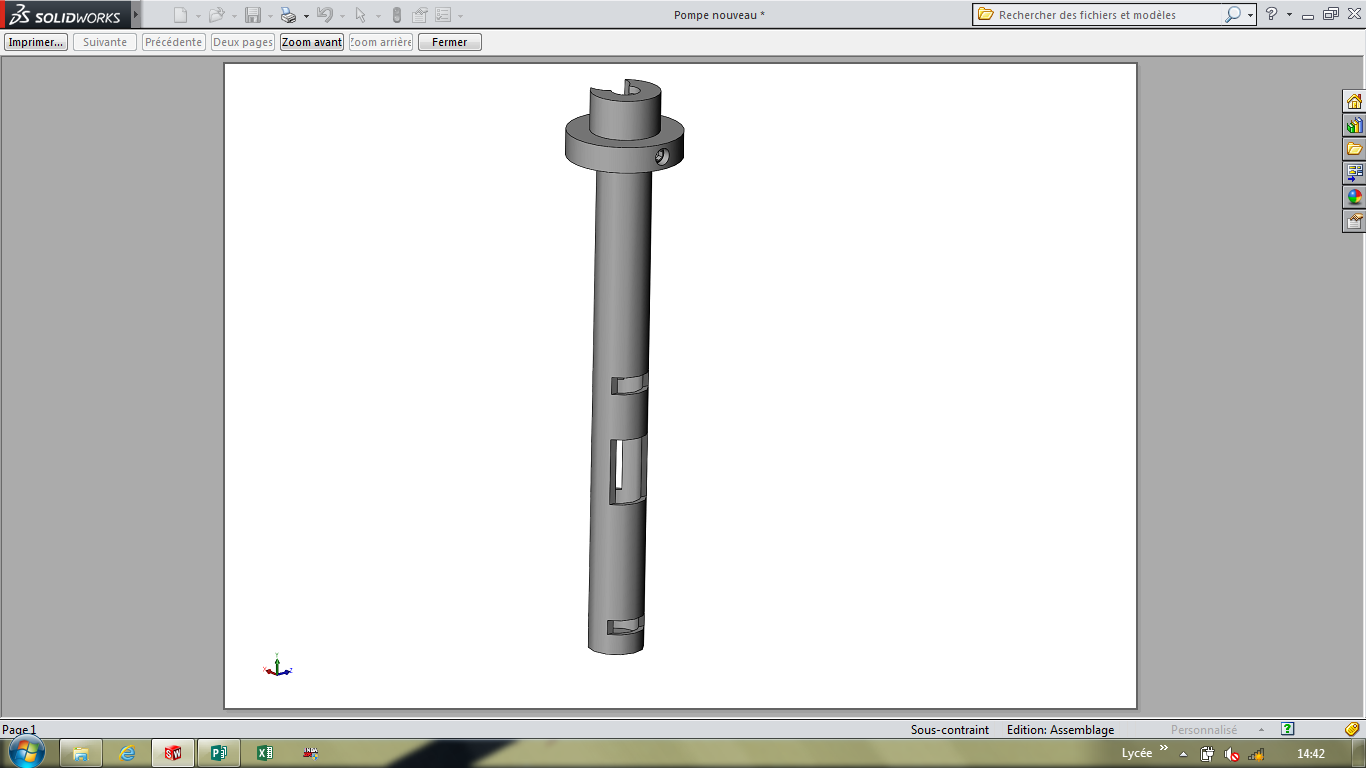




**Question 31** Déterminer la fonction de la pièce 5 ci-dessus.

Cocher la bonne réponse.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Empêcher le desserrage des vis 9 |
|  | Guider le ressort 36 |
| X | Bloquer le ressort 36 en rotation |

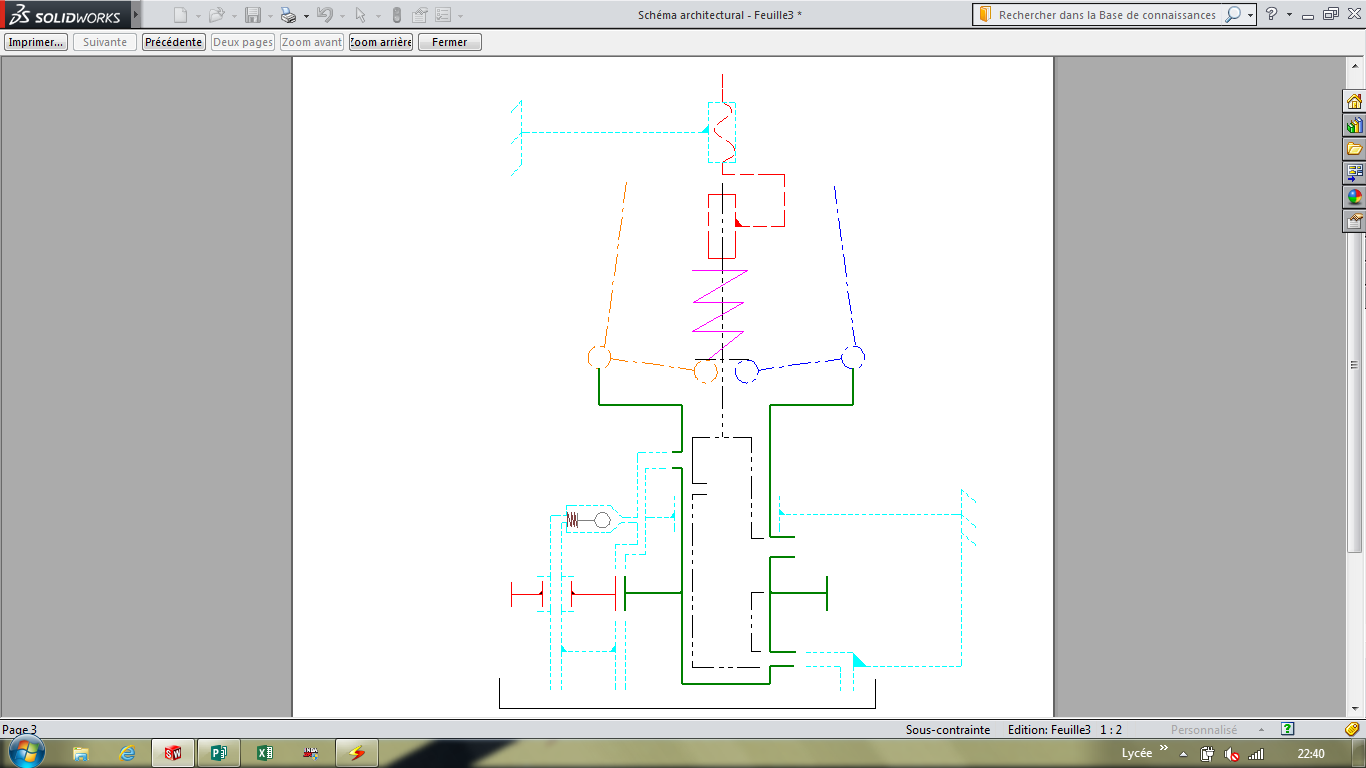
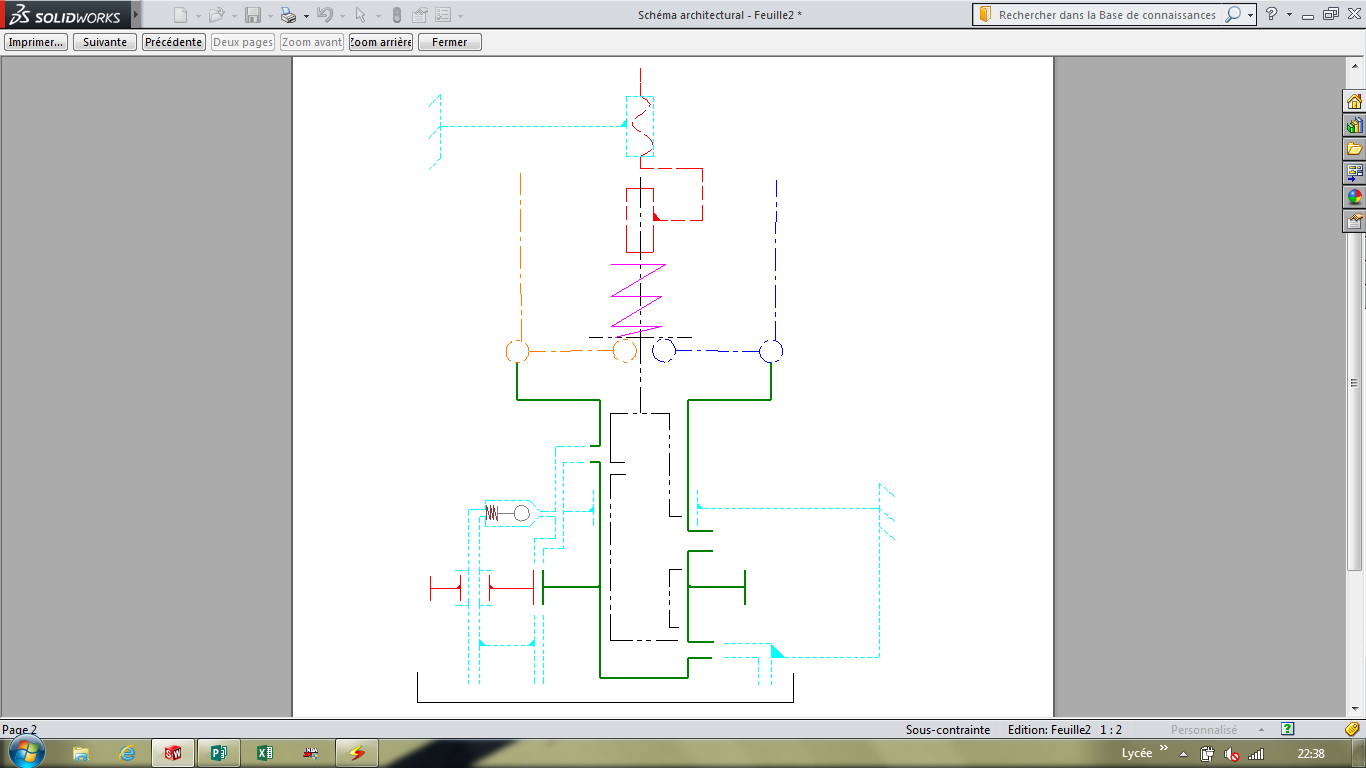


**Question 32** Indiquer comment est maintenue en position la pièce 27

par rapport à la pièce 28 :

…Par interposition d’une vis sans tête 39.

Le technicien se doit d’appréhender les fonctionnements théoriques du régulateur. L’étude cinématique donne les 2 schémas ci-dessous en « SOUS-RÉGIME » et « RÉGIME NORMAL ».



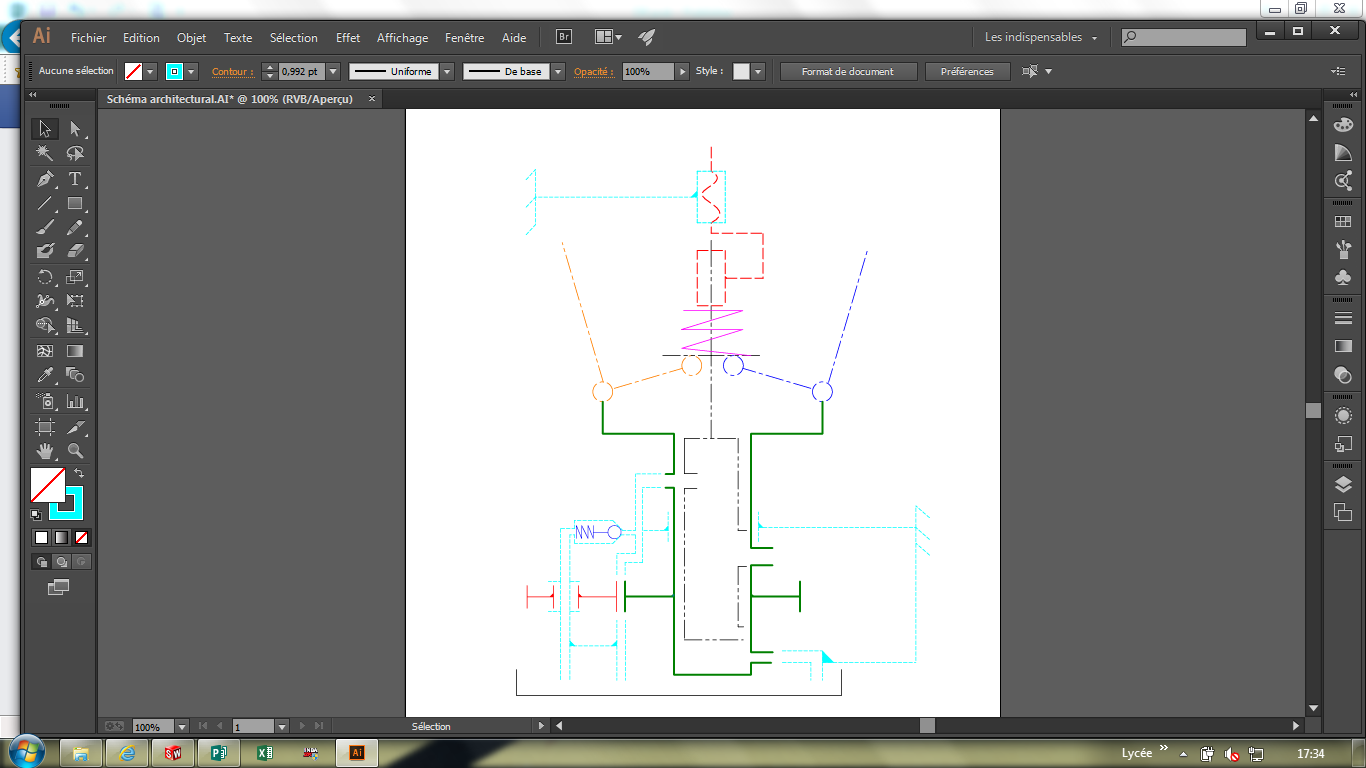
Retour d’huile depuis l’hélice

Réservoir d’huile

SOUS RÉGIME

RÉGIME NORMAL

Aspiration par la pompe à engrenage



**Question 33** En prenant exemple sur les 2 premiers cas de figure, compléter le schéma en position « Sur Régime » ci-contre.

Représenter le tiroir ainsi que le clapet en faisant attention de ne laisser aucune ambiguïté sur la position des orifices, alignés pour « ouvert » ou décalés pour « obturé ».

orifice obturé

orifice ouvert

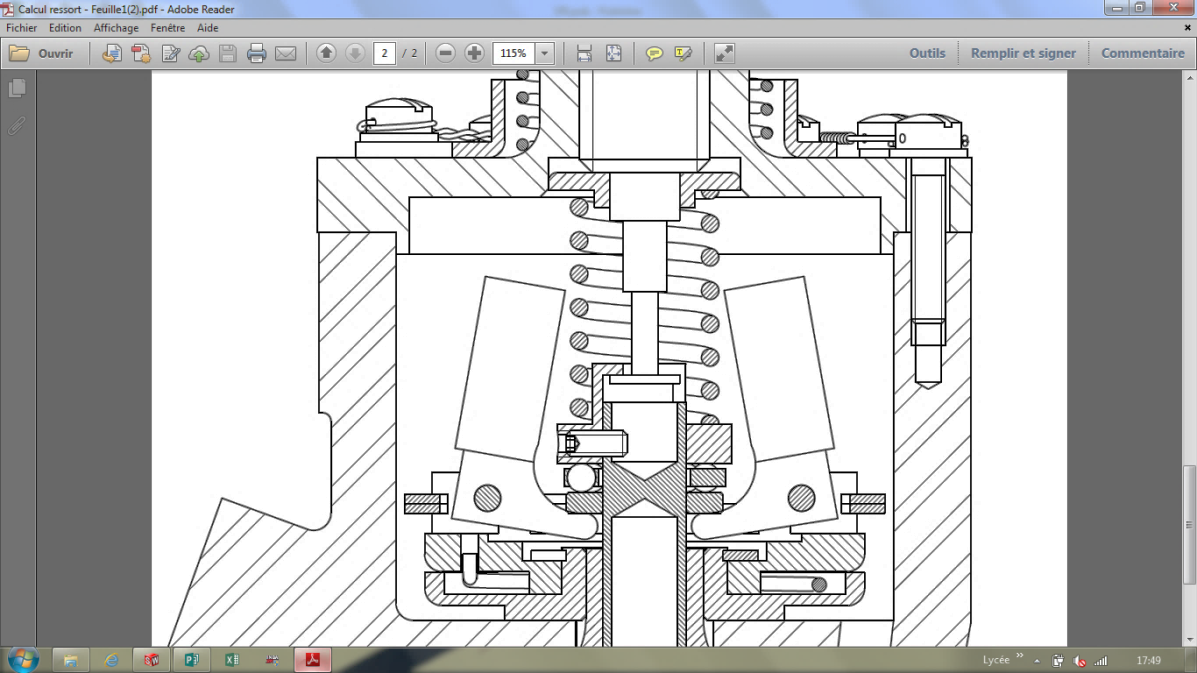
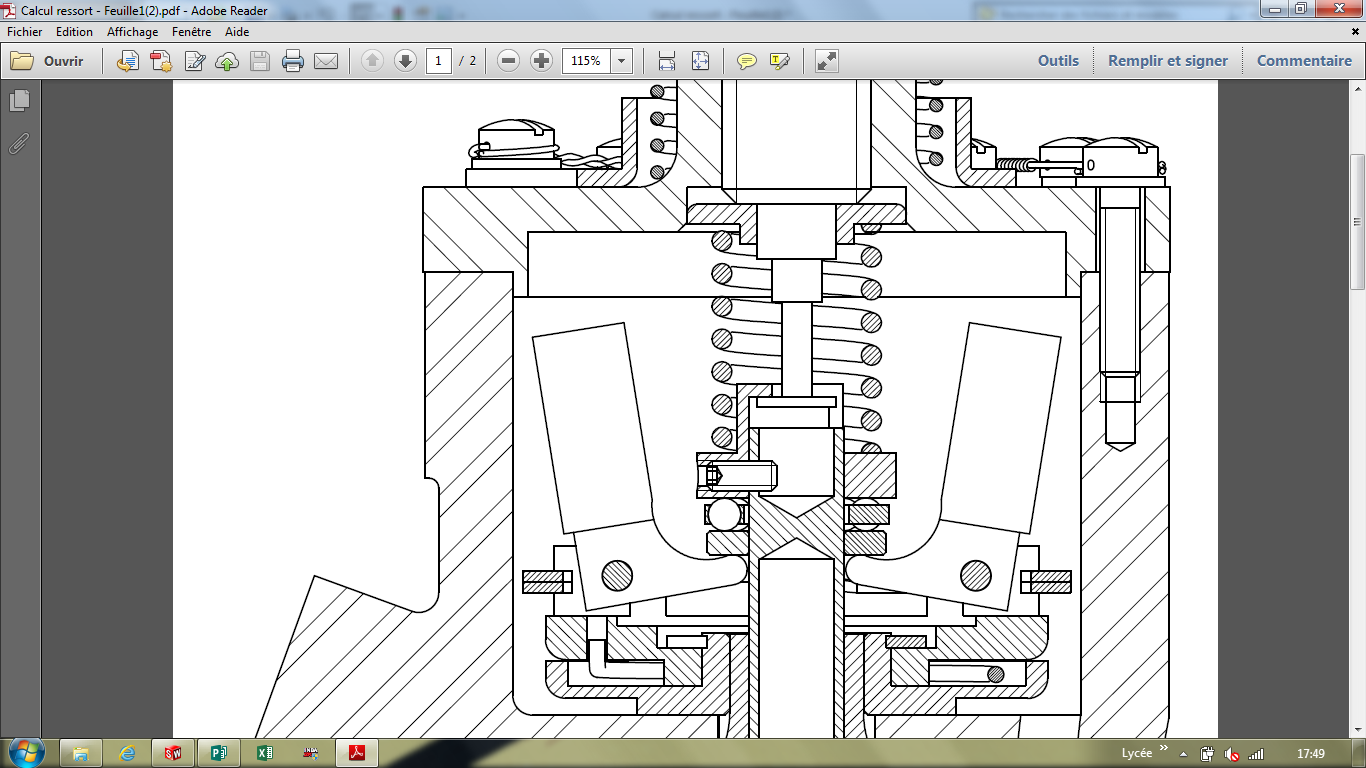
Exemples :

La procédure indique qu’il est possible que le tiroir 28 obstrue les différents orifices, ne laissant pas le fluide circuler.

Cette défaillance peut avoir pour cause : - le ressort 29,

- une impureté dans le circuit.

Suite au contrôle du filtre à huile, la défaillance pour impureté est mise hors d’état de cause.



SOUS RÉGIME

SUR RÉGIME

**Question 34** À partir des 2 croquis ci-dessus, mesurer les valeurs de compression du ressort dans

les 2 positions du mécanisme, de manière à déterminer la flèche (différence entre les

deux valeurs) de celui-ci (ΔL).

L’échelle de ces 2 croquis est de 1:1.

Longueur du ressort en SOUS-RÉGIME = 27mm

Longueur du ressort en SUR-RÉGIME = 23 mm

ΔL = 27-23 = 4mm

**Question 35** Relever dans la documentation technique les caractéristiques suivantes du ressort :

d = 2mm n = 6 spires

D =15mm

E = 220 000 MPa

**Question 36** À l’aide des formules ci-dessous, des valeurs précédentes et en considérant que

υ = 0,33, déterminer la force théorique développée par le ressort.

G =

E

2 (1+ υ)

FThéorique

ΔL

k =

G x d4

8 x n x D3

k =

G =

220 000

2 (1+0,33)

≈ 82 700 MPa

162 000

8 x 6 x 153

82 700 x 24

k =

=

5 292 800

≈ 32,7 N/mm

Fthéorique = k x ΔL = 32,7 x 4 ≈ 130,8 N

**Question 37** À l’aide de l’abaque suivante, conclure en précisant si le ressort est bien dans

son domaine d’utilisation. Cocher la bonne réponse.

130 N

4 mm

4,5 mm

3,5 mm

Zone d’utilisation du ressort

ΔL

Fthéorique

|  |  |
| --- | --- |
| X | OUI |
|  | NON |

La procédure indique que l’effort théorique et l’effort réel ne doivent pas avoir un écart supérieur à 15%. Le technicien va maintenant déterminer l’effort F réel encaissé par le ressort, effort généré par l’écartement des 8 masselottes.

Une étude préalable a permis de déterminer l’effort généré par le poids d’une masselotte en rotation. Cet effort est modélisé par un vecteur horizontal au point G, d’une intensité de 19,5N.

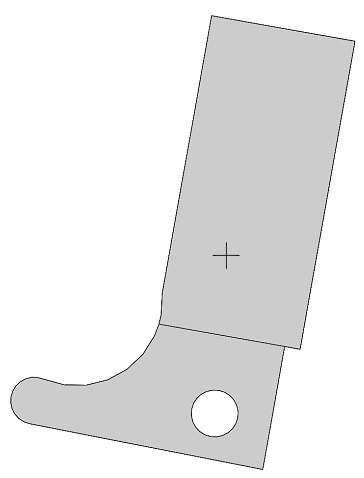
* On considère l’action en B comme une ponctuelle d’axe vertical.
* L’action en A est associée à la liaison pivot au même point. Cette liaison est considérée comme parfaite.

**Question 38** Sur le croquis ci-dessous, réaliser l’étude de statique graphique afin de déterminer

Départ du dynamique

Échelle 2 cm → 6,5 N

l’effort transmis par une masselotte.



G

A

B

|| B || = 17 N

**Question 39** En déduire par le calcul l’effort Fréel, développé par les 8 masselottes.

|| Fréel || = 17 x 8 = 136 N

**Question 40** Le technicien devra conclure quant au rôle du ressort dans la panne. Pour cela,

calculer auparavant les valeurs limites à ne pas dépasser en prenant Fthéorique = 130 N

Fthéorique + 10% = 143 N

Fthéorique - 10% = 117 N

**Question 41** Déduire si l’encadrement ci-dessous est vérifié en entourant la bonne réponse.

Fthéorique - 10% ≤ Fréel ≤ Fthéorique + 10%

OUI

NON

**Question 42** Conclure sur la mise en cause du ressort dans la panne.

Le ressort n’est pas la cause de la panne.

**Bilan des systèmes hélice**

Après l’étude approfondie des systèmes hélice, le technicien est maintenant en mesure de faire une conclusion pour son responsable technique.

**Question 43** En s’appuyant sur les réponses aux questions précédentes, déclarer si l’élément est

en « bon état », « mauvais état » ou « réglable » en complétant par une croix dans la case correspondante du tableau de synthèse suivant.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **QUESTIONS N°** | **BON ETAT** | **MAUVAIS ETAT** | **REGLABLE** |
| 25 |  |  | X |
| 26 |  |  | X |
| 36 | X |  |  |
| 41 | X |  |  |

**PARTIE 3 : BILAN DE LA RECHERCHE DU DYSFONCTIONNEMENT**

À partir des bilans du technicien, le responsable technique décide d’appliquer la procédure de « Réglage du régulateur hélice » et les réglages des différentes butées hélices, ce qui permet à la fin de la procédure d’obtenir le régime maximum. Le reconditionnement du moteur est effectué et les capots moteurs sont remontés.

Lors d’un nouveau point fixe pour valider le dépannage, la panne revient.

**Question 44** Le commandant de bord de l’avion vient s’informer du bilan global de la recherche

de panne.

A partir des vérifications abordées dans le questionnaire, faire un bilan de la recherche de panne en complétant le tableau ci-dessous. Nommer les circuits ou systèmes, puis les sous-ensembles ou sous-systèmes vérifiés, et mettre une croix dans la case en fonction de leurs états.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| DYSFONCTIONNEMENT  Le régime moteur maximum est trop long à obtenir, au décollage, en montée et en croisière. | | | | | |
| Causes possibles | | | | | |
| Systèmes | Sous-ensembles ou sous systèmes | Etat | | Réglage | |
| Bon | Mauvais | Oui | Non |
| - Circuit allumage | - magnéto  - réglage avance AA | **x** |  |  |  |
| - Circuit carburant | - Circuit carburant  - Richesse  - Bloc d’injection  - Injecteurs | **x**  **x**  **x**  **x** |  |  |  |
| - Circuit indication moteur | - Protection électrique | **x** |  |  |  |
| - Système hélice | - régulateur hélice  - réglage butée petit pas sur moyeu  - réglage butée commande petit pas sur régulateur | **x** |  | x  x |  |

**Question 45** A partir de l’exploitation du DT et des différentes vérifications menées durant le

questionnaire, donner l’élément étant la cause du dysfonctionnement, justifier la

réponse.

La commande du régulateur hélice car elle est concernée par le BS donc

non conforme.

**PARTIE 4 : ECHANGE DE L’ELEMENT CAUSANT LE DYSFONCTIONNEMENT et POINT FIXE DE CONTROLE**

L’échange de l’élément présentant un dysfonctionnement est effectué.

**Question 46**  Après échange de l’élément présentant un dysfonctionnement, le point fixe de

contrôle permet de vérifier que le régime moteur accélère normalement et que le

régime max est stable à 2495 tr.min-1.

Suivant les informations du DT, conclure sur le régime de 2495 tr.min-1.

(entourer la bonne réponse) :

- REGIME CORRECT

- REGIME NON CORRECT

**Question 47** Conclure cette recherche de panne en précisant les actions à accomplir pour

que, réglementairement, cet avion soit déclaré apte au vol (cocher les cases

correspondantes).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Documents ou actions** | OUI | NON |
| L’ordre de travail peut-être clôturé | X |  |
| La certification de remise en service peut-être rédigé. | X |  |
| Il y a encore des travaux à reporter sur l’ordre de travail. |  | X |