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 MP3D, veuillez visiter :
bacpromp3d.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

MODÉLISATION ET PROTOTYPAGE 3D

SESSION 2026

ÉPREUVE E32 : MODÉLISATION ET OPTIMISATION D'UNE SOLUTION TECHNIQUE

Coefficient : 5 Durée : 4 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet. Un poste informatique équipé d'un logiciel de CAO 3D et d'un logiciel de consultation de fichiers 3D est mis à disposition.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, choix du matériau et calculs (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de la modélisation et de la fabrication (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention et sécurité en atelier (3 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 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.
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 : ATELIER HEXAFORM, ZONE D'ACTIVITÉS DE LA CROIX-BLANCHE, 91700 SAINTE-GENEVIÈVE-DES-BOIS

L'atelier HexaForm réalise des prototypes et des petites séries de pièces destinées à l'instrumentation industrielle. Le client, Mesurelec, demande la modification d'un boîtier de capteur de température pour intégrer un connecteur latéral et faciliter le montage sur un support existant.

Vous intervenez au bureau d'études pour exploiter la définition fournie, proposer une géométrie modifiée, préparer sa modélisation 3D et vérifier les principales caractéristiques de fabrication. Le boîtier est destiné à être prototypé par dépôt de filament fondu, puis contrôlé avant assemblage.

Les dimensions sont exprimées en millimètres sauf indication contraire. Le modèle doit respecter l'encombrement maximal de 120 × 80 × 30 mm, une épaisseur nominale de paroi de 3 mm, quatre trous de fixation de diamètre 4,2 mm et une tolérance générale de ±0,3 mm sur les dimensions fonctionnelles imprimées. Le connecteur latéral doit disposer d'un passage circulaire de diamètre 12 mm. Le fichier de fabrication sera exporté au format STL, en millimètres.

Le travail demandé porte sur l'analyse de la définition, le choix des paramètres de conception et de fabrication, la préparation de la modélisation numérique et l'identification des mesures de prévention applicables à l'atelier.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)

Exploitation du besoin et vérification des exigences

À partir des documents DT 1 et DT 2, analysez le besoin de modification du boîtier. Les exigences chiffrées du cahier des charges sont à considérer comme des critères de réception du prototype.

Exigences de conception à vérifier

Exigence	Valeur cible	Mode de vérification
Encombrement maximal	120 × 80 × 30 mm	Mesure sur le modèle et sur la pièce
Épaisseur nominale des parois	3 mm	Contrôle de la maquette numérique
Fixation	4 trous Ø 4,2 mm	Contrôle des diamètres et entraxes
Passage du connecteur	Ø 12 mm	Contrôle du passage et de son débouché
Tolérance générale des dimensions fonctionnelles	±0,3 mm	Contrôle dimensionnel du prototype

Données du cahier des charges Mesurelec

1.1 (1,5 point) Formulez la fonction principale du boîtier modifié et citez deux fonctions contraintes découlant du cahier des charges.

1.2 (1,5 point) Relevez trois exigences dimensionnelles ou géométriques à contrôler sur la maquette numérique avant export STL. Pour chacune, indiquez une méthode de vérification adaptée dans le logiciel de CAO.

1.3 (1 point) Le plan indique une cotation fonctionnelle explicite pour les trous et le passage du connecteur, ainsi qu'une tolérance générale de ±0,3 mm fixée par le cahier des charges. Expliquez pourquoi ces dimensions doivent être vérifiées séparément de l'encombrement extérieur.

PARTIE 2 : Étude technologique, choix du matériau et calculs (7 points)

Dimensionnement simplifié, estimation matière et paramètres de fabrication

Les données matière et de fabrication sont fournies dans le document DT 2. Pour les calculs, assimilez le boîtier à une enveloppe extérieure parallélépipédique évidée. Les bossages, les trous, le passage du connecteur et les rayons ne sont pas inclus dans le calcul simplifié du volume de matière.

Données de calcul

Grandeur	Valeur
Dimensions extérieures	120 × 80 × 30 mm
Dimensions intérieures simplifiées	114 × 74 × 24 mm
Masse volumique de l'ABS	1,04 g/cm³
Prix du filament ABS	24,00 €/kg
Majoration de masse pour supports et pertes	15 %
Diamètre du foret pour reprise des trous	4,2 mm
Vitesse de coupe recommandée pour le perçage de l'ABS	60 m/min

Valeurs à utiliser pour les questions de la partie 2

2.1 (1,5 point) Calculez le volume simplifié de matière du boîtier en mm³ puis en cm³, à l'aide de la relation $V = V_{ext} - V_{int}$. Détaillez les conversions utilisées.

2.2 (2 points) À partir du volume calculé et de la masse volumique de l'ABS, estimez la masse théorique du boîtier. Calculez ensuite la masse de filament à prévoir en intégrant la majoration de 15 %, puis le coût matière correspondant. Utilisez $m = \rho V$ et $C = m_{kg} \times P_{kg}$.

2.3 (2 points) Le prototype comporte quatre trous à reprendre au foret de diamètre 4,2 mm. Calculez la fréquence de rotation théorique en tr/min avec $n = \frac{1000V_c}{\pi D}$, où V_c est exprimée en m/min et D en mm. Arrondissez à la dizaine de tours par minute, puis indiquez une précaution permettant d'éviter la déformation de la pièce lors du perçage.

2.4 (1,5 point) Comparez l'ABS et le PETG à l'aide du document DT 2. Justifiez le choix du matériau le plus adapté au prototype en vous appuyant sur deux critères techniques ou de mise en œuvre, sans utiliser de donnée absente du dossier.

PARTIE 3 : Préparation de la modélisation et de la fabrication (6 points)

Structuration de la maquette numérique et préparation du prototype

Préparez la modification de la maquette numérique du boîtier à partir du document DT 1. Les opérations proposées doivent permettre de conserver les interfaces de fixation, d'intégrer le passage latéral du connecteur et de produire un fichier exploitable pour l'impression 3D.

Paramètres de fabrication disponibles

Paramètre	Valeur prescrite
Procédé	Dépôt de filament fondu
Hauteur de couche	0,20 mm
Remplissage intérieur	25 %
Nombre minimal de périmètres	3
Orientation de référence	Face inférieure plane sur le plateau
Format d'échange	STL, unité millimètre

Extrait de la fiche de préparation de l'imprimante

3.1 (2 points) À partir du document DT 1, décrivez une suite cohérente d'opérations de modélisation 3D permettant d'obtenir le boîtier modifié. Faites apparaître au minimum la création de l'enveloppe, la cavité, les quatre fixations et le passage latéral du connecteur.

3.2 (2 points) Complétez le document réponse DR 1 avec les contrôles à effectuer avant l'export STL et les paramètres de fabrication associés. Indiquez notamment les contrôles de l'unité, de l'échelle, de l'orientation et de l'intégrité du modèle.

3.3 (2 points) Proposez une orientation de fabrication et justifiez-la par deux conséquences attendues sur la stabilité de fabrication, la qualité des surfaces fonctionnelles ou la quantité de supports. Précisez un contrôle à réaliser après impression afin de valider la conformité du prototype.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité en atelier (3 points)

Identification des risques et mesures de prévention

La fabrication du prototype comprend une impression 3D, le retrait éventuel de supports et une reprise des trous sur perceuse d'établi. Les équipements doivent être utilisés conformément aux consignes de l'atelier et aux notices des fabricants.

Situations de travail

Activité	Risque principal à étudier
Impression 3D	Contact avec la buse ou le plateau chaud
Retrait des supports	Projection de fragments et coupures
Reprise au foret	Entraînement de la pièce ou contact avec l'outil en rotation

Activités réalisées pour fabriquer et contrôler le prototype

4.1 (1,5 point) Pour deux des activités du tableau, identifiez le danger et proposez une mesure de prévention collective ou une organisation du poste permettant de réduire le risque.

4.2 (1,5 point) Indiquez les règles essentielles à respecter avant et pendant la reprise au foret : maintien de la pièce, protections de la machine, comportement vis-à-vis des copeaux et intervention en cas de réglage ou de dégagement de la pièce.

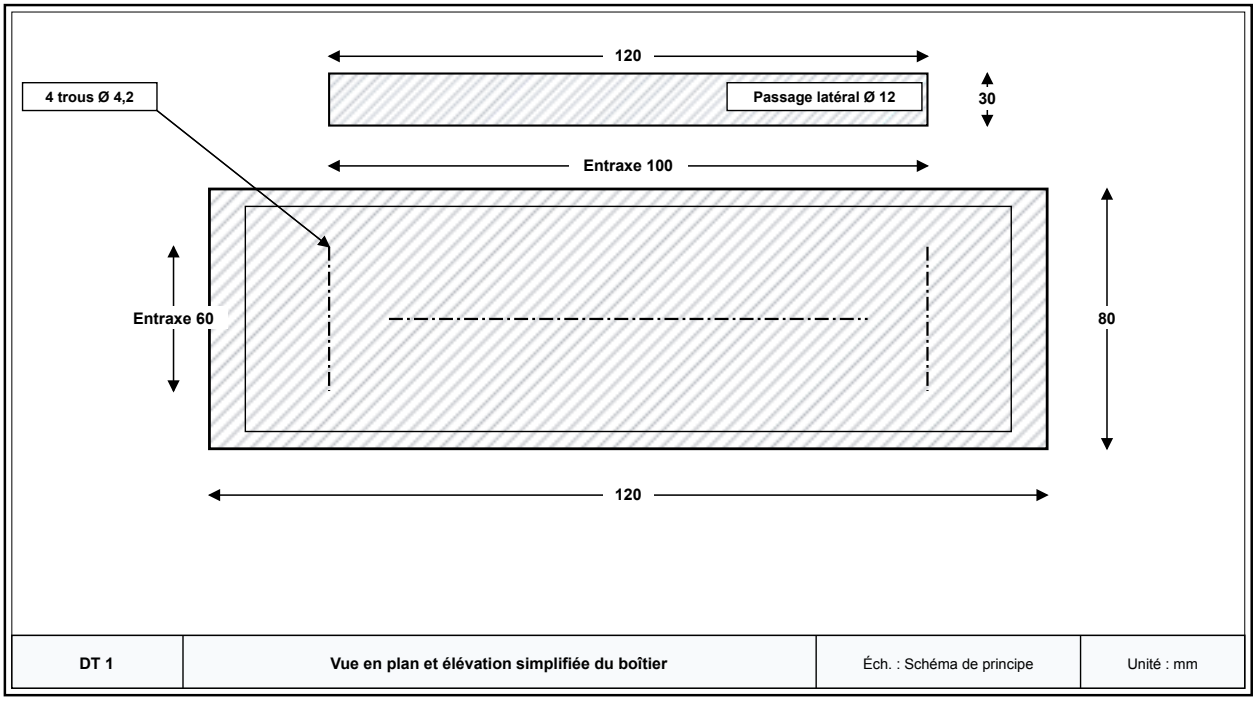
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : DÉFINITION FONCTIONNELLE ET SCHÉMA COTÉ DU BOÎTIER

Le boîtier comprend une enveloppe extérieure de 120 × 80 × 30 mm. L'épaisseur nominale des parois et du fond est de 3 mm. Les quatre trous de fixation sont de diamètre 4,2 mm et sont disposés symétriquement par rapport aux axes médians, avec un entraxe de 100 mm dans la longueur et de 60 mm dans la largeur. Le passage latéral du connecteur est de diamètre 12 mm et son axe est centré sur la hauteur de la face latérale.

Les cotes fonctionnelles indiquées sont à conserver lors de la modification. Les arêtes non fonctionnelles peuvent recevoir un chanfrein de 0,5 mm. Le schéma est une représentation de principe cotée, non destinée à remplacer le modèle numérique.



Les repères de fixation sont positionnés symétriquement. Les hachures indiquent les zones de matière.

DT 2 : DONNÉES MATÉRIAUX, FABRICATION ET RÉFÉRENCES DE CONCEPTION

Les données ci-dessous sont celles retenues par l'atelier pour ce prototype. Elles sont fournies pour les calculs de l'épreuve et ne constituent pas une fiche générale de propriétés garantie pour toutes les qualités commerciales.

Le modèle destiné à l'impression doit être fermé, sans faces inversées ni volumes parasites. L'export STL est réalisé en millimètres avec une résolution adaptée à la tolérance générale prescrite de ±0,3 mm. Les dimensions fonctionnelles doivent être contrôlées sur le modèle avant fabrication puis sur la pièce après fabrication.

Références de travail : ISO 2768-1, classes de tolérances générales linéaires et angulaires lorsqu'elles sont indiquées sur la définition ; ISO 20457, principes de tolérances pour pièces

moulées en matières plastiques, utilisée ici comme référence de vocabulaire et non comme tolérance de fabrication additive ; règles internes de l'atelier HexaForm pour l'impression 3D. La tolérance de ±0,3 mm du cahier des charges prévaut pour le prototype.

Comparaison des matériaux proposés

Critère	ABS	PETG
Masse volumique indicative	1,04 g/cm³	1,27 g/cm³
Tenue aux chocs	Bonne	Bonne à très bonne
Sensibilité au retrait en impression	Plus élevée, enceinte recommandée	Modérée
Résistance thermique indicative du matériau	Environ 95 °C	Environ 75 °C
Prix filament de référence	24,00 €/kg	28,00 €/kg
Usage conseillé dans cet atelier	Pièces nécessitant une meilleure tenue thermique	Prototype général et pièces sollicitées aux chocs

Valeurs de sélection communiquées par l'atelier

Paramètres de fabrication additive

Donnée	Prescription
Hauteur de couche	0,20 mm
Nombre minimal de périmètres	3
Remplissage	25 %
Orientation de référence	Face inférieure plane sur le plateau
Contrôle après impression	Dimensions extérieures, entraxes, diamètres et absence de défaut visible

Fiche de préparation HexaForm pour le prototype

DT 3 : EXTRAIT DES CONSIGNES DE PRÉVENTION DE L'ATELIER

Les opérations sont réalisées selon les consignes de sécurité de l'atelier et les notices des équipements. Les principes généraux de prévention du Code du travail imposent notamment l'utilisation des équipements conformément à leur destination et la mise en œuvre des protections prévues.

- Impression 3D : ne pas toucher la buse ni le plateau lorsqu'ils sont chauds ; attendre le refroidissement avant le retrait de la pièce ; maintenir la zone de travail dégagée.
- Retrait des supports : utiliser un outil adapté, orienter la pièce à l'opposé du visage et porter les équipements de protection définis par l'évaluation des risques du poste.
- Perçage : fixer la pièce dans un dispositif de maintien ; ne pas tenir la pièce à la main ; garder les protections en place ; ne jamais retirer les copeaux à la main lorsque l'outil tourne.

- Réglage, changement de foret ou dégagement d'une pièce : arrêter la machine et attendre l'immobilisation complète de l'outil avant toute intervention.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Tableau de préparation et de contrôle du modèle numérique **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez le tableau pour les questions 3.2 et 3.3. Les réponses doivent préciser le contrôle à effectuer et le résultat attendu au regard du cahier des charges.

Contrôles avant export et après fabrication

Étape	Contrôle ou paramètre	Valeur ou résultat attendu
Avant export	Unité et échelle du modèle	.....
Avant export	Fermeture et intégrité du volume	.....
Avant export	Encombrement extérieur	.....
Avant export	Diamètres et entraxes fonctionnels	.....
Préparation fabrication	Orientation et supports	.....
Après impression	Contrôle dimensionnel et visuel	.....

À compléter par le candidat

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Nomenclature synthétique des opérations de modélisation **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez le tableau dans l'ordre chronologique pour la question 3.1. Indiquez les opérations CAO nécessaires et leur objectif fonctionnel.

Feuille de préparation de la maquette numérique

Ordre	Opération de modélisation	Objectif ou caractéristique obtenue
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....

À compléter par le candidat

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.