**Brevet de technicien supérieur**

**AÉRONAUTIQUE**

**Session 2019**

|  |
| --- |
| **Épreuve E4 – INGÉNIERIE D’ASSEMBLAGE ET DE MAINTENANCE** |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Sous épreuve : Étude de processus d’assemblage***  ***ou de maintenance d’aéronefs*** | ***Unité***  ***U42*** |

|  |  |
| --- | --- |
| ***Durée : 3 heures*** | ***Coefficient : 4*** |

CORRIGÉ

PARTIE 1 :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.1** | **Donner** les six « informations », en anglais, que le BPSU transmet pour rendre compte de son intégrité fonctionnelle. **Citer** le système qui recueille et ces données. |
| DT1  feuille de copie |

*Position monitoring, asymmetry, overspeed, underspeed, direction of rotation, uncommand movement. Le système qui recueille ces données est le FECU*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.2 :** | **Préciser** les conséquences d’une dissymétrie de sortie de volet pendant les phases critiques du vol ? |
| Feuille de copie |

*Un volet qui ne sort pas ou ne rentre pas provoque une différence de portance entre les deux ailes et entraîne un mouvement de roulis indésirable qui peut ne pas pouvoir être rattrapé par le pilote et donc provoquer la perte de l’aéronef.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 1.3 :** | **En attendant** une recommandation de modification du constructeur**, Proposer** une préconisation temporaire pertinente afin d’assurer la continuité des vols. |
| Feuille de copie |

*Une inspection répétitive à intervalles réguliers permettrait d’assurer une surveillance accrue des BPSU.*

PARTIE 2 :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.1 :** | **Décrire** la solution proposée dans le Service Bulletin pour garantir la mise en position (MIP) du canon de perçage (drill jig).  **corrigé** |
| DT2  Feuille de copie |

*Le BPSU est monté (MIP) sur la nervure par un appui-plan sur trois surfaces et un centrage court. Le maintien se fait au moyen de trois boulons. Le montage d’usinage (jig drill) se propose de reprendre la même mise en position sur ces trois mêmes surfaces, mais le centrage se fera sur le trou qui doit être repris en usinage.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.2 :** | **Déduire** de la cotation de la nervure la cotation du « drill jig (3) » pour les cotes X1 et Y1. |
| ***(feuille de copie )*** |

*X1= 41 + 78 cos(30°) = Y1= 54 + 78 sin(30°) =*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.3 :** | **Lister** les étapes du mode opératoire d’un ressuage. |
| ***(feuille de copie )*** |

*Le ressuage exige une* ***préparation de surface très soignée****, appropriée au matériau à contrôler et aux polluants à éliminer de la surface. L'intérieur des éventuelles discontinuités doit également être nettoyé. On* ***enduit*** *ensuite la pièce à contrôler de* ***pénétrant****, par* [*pulvérisation électrostatique*](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Pulv%C3%A9risation_%C3%A9lectrostatique&action=edit&redlink=1) *ou par immersion (parfois par pulvérisation de pénétrant en* [*aérosol*](https://fr.wikipedia.org/wiki/A%C3%A9rosol)*, notamment dans le cas d'un ressuage localisé sur une ou plusieurs zones désignées d'une pièce volumineuse).*

*On* ***lave la pièce*** *pour éliminer le pénétrant déposé en surface. Les conditions de lavage (pression, température, durée) sont déterminées par la gamme de ressuage, afin de laver soigneusement le produit en surface sans éliminer celui qui a pénétré dans les éventuels défauts débouchant de la pièce.*

*On* ***sèche la pièce*** *à l'*[*étuve*](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89tuve)*, parfois à l'aide d'air comprimé (air sec) à très basse pression ou de chiffons propres, secs et non pelucheux.*

*On* ***applique ensuite le révélateur****, en poudre, en suspension ou en solution.*

*On* ***examine enfin la pièce****, sous lumière naturelle dans le cas de pénétrant coloré ou sous éclairage* [*UV (ultraviolet)*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ultraviolet) *dans le cas de pénétrant fluorescent, dans les délais impartis par la méthode de contrôle.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.4 :** | **Déterminer** l’intérêt de traiter la surface à l’alodine. |
| ***(Feuille de copie)*** |

*Protection préventive contre l’oxydation et la corrosion.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.5 :** | **Préciser** les risques encourus par les utilisateurs de l’alodine ainsi que les moyens de protection pour l’utilisateur. |
| ***(DT 3)***  ***(Feuille de copie)*** |

*Les risques sont les suivants : l’alodine est un produit CMR (cancérogène, mutagène et toxique pour la reproduction) mais aussi dangereux pour la peau car il peut donner des irritations*

*Les moyens de protection sont les suivants : ne pas utiliser sans avoir pris connaissance des dangers, éviter de respirer les vapeurs, des vêtements contamines ne sont pas autorisés dans la zone de travail, utiliser les EPI et des gants de protection.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 2.6 :** | **Citer** au moins trois avantages à utiliser ce type de marker par rapport aux méthodes courantes  **corrigé** |
| (DT4)  (Feuille de copie) |

*Les avantages sont les suivants :*

* *Facile à utiliser avec son dispositif applicateur, rentabilité des retouches*
* *Pensé pour diminuer la main d’œuvre, le matériel et le temps*
* *Pas besoin de rinçage et séchage instantané*
* *Résistance à la corrosion excellente et très bonne adhésion de la peinture*
* *Peut traiter une grande surface (quantité suffisante pour traiter 4 m2)*
* *Embout d’application remplaçable*

PARTIE 3 :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 3.1 :** | **Rédiger** la gamme de perçage, en français, en vous inspirant de l’extrait du SB pour se conformer au format standard des documents de l’entreprise. |
| ***(DT 2 & 5)***  ***(DR 1)*** |

*Voir document réponse*

PARTIE 4 :

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.1 :** | Les BPSU ne sont pas sur la MEL, **expliquer** ce que cela implique en cas de défaillance. |
| ***(Feuille de copie)*** |

*Ces retards/annulations n’auraient pas pu être traités en MEL car si les BPSU ne sont pas inscrits dans la MEL, c’est que ces équipements sont systématiquement NOGO en cas de panne les concernant*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.2 :** | D’après les données du document DT6 **justifier** pour la flotte et pour l’année écoulée le nombre de vols retenus comme « Scheduled departures »**.** |
| ***(DT 6), (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*D’après les données d’exploitation, on peut considérer en scheduled departures les données rapportées par la compagnie, en admettant que les vols annulés sont contrebalancés par les vols non payants du type ferry flight... ; soit : 8640 vols.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.3 :** | **Calculer** les taux « Dispatch reliability » et « schedule completion rate » de votre flotte et les **comparer** à ceux de la flotte mondiale.  **En déduire** l’efficacité de la gestion de la maintenance en ligne de cette flotte. |
| ***(DT 6) et (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

* *Calcul du DispatchReliability pour la flotte :*
  + *100% x (1-(90/8640)) = 98,95 %*

**corrigé**

* *Calcul du SCR pour la flotte :*
  + *100% x (1-(15/8640)) = 99,82%*

*Le DR est inférieur à la moyenne mondiale tandis que le SCR est au-dessus, ce qui sous-entend que la gestion de l’approvisionnement et de la MEL est plutôt efficace car il y a eu peu d’annulation.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.4 :** | **Calculer** les coûts liés aux retards et annulations des vols de cette flotte causés par les BPSU avant modification  **Calculer** les coûts liés aux retard et annulation estimés par le constructeur après modification. |
| ***(DT 6 & 7)***  ***(DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

* Avant modification :
  + *24 x 5000 = 120000 €*
  + *6 x 50000 = 300000 €*
  + Total : 420000€
* Après modifications
  + *8 x 5000 = 40000 €*
  + *2 x 50000 = 10000€*
  + Total : 140000€

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.5:** | **En déduire** l’économie d’exploitation qui pourrait être réalisée si la compagnie décidait d’opter pour les nouveaux BPSU. |
| ***(Feuille de copie*** |

*Le constructeur des BPSU annonçant un total des retards et annulations divisé par 3, cela revient à :*

* *gain en retards  : 8 x 5000 = 40000 € au lieu de 24 x 5000 = 120000 €*
* *gain en annulation : 2 x 50000 = 10000 au lieu de 6 x 50000 = 300000 €*
* *le gain annoncé serait alors de 280000 euros pour une année d’exploitation de la Flotte.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.6 :** | Après avoir vérifié l’applicabilité du SB (DT 8) sur votre flotte, **déterminer** le nombre d’heures de vol à considérer dans les calculs de fiabilité. |
| ***(DT 8 feuillet 1/7)***  ***(feuille de copie )*** |

*Attention ici il ne faut pas considérer l’avion MSN 7623 car il est déjà équipé de la modification. Il faut donc retirer 1584 FH au total d’heures cumulées. Soit 7920.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.7 :** | *Pour l’année écoulée (N-1),* **calculer** les valeurs de MTBF, MTBUR, NFF (en FH/équipement) et le DMC atelier (en euros par FH et par équipement) pour les BPSU (*P/N : 601R93105-9)*. |
| ***(DT 6&7)***  ***(DR2)***  ***(feuille de copie )*** |

*MTBUR = (FH x QPA)/nombre de déposes totales = (7920 x 2)/22 = 720 FH/équipement*

*MTBF = (FH x QPA)/ nombre de déposes confirmant la défaillance = (7920 x 2)/16 = 990 FH/équipement*

*NFF = 1-(MTBUR/MTBF) = 1 – (720/990) = 27,27 %*

*DMC = (coût réparation en atelier/MTBF) + (NFF x (coût d’un test/MTBUR)) = (8000/990) + (0,2727 x (1200/720)) = 8,080 + 0,4545 = 8,535 €/FH/équipement.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.8 :** | Après avoir reporté les résultats des calculs réalisés précédemment pour l’année N-1 dans le document DR 2, **calculer** le coût total en euros pour la flotte (repère (5)) et le coût total pour l’année N-1 |
| ***(DT6) (DT7)***  ***Tableau 5 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*174066 + 420000 =594066€ ou 594240€ (si on prend 11€ en coût de maintenance unitaire)*

**corrigé**

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.9 :** | En s’appuyant sur les données du dossier technique et en considérant 2 techniciens maximum, **calculer** les HMO pour l’application du **SB 601R-27-122** et de son prérequis **SB 601R-27-113** sur un avion. |
| ***(DT7) (DT8)***  ***Tableau3 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

* *Le job set up = 2 HMO +*
* *La procédure pré requis= 8 HMO +*
* *La procédure SB = 1 HMO +*
* *La procédure de test = 1 HMO +*
* *La procédure close out = 4 HMO =>Total : 16 HMO*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.10 :** | **Calculer** le temps nécessaire pour l’application du **SB 601R-27-122** et de son prérequis **SB 601R-27-113** afin de réaliser l’échange des 2 BPSU sur un avion (en considérant 2 techniciens maximum). |
| ***(DT7) (DT8)***  ***(Feuille de copie)*** |

*Le temps à considérer est de : 1 + 2 + 0,5 + 1 + 0,5 = 5 heures*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.11 :** | **Calculer** les coûts d’immobilisation du hangar pour réaliser le changement sur tous les avions concernés par la modification. |
| ***(DT6) (DT7)***  ***(Feuille de copie)*** |

*Coûts d’immobilisation = 5 avion x 5 heures /24 x 40000 = 41667 €*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.12 :** | **Calculer** pour la flotte le coût total de maintenance liés à ces modifications en y ajoutant les coûts estimés liés aux déposes non prévues (64627€).  **Reporter** les résultats dans le tableau DR2 (total repère (5)) |
| ***(DT6) (DT7)***  ***Tableau 5 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*5 avions x 16 HMO x 100€ = 8000€ + 64627 = 72627€*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.13 :** | **Calculer** le coût des retrofits et **l’intégrer** dans le calcul des coûts totaux pour l’année N.  **Reporter** les résultats dans le tableau DR2 |
| ***(DT6) (DT7)***  ***Tableau 5 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*Total : 114294 + 145000 + 140000 = 399294 €*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.14 :** | **Calculer** le MTBF attendu si l’ensemble de la flotte est équipé des nouveaux BPSU (P/N : 601R93105-11)**.** |
| ***(DT6) (DT7)***  ***Tableau 3 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*le total d’heures de vol pour 6 appareils est de 9504 FH, le nouveau MTBUR est de 2376 et le NFF est de 25%*

*NFF = 1-MTBUR/MTBF ⬄ 1-0,25 = MTBUR/MTBF ⬄ MTBF = 2376/0,75 = 3168*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.15 :** | **Calculer** le nombre de déposes non programmées et des défaillances confirmées auxquelles il faut s’attendre (selon le constructeur) lorsque l’ensemble de la flotte sera équipé du BPSU (P/N : 601R93105-11) |
| ***(DT6) (DT7)***  ***Tableau 3 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*MTBUR = (FH x QPA)/nombre de déposes totales ⬄ Nombre de déposes totales =(9504x2)/2376*

*Nombre de déposes non programmées = 8*

*MTBF = (FH x QPA)/ nombre de déposes confirmant la défaillance*

*⬄ nombre de déposes confirmant la défaillance = (9504 x 2)/3168 = 6*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.16 :** | **Calculer,** en fonction du MTBUR annoncé par le constructeur, le coût de la main d’œuvre de la maintenance non programmée sur avion et le coût de l’immobilisation du hangar associé (en €/FH/équipement).  **corrigé** |
| ***(DT6) (DT7)***  ***Tableau 4 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*Maintenance non programmée :*

*Sur avion (100€x1hx1m) / MTBUR = 100/2376 = 0.042€/FH/équipement*

*Le cout de l’immobilisation est de 1/24 x 40000€ /2376 = 0,701€/FH/équipement*

* + *Soit* ***0,743 €/FH/équipement***

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.17 :** | Après avoir reporté les résultats estimés des coûts liés aux retards et annulations dans le tableau 5 du DR2, **calculer** le coût total pour l’année N+1. |
| ***(DT6) (DT7)***  ***Tableau 5 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*64627 + 140000 =204627*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.18 :** | Après analyse des résultats reportés dans le tableau 5 du DR2, **préciser** si l’investissement lié à l’application du SB est rentabilisé dès l’année N, ou bien s’il faut attendre l’année N+1. |
| ***Tableau 5 (DR2)***  ***(Feuille de copie)*** |

*La modification est rentable dès l’année N*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 4.19 :**  ***(Feuille de copie)*** | **Préciser** le type d’agrément que la compagnie doit détenir pour valider les retrofits. **Spécifier** le type d’agrément que doit détenir la société qui réalisera cette modification. |

*L’organisme auquel j’appartiens est un CAMO PART M chargé de la gestion de navigabilité de la flotte et le travail sera confié à un organisme PART 145*.

PARTIE 5

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.1 :** | Sur la base de la moyenne de l’exploitation de l’année précédente N-1 (dernière check A réalisée à 28 000 FH et dernière check C réalisée à 25 000 FH), **calculer** le nombre de check A à prévoir pour l’avion MSN 7501 pour l’année N. **Préciser** s’il faut envisager une check C dans le planning de maintenance pour cet avion. |
| ***(DT 6)***  ***(Feuille de copie)*** |

*La flotte totalise à 6 appareils : 9504 FH par an (360 jours) ce qui revient en moyenne à 1584 FH/appareil (soit 3 check A par an à réaliser). Rappel : le 6ème appareil (MSN : 7623) est déjà équipé de la modification*

*Moyenne par avion 1584 FH => 3 check A et pas de check C*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **MSN[[1]](#footnote-1)** | **FH** | **Nombre de check A** | **Prochaine check A**  **corrigé** | **Nombre de check C** | **Prochaine check C** |
| 7221 | 27388 | 54 | 112 | 5 | 2612 |
| 7326 | 28273 | 56 | 227 | 5 | 1727 |
| 7415 | 27398 | 54 | 102 | 5 | 2602 |
| 7501 | 28392 | 56 | 108 | 5 | 1608 |
| 7543 | 27949 | 55 | 51 | 5 | 2051 |
| 7623 | 26250 | 52 | 250 | 5 | 23997 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.2 :** | **Proposer** une solution d’organisation des interventions liées à l’application du SB et de son pré requis pour éviter des pertes d’exploitation. |
| ***(Feuille de copie)*** |

*Il faut organiser l’application du SB et de son pré requis lors d’une vacation de nuit le plus tôt possible en début d’année.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.3:** | **Justifier** les moyens humains nécessaires pour la modification complète (SB et prérequis) puisse se réaliser sur un avion MSN 7501 en une seule vacation de nuit**.** |
| ***(Feuille de copie)*** |

*Il faut 4 Mécanos*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 5.4 :** | **Compléter** le document réponse représentant l’activité d’une « NIGHT STOP » afin d’y positionner le créneau réservé pour l’application du SB 601R-27-122 et de son pré requis *le* ***SB******601R-27-113*** *sur* l’avion MSN 7501. **Optimiser** les moyens humains déjà programmés en précisant les compétences requises |
| ***(DT 8)***  ***feuillet 2, 3 et 4***  ***(DR 3)*** |

*Voir DR3 corrigé*

Partie 6

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 6.1 :** | En se conformant au « close out » du DT8, **préciser** les 3 documents concernés par cette modification.  **corrigé** |
| ***(DT 8)***  ***(Feuille de copie)*** |

*Il faut remplir la fiche de pesée, le logbook et le facsimilé*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 6.2 :** | Suite à l’application de ce SB, **calculer** la nouvelle position du centre de gravité (en mètres et en % de la CAM[[2]](#footnote-2)) et **compléter** le document réponse (vos calculs seront détaillés sur la copie). |
| (DT 8 et 9)  DR 4  ***(Feuille de copie)*** |

*Voir DR4 corrigé*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 6.3 :** | En vous appuyant sur des données réglementaires rappelées dans le dossier technique, **justifier** la décision de procéder ou non à des pesées aéronefs après l’application de ces modifications. |
| ***(DT 9 &10)***  ***(Feuille de copie)*** |

*Conformément à la réglementation, il ne sera pas nécessaire d’effectuer une nouvelle pesée car la modification de la masse ainsi que de la position du centre de gravité (en % de Cg) ne dépasse pas 0,5%.*

*Le delta de la masse est inférieur à 0,5% de la masse totale, donc pas de pesée à réaliser.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 6.4 :** | Les modifications ayant été réalisées sur tous les avions concernés, on considère que tous les avions de la compagnie ont le même standard. A partir des éléments de réglementation rappelés dans le dossier technique, **préciser** s’il est possible de classer en flotte les avions de la compagnie et si cela présente un intérêt de le faire. |
| ***(DT10)***  ***(Feuille de copie)*** |

*On peut classer les avions en flotte au niveau du PEA et ainsi économiser des pesées par échantillonnage.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 6.5 :** | Conformément au « close out » du **SB 601R-27-122**, **compléter** le document DR5 afin de communiquer sur la mise en place de la modification de la flotte. |
| ***(DT 8)***  ***(Feuille de copie)*** |

*Il faut remplir le facsimilé du SB (feuillet 8/8) en listant les MSN de tous les avions modifiés*

|  |  |
| --- | --- |
| **Question 6.6 :** | **Citer** le type de document qui aurait systématiquement complété ce SB s’il avait engagé la sécurité des vols et préciser l’émetteur de ce document. |
| ***(Feuille de copie)*** |

*Une AD/CN aurait accompagnée ce SB*

1. *Manufacturer Serial Number* [↑](#footnote-ref-1)
2. *CAM: Corde aérodynamique moyenne* [↑](#footnote-ref-2)