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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

DÉVELOPPEMENT ET RÉALISATION BOIS

ÉPREUVE E4 : CONCEPTION ET DÉVELOPPEMENT DE PRODUIT EN CAO

SESSION 2026

Durée : 4 heures

SPÉCIALITÉ / UNITÉ	COEFF
DÉVELOPPEMENT ET RÉALISATION BOIS	4

Moyens de calculs et matériel autorisés :

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

Documents techniques et documents réponses fournis avec le sujet. Poste informatique équipé d'un logiciel de CAO 3D et d'un logiciel de mise en plan mis à disposition. Aucun document personnel ni accès à Internet n'est autorisé.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Ce sujet comporte 13 pages numérotées de 1/13 à 13/13.

Les documents réponses en fin de sujet sont à rendre avec la copie.

DOSSIER SUJET

MISE EN SITUATION PROFESSIONNELLE ET CAHIER DES CHARGES : ATELIER BOIS & MODULE, ENTREPRISE DE MENUISERIE ET D'AGENCEMENT, À SAINT-LÔ (MANCHE)

L'entreprise Atelier Bois & Module doit concevoir une trappe isolante démontable destinée à fermer une ouverture de maintenance dans la cloison séparant un local tempéré d'un atelier non chauffé. Le produit sera fabriqué en petite série de 24 unités. Vous intervenez en tant que technicien en développement de produits bois : vous analysez le besoin, définissez la solution constructive, vérifiez les données de dimensionnement et préparez la définition numérique et la fabrication du produit.

Le produit fini doit présenter une enveloppe hors tout de 800 mm × 600 mm × 84 mm. Il doit être manipulable par une personne, permettre un accès périodique à l'ouverture et être démontable pour maintenance. La face visible est en panneau de contreplaqué bois. Les chants doivent être protégés par le cadre en bois massif. La solution doit être compatible avec les moyens de fabrication décrits dans le dossier technique.

Les valeurs et exigences spécifiées dans le sujet constituent les données contractuelles de l'étude. Les références normatives indiquées dans le dossier servent à situer les matériaux et les exigences de conception ; les caractéristiques nécessaires aux calculs sont fournies dans le sujet. Les calculs seront présentés avec leurs unités, les résultats seront arrondis au millimètre, au gramme ou au centime selon le cas.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (5 points)

Traduction du besoin en exigences de conception

À partir de la mise en situation et des documents DT 1 et DT 2, caractérisez le besoin, identifiez les fonctions attendues et vérifiez la cohérence des principales exigences du produit.

1.1 (1,5 point) Formulez le besoin auquel répond la trappe en identifiant le bénéficiaire, l'objet sur lequel agit le produit et le but recherché. Citez deux contraintes d'environnement ou d'exploitation à prendre en compte.

1.2 (2 points) Complétez le document réponse DR 1 : indiquez la fonction de service principale, trois fonctions contraintes et un critère mesurable associé à chacune des fonctions contraintes. Les critères doivent être formulés à partir des données du sujet.

1.3 (1,5 point) Relevez dans le DT 2 les références relatives au panneau bois, au bois massif et à la sécurité des équipements de travail. Pour chacune, précisez en une phrase son lien avec l'étude. Distinguez une référence de caractérisation de matériau d'une obligation de prévention applicable à l'atelier.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MATÉRIAUX ET DIMENSIONNEMENT (7 points)

Choix constructifs, calculs de matière et vérification de données

Les données de géométrie, de matière et de fabrication sont fournies dans les documents DT 1 à DT 3. Les calculs portent sur une trappe. Les coûts unitaires sont hors taxes et les surfaces de panneaux sont calculées sans déduction des traits de scie, sauf lorsqu'un calcul de rendement est demandé.

Données de calcul de la partie 2

Donnée	Valeur
Conductivité thermique de l'isolant, λ	0,036 W/(m·K)
Épaisseur d'isolant, e	60 mm
Longueur de coupe du bois massif	2 × 800 mm et 2 × 510 mm
Trait de scie pour le débit du bois massif	4 mm par coupe
Marge de dressage aux deux extrémités du débit	20 mm au total
Débit du panneau de parement	2 pièces de 800 mm × 600 mm
Format de la feuille de contreplaqué	2 500 mm × 1 250 mm
Surface de collage retenue pour une trappe	0,12 m²
Consommation de colle	180 g/m²
Prix d'un paquet de colle de 0,75 kg	8,40 €
Vitesse de rotation de l'outil	6 000 tr/min
Diamètre de l'outil	120 mm
Nombre de dents de l'outil	6
Avance par dent retenue pour l'étude	0,15 mm

Valeurs contractuelles fournies pour l'étude.

2.1 (1 point) Calculez la résistance thermique de la couche d'isolant au centre de la trappe à l'aide de la relation $R = \frac{e}{\lambda}$. Convertissez l'épaisseur en mètres. Donnez le résultat en $m^2 \cdot K/W$ et précisez ce que ce résultat ne prend pas en compte.

2.2 (2 points) Établissez la feuille de débit des quatre éléments du cadre dans le DR 2. Vérifiez si les quatre longueurs peuvent être obtenues dans une seule longueur de bois massif de 3 000 mm, en comptant quatre traits de scie de 4 mm et une marge totale de dressage de 20 mm. Indiquez la longueur totale nécessaire et la marge restante dans la longueur de stock.

2.3 (1 point) Pour les deux parements, calculez la surface nette nécessaire, la surface de la feuille de contreplaqué, le rendement matière surfacique et la surface de chute théorique. Utilisez $\text{rendement} = \frac{\text{surface nette}}{\text{surface achetée}} \times 100$. Indiquez si le placement de deux pièces de 800 mm × 600 mm est géométriquement possible dans la feuille de 2 500 mm × 1 250 mm avec un trait de scie de 4 mm.

2.4 (1 point) Calculez la masse de colle nécessaire pour une trappe à partir de la surface de collage et de la consommation indiquées. Déterminez ensuite le coût de colle consommée par trappe, au prorata du prix du paquet de 0,75 kg.

2.5 (1 point) Calculez le coût matière direct par trappe pour les postes suivants : bois massif, contreplaqué, isolant et colle. Données de prix : une longueur de bois massif de 3 000 mm coûte 28,50 € ; le contreplaqué coûte 18,40 €/m² ; l'isolant coûte 14,00 €/m². Pour le bois massif, retenez une longueur de stock par trappe. Pour le contreplaqué, retenez la surface nette des deux parements. Pour l'isolant, retenez une pièce de 498 mm × 698 mm. Ajoutez le coût de colle calculé à la question 2.4. Présentez le total avec le détail des postes.

2.6 (1 point) À partir de $V_c = \frac{\pi D n}{60}$, calculez la vitesse périphérique de coupe en m/s pour un outil de diamètre 120 mm tournant à 6 000 tr/min. Vérifiez la conformité à la limite de réglage interne de l'atelier, fixée à 50 m/s. Calculez également la vitesse d'avance théorique avec $V_f = f_z z n$, en mm/min.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET DÉFINITION EN CAO (5 points)

Définition du produit, nomenclature et protocole opératoire

La définition numérique doit permettre à l'atelier de fabriquer et de contrôler le produit sans ambiguïté. Le cadre est constitué de deux montants continus et de deux traverses assemblées entre montants. Les deux parements sont fixés sur le cadre et enferment l'isolant. Le modèle de CAO sera enregistré dans le format natif du logiciel mis à disposition et accompagné d'une mise en plan PDF cotée.

3.1 (2 points) À partir du DT 1, établissez la nomenclature complète d'une trappe dans le DR 2. Pour chaque pièce, indiquez un repère, une désignation, une quantité, la matière et les dimensions de débit. Les dimensions doivent être compatibles avec l'encombrement hors tout et l'ouverture intérieure donnés au dossier.

3.2 (1,5 point) Décrivez un protocole opératoire ordonné permettant de fabriquer une trappe, depuis la réception et le contrôle des composants débités jusqu'au contrôle final. Faites apparaître au moins une opération de préparation, une opération d'usinage ou d'assemblage, une opération de collage ou de fixation et deux contrôles dimensionnels.

3.3 (1,5 point) Définissez les livrables de CAO et les informations à faire figurer sur la mise en plan pour permettre la fabrication et le contrôle : vues nécessaires, cotations fonctionnelles, repérage des pièces, matières, épaisseurs et indication des jeux de montage. Complétez le contrôle de définition dans le DR 2 en indiquant trois vérifications à réaliser avant émission du dossier de fabrication.

PARTIE 4 : PRÉVENTION ET SÉCURITÉ (3 points)

Prévention des risques lors de la fabrication

La fabrication comporte des opérations de débit, de fraisage, de ponçage et de collage. Les équipements doivent être utilisés conformément aux consignes de l'atelier et aux dispositions de prévention applicables. Le DT 3 fournit les données retenues pour l'étude.

4.1 (1,5 point) Pour le débit à la scie et le fraisage, identifiez trois risques professionnels distincts et associez à chacun une mesure de prévention collective ou organisationnelle adaptée. Justifiez brièvement chaque association.

4.2 (1,5 point) Rédigez une consigne de sécurité avant intervention sur une machine en cas de réglage ou de dégagement d'un incident, puis indiquez les protections individuelles pertinentes pour les opérations de ponçage et de collage. Distinguez les protections individuelles des mesures de protection collective.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : GÉOMÉTRIE DE LA TRAPPE ET COUPE CONSTRUCTIVE

Le produit est une trappe rectangulaire de dimensions hors tout 800 mm × 600 mm × 84 mm. Le cadre périphérique est en bois massif de section 45 mm × 84 mm. Les deux montants sont continus sur la hauteur de 800 mm. Les deux traverses, placées entre les montants, ont une longueur de débit de 510 mm. L'ouverture intérieure du cadre mesure 710 mm × 510 mm. L'isolant est découpé à 498 mm × 698 mm afin de conserver un jeu périphérique de 6 mm par côté dans l'ouverture. Deux parements de contreplaqué de 12 mm recouvrent les faces du cadre ; leur dimension de débit est 800 mm × 600 mm. L'épaisseur de l'isolant est de 60 mm. La profondeur totale est donc de 12 + 60 + 12 = 84 mm. Les dimensions de débit sont des dimensions finies avant finition. Le dessin est schématique et les cotes numériques prévalent sur l'échelle graphique.

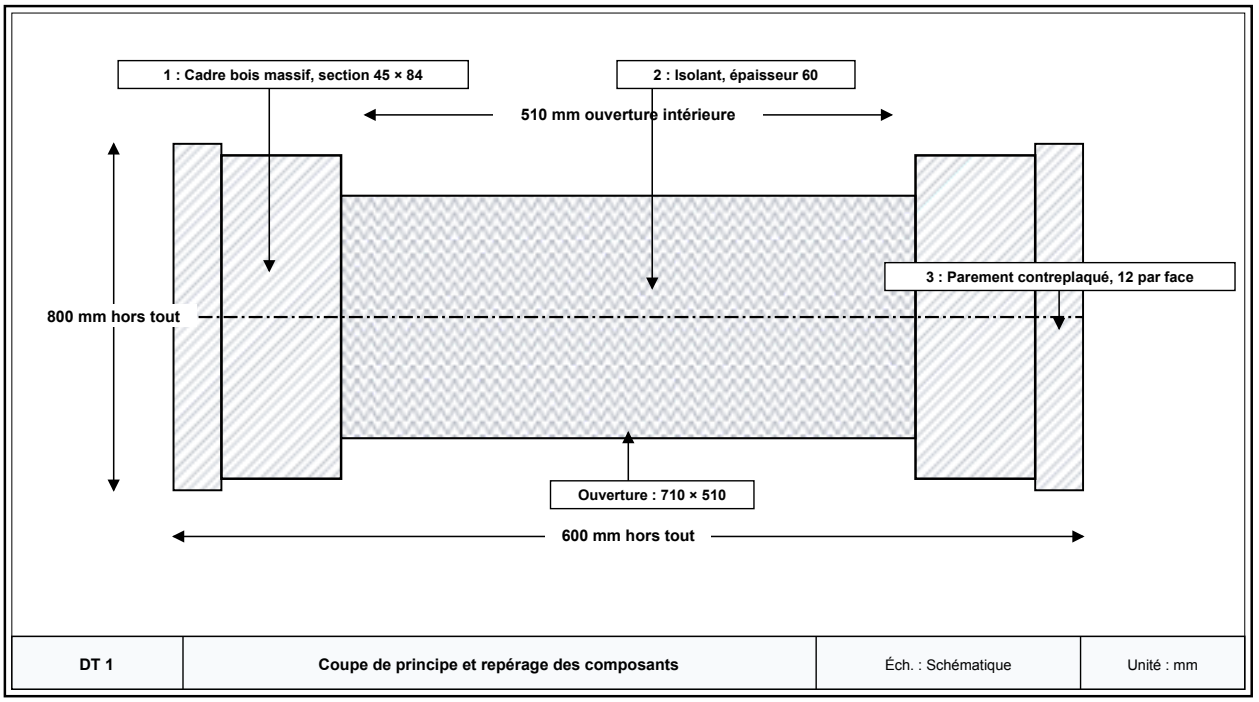


Schéma de principe de la trappe. Cotes numériques en millimètres. La représentation n'est pas à mesurer.

Repérage et dimensions de débit

Repère	Désignation	Quantité	Dimensions de débit (mm)	Matière
1	Montant	2	800 × 84 × 45	Bois massif
2	Traverse entre montants	2	510 × 84 × 45	Bois massif
3	Parement	2	800 × 600 × 12	Contreplaqué
4	Panneau isolant	1	698 × 498 × 60	Isolant rigide

Nomenclature géométrique de référence pour une trappe.

DT 2 : CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX ET RÉFÉRENCES APPLICABLES

Les désignations ci-dessous sont celles retenues dans le cahier des charges de l'entreprise. Les performances nécessaires aux calculs sont fournies dans ce document ; aucune valeur non mentionnée ne doit être supposée. Les références indiquées sont des repères de caractérisation et de prévention à considérer dans le cadre du projet. Elles ne remplacent pas l'examen des textes complets applicables à la fabrication et à la mise sur le marché.

Données matériaux et exigences de conception

Élément	Donnée ou exigence	Référence ou observation
Bois massif du cadre	Section finie 45 × 84 mm ; longueur de stock 3 000 mm ; prix 28,50 € par longueur	Caractérisation des classes de résistance du bois de structure : NF EN 338. La classe mécanique du bois retenu doit être confirmée par l'approvisionnement.
Parements	Contreplaqué bois, épaisseur 12 mm ; format de feuille 2 500 × 1 250 mm ; prix 18,40 €/m²	Panneaux à base de bois destinés à la construction : NF EN 13986. Caractéristiques et conditions d'emploi du panneau selon la fiche fournisseur.
Isolant	Épaisseur 60 mm ; conductivité thermique $\lambda = 0{,}036$ W/(m·K) ; prix 14,00 €/m²	Valeur λ fournie pour le calcul de la résistance thermique de la couche isolante seule.
Colle	Consommation de calcul 180 g/m² ; paquet 0,75 kg vendu 8,40 €	Respecter la fiche technique, les conditions d'application et le temps de prise communiqués par le fournisseur.
Encombrement	800 × 600 × 84 mm	Exigence dimensionnelle du cahier des charges.
Ouverture intérieure du cadre	710 × 510 mm	Jeu prévu pour l'isolant : 6 mm par côté.
Protection des chants	Les chants du panneau isolant ne doivent pas rester visibles après assemblage.	Exigence de conception du client.
Prévention en atelier	Évaluation des risques, équipements de travail adaptés, consignes de sécurité et protections appropriées.	Code du travail, notamment principes généraux de prévention de l'article L. 4121-1 et règles d'utilisation des équipements de travail applicables, notamment R. 4323-1.

Données contractuelles de l'étude et repères documentaires.

Données géométriques de contrôle

Contrôle	Donnée	Résultat attendu
Largeur d'ouverture intérieure	600 − 2 × 45	510 mm
Hauteur d'ouverture intérieure	800 − 2 × 45	710 mm
Largeur de l'isolant	510 − 2 × 6	498 mm
Hauteur de l'isolant	710 − 2 × 6	698 mm
Épaisseur de la trappe	12 + 60 + 12	84 mm

Valeurs à utiliser pour vérifier la cohérence de la définition.

DT 3 : DONNÉES DE FABRICATION ET PRÉVENTION EN ATELIER

La gamme comprend le débit du bois et des panneaux, le calibrage des pièces, l'usinage des assemblages, le montage du cadre, le collage ou la fixation des parements, la pose de l'isolant, le ponçage des chants et le contrôle final. Pour la vérification de vitesse de coupe, l'atelier retient une limite interne de 50 m/s pour l'outil étudié. Cette limite est une donnée de réglage de l'étude et ne constitue pas une valeur réglementaire générale.

Paramètres de fabrication et moyens de contrôle

Opération ou équipement	Donnée	Point de contrôle
Débit du bois massif	Stock 3 000 mm ; trait de scie 4 mm ; dressage total 20 mm	Longueurs finies des montants et traverses
Débit des parements	Feuille 2 500 × 1 250 mm ; trait de scie 4 mm	Dimensions 800 × 600 mm ; équerrage
Outil de fraisage	Diamètre 120 mm ; 6 000 tr/min ; 6 dents	Vitesse périphérique inférieure ou égale à 50 m/s
Avance par dent	0,15 mm	Valeur retenue pour le calcul de l'avance théorique
Assemblage du cadre	Cadre rectangulaire ; montants continus ; traverses entre montants	Équerrage et dimensions hors tout
Collage	Surface de calcul 0,12 m² ; consommation 180 g/m²	Quantité appliquée, répartition et respect des consignes fournisseur
Contrôle final	Contrôle visuel et contrôle dimensionnel	800 × 600 × 84 mm ; absence de jeu anormal et de défaut de collage

Données mises à disposition pour préparer la fabrication.

Repères de prévention pour les opérations étudiées

Opération	Risques possibles	Exemples de mesures de prévention
Débit à la scie	Contact avec l'outil, projection, bruit	Protecteurs en place et adaptés, dispositif de maintien, aspiration, consignes et formation
Fraisage	Contact avec l'outil, projection de copeaux, entraînement	Réglage machine arrêté, protecteurs et dispositifs de maintien utilisés, pièce guidée conformément aux consignes
Ponçage	Inhalation de poussières, projection, bruit	Captage à la source, entretien du système d'aspiration, protections individuelles adaptées selon l'évaluation des risques
Collage	Contact cutané ou oculaire, inhalation de vapeurs selon le produit	Fiche de données de sécurité consultée, ventilation adaptée, hygiène des mains et protections prescrites
Réglage ou dégagement d'un incident	Mise en mouvement intempestive de la machine	Arrêt, mise en sécurité et application de la procédure de consignation de l'atelier avant intervention

Éléments à intégrer à l'analyse de risques de l'atelier.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Analyse fonctionnelle et critères de contrôle, questions 1.2 et 1.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter les cases marquées « ... ». Les critères doivent être mesurables et cohérents avec le cahier des charges et les documents techniques.

Tableau d'analyse fonctionnelle

Élément à définir	Réponse du candidat
Fonction de service principale	.....
Fonction contrainte 1 : exigence associée	.....
Critère mesurable et niveau attendu	.....
Fonction contrainte 2 : exigence associée	.....
Critère mesurable et niveau attendu	.....
Fonction contrainte 3 : exigence associée	.....
Critère mesurable et niveau attendu	.....

À compléter par le candidat.

Repères documentaires et lien avec l'étude

Référence ou texte	Type de référence	Lien avec l'étude
NF EN 338	.....	.....
NF EN 13986	.....	.....
Code du travail, article L. 4121-1 et règles applicables à l'utilisation des équipements de travail	.....	.....

À compléter par le candidat.

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

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 2 : Feuille de débit, nomenclature et contrôle de définition, questions 2.2, 3.1 et 3.3 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les tableaux. Les dimensions de débit sont exprimées en millimètres. Pour la feuille de débit, faire apparaître le calcul de longueur totale nécessaire, les traits de scie, la marge de dressage et la longueur restante.

Feuille de débit du cadre

Repère	Désignation	Quantité	Longueur unitaire (mm)	Longueur totale (mm)
1	Montant	2	.....	.....
2	Traverse	2	.....	.....
.....	Total des longueurs finies	.....	.....	.....
.....	Traits de scie : 4 × 4 mm	.....	.....	.....
.....	Dressage des extrémités	.....	.....	.....
.....	Longueur totale nécessaire	.....	.....	.....
.....	Longueur restante dans le stock de 3 000 mm	.....	.....	.....

Bois massif de section finie 45 × 84 mm, stock disponible de 3 000 mm.

Nomenclature d'une trappe

Repère	Désignation	Quantité	Matière	Dimensions de débit (mm)
1	.....	.....	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....
3	.....	.....	.....	.....
4	.....	.....	.....	.....

À compléter par le candidat à partir du DT 1.

Contrôle de définition avant émission du dossier de fabrication

N°	Vérification à réaliser	Résultat ou critère attendu
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....

Indiquer trois vérifications adaptées au modèle CAO et à sa mise en plan.

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.