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

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

AÉRONAUTIQUE : OPTION STRUCTURE

SESSION 2026

ÉPREUVE E2 : EXPLOITATION DE LA DOCUMENTATION TECHNIQUE

Coefficient : 4 Durée : 4 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, choix des matériaux et calculs (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention et sécurité (4 points)	Dossier Questionnement
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES (DT 1, DT 2, DT 3)	Fourni avec le sujet
DOCUMENTS RÉPONSES (DR 1, DR 2) : À RENDRE AVEC LA COPIE	Fin de sujet

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé. L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

Ce sujet comporte 11 pages numérotées de 1/11 à 11/11.
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

LES DOCUMENTS RÉPONSES SITUÉS EN FIN DE DOSSIER SONT À COMPLÉTER ET À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : AÉROSTRUCTURE ATLANTIQUE, ATELIER DE MAINTENANCE AÉRONAUTIQUE, MÉRIGNAC (GIRONDE)

Vous intervenez dans l'atelier de maintenance d'Aérostructure Atlantique sur un panneau métallique de carénage intérieur d'aéronef, identifié PN AA-417-02. Le dossier de travaux approuvé DT 1 prévoit le contrôle de la zone corrodée, la préparation d'une éprouvette de remplacement dans l'alliage spécifié, puis l'application du traitement de surface prévu par la fiche de procédé fournie.

Le cahier des charges fixe les limites de corrosion, les caractéristiques matière, les dimensions du flan, les exigences de contrôle et les paramètres de traitement dans les documents techniques DT 1 à DT 3. Toute opération doit être réalisée conformément au dossier de travaux applicable et aux consignes de prévention. Les résultats doivent être consignés dans les documents réponses DR 1 et DR 2.

Le barème des quatre parties est ramené à 20 points. Les calculs doivent comporter les unités et une démarche lisible. Les valeurs calculées sont arrondies à deux décimales lorsque cela est pertinent.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

Exploitation du dossier de travaux, identification du matériau et diagnostic de corrosion

À partir des DT 1 et DT 2, déterminez les fonctions du panneau et les exigences applicables à l'intervention. Le dossier de travaux approuvé prévaut pour les limites chiffrées propres à cette pièce. Les indications réglementaires générales de prévention sont précisées au DT 3.

Relevé de la zone corrodée

Indication	Diamètre maximal relevé (mm)	Profondeur maximale relevée (mm)	Aspect observé
A	2,6	0,08	Piqûre isolée
B	1,8	0,05	Piqûre isolée
C	2,2	0,07	Piqûre isolée

Mesures réalisées avant intervention, selon le dossier de travaux DT 1.

1.1 (1,5 point) Indiquez deux fonctions du panneau dans son environnement d'installation et relevez dans le DT 1 les deux caractéristiques d'identification permettant de vérifier que le dossier concerne la pièce examinée.

1.2 (2 points) À l'aide du relevé et des limites du DT 1, déterminez si les indications A, B et C satisfont aux critères dimensionnels de poursuite de l'intervention. Justifiez votre réponse par comparaison des diamètres et profondeurs relevés aux limites applicables.

1.3 (1,5 point) Identifiez l'alliage du panneau d'origine à partir de son marquage et indiquez pourquoi le choix d'un alliage différent ne peut pas être décidé sur le seul critère de sa résistance mécanique.

PARTIE 2 : Étude technologique, choix des matériaux et calculs (6 points)

Choix matière, caractéristiques, débit, rendement, coût et propriétés thermiques

Les caractéristiques de comparaison et les données numériques nécessaires sont fournies dans le DT 2. Le matériau de remplacement et les paramètres de fabrication doivent respecter le dossier de travaux. Les calculs peuvent être conduits avec les relations suivantes : contrainte normale moyenne $\sigma = F/S$, rendement matière $\eta = S_{utile}/S_{brute} \times 100$, coût matière $C = m \times p$ et résistance thermique surfacique $R = e/\lambda$.

Données de débit et de fabrication

Donnée	Valeur
Dimensions d'un flan	300 mm × 180 mm × 1,2 mm
Dimensions de la tôle disponible	1 000 mm × 500 mm × 1,2 mm
Nombre de flans à débiter	4
Masse volumique de l'alliage	2 700 kg/m³
Prix matière	24,00 €/kg
Effort de calcul fourni pour la vérification	4 800 N
Section résistante considérée	30 mm × 1,2 mm

Données extraites du dossier de travaux DT 1 et de la fiche matière DT 2.

2.1 (2 points) À partir des DT 1 et DT 2, choisissez l'alliage de remplacement prescrit et justifiez ce choix par deux caractéristiques ou exigences pertinentes, dont la compatibilité avec le traitement de surface indiqué. Pour la vérification fournie, calculez la contrainte moyenne dans la section résistante, puis comparez-la à la contrainte admissible du DT 2.

2.2 (2 points) Calculez la surface totale des quatre flans, le rendement matière par rapport à la surface de la tôle disponible et le pourcentage de chute. Calculez ensuite la masse de la tôle entière à débiter et son coût matière. Présentez les résultats avec les unités et les étapes de calcul.

2.3 (2 points) Le revêtement isolant intérieur a une épaisseur de 18 mm et une conductivité thermique $\lambda = 0,036\ \mathrm{W/(m \cdot K)}$. Calculez sa résistance thermique surfacique avec $R = e/\lambda$, après conversion de l'épaisseur en mètres. Indiquez également la vitesse de coupe périphérique d'un outil de diamètre 6 mm tournant à 1 800 tr/min, avec $V_c = \pi D N / 1000$, où D est exprimé en millimètres et V_c en mètres par minute.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 points)

Préparation du débit, traitement de surface, essais et traçabilité

Vous préparez le travail à partir des séquences approuvées figurant aux DT 1 et DT 3. La solution de traitement est préparée à la concentration indiquée dans le dossier. Aucune substitution de produit, modification de paramètre ou dérogation à la fiche de procédé n'est autorisée sans approbation écrite.

Paramètres du traitement de conversion

Paramètre	Exigence
Concentration nominale	20 g/L
Volume de bain à préparer	3,5 L
Température de traitement	20 °C à 25 °C
Temps de contact	12 min
Épaisseur sèche minimale de la couche de protection	5 µm
Contrôle d'épaisseur	3 mesures réparties sur la surface, aucune sous 5 µm

Extrait de la fiche de procédé fournie au DT 3.

3.1 (2 points) Établissez l'ordre des opérations depuis l'identification de la matière jusqu'à l'enregistrement du contrôle final. Faites apparaître au minimum la vérification documentaire, le débit, l'ébavurage, le nettoyage, le traitement de conversion, le séchage et le contrôle. Précisez à quel moment le contrôle de première pièce doit être réalisé.

3.2 (1,5 point) Calculez la masse de produit nécessaire pour préparer 3,5 L de bain à 20 g/L. Indiquez l'unité et les précautions de dosage à appliquer avant la mise en traitement.

3.3 (1,5 point) Pour les mesures d'épaisseur suivantes : 5,4 µm, 5,1 µm et 4,9 µm, calculez la moyenne et décidez si le critère d'acceptation du DT 3 est satisfait. Justifiez en distinguant la moyenne de l'exigence minimale applicable à chaque mesure.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (4 points)

Identification des risques, prévention et conduite à tenir

Avant toute opération, vous appliquez les principes généraux de prévention et les consignes de l'atelier. Les dangers associés aux produits et les moyens de prévention sont détaillés au DT 3. Le Code du travail, notamment l'article L. 4121-1, impose à l'employeur de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité et protéger la santé physique et mentale des travailleurs.

4.1 (2 points) Pour le débit de la tôle et la préparation du bain de traitement, identifiez un risque propre à chaque opération et indiquez pour chacun une mesure de prévention collective ainsi qu'un équipement de protection individuelle adapté, en vous appuyant sur le DT 3.

4.2 (2 points) Un opérateur constate une projection de produit sur la peau et une valeur de traitement hors de la plage autorisée. Indiquez la conduite immédiate à tenir pour la personne exposée, la décision concernant la pièce ou le lot, et les éléments à tracer avant toute reprise. Toute reprise doit être conforme à la fiche de procédé et autorisée par la personne habilitée.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

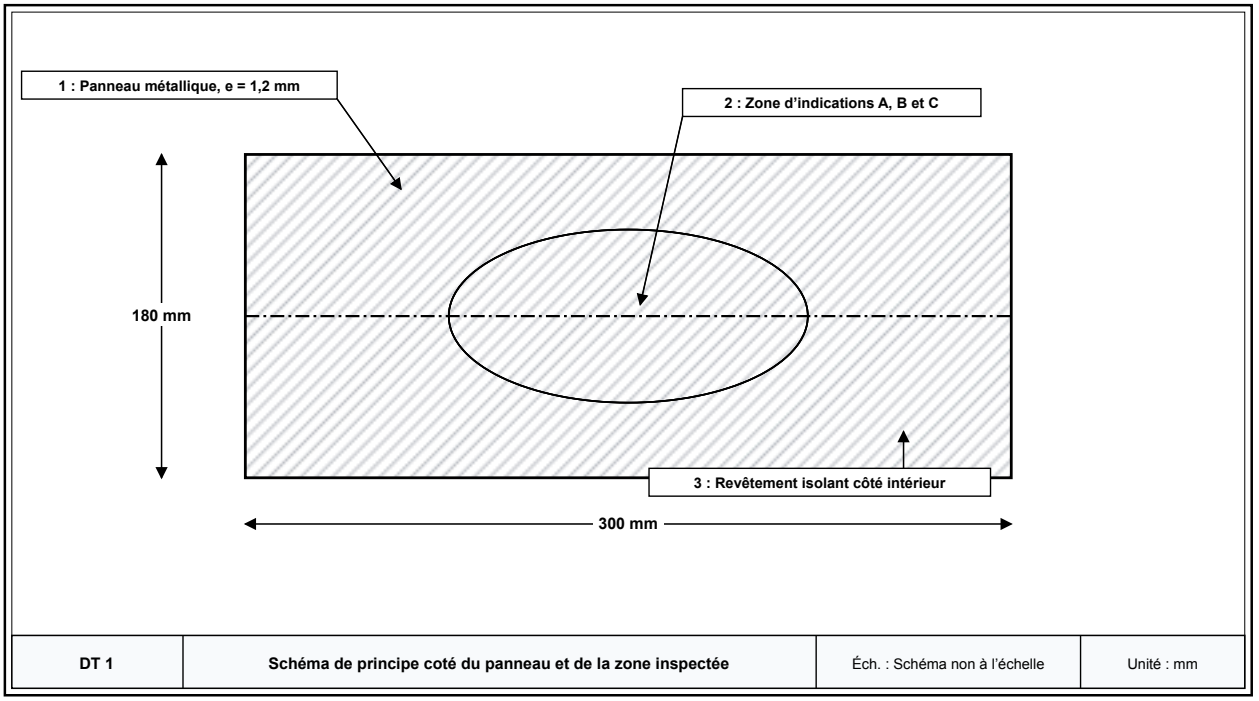
Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DOSSIER DE TRAVAUX APPROUVÉ : PANNEAU DE CARÉNAGE INTÉRIEUR PN AA-417-02

Le présent extrait constitue la base technique de l'intervention décrite dans le sujet. La pièce porte le numéro de pièce PN AA-417-02 et le marquage matière 2024-T3. Fonction : fermeture et protection d'un volume intérieur, maintien de la géométrie locale et support du revêtement isolant adjacent. Le remplacement proposé dans le dossier de travaux est en alliage 6061-T6, épaisseur 1,2 mm, sous réserve du respect des contrôles et du traitement indiqués au DT 3.

Critères de poursuite après examen de la zone : diamètre maximal d'une piqûre 3,0 mm et profondeur maximale 0,10 mm. Toute indication hors limite doit être mise en attente et soumise à l'autorité technique compétente. Les dimensions du flan sont 300 mm × 180 mm. Le schéma est représentatif et non à l'échelle ; les cotes numériques et le présent dossier de travaux font foi.

Références de travail fournies : gamme atelier AA-GAM-17, fiche matière et exigences d'essais du DT 2, fiche de traitement et de contrôle du DT 3. Aucune donnée de ce dossier ne permet à elle seule d'autoriser une modification de définition ou une réparation différente de celle prévue.



Représentation de principe. Les cotes écrites dans le dossier de travaux prévalent. Repère de lecture : face visible vers l'observateur.

Exigences de contrôle et de préparation

Opération	Exigence	Critère ou enregistrement
Identification	Vérifier PN, marquage matière et indice du dossier	Concordance documentée avant intervention
Examen visuel et dimensionnel	Mesurer diamètre et profondeur des piqûres	Limites : diamètre 3,0 mm ; profondeur 0,10 mm
Débit	Flan 300 mm × 180 mm, épaisseur 1,2 mm	Contrôler la première pièce avant poursuite du lot
Ébavurage	Supprimer les bavures sans altérer la géométrie	Examen visuel des arêtes et des chants
Contrôle final	Vérifier dimensions, état de surface et traitement	Tracer résultats, identification opérateur et date

Extrait de la gamme atelier AA-GAM-17.

DT 2 : FICHE MATIÈRE, CARACTÉRISTIQUES COMPARATIVES ET ESSAIS

Les données ci-dessous sont celles retenues pour l'étude et le dossier de travaux. Elles permettent la comparaison demandée ; elles ne remplacent pas une spécification matière complète. La conformité matière se vérifie par le marquage et les documents de traçabilité du lot.

Repères documentaires : les produits plats en aluminium et alliages d'aluminium sont notamment couverts par la série EN 485 ; les caractéristiques indiquées ici sont les valeurs de comparaison remises avec le sujet. Les essais mécaniques sont réalisés selon les instructions du laboratoire et les éprouvettes identifiées. Les essais ne sont pas à entreprendre sur une pièce navigante sans autorisation de la gamme applicable.

Comparaison des matériaux métalliques

Alliage	État	Masse volumique (kg/m³)	Résistance mécanique indicative (MPa)	Aptitude à la corrosion	Exigence du dossier
2024	T3	2 780	345	Sensibilité à la corrosion à prendre en compte	Matériau du panneau d'origine
6061	T6	2 700	310	Bonne tenue après traitement de surface adapté	Matériau de remplacement prescrit
7075	T6	2 810	510	Sensibilité à la corrosion à prendre en compte	Non prescrit pour cette intervention

Valeurs de comparaison fournies pour cette étude.

Données de contrôle matière et critères de comparaison

Paramètre	Valeur ou exigence
Contrainte admissible fournie pour la vérification	160 MPa
Effort de calcul	4 800 N
Section résistante	30 mm × 1,2 mm
Conductivité thermique du revêtement isolant	0,036 W/(m·K)
Épaisseur du revêtement isolant	18 mm
Diamètre de l'outil de coupe	6 mm
Vitesse de rotation	1 800 tr/min
Référence documentaire indicative	EN 485, produits plats en aluminium et alliages d'aluminium

Données numériques à utiliser pour les calculs de la partie 2.

DT 3 : FICHE DE PROCÉDÉ, CONTRÔLE DE MÉTALLISATION ET PRÉVENTION

Procédé prescrit pour la surface métallique : nettoyage selon la gamme, traitement de conversion à 20 g/L pendant 12 min à une température comprise entre 20 °C et 25 °C, rinçage et séchage selon l'instruction de l'atelier, puis application du revêtement de protection approuvé. L'épaisseur sèche minimale exigée est de 5 µm à chacune des trois mesures réparties sur la surface. La moyenne ne permet pas de compenser une mesure individuelle inférieure au minimum.

Pour une solution à préparer, la masse de produit se calcule par $m = C \times V$, avec C en g/L et V en L. Identifier le produit, vérifier son lot et sa date de validité, puis appliquer les indications de sa fiche de données de sécurité. Ne jamais mélanger des produits non prévus par la procédure.

Prévention : appliquer les principes généraux de prévention prévus par le Code du travail, notamment l'article L. 4121-1. Pour le débit, utiliser les protecteurs de la machine, maintenir la pièce et évacuer les copeaux avec l'outil adapté, machine arrêtée. Pour les produits de traitement, utiliser une ventilation adaptée, un bac de rétention et les équipements de protection indiqués par la fiche de données de sécurité, notamment lunettes étanches, gants compatibles et vêtement de protection. En cas de projection, appliquer immédiatement les consignes de rinçage de la fiche de données de sécurité, alerter le responsable et solliciter les secours ou le service de santé selon la situation. Isoler et identifier tout lot associé à un paramètre hors plage ; consigner l'écart et obtenir une décision de la personne habilitée avant reprise.

Repères de contrôle : l'ISO 7599 concerne l'anodisation de l'aluminium et de ses alliages ; la méthode de mesure retenue dans le présent dossier est celle de l'instruction atelier applicable au revêtement. Les paramètres et seuils chiffrés de cette intervention sont ceux indiqués ci-dessus.

Séquence opératoire et points d'arrêt

Étape	Contrôle ou point d'arrêt	Enregistrement attendu
Vérification documentaire	PN, indice de dossier, matière et lot concordants	Référence du dossier et lot matière
Débit de la première pièce	Contrôle dimensions et état des arêtes avant poursuite	Résultat du contrôle de première pièce
Préparation de surface	Nettoyage conforme et surface sans contamination visible	Identification de la gamme appliquée
Traitement de conversion	Concentration 20 g/L, 12 min, température 20 °C à 25 °C	Valeurs de bain, température et temps
Revêtement de protection	Trois mesures réparties, chacune au moins égale à 5 µm	Valeurs individuelles et moyenne
Clôture du travail	Vérification finale et traçabilité complète	Date, opérateur, résultat et éventuel écart

Synthèse de la fiche de procédé fournie avec le dossier.

Dangers et moyens de prévention

Opération	Danger principal	Prévention collective	Protection individuelle
Débit et perçage	Coupure, projection de copeaux, entraînement	Protecteurs en place, pièce bridée, arrêt avant réglage ou enlèvement de copeaux	Lunettes de protection ; tenue ajustée
Préparation et application du produit	Projection, contact cutané ou inhalation	Ventilation adaptée, bac de rétention, consignes et douche de rinçage accessibles	Lunettes étanches, gants compatibles avec le produit et vêtement de protection
Contrôle de la pièce traitée	Exposition résiduelle au produit ou contamination de surface	Respect du rinçage, du séchage et de la zone dédiée	Protection définie par la fiche de données de sécurité

Consignes applicables dans l'atelier, complétées par la fiche de données de sécurité du produit utilisé.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 1.2, 2.1 et 2.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases demandées. Faire apparaître les unités et les calculs utiles. Pour la question 1.2, inscrire une décision motivée pour chaque indication.

Diagnostic des indications et calculs matière

Élément	Résultat ou décision	Justification ou calcul
Indication A : conforme ou non conforme	.....	.....
Indication B : conforme ou non conforme	.....	.....
Indication C : conforme ou non conforme	.....	.....
Alliage de remplacement prescrit	.....	.....
Contrainte moyenne calculée	.....	.....
Surface totale des flans	.....	.....
Rendement matière	.....	.....
Pourcentage de chute	.....	.....
Masse et coût de la tôle	.....	.....

À compléter par le candidat à partir des documents techniques.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 3.1, 3.2 et 3.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter le tableau de préparation et de contrôle. Présenter les opérations dans l'ordre prévu par les documents techniques. Toute valeur hors exigence doit être signalée et associée à une décision de mise en attente.

Feuille de débit, protocole et contrôle final

Rubrique	Valeur, opération ou décision	Critère ou justification
Surface totale à débiter	.....	.....
Ordre des opérations, de l'identification à la clôture	.....	.....
Contrôle de première pièce : moment et vérification	.....	.....
Masse de produit pour le bain	.....	.....
Moyenne des trois mesures d'épaisseur	.....	.....
Acceptation du revêtement	.....	.....
Décision si un paramètre de procédé est hors plage	.....	.....

À compléter par le candidat. Ajouter les unités aux résultats numériques.

Cadre réservé aux justifications, calculs complémentaires ou schémas du candidat :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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.