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 TM, veuillez visiter :
bacprotm.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

TECHNICIEN MODELEUR

SESSION 2026

ÉPREUVE E2 : ÉLABORATION DU PROCESSUS DE RÉALISATION D'UN OUTILLAGE

Coefficient : 3 Durée : 4 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet. Le poste informatique et les fichiers numériques nécessaires à l'épreuve sont mis à disposition.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, choix des matériaux et calculs (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : Prévention et sécurité (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 : FONDERIE DES RIVES, ATELIER DE MODELEUR, CHALON-SUR-SAÔNE

La Fonderie des Rives doit produire une présérie de 40 supports de palier en fonte à graphite lamellaire EN-GJL-250, moulés en sable à vert. L'entreprise vous confie la préparation du processus de réalisation d'un outillage comprenant une plaque modèle réversible et une boîte à noyau.

Le brut de fonderie doit permettre d'obtenir une pièce finie dont les dimensions nominales principales sont 160 mm × 100 mm × 55 mm. Un alésage traversant horizontal de diamètre nominal 40 mm est réalisé par noyau. Les faces inférieure et supérieure ainsi que les deux faces latérales repérées au dossier sont usinées après moulage. Le retrait linéaire conventionnel retenu pour le modèle est de 1,0 %. La surépaisseur d'usinage est de 2 mm par face usinée. Les dépouilles et les conditions de réalisation de l'outillage sont données dans le dossier technique.

Vous devez analyser les spécifications, proposer une gamme cohérente, exploiter les données de fabrication et présenter des mesures de prévention adaptées à l'atelier.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (4 points)

Compétence C2.1 : analyser les spécifications de l'outillage

À l'aide des documents DT 1 et DT 2, analysez la pièce, le procédé de moulage et les exigences qui conditionnent la conception de l'outillage.

1.1 (1 point) Indiquez la fonction de la plaque modèle réversible et celle de la boîte à noyau dans la réalisation du support de palier.

1.2 (1 point) Identifiez les surfaces de la pièce qui nécessitent une surépaisseur d'usinage et justifiez votre réponse à partir du cahier des charges.

1.3 (1 point) Précisez le rôle du retrait de 1,0 % et celui de la dépouille de 2° dans la conception du modèle.

1.4 (1 point) Indiquez le matériau de la pièce moulée et le procédé de moulage retenu. Citez une exigence du dossier technique que le processus de réalisation de l'outillage doit respecter.

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

Compétences C2.1 et C2.2 : dimensionner et choisir les moyens adaptés

Les dimensions finies du support sont données au DT 1. Les faces inférieure et supérieure, ainsi que les deux faces latérales opposées, sont usinées. La surépaisseur de 2 mm s'ajoute de chaque côté de la cote finie concernée. Le retrait de 1,0 % est appliqué à la dimension totale du modèle après ajout des surépaisseurs. Les résultats seront arrondis au centième de millimètre.

Pour le calcul de matière, le brut parallélépipédique de la demi-forme est de 180 mm × 120 mm × 70 mm. La masse volumique du panneau de modelage est de 0,70 kg/dm³ et son prix est de 18,00 €/kg. La boîte à noyau est réalisée en aluminium, conformément au DT 2.

Données de calcul et conditions de réalisation

Donnée	Valeur	Unité ou remarque
Cote finie longueur	160	mm
Cote finie largeur	100	mm
Surépaisseur par face usinée	2	mm
Retrait linéaire	1,0	%
Dépouille des parois verticales	2	degrés
Masse volumique du panneau	0,70	kg/dm³
Prix du panneau	18,00	€/kg

Valeurs conventionnelles fournies pour le sujet.

2.1 (2 points) Calculez les dimensions du modèle correspondant aux cotes finies de 160 mm et 100 mm, en intégrant les surépaisseurs d'usinage et le retrait. Présentez les formules utilisées, notamment sous la forme $D_{modèle} = (D_{finie} + 2a)(1 + r)$, où a est la surépaisseur par face et r le retrait exprimé en valeur décimale.

2.2 (1 point) Pour une paroi verticale de hauteur de référence 55 mm, calculez le décalage correspondant à une dépouille de 2°. Utilisez $d = h \tan(\alpha)$ et arrondissez le résultat au dixième de millimètre. Indiquez le sens dans lequel la section doit diminuer pour faciliter le démoulage.

2.3 (2 points) Calculez le volume, en dm³, puis la masse du brut de panneau de 180 mm × 120 mm × 70 mm. Calculez son coût matière. Donnez également le volume de matière retirée si le volume utile obtenu est de 1,20 dm³, puis le taux de chute correspondant : $T_{chute} = \frac{V_{brut} - V_{utile}}{V_{brut}} \times 100$.

2.4 (1 point) À partir du DT 2, choisissez un matériau pour la plaque modèle et un matériau pour la boîte à noyau. Justifiez chaque choix par une caractéristique technique et une contrainte de production.

PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (7 points)

Compétence C2.2 : établir le processus de réalisation des éléments constitutifs

Vous préparez la fabrication de la plaque modèle et de la boîte à noyau. La plaque modèle est usinée sur centre d'usinage à commande numérique. Les opérations doivent garantir la mise en position, la répétabilité et le contrôle des éléments fonctionnels. Complétez le document réponse DR 1 et répondez aux questions ci-dessous.

Pour l'usinage de finition du panneau de modelage, l'outil est une fraise carbure de diamètre 12 mm, à deux dents. La vitesse de coupe recommandée est de 180 m/min, l'avance par dent de 0,05 mm/dent. La broche accepte au maximum 6 000 tr/min et l'avance machine maximale est de 1 500 mm/min. Utilisez $n = \frac{1000 V_c}{\pi D}$ et $V_f = f_z z n$. Arrondissez la vitesse de rotation à la dizaine de tours par minute la plus proche et l'avance à l'unité.

Données de coupe fournies

Paramètre	Valeur	Unité
Vitesse de coupe Vc	180	m/min
Diamètre de fraise D	12	mm
Nombre de dents z	2	dents
Avance par dent fz	0,05	mm/dent
Vitesse maximale de broche	6 000	tr/min
Avance maximale machine	1 500	mm/min

Données à utiliser pour le calcul de la vitesse de rotation et de l'avance.

3.1 (3 points) Complétez le DR 1 en proposant une gamme ordonnée pour la plaque modèle et la boîte à noyau. Pour chaque phase, indiquez le moyen principal, l'opération et un contrôle pertinent. La gamme doit comporter au minimum le débit, la mise en position, l'usinage, le montage des éléments rapportés et le contrôle final.

3.2 (2 points) Calculez la vitesse de rotation théorique de la fraise et l'avance programmée correspondante. Vérifiez la compatibilité avec les limites de la machine et retenez, si nécessaire, une valeur de programmation compatible.

3.3 (1 point) Indiquez deux contrôles à réaliser après usinage de la plaque modèle et précisez, pour chacun, le moyen de contrôle adapté.

3.4 (1 point) Donnez deux vérifications à effectuer dans la simulation FAO avant le lancement de l'usinage, dont une portant sur les collisions ou les limites de déplacement.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (3 points)

Préparer une fabrication en prévenant les risques de l'atelier

La fabrication est réalisée dans un atelier équipé d'une scie à ruban, d'un centre d'usinage avec aspiration, d'outils manuels et d'un poste de collage. Les consignes générales de sécurité de l'atelier et les instructions des fabricants des machines et produits sont applicables.

4.1 (1 point) Identifiez un risque lié au débit à la scie à ruban et indiquez une mesure de prévention adaptée avant et pendant l'opération.

4.2 (1 point) Identifiez un risque lié à l'usinage du panneau de modelage et indiquez deux mesures de prévention, dont une concernant l'aspiration des poussières ou le captage à la source.

4.3 (1 point) Pour le collage d'éléments rapportés, indiquez une précaution relative au produit utilisé et une mesure de prévention individuelle ou collective. Toute intervention sur une machine doit être réalisée selon la procédure de l'atelier, sans neutraliser les protections.

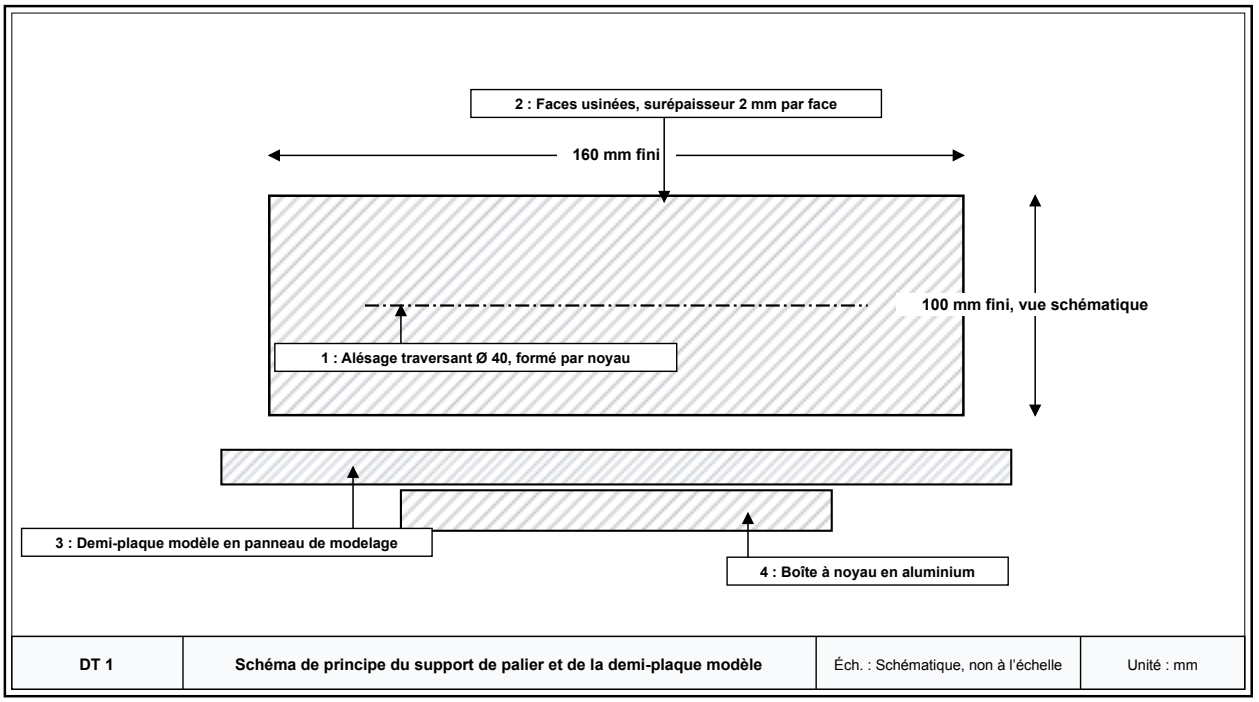
DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PIÈCE MOULÉE, EXIGENCES DIMENSIONNELLES ET SCHÉMA DE PRINCIPE DE L'OUTILLAGE

Pièce étudiée : support de palier en fonte à graphite lamellaire EN-GJL-250, moulé en sable à vert. Dimensions finies principales : longueur 160 mm, largeur 100 mm, hauteur 55 mm. Un alésage horizontal traversant de diamètre nominal 40 mm est obtenu par noyau. Les faces inférieure et supérieure ainsi que les deux faces latérales opposées sont usinées avec une surépaisseur de 2 mm par face. Les autres surfaces restent brutes de fonderie.

Retrait linéaire de calcul du modèle : 1,0 %. Dépouille des parois verticales : 2°. La dépouille est orientée de manière à permettre l'extraction du modèle sans arrachement du sable. La boîte à noyau est réalisée en deux parties, avec plan de joint médian et deux empreintes de portée de noyau. Les cotes indiquées dans ce dossier sont les données de définition de l'épreuve.



Les cotes numériques données dans l'introduction font foi. La vue représente le principe de la pièce et les principaux éléments de l'outillage.

Spécifications de la pièce et exigences associées

Élément	Spécification	Conséquence pour l'outillage
Matière de la pièce	EN-GJL-250	Outillage adapté au moulage sable à vert
Procédé	Moulage en sable à vert	Prévoir modèle extractible et noyau positionné
Retrait conventionnel	1,0 % linéaire	Agrandir les dimensions du modèle selon la donnée
Surépaisseur d'usinage	2 mm par face repérée	Intégrer la matière nécessaire sur les surfaces usinées
Dépouille	2° sur les parois verticales	Faciliter le démoulage du modèle
Alésage	Ø 40 mm traversant, obtenu par noyau	Prévoir noyau et portées de noyau compatibles

Exigences retenues pour la définition du processus de l'épreuve.

DT 2 : MATÉRIAUX DISPONIBLES ET CARACTÉRISTIQUES DE FABRICATION

Les matériaux ci-dessous sont disponibles dans l'entreprise. Les caractéristiques sont fournies pour aider au choix des matériaux de l'outillage. Elles ne remplacent pas les consignes de stockage, d'usinage et de sécurité du fabricant.

Extrait des fiches matériaux disponibles

Matériau	Caractéristiques utiles	Utilisation envisagée	Contrainte ou limite
Panneau de modelage polyuréthane haute densité	Masse volumique 0,70 kg/dm³ ; usinage CNC possible ; bonne stabilité dimensionnelle	Plaque modèle et éléments de forme	Poussières à capter à la source lors de l'usinage
Aluminium EN AW-5083	Usinable ; bonne résistance à l'usure ; adapté aux séries répétées	Boîte à noyau et éléments de centrage	Masse et coût supérieurs au panneau de modelage
Bois massif sec	Facile à travailler et à réparer	Gabarits ou prototypes simples	Sensibilité aux variations d'humidité et à l'usure
Résine époxy de réparation	Permet le rebouchage local et la finition	Réparation d'un défaut local du modèle	Respecter les instructions de mélange, de ventilation et de protection du fabricant

Données internes fournies pour l'étude de l'outillage.

Règles de choix et de contrôle de l'outillage

Point à vérifier	Exigence fournie
Montage sur plaque	Repérer les axes et assurer la répétabilité du montage des demi-modèles
Boîte à noyau	Prévoir un plan de joint identifiable et un centrage des deux parties
Contrôle dimensionnel	Contrôler les dimensions fonctionnelles avec un instrument adapté à la tolérance ou à la cote demandée
Validation numérique	Vérifier les limites machine, les collisions outil/porte-outil/pièce et l'état du brut simulé

Exigences de fabrication définies par le cahier des charges de l'entreprise.

DT 3 : MOYENS DE PRODUCTION, DONNÉES DE COUPE ET PRÉVENTION EN ATELIER

Les moyens disponibles sont une scie à ruban avec protecteurs, un centre d'usinage à commande numérique avec aspiration, un poste de montage et de collage, des instruments de contrôle dimensionnel et un poste informatique équipé d'un logiciel de FAO. Les paramètres de coupe indiqués dans le sujet sont des valeurs de calcul à vérifier au regard des limites machine et des consignes de l'atelier.

Les principes de prévention applicables comprennent l'utilisation des protecteurs et dispositifs de captage, le maintien des pièces, le choix des équipements de protection adaptés à l'évaluation des risques et le respect des instructions des fabricants. Les protections des machines ne doivent pas être neutralisées. Toute intervention de réglage ou de maintenance suit la procédure de l'atelier.

Moyens de production et points de vigilance

Moyen	Opérations possibles	Points de vigilance
Scie à ruban	Débit des bruts de panneau et d'aluminium	Protecteur réglé, pièce maintenue, mains hors de la zone de coupe
Centre d'usinage CN	Surfaçage, contournage, perçage et finition	Montage rigide, outil adapté, aspiration et simulation FAO
Poste de montage	Assemblage et collage des éléments rapportés	Respect de la fiche fabricant et maintien des pièces pendant la prise
Instruments de mesure	Contrôle des dimensions et de la position des éléments	Instrument adapté à la grandeur et à la précision recherchée

Ressources de l'atelier concerné par le processus.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Gamme de fabrication

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez le tableau en indiquant, pour chaque phase, le moyen, l'opération et le contrôle associé. Vous pouvez ajouter une précision utile dans la dernière colonne. La chronologie doit être cohérente avec la réalisation de l'outillage.

Gamme de réalisation de la plaque modèle et de la boîte à noyau

N°	Élément concerné	Moyen	Opération	Contrôle ou validation
10	Plaque modèle et boîte à noyau	.....	Débit des bruts et identification des pièces	.....
20	Plaque modèle	.....	Mise en position, prise de références et usinage des formes	.....
30	Boîte à noyau	.....	Usinage des empreintes, du plan de joint et des éléments de centrage	.....
40	Plaque modèle	.....	Montage des demi-modèles et éléments rapportés	.....
50	Outillage complet	.....	Ébavurage, finition et validation avant mise en production	.....

Compléter toutes les cellules marquées par « ... ».

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 : Nomenclature et feuille de débit

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez la nomenclature avec les choix retenus à partir du dossier technique. Les dimensions de débit du panneau principal sont fournies. Pour les autres éléments, indiquez une désignation fonctionnelle et une matière cohérente avec le cahier des charges.

Nomenclature simplifiée de l'outillage

Repère	Désignation	Matière retenue	Dimensions ou fonction	Contrôle principal
1	Brut de demi-plaque modèle	.....	180 × 120 × 70 mm	.....
2	Éléments de forme du modèle	.....	Demi-forme avec dépouille et retrait intégrés	.....
3	Boîte à noyau, partie A	.....	Empreinte du noyau et plan de joint	.....
4	Boîte à noyau, partie B	.....	Centrage avec la partie A	.....
5	Éléments de centrage et fixation	.....	Positionnement répétable de l'outillage	.....

Compléter les cellules marquées par « ... ».

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.