Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Pro Aéronautique, veuillez visiter :
bacproaero.fr/annales-sujets-et-corriges

Bac Pro Aéronautique

Exploitation de la documentation technique

Session 2022 • Code sujet : **2206-AER C U2 1** • Durée : **4 h** • Coefficient : **4**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Analyse fonctionnelle et structurelle du mécanisme Air-Inlet Flap Actuator (10 questions) **Page 3**

2. Identification de l'origine du jeu anormal dans la liaison entre le levier 3 et la chape 8 (11 questions) **Page 9**

3. Identification de l'origine du défaut de position du volet obturateur 5 (10 questions) **Page 13**

4. Étude statique et contrôle de la résistance du mécanisme (14 questions) **Page 17**

5. Intervention de réparation structurale (15 questions) **Page 23**

6. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) **Page 27**

Sujet officiel (PDF) : https://bacproaero.fr/assets/annales/bac-pro-aeronautique/E2 - Exploitation de la documentation technique (option Structure)/2022/Bac Pro Aéronautique - E2 - Exploitation de la documentation technique (option Structure) - Session 2022 - 2-Sujet.pdf

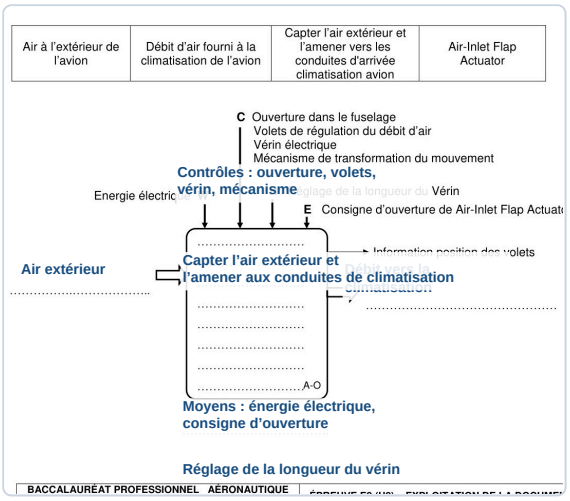
1. Analyse fonctionnelle et structurelle du mécanisme Air-Inlet Flap Actuator

L'étude porte sur le système de prise d'air conditionné de l'avion et sur le mécanisme qui commande les volets de régulation. Les schémas fonctionnels, cinématiques et d'ensemble servent à identifier les organes, les classes cinématiques, les liaisons et les pièces tournantes.

Question Q1. Compléter le diagramme SADT de niveau A-0 de l'Air-Inlet Flap Actuator à l'aide des éléments proposés et des pages indiquées du dossier technique.

Dans le SADT A-0, la fonction est « capter l'air extérieur et l'amener vers les conduites d'arrivée de climatisation ». L'air extérieur entre à gauche et le débit d'air vers la climatisation sort à droite. Les contrôles, placés en haut, sont l'ouverture dans le fuselage, les volets, le vérin et le mécanisme. L'énergie électrique et la consigne d'ouverture sont des moyens d'action ; le réglage de la longueur du vérin est un contrôle.

SADT A-0 complété

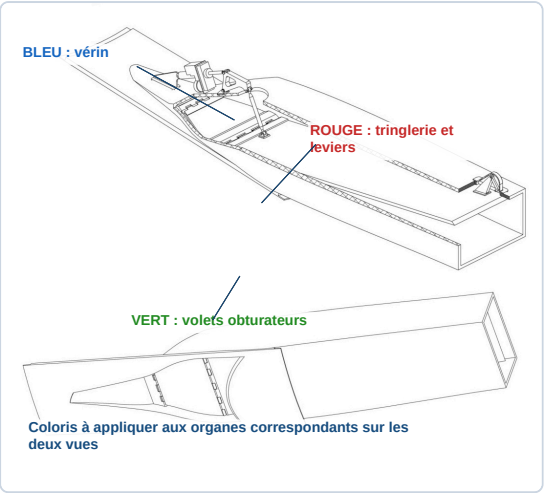


> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Entrée : air extérieur. Fonction : capter et acheminer l'air. Sortie : débit vers la climatisation. Contrôles : ouverture, volets, vérin, mécanisme et réglage du vérin. Moyens : énergie électrique et consigne.

Question Q2. Sur les deux figures, colorier en vert les volets qui régulent le débit d'air, en bleu le vérin électrique et en rouge les mécanismes de transformation du mouvement.

Sur les deux vues, repérer les panneaux mobiles qui obturent l'ouverture, l'actionneur linéaire et les organes articulés qui transmettent le mouvement. Appliquer les couleurs demandées à ces éléments, sans colorier le bâti ni les conduites.

Organes à colorier sur les deux vues



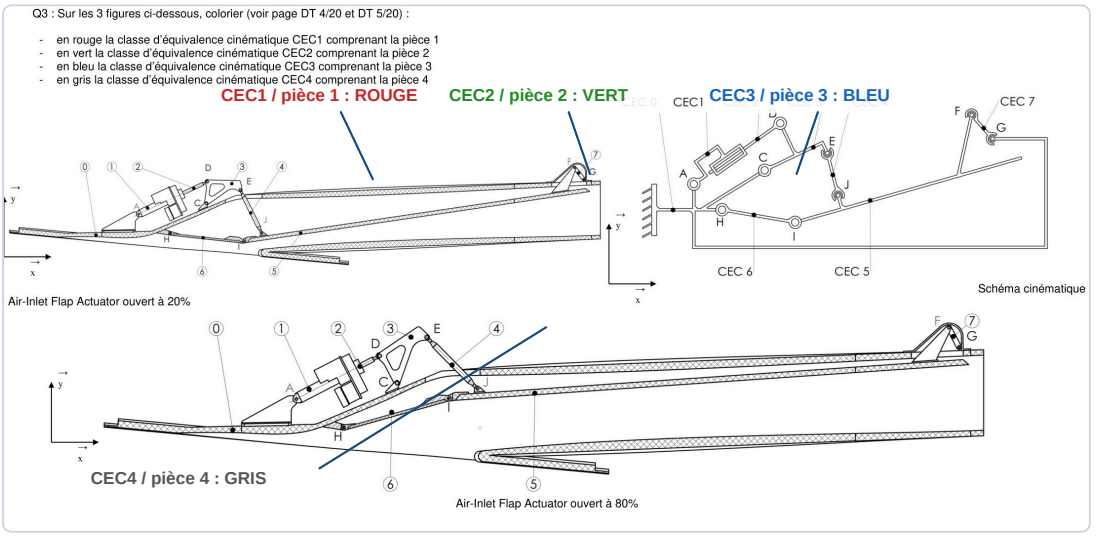
✓ RÉPONSE À RETENIR

Volets obturateurs : vert. Vérin électrique : bleu. Mécanismes de transformation du mouvement : rouge.

Question Q3. Sur les trois figures, colorier selon les consignes les classes d'équivalence cinématique CEC1 à CEC4, associées respectivement aux pièces 1 à 4.

Les pièces repères 1 à 4 correspondent aux classes CEC1 à CEC4 indiquées sur le schéma. Reporter les couleurs sur chacune des trois représentations : la classe CEC0 reste le bâti, et les CEC5 à CEC7 ne font pas partie des couleurs demandées.

Classes cinématiques à colorier



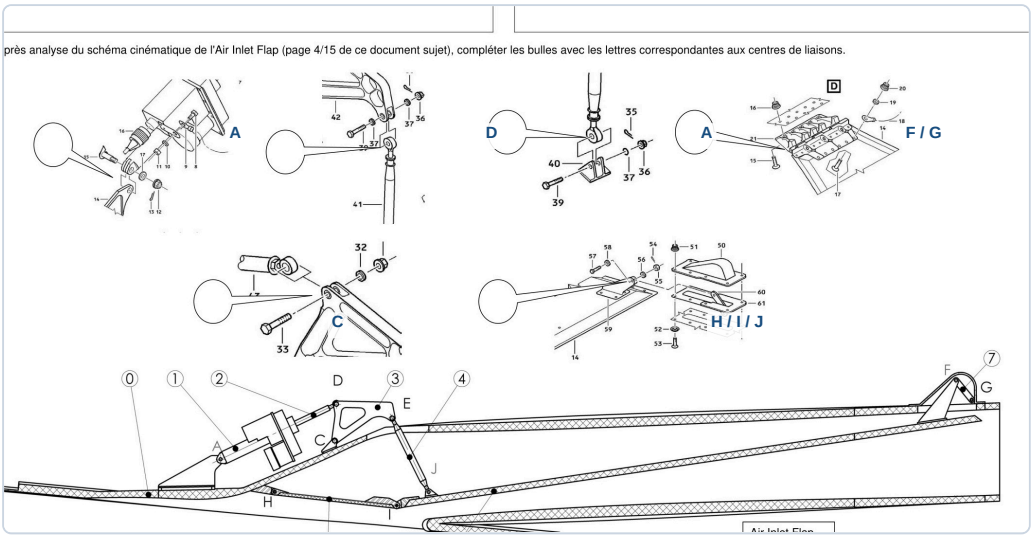
✓ RÉPONSE À RETENIR

CEC1, pièce 1 : rouge. CEC2, pièce 2 : vert. CEC3, pièce 3 : bleu. CEC4, pièce 4 : gris.

Question Q4. À partir du schéma cinématique, compléter les bulles du dessin d'ensemble avec les lettres correspondant aux centres des liaisons.

Les lettres à inscrire sont celles des centres des liaisons représentés sur le schéma cinématique. Les vues de détail montrent les articulations de l'actionneur, du levier, de la bielle et des volets. Reporter sur chaque bulle la lettre correspondant au centre visé par son trait de repérage.

Centres de liaison à reporter



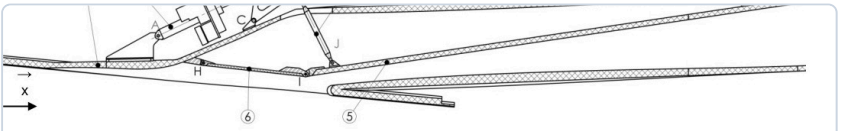
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

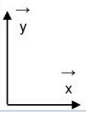
Centres de liaison repérés sur le mécanisme : A, C, D, E, F, G, H, I et J.

Question Q5. Compléter le tableau de la liaison de centre C entre le levier CEC 3 et le bâti ventre mou CEC 0 : indiquer les degrés de liberté, le nom de la liaison et sa schématisation.

Le levier pivote par rapport au bâti autour du centre C. Dans le plan de la figure, les translations et les rotations autour de x et y sont bloquées ; la rotation autour de z est libre. La liaison est donc une liaison pivot d'axe z.

Liaison de centre C complétée



Sous-ensemble	Degrés de liberté	Nom de la liaison	Schématisation de la liaison
Bâti CEC 0 / levier CEC 3	T R x y z Tx = 0 Rx = 0 Ty = 0 Ry = 0 Tz = 0 Rz = 1	Pivot axe z, centre C	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Liaison pivot de centre C, d'axe z. Seul degré de liberté : Rz.

Question Q6. Relever, pour les pièces de repères 8, 10 et 15, la désignation du matériau et sa famille, ainsi que la dureté Brinell HB lorsque le tableau la demande.

Le repère 10 est le coussinet, comme le montre la vue éclatée. La case de dureté Brinell de ce repère est barrée sur le tableau : aucune valeur HB n'est à inscrire. Pour les repères 8 et 15, reporter la désignation exacte et la famille figurant dans la nomenclature technique.

Tableau matériaux à compléter

Q6 : Relever la désignation, la famille et la dureté Brinell HB des pièces suivantes (voir pages DT 10/20 et DT 15/20 du dossier technique).

	Désignation du matériau	Famille	Dureté Brinell
Repère 8	Repère 8 : désignation et famille de la nomenclature		
Repère 10	Repère 10 : coussinet ; case HB barrée		
Repère 15	Repère 15 : désignation et famille de la nomenclature		

Q7 : Décoder la désignation du matériau de l'axe repère 15.

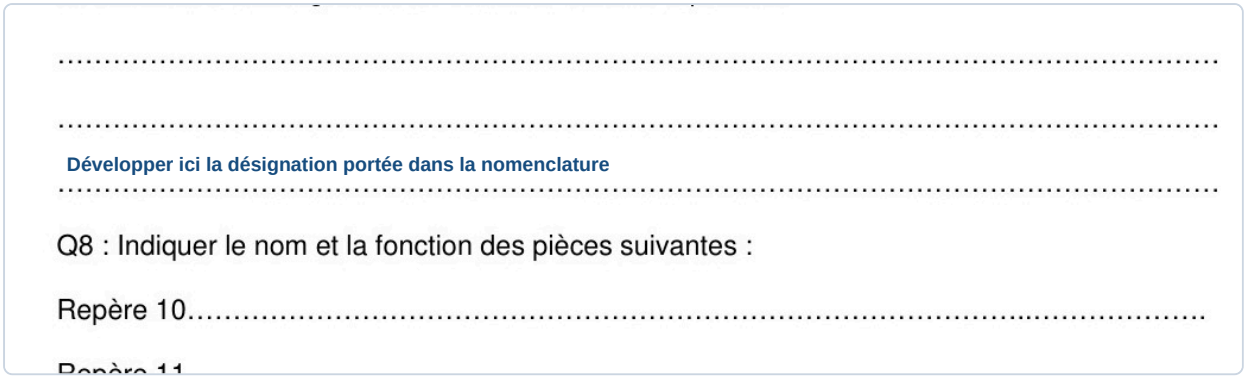
✓ RÉPONSE À RETENIR

Repère 10 : coussinet ; dureté HB non applicable dans le tableau. Repères 8 et 15 : désignation et famille selon nomenclature.

Question Q7. Décoder la désignation du matériau de l'axe de repère 15.

Décoder la désignation normalisée de l'axe en explicitant les éléments de la nuance : famille d'acier, composition ou caractéristiques indiquées par le code. Reprendre la désignation exacte portée dans la nomenclature du repère 15.

Décodage de l’axe repère 15



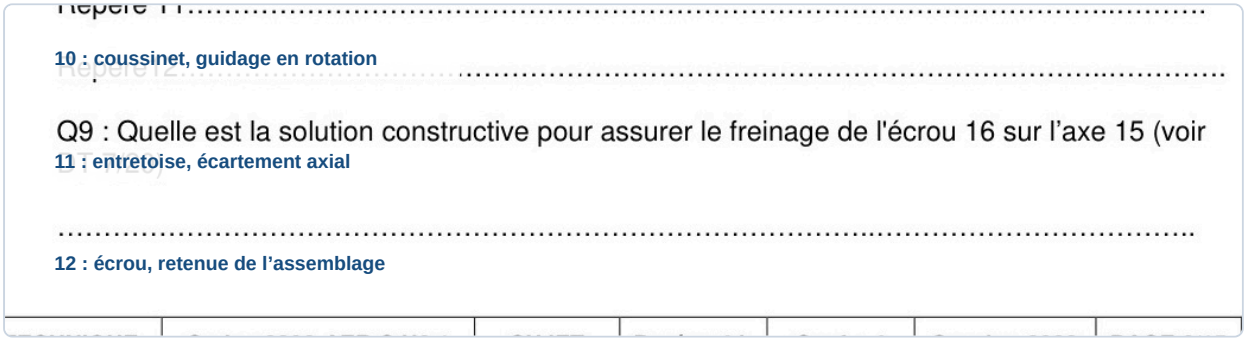
✓ RÉPONSE À RETENIR

Décodage de la désignation normalisée de l’axe repère 15, à reporter d’après la nomenclature.

Question Q8. Indiquer le nom et la fonction des pièces de repères 10, 11 et 12.

Le repère 10 est le coussinet qui guide le levier en rotation. Le repère 11 est l’entretoise, qui maintient l’écartement axial entre les pièces. Le repère 12 est l’écrou de retenue, qui assure le maintien de l’assemblage sur l’axe.

Noms et fonctions des pièces



✓ RÉPONSE À RETENIR

10 : coussinet, guidage en rotation. 11 : entretoise, maintien de l’écartement. 12 : écrou de retenue de l’assemblage.

Question Q9. Indiquer la solution constructive qui assure le freinage de l’écrou 16 sur l’axe 15.

Le freinage de l’écrou 16 sur l’axe 15 est assuré par une retenue mécanique par goupille : celle-ci traverse l’écrou et le perçage de l’axe, empêchant le desserrage sous l’effet des vibrations.

Freinage de l’écrou 16

DT 7/20)

Écrou à créneaux et goupille traversante .....

TECHNIQUE	Code : 2206-AER C U2 1	SUJET	Durée : 4 h	Coef. : 4	Session 2022	PAGE 6/15

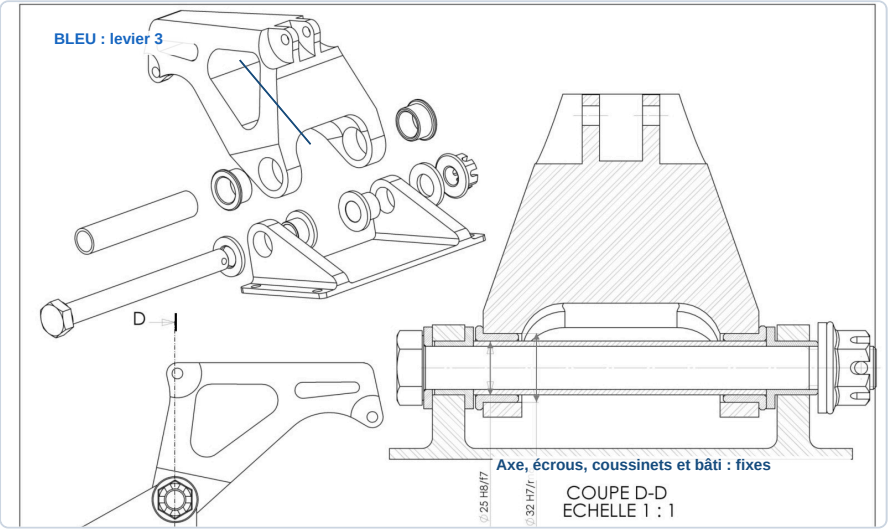
✓ RÉPONSE À RETENIR

Écrou à créneaux immobilisé par une goupille traversant l’écrou et l’axe.

Question Q10. Conclure en coloriant en bleu toutes les pièces tournantes sur le plan fourni.

Le levier 3 pivote par rapport au bâti autour de l’axe de la liaison C. L’axe et les pièces de retenue ne sont pas solidaires du levier en rotation dans cette liaison : ils ne doivent donc pas être coloriés avec le levier. Les coussinets et le bâti restent fixes.

Pièce tournante autour de C



✓ RÉPONSE À RETENIR

Colorier en bleu le levier 3, pièce tournante autour de C. Ne pas colorier l’axe, les écrous, les coussinets ni le bâti.

2. Identification de l’origine du jeu anormal dans la liaison entre le levier 3 et la chape 8

Le jeu axial JA doit permettre la rotation du levier, mais un jeu excessif peut provoquer vibrations, usure et desserrage des vis. L’étude porte sur le calcul des jeux et le contrôle dimensionnel de l’ajustement entre le coussinet 10 et l’entretoise 11 afin de conclure sur la maintenance à effectuer.

Question Q11. Écrire, avec des lettres, l’équation du jeu JA.

Le jeu axial est la largeur disponible dans la chape moins la longueur axiale occupée par le coussinet. La chaîne de cotes s’écrit : **JA = A8 - A10**.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **JA = A8 - A10**

Question Q12. Calculer la cote A10 maximale à partir du dessin d’ensemble et des données du dossier technique.

La cote maximale du coussinet 10 se calcule en ajoutant son écart supérieur à sa cote nominale : **A10 max = A10 nominale + écart supérieur**. Reprendre ces deux valeurs sur le dessin d’ensemble et la définition du coussinet.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **A10 max = A10 nominale + écart supérieur**

Question Q13. Calculer la cote A10 minimale à partir du dessin d’ensemble et des données du dossier technique.

La cote minimale du coussinet 10 se calcule en ajoutant son écart inférieur à sa cote nominale : **A10 min = A10 nominale + écart inférieur**. Reprendre ces deux valeurs sur le dessin d’ensemble et la définition du coussinet.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **A10 min = A10 nominale + écart inférieur**

Question Q14. Calculer le jeu JA maximal et présenter le détail du calcul.

Le jeu axial maximal associe la largeur maximale de la chape à la longueur minimale du coussinet : **JA max = A8 max - A10 min**. Remplacer ces termes par les limites cotées sur le dessin d’ensemble et la définition des pièces.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **JA max = A8 max - A10 min**

Question Q15. Calculer le jeu JA minimal et présenter le détail du calcul.

Le jeu axial minimal associe la largeur minimale de la chape à la longueur maximale du coussinet : **JA min = A8 min - A10 max**. Remplacer ces termes par les limites cotées sur le dessin d'ensemble et la définition des pièces.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **JA min = A8 min - A10 max**

Question Q16. Sachant que le jeu JA mesuré entre les pièces 10 et 12 est de 1,8 mm et qu'une cale est insérée pour respecter le jeu maximal, déterminer l'épaisseur de cette cale.

La cale réduit le jeu mesuré jusqu'au jeu maximal admissible. Son épaisseur est donc la différence entre le jeu constaté et le jeu maximal calculé : **e = 1,8 - JA max**. Utiliser la valeur de JA max obtenue à la question 14.

> ✓ RÉPONSE À RETENIR
>
> **e = 1,8 mm - JA max**

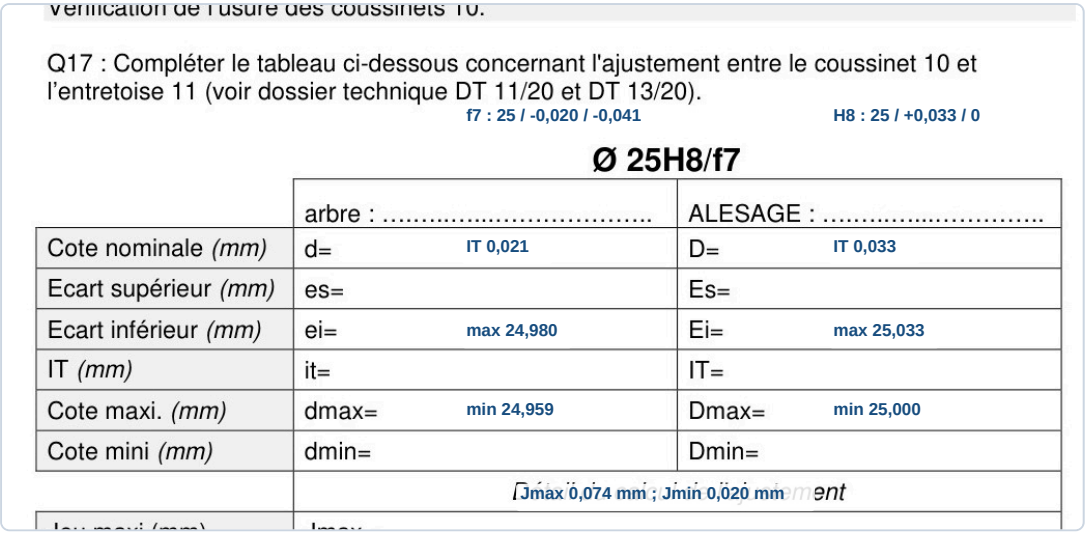
Question Q17. Compléter le tableau de l'ajustement Ø 25H8/f7 entre le coussinet 10 et l'entretoise 11 : désignations arbre et alésage, écarts, tolérances, cotes limites et jeux extrêmes.

Pour l'ajustement Ø 25 H8/f7, l'arbre est l'entretoise 11 et l'alésage est le coussinet 10. Les cotes limites résultent de l'ajout des écarts à la cote nominale.

Caractéristique	Arbre f7	Alésage H8
Cote nominale	25 mm	25 mm
Écart supérieur	-0,020 mm	+0,033 mm
Écart inférieur	-0,041 mm	0 mm
IT	0,021 mm	0,033 mm
Cote maximale	24,980 mm	25,033 mm
Cote minimale	24,959 mm	25,000 mm
Jeu maximal	0,074 mm	
Jeu minimal	0,020 mm	

Le jeu maximal est l'alésage maximal moins l'arbre minimal ; le jeu minimal est l'alésage minimal moins l'arbre maximal.

Tableau d'ajustement complété



Vérification de l'usure des coussinets 10.

Q17 : Compléter le tableau ci-dessous concernant l'ajustement entre le coussinet 10 et l'entretoise 11 (voir dossier technique DT 11/20 et DT 13/20).

f7 : 25 / -0,020 / -0,041 H8 : 25 / +0,033 / 0

Ø 25H8/f7

	arbre :	ALESAGE : .....
Cote nominale *(mm)*	d= IT 0,021	D= IT 0,033
Ecart supérieur *(mm)*	es=	Es=
Ecart inférieur *(mm)*	ei= max 24,980	Ei= max 25,033
IT *(mm)*	it=	IT=
Cote maxi. *(mm)*	dmax= min 24,959	Dmax= min 25,000
Cote mini *(mm)*	dmin=	Dmin=
	Jmax 0,074 mm ; Jmin 0,020 mm	
Jeu maxi *(mm)*	Jmax	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Arbre f7 : 24,959 à 24,980 mm. Alésage H8 : 25,000 à 25,033 mm. Jeu : 0,020 à 0,074 mm.

Question Q18. Donner la nature de l'ajustement entre le coussinet 10 et l'entretoise 11.

Le jeu minimal comme le jeu maximal sont positifs. L'alésage est donc toujours supérieur à l'arbre, quelles que soient les dimensions réelles dans leurs tolérances.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ajustement avec jeu

Question Q19. À partir des diamètres mesurés de l'alésage du coussinet 10 et de l'entretoise 11, compléter le tableau avec les cotes maximales et minimales calculées précédemment.

Reporter les limites de Q17 en face des mesures : l'alésage du coussinet doit être compris entre 25,000 et 25,033 mm, et l'entretoise entre 24,959 et 24,980 mm.

Dimension contrôlée	Mesure	Cote maximale	Cote minimale
Alésage du coussinet 10	25,06 mm	25,033 mm	25,000 mm
Entretoise 11	24,97 mm	24,980 mm	24,959 mm

Limites dimensionnelles ajoutées au tableau

Q18 : Donner la nature de cet ajustement :.....

Q19 : Dans le tableau ci-dessous, d'après les dimensions mesurées sur le coussinet 10 et l'entretoise 11. Compléter le tableau ci-dessous avec les valeurs calculées précédemment :

	Dimensions mesurées	Cote MAXI	Cote mini
Ø de l'alésage du coussinet 10	Ø 25,06	25,033	25,000
		24,980	24,959

✓ RÉPONSE À RETENIR

Alésage 10 : 25,033 mm max, 25,000 mm min. Entretoise 11 : 24,980 mm max, 24,959 mm min.

Question Q20. En comparant les dimensions mesurées aux limites calculées, indiquer si le coussinet est conforme ou non conforme.

L'alésage mesuré du coussinet est de 25,06 mm, au-dessus de la limite maximale de 25,033 mm. Le diamètre de l'entretoise, 24,97 mm, reste dans sa plage admissible. Le coussinet est donc non conforme.

Case non conforme cochée

Q20 : En comparant les valeurs calculées aux dimensions mesurées, prononcer la conformité ou la non-conformité du coussinet (cocher la bonne réponse) : X

conforme ☐ non conforme ☐

✓ RÉPONSE À RETENIR

Non conforme

Question Q21. Conclure sur la maintenance à mettre en œuvre et justifier la réponse à partir des contrôles réalisés.

Remplacer le coussinet 10 : son alésage mesuré dépasse la limite maximale admissible. L'entretoise 11 est dans sa tolérance. Au remontage, régler et contrôler le jeu axial JA pour garantir la rotation libre du levier sans jeu excessif.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Remplacer le coussinet 10 et régler puis contrôler le jeu axial au remontage.

3. Identification de l’origine du défaut de position du volet obturateur 5

Le défaut signalé est le contact du volet 5 avec le ventre mou 0 lorsque le vérin est sorti, après dérèglement de sa longueur et détérioration du volet. Les figures des positions correcte et de contact permettent d’évaluer le réglage du vérin, puis de vérifier sa longueur en position ouverte.

Question Q22. À partir du DT9/20, relever le jeu tolérancé imposé par le constructeur pour éviter le contact du volet 5.

Le jeu à respecter est la distance minimale entre le volet obturateur 5 et le ventre mou 0, en position sortie du vérin. Cette valeur constructeur sert de référence au réglage, et non la valeur de contact relevée sur le mécanisme défectueux. Elle doit être contrôlée après réglage, en vérifiant aussi l’absence de contact sur la course du volet.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Jeu prescrit : 1 mm.

Question Q23. À partir des figures 1 et 2, relever les valeurs de la distance AD en position correcte et en position de contact, déterminer leur variation et conclure sur l’action à mener.

La figure 2 donne la position correcte, avec AD = 432,91 mm. La figure 1 montre la position de contact, avec AD = 433,81 mm. La variation est donc de 433,81 - 432,91 = 0,90 mm. Pour retrouver la position correcte et le jeu prescrit, il faut raccourcir le vérin de cette valeur, puis contrôler le jeu obtenu.

Q23 : tableau complété

Q23 : A partir des figures 1 et 2 précédentes, identifier la variation de la valeur (AD) et compléter le tableau.

	432,91	433,81	0,90
	Valeur position correct en mm	Valeur position contact en mm	Variation de la valeur en mm
Raccourcir le vérin			

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> AD correcte : 432,91 mm. AD au contact : 433,81 mm. Variation : 0,90 mm. Raccourcir le vérin.

Question Q24. Sachant que le pas du filetage de la rotule en bout de vérin est de 1 mm, calculer le nombre de tours nécessaires pour respecter le jeu prescrit.

La correction de longueur nécessaire est de 0,90 mm. Le pas du filetage étant de 1 mm par tour, le nombre de tours vaut la correction divisée par le pas : 0,90 / 1 = 0,90 tour. Le sens de rotation doit produire un raccourcissement du vérin. La conversion en angle donne 0,90 × 360° = 324°.

✓ RÉPONSE À RETENIR

0,90 tour, soit 324°, dans le sens qui raccourcit le vérin.

Question Q25. Proposer un système de freinage empêchant la rotule de repère 2 de se dévisser.

Après avoir réglé la longueur du vérin et vérifié le jeu entre le volet et le ventre mou, immobiliser la rotule repère 2 avec un contre-écrou sur son filetage. Le contre-écrou se serre contre la rotule pour empêcher sa rotation et donc son dévissage. Terminer par un contrôle du réglage afin de s'assurer que le serrage n'a pas modifié la longueur ajustée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Bloquer la rotule repère 2 avec un contre-écrou serré après réglage.

Question Q26. Déterminer la précision du réglage lorsque celui-ci s'effectue au demi-tour près, puis indiquer si cette précision est suffisante.

Le pas étant de 1 mm par tour, un demi-tour déplace la rotule de 1 × 0,5 = 0,5 mm. Cette résolution permet de régler le jeu par incréments de 0,5 mm et donc d'atteindre le jeu prescrit de 1 mm. Après réglage et freinage de la rotule, contrôler le jeu réel et vérifier l'absence de contact sur toute la course.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Précision : 0,5 mm. Oui, elle permet d'obtenir le jeu prescrit de 1 mm.

Question Q27. Définir le mouvement du levier 3 par rapport au bâti 0.

Le levier 3 est en liaison pivot avec le bâti 0 au point C. Il ne se déplace donc pas en translation par rapport au bâti : il effectue une rotation autour de l'axe fixe passant par C. Dans la représentation plane, cet axe est perpendiculaire au plan du schéma. Ce mouvement de rotation entraîne les points D et E solidaires du levier.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rotation du levier 3 autour de l'axe fixe passant par C.

Question Q28. Décrire la trajectoire du point E appartenant au levier 3 par rapport au bâti 0.

Le point E est solidaire du levier 3, qui tourne autour du centre fixe C par rapport au bâti 0. La distance CE reste donc constante pendant le mouvement. La trajectoire de E est un arc de cercle de centre C et de rayon CE, dans le plan du schéma.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Arc de cercle de centre C et de rayon CE.

Question Q29. Décrire la trajectoire du point D appartenant au levier 3 par rapport au bâti 0.

Le point D appartient également au levier 3. Comme le levier tourne autour de C par rapport au bâti 0, la distance CD reste constante. D décrit donc un arc de cercle de centre C et de rayon CD, dans le plan du schéma. Sa position en ouverture se détermine sur cet arc à partir de la géométrie du mécanisme.

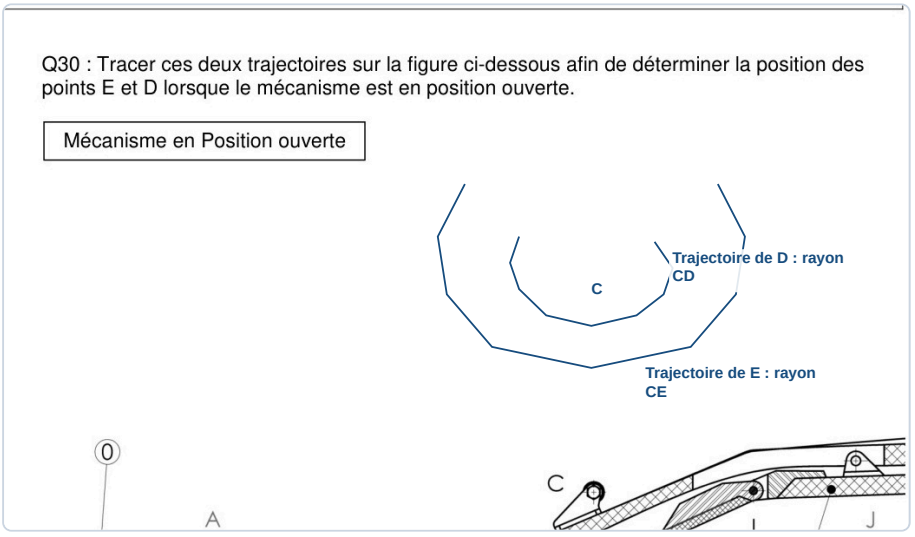
✓ RÉPONSE À RETENIR

Arc de cercle de centre C et de rayon CD.

Question Q30. Tracer les deux trajectoires sur la figure afin de déterminer les positions des points E et D lorsque le mécanisme est en position ouverte.

Le levier 3 tourne autour du pivot fixe C. Tracer les trajectoires circulaires de D et de E avec C pour centre, en conservant respectivement les rayons CD et CE lus sur la position fermée. Sur le mécanisme en position ouverte, les positions de D et E se repèrent sur ces trajectoires, aux intersections avec les éléments de liaison correspondants.

Q30 : trajectoires de D et E



✓ RÉPONSE À RETENIR

D et E suivent des arcs de cercle centrés en C, de rayons CD et CE.

Question Q31. Mesurer sur le schéma puis, en fonction de son échelle, donner la longueur du vérin en position ouverte.

Sur le schéma en position ouverte, mesurer la distance entre les centres des articulations A et D du vérin. La coupe est à l'échelle 1:5 : la longueur réelle est cinq fois la longueur mesurée sur le dessin. La lecture graphique est d'environ 100 mm sur le schéma, soit une longueur réelle d'environ 500 mm. Cette valeur est une mesure graphique approchée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Longueur du vérin en position ouverte : environ 500 mm.

4. Étude statique et contrôle de la résistance du mécanisme

Lors du dysfonctionnement, le volet 5 bute contre le ventre mou et le vérin électrique bloqué exerce une poussée de 500 daN. Les candidats déterminent les actions mécaniques dans le vérin, la bielle et le levier, puis vérifient la résistance de la liaison en C et des coussinets.

Question Q32. En isolant le vérin électrique constitué des pièces 1 et 2, compléter le bilan des actions mécaniques avec leurs points d'application, directions, sens et intensités.

Action	Point	Direction	Sens	Intensité
$A_{0\to1}$	A	Suivant AD	De A vers D	500 daN
$D_{3\to2}$	D	Suivant AD	De D vers A	500 daN

Le vérin isolé est soumis à deux actions colinéaires, opposées et de même intensité. La force donnée est une poussée de 500 daN.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En A : 500 daN vers D. En D : 500 daN vers A, suivant AD.

Question Q33. Énoncer le principe fondamental de la statique applicable au vérin électrique isolé.

Le vérin isolé est en équilibre statique. Le principe fondamental de la statique impose que la somme vectorielle des actions extérieures soit nulle et que leur moment résultant soit nul. Comme le vérin est soumis à deux forces, celles-ci sont colinéaires, de même intensité et de sens opposés.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> La résultante des forces et le moment résultant des actions extérieures sont nuls.

Question Q34. En isolant la bielle 4, compléter le bilan des actions mécaniques avec leurs points d'application, directions, sens et intensités.

Action	Point	Direction	Sens	Intensité
$J_{5\to4}$	J	Suivant EJ	De J vers E	Environ 250 daN
$E_{3\to4}$	E	Suivant EJ	De E vers J	Environ 250 daN

La bielle est un solide soumis à deux forces axiales opposées. Les actions dirigées vers l'intérieur de la bielle la mettent en compression.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En E et J : environ 250 daN suivant EJ, dirigées vers l'intérieur de la bielle.

Question Q35. En isolant le levier 3, compléter le bilan des actions mécaniques avec leurs points d'application, directions, sens et intensités.

Action	Point	Direction	Sens	Intensité
$D_{2\to3}$	D	Suivant AD	De A vers D	500 daN
$E_{4\to3}$	E	Suivant EJ	À l'opposé de J	Environ 250 daN
$C_{0\to3}$	C	Réaction équilibrant les deux autres actions	Vers le bas et la gauche sur le schéma	Environ 570 daN

Les directions des actions en D et E sont imposées par les axes du vérin et de la bielle. L'action en C ferme le bilan vectoriel.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> D : 500 daN ; E : environ 250 daN ; C : environ 570 daN.

Question Q36. Énoncer le principe fondamental de la statique applicable au levier isolé.

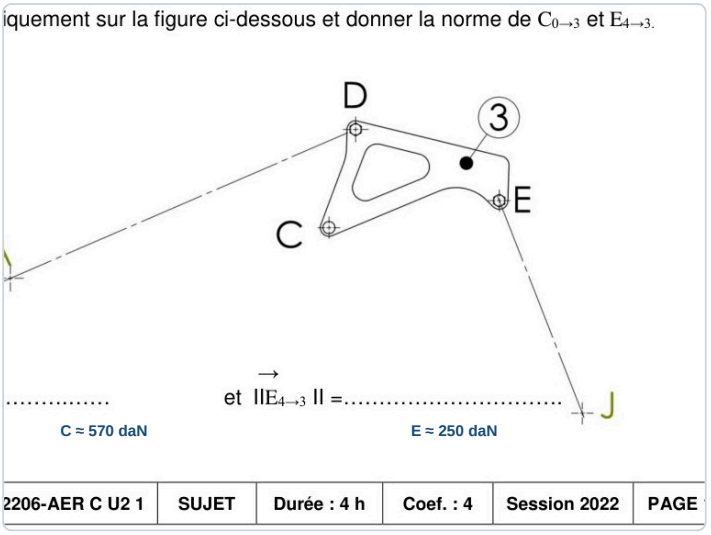
Le levier isolé est en équilibre statique. Le principe fondamental de la statique impose que la somme vectorielle des actions mécaniques extérieures soit nulle et que la somme de leurs moments en un point quelconque soit nulle.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Résultante des actions extérieures nulle et moment résultant nul.

Question Q37. Résoudre graphiquement sur la figure en respectant l'échelle indiquée, puis donner les normes des actions mécaniques en C et en E.

La construction graphique utilise les directions AD, EJ et la réaction en C, avec l'échelle de 100 daN par centimètre. La fermeture du polygone des forces donne environ 5,7 cm pour l'action en C et 2,5 cm pour celle en E. Les valeurs lues restent approximatives, car elles sont déterminées graphiquement.

Résultats de la résolution graphique



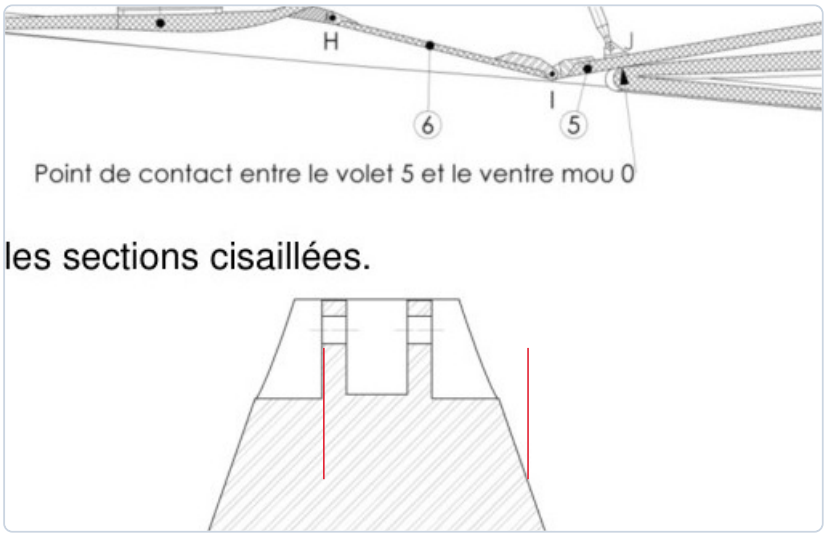
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\|\vec{C}_{0\to3}\| \approx 570$ daN ; $\|\vec{E}_{4\to3}\| \approx 250$ daN.

Question Q38. Tracer en rouge, sur la coupe fournie, les sections cisaillées de l'axe.

L'axe est sollicité en double cisaillement. Les deux sections cisaillées se trouvent de part et d'autre de la pièce centrale, aux interfaces entre cette pièce et les appuis latéraux. Il faut donc tracer deux traits rouges perpendiculaires à l'axe, chacun sur un de ces plans de cisaillement.

Sections cisaillées de l'axe



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Deux sections cisaillées : aux deux interfaces de la pièce centrale avec les appuis latéraux.

Question Q39. Calculer en mm² la surface totale des sections cisaillées pour un axe de diamètre 20 mm, sans tenir compte de l'entretoise.

La coupe indique deux sections cisaillées. Pour un axe de diamètre 20 mm, la surface totale est le double de la surface d'une section circulaire : $S = 2 \times \pi d^2/4$. On remplace le diamètre par la valeur donnée dans l'énoncé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface totale cisaillée : 628,3 mm².

Question Q40. Calculer en MPa la contrainte de cisaillement lorsque la norme de l'action mécanique en C vaut 5700 N.

La contrainte de cisaillement est le quotient de l'effort par la surface totale cisaillée : $\tau = F/S$. On utilise l'effort de 5 700 N donné dans la question et la surface calculée pour les deux sections. Un résultat en N/mm² équivaut à un résultat en MPa.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\tau \approx 9,07\ \text{MPa}$.

Question Q41. Avec une résistance élastique au glissement de 50 N·mm⁻² et un coefficient de sécurité k = 2,5, calculer la résistance pratique au glissement Rpg.

La résistance pratique au glissement tient compte du coefficient de sécurité. Elle se calcule en divisant la résistance élastique au glissement par ce coefficient : $R_{pg} = R_{eg}/k$. On remplace par les valeurs fournies par l'énoncé, exprimées en N/mm².

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $R_{pg} = 20\ \text{N/mm}^2$, soit 20 MPa.

Question Q42. Indiquer si la condition de résistance est respectée et justifier la réponse.

La condition de résistance au cisaillement est $\tau \leq R_{pg}$. La contrainte calculée à la question précédente est d'environ 9,07 MPa et la résistance pratique vaut 20 MPa. La contrainte reste donc inférieure à la limite admissible.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : 9,07 MPa < 20 MPa, la condition de résistance est respectée.

Question Q43. Identifier les deux sollicitations mécaniques subies par la bielle 4 parmi les choix proposés.

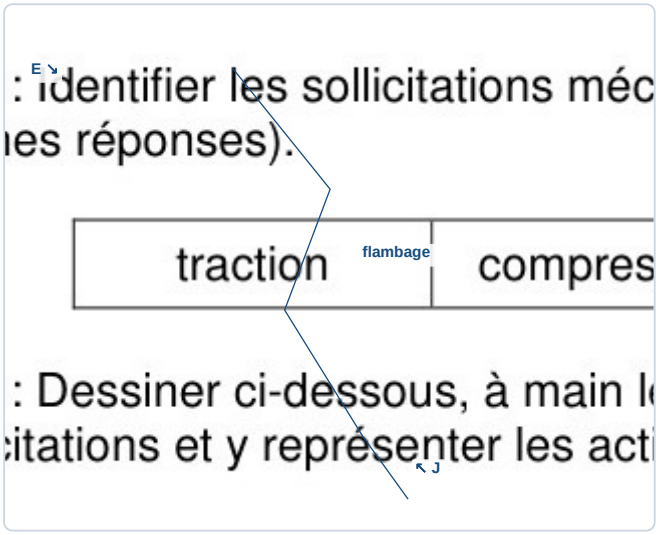
Les efforts exercés aux extrémités compriment la bielle 4. Comme cette pièce est élancée, cette compression peut provoquer une déformation latérale par instabilité. Les deux réponses à retenir sont donc la compression et le flambage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Compression et flambage.

Question Q44. Dessiner à main levée la déformation de la bielle 4 correspondant aux sollicitations retenues et y représenter les actions mécaniques qui s'exercent sur elle.

La bielle comprimée se déforme latéralement en prenant une forme cintrée : c'est le flambage. Représenter les actions aux points E et J suivant l'axe de la bielle et orientées vers l'intérieur, donc l'une vers l'autre.

Bielle comprimée et déformée par flambage



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Bielle cintrée par flambage, avec des forces axiales dirigées vers l'intérieur en E et J.

Question Q45. Chaque coussinet supportant une charge de 2850 N, calculer la pression P avec la formule fournie et consulter l'abaque du DT14/20 pour vérifier si les coussinets peuvent la supporter à n = 0 tr·min⁻¹.

La pression moyenne sur un coussinet se calcule par $P = F/(L \times D)$. La charge par coussinet est de 2 850 N. Relever la longueur portante L et le diamètre D sur le dessin technique, calculer la pression en N/mm², puis la comparer à la limite lue sur l'abaque pour $n = 0\ \text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$P = 2850 / (L \times D)$ N/mm² ; comparer à la limite de l'abaque à 0 tr·min⁻¹.

5. Intervention de réparation structurale

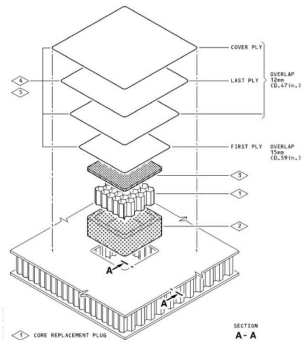
Une première intervention porte sur un enfoncement du volet obturateur 5 et sur les éléments d'une réparation composite. Une seconde situation concerne un impact sur le fuselage : les questions mobilisent la recherche dans le SRM, le ragréage, la protection de surface, la fixation et les contrôles après réparation.

Question Q46. Sur le schéma, indiquer en français les noms des éléments qui constituent la réparation et renseigner la légende.

Les repères 1 à 5 désignent les éléments de la réparation représentés en vue éclatée. Reporter les désignations sur les lignes de légende, en conservant l'ordre des repères.

Légende de la réparation composite

réparation (renseigner la légende).



1 : bouchon de remplacement de
2 : résine de remplissage
3 : adhésif
4 : dernier pli
5 : pli de couverture

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

1 : bouchon de remplacement de l'âme ; 2 : résine de remplissage ; 3 : adhésif ; 4 : dernier pli ; 5 : pli de couverture.

Question Q47. Donner la définition d'une structure sandwich.

Une structure sandwich associe deux peaux résistantes à une âme légère placée entre elles. L'âme maintient l'écartement des peaux et augmente la rigidité de l'ensemble pour une masse réduite.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Deux peaux résistantes liées à une âme légère.

Question Q48. Indiquer combien de plis comporte la réparation.

Le schéma de réparation représente le premier pli, deux plis intermédiaires et le pli de couverture. Le bouchon de remplacement de l'âme et les matériaux de remplissage ne sont pas comptés comme des plis de stratifié.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La réparation comporte 4 plis.

Question Q49. Indiquer quel moyen de contrôle non destructif peut être utilisé pour inspecter le panneau composite lors du contrôle final.

Un contrôle ultrasonore permet de rechercher des défauts internes, notamment des délaminages ou des décollements, sans détériorer le panneau composite.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Contrôle non destructif par ultrasons.

Question Q50. À partir du document SRM INTRO indiqué, rechercher l'effectivité, ou MSN, de l'avion.

Dans le SRM INTRO, rechercher l'immatriculation OH-LQA dans la liste d'effectivité, puis relever le numéro de série constructeur associé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

MSN : 1728.

Question Q51. En vous référant au SRM 53-00-00, page 8, indiquer l'ATA et la section du fuselage où se situe l'impact.

La fiche situe l'impact au cadre 37-2, entre les lisses 25LH et 26LH. Le repérage du fuselage du SRM 53-00-00 donne la section correspondante et le chapitre ATA.

✓ RÉPONSE À RETENIR

ATA 53, section de fuselage 13, cadre 37-2 entre les lisses 25LH et 26LH.

Question Q52. En vous référant au SRM 53-21-11, donner l'épaisseur nominale du panneau au niveau de la réparation.

Pour le cadre 37-2, relever dans le SRM 53-21-11 l'épaisseur nominale du panneau concerné. Cette valeur est ensuite utilisée comme épaisseur de référence pour calculer le pourcentage de perte.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Épaisseur nominale : 1,2 mm.

Question Q53. Dans le SRM 53-21-11, choisir, pour une retouche permanente, la catégorie de réparation et les numéros de notes liés à cette réparation.

Le dommage est traité par retouche permanente du panneau, sans remplacement de peau. Dans le tableau de réparation du SRM 53-21-11, retenir la catégorie de ragréage applicable et les notes associées aux limites de ragréage et à la remise en protection de surface.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Retouche permanente par ragréage : catégorie 1, notes 1 et 2.

Question Q54. Dans le SRM 53-21-11, connaissant la profondeur de l'impact, indiquer l'étendue minimale du ragréage.

La profondeur de l'impact est de 0,13 mm. Avec une pente de ragréage de 20:1, l'étendue minimale depuis le point le plus profond vaut : 0,13 × 20 = 2,6 mm.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Étendue minimale du ragréage : 2,6 mm.

Question Q55. Calculer le pourcentage de perte d'épaisseur à l'aide de la formule fournie : profondeur de ragréage divisée par épaisseur nominale, puis multipliée par 100.

Le pourcentage de perte d'épaisseur est le rapport entre la profondeur de ragréage et l'épaisseur nominale, multiplié par 100 : $0,13/1,2$
$times100$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Perte d'épaisseur : 10,83 %.

Question Q56. Préciser si la limite du SRM est dépassée pour cette réparation et justifier la réponse en vous référant aux pages 139 et 140 du SRM 53-21-11.

La perte calculée est de 10,83 %. La limite applicable au ragréage est de 10 % ; la valeur calculée la dépasse. La retouche ne respecte donc pas la limite du SRM pour cette réparation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Oui : 10,83 % dépasse la limite de 10 %.

Question Q57. Dans le document de réparation, définir le but de la protection de surface alodine, primer et peinture appliquée après élimination de l'impact.

L'alodine assure le traitement chimique de la surface métallique. Le primer et la peinture rétablissent le revêtement de protection et limitent la corrosion de la zone réparée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rétablir la protection de surface et protéger le métal contre la corrosion.

Question Q58. D'après le document de réparation, indiquer ce qu'il faut faire pour permettre le montage correct de la fixation.

Préparer le logement au diamètre de la fixation, réaliser la fraisure adaptée à sa tête et éliminer les bavures. Vérifier ensuite l'assise de la fixation avant son montage.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Percer au diamètre requis, fraiser le logement et ébavurer avant montage.

Question Q59. Décoder la désignation de la fixation EN 6114 V 3-4.

EN 6114 désigne la norme de la fixation. Le suffixe V indique la variante de la fixation ; 3 correspond au diamètre codé et 4 à la longueur codée, selon les dimensions définies par la norme.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Fixation EN 6114, variante V, diamètre codé 3, longueur codée 4.

Question Q60. Indiquer les vérifications à réaliser après la pose de la fixation.

Après la pose, vérifier l'assise de la tête, le serrage ou le verrouillage prescrit et l'absence de jeu. Contrôler aussi l'absence de fissure, de déformation ou de bavure autour du trou, puis vérifier la protection de surface.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Contrôler l'assise, le verrouillage, l'absence de dommage autour du trou et la protection de surface.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2022)

Bilan de l'épreuve : Épreuve E2 du baccalauréat professionnel Aéronautique, option Structure, session 2022, code 2206-AER C U2 1, d'une durée de 4 h et de coefficient 4. À partir du mécanisme Air-Inlet Flap Actuator et de dossiers de réparation issus du SRM, elle évalue l'analyse fonctionnelle, la cinématique, les ajustements, la statique, la résistance des matériaux et l'exploitation de la documentation technique.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Un jeu fonctionnel évite le serrage d'une liaison, mais son excès peut provoquer vibrations, usure et desserrage.
- Pour un ajustement, déterminer les cotes limites de l'arbre et de l'alésage avant de calculer les jeux maximal et minimal.
- En cisaillement, la contrainte se calcule en divisant l'effort par la surface totale des sections cisaillées.
- Le pourcentage de perte d'épaisseur est égal à la profondeur de ragréage divisée par l'épaisseur nominale, multipliée par 100.

Points de vigilance & attentes du jury

- Distinguer les pièces fixes, tournantes et les classes cinématiques avant de compléter les schémas.
- Présenter les calculs de tolérances avec les écarts, les cotes limites et des unités cohérentes.
- Pour une résolution graphique, respecter l'échelle et représenter clairement directions et sens des actions.
- Pour les réparations, consulter la bonne section du SRM et justifier les conclusions à partir de ses limites.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment déterminer le jeu maximal et le jeu minimal d'un ajustement ?

Calculez d'abord les cotes extrêmes de l'alésage et de l'arbre à partir des écarts indiqués. Le jeu maximal est l'alésage maximal moins l'arbre minimal. Le jeu minimal est l'alésage minimal moins l'arbre maximal.

Q : Comment vérifier une condition de résistance au cisaillement ?

Déterminez la surface totale des sections cisaillées, puis divisez l'effort par cette surface pour obtenir la contrainte. Comparez-la à la résistance pratique au glissement, calculée en tenant compte du coefficient de sécurité.

Q : Comment organiser le temps pendant cette épreuve de quatre heures ?

Le sujet conseille 60 minutes pour l'analyse, 30 pour le jeu, 45 pour le défaut de position, 45 pour l'étude statique et 60 pour la réparation. Ces temps incluent la lecture et totalisent 240 minutes.

Q : Qu'attend le jury pour les questions de réparation structurale ?

Les réponses doivent s'appuyer sur les références et limites du SRM, identifier clairement les opérations et contrôles demandés, puis justifier les conclusions avec les données pertinentes. Les calculs et les unités doivent être lisibles.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacproaero.fr/assets/annales/bac-pro-aeronautique/E2 - Exploitation de la documentation technique (option Structure)/2022/Bac Pro Aéronautique - E2 - Exploitation de la documentation technique (option Structure) - Session 2022 - 2-Sujet.pdf

Ressources Bac Pro Aéronautique : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.