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 BP Charpentier, veuillez visiter :
bpcharpentier.fr/annales-sujets-et-corriges

BREVET PROFESSIONNEL

CHARPENTIER BOIS

SESSION 2026

ÉPREUVE E.11 : ANALYSE TECHNIQUE D'UN OUVRAGE

Coefficient : 3 Durée : 4 heures

Aucun document ou matériel autorisé en dehors de ceux fournis avec le sujet. Matériel de dessin technique usuel autorisé.

Composition de l'épreuve	Support
PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : Étude technologique, choix des matériaux et dimensionnement (7 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : Préparation de fabrication et protocole opératoire (5 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 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 : ATELIER DES CIMES, ENTREPRISE DE CHARPENTE BOIS, 12 RUE DES ARTISANS, 74000 ANNECY

L'entreprise Atelier des Cimes réalise une couverture à deux versants pour un préau communal situé à Annecy. Vous intervenez comme technicien charpentier chargé d'analyser la solution proposée, de vérifier les données de dimensionnement simplifiées fournies dans le dossier, puis de préparer la fabrication des chevrons et les mesures de prévention associées.

L'ouvrage étudié présente une longueur de 6,00 m suivant le faîtage et une portée horizontale de 4,00 m entre les appuis des chevrons. La pente est de 30°. Les chevrons sont posés à entraxe régulier de 600 mm. Les appuis sont supposés simples pour les vérifications demandées. Les données et critères de calcul à utiliser sont ceux explicitement indiqués dans les documents techniques du sujet.

Le cahier des charges impose des chevrons en bois massif de classe C24, une section proposée de 100 × 300 mm, une isolation continue de 240 mm entre chevrons et un traitement de protection appliqué sur les faces accessibles avant la pose. Les calculs de ce sujet constituent une vérification pédagogique sur les hypothèses indiquées et ne remplacent pas une étude complète d'exécution.

Répondre sur les documents réponse DR 1 et DR 2 lorsqu'ils sont prévus. Les résultats numériques seront accompagnés de leurs unités et les calculs seront présentés.

PARTIE 1 : Analyse fonctionnelle et réglementaire (5 points)

Décoder l'ouvrage, son fonctionnement et les exigences applicables

À partir des documents DT 1 et DT 2, analyser le système de toiture et les exigences retenues pour l'étude. Les extraits normatifs simplifiés fournis sont les seules références à mobiliser pour les réponses réglementaires de cette épreuve.

1.1 (2 points) Décrire le cheminement des charges verticales depuis la couverture jusqu'aux fondations, en nommant au moins quatre éléments successifs de l'ouvrage. Indiquer également la fonction principale des chevrons dans ce cheminement.

1.2 (1,5 point) À partir des données de DT 2, distinguer les actions permanentes des actions variables. Citer deux actions permanentes et deux actions variables prises en compte dans la charge linéique fournie pour la vérification des chevrons.

1.3 (1,5 point) Compléter le tableau de diagnostic du DR 1 en associant à chaque exigence indiquée le document ou la donnée du dossier permettant de la vérifier. Pour les règles de calcul, préciser pourquoi les hypothèses simplifiées du sujet doivent être distinguées d'une note de calcul d'exécution.

PARTIE 2 : Étude technologique, choix des matériaux et dimensionnement (7 points)

Quantifier l'ouvrage et vérifier les chevrons selon les données fournies

Utiliser le plan de DT 1 et les caractéristiques de DT 2 et DT 3. Pour les calculs, conserver les valeurs non arrondies jusqu'au résultat final. Arrondir les longueurs au centimètre, les surfaces au centième de mètre carré, les volumes au millième de mètre cube et les coûts au centime.

2.1 (2 points) Calculer la longueur inclinée d'un chevron à partir de la portée horizontale de 4,00 m et de la pente de 30°. Déterminer le nombre de chevrons nécessaires sur les 6,00 m de longueur, avec un entraxe maximal de 600 mm et un chevron à chaque rive. Calculer ensuite la surface réelle d'un versant et la surface totale des deux versants, sans débord.

2.2 (2,5 points) Vérifier la section proposée de 100 × 300 mm en flexion simple et en flèche, sur la portée inclinée calculée à la question 2.1. Utiliser les relations $M_{max} = qL^2/8$, $W = bh^2/6$, $\sigma_m = M_{max}/W$, $I = bh^3/12$ et $f_{max} = 5qL^4/(384EI)$. La charge linéique de calcul est $q = 0,80\ \mathrm{N/mm}$, le module d'élasticité moyen est $E = 11\,000\ \mathrm{N/mm^2}$, la contrainte de flexion admissible fournie pour cet exercice est $8,0\ \mathrm{N/mm^2}$ et la flèche limite est $L/300$. Conclure séparément sur la contrainte et la flèche. Convertir le moment en $\mathrm{kN \cdot m}$ pour la présentation du résultat.

2.3 (1,5 point) Calculer la résistance thermique de la couche d'isolant de 240 mm d'épaisseur et de conductivité thermique $\lambda = 0,036\ \mathrm{W/(m \cdot K)}$, en appliquant $R = e/\lambda$. Puis calculer le volume de bois net des chevrons. Pour le traitement, la consommation imposée est de 0,25 L/m² par couche, deux couches sont prévues et la surface développée à traiter est de 42,0 m². Calculer le volume de produit à prévoir avec une majoration de 10 % pour les pertes.

2.4 (1 point) À partir du volume net obtenu à la question 2.3, appliquer une majoration de 10 % pour les pertes de débit. Calculer le volume de bois à approvisionner, le volume de chute correspondant et le coût matière au tarif de 980 € HT/m³. Présenter la formule utilisée pour le rendement matière $\eta = V_{net}/V_{approvisionné}$.

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

Établir le débit et organiser les opérations de fabrication

Préparer la fabrication des chevrons à partir des données des DT 1 à DT 3. La longueur inclinée calculée à la question 2.1 est la longueur théorique entre appuis. Une surlongueur de débit de 120 mm par chevron est prévue pour permettre le traçage et les coupes d'extrémité.

3.1 (2 points) Compléter la feuille de débit du DR 2 : nombre de pièces, section, longueur théorique, surlongueur de débit et longueur brute totale. Indiquer la longueur brute unitaire à débiter.

3.2 (2 points) Établir un protocole opératoire chronologique comprenant au moins cinq étapes, depuis la réception et le contrôle du bois jusqu'au stockage des chevrons débités. Faire apparaître le contrôle de la classe et de l'humidité, le traçage de la pente, la réalisation d'une pièce témoin et le contrôle de répétabilité des pièces.

3.3 (1 point) La lame de scie circulaire a un diamètre de 300 mm et tourne à 3 000 tr/min. Calculer sa vitesse périphérique en m/min avec $V_c = \pi D n / 1000$, puis en m/s. Indiquer une mesure de réglage ou de contrôle à réaliser avant la série de coupes.

PARTIE 4 : Prévention et sécurité (3 points)

Repérer les risques et définir les mesures de prévention

La fabrication est réalisée dans l'atelier de l'entreprise. Le bois est manutentionné à deux ou au moyen d'une aide mécanique. Le débit est effectué sur une scie circulaire équipée de protecteurs et d'un dispositif d'aspiration. Le traitement de protection est appliqué dans une zone ventilée conformément à la fiche de données de sécurité du produit.

4.1 (1,5 point) Identifier trois risques distincts liés aux opérations décrites : manutention, débit et traitement de protection. Pour chacun, associer une mesure de prévention adaptée.

4.2 (1,5 point) Indiquer les vérifications à effectuer avant la mise en marche de la scie et citer les équipements de protection individuelle adaptés au débit et à l'application du traitement. Préciser les conditions de rangement et d'étiquetage du produit de traitement après usage.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : PLAN DE PRINCIPE DE LA TOITURE À DEUX VERSANTS

Ouvrage : préau communal d'Annecy. Dimensions hors tout étudiées : longueur suivant faîtage 6 000 mm, portée horizontale entre appuis 4 000 mm, pente de chaque versant 30°. Les débords sont exclus des calculs de surface et de longueur demandés. Les chevrons sont posés perpendiculairement au faîtage, à entraxe maximal de 600 mm sur la longueur de 6 000 mm. La longueur calculée d'un chevron correspond à la distance inclinée entre appuis.

Les chevrons reposent sur une panne faîtière et sur des pannes sablières. Les pannes reportent les efforts sur les poteaux, puis sur les fondations. Le présent schéma est un plan de principe et n'est pas à l'échelle réelle.

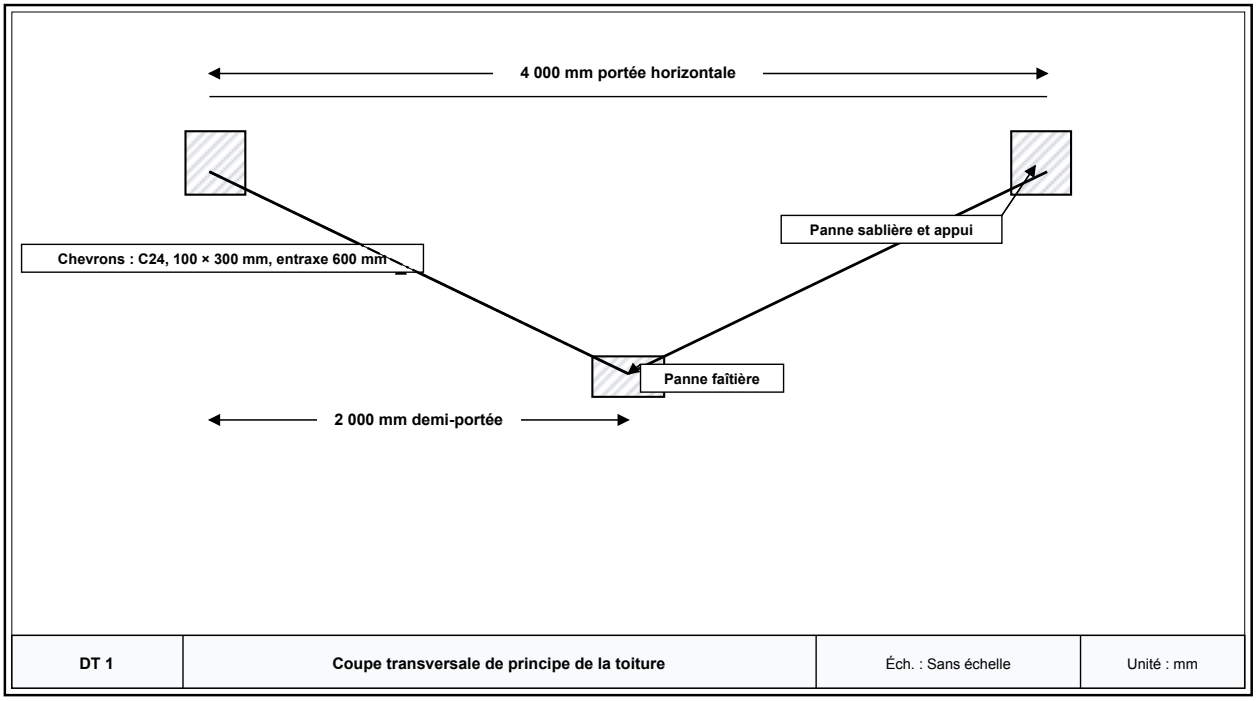


Schéma de principe, dimensions indiquées en millimètres.

Données géométriques de l'ouvrage

Donnée	Valeur	Unité
Longueur suivant faîtage	6 000	mm
Portée horizontale entre appuis	4 000	mm
Pente des versants	30	degrés
Entraxe maximal des chevrons	600	mm
Débord pris en compte dans le métrage	Aucun	-

Données contractuelles du cahier des charges.

DT 2 : HYPOTHÈSES DE CALCUL ET CRITÈRES DE VÉRIFICATION

Pour l'étude simplifiée des chevrons, modéliser chaque pièce comme une poutre simplement appuyée, de section rectangulaire constante, chargée uniformément sur sa longueur inclinée. La charge linéique totale fournie intègre les charges permanentes de couverture et de charpente ainsi que les actions variables retenues pour cet exercice. Ne pas recalculer cette charge à partir d'une réglementation climatique.

La relation de résistance utilisée est $\sigma_m = M_{max}/W$. Le critère de comparaison fourni est $\sigma_m \leq 8,0\ \mathrm{N/mm^2}$. La flèche maximale calculée est comparée à $L/300$. Ces valeurs sont des données pédagogiques du sujet et ne constituent pas une validation complète selon les Eurocodes.

Données mécaniques fournies pour le calcul

Paramètre	Valeur	Unité ou précision
Charge linéique uniforme q	0,80	N/mm
Module d'élasticité moyen E	11 000	N/mm²
Contrainte de flexion admissible pour l'exercice	8,0	N/mm²
Limite de flèche	L/300	L en mm
Modèle statique	Poutre simplement appuyée	Charge uniformément répartie

Valeurs imposées pour les questions de dimensionnement.

Actions à reconnaître dans le système de toiture

Action	Catégorie	Exemple dans l'ouvrage
Poids propre des chevrons	Permanente	Masse des pièces de bois
Poids des éléments de couverture	Permanente	Couverture et liteaux
Neige	Variable	Action climatique
Vent	Variable	Action climatique

Exemples d'actions correspondant au cahier des charges.

DT 3 : CARACTÉRISTIQUES DES MATÉRIAUX, PRODUITS ET FABRICATION

Le bois prescrit est un résineux de structure classé C24, de section nominale 100 × 300 mm. Pour le présent sujet, le tarif d'achat est de 980 € HT/m³. La surlongueur de débit pour les chevrons est fixée à 120 mm par pièce. La majoration d'approvisionnement pour pertes de débit est fixée à 10 % du volume net. La surface de bois développée à traiter, donnée par l'entreprise pour le lot considéré, est de 42,0 m².

Ressources réglementaires et normatives à considérer : NF EN 338 pour les classes de résistance du bois de structure ; NF EN 1995-1-1, Eurocode 5, pour la conception des structures

en bois ; NF EN 1991-1-3 pour les actions de neige ; NF EN 1991-1-4 pour les actions de vent ; NF DTU 31.1 pour les travaux de charpente en bois. Les éditions et dispositions applicables à un chantier réel doivent être vérifiées par le responsable de l'étude. Pour cette épreuve, les valeurs numériques de DT 2 prévalent sur tout calcul réglementaire non demandé.

Produit de traitement : consommation de 0,25 L/m² par couche, deux couches, majoration de 10 % pour les pertes. Respecter la fiche de données de sécurité et les instructions du fabricant.

Caractéristiques et données de fabrication

Donnée	Valeur	Unité
Classe de résistance du bois	C24	-
Section nominale d'un chevron	100 × 300	mm
Tarif du bois	980	€ HT/m³
Surlongueur de débit unitaire	120	mm
Majoration pour pertes de débit	10	%
Consommation de traitement par couche	0,25	L/m²
Nombre de couches de traitement	2	-
Surface développée à traiter	42,0	m²
Diamètre de lame	300	mm
Vitesse de rotation de la lame	3 000	tr/min

Données fournies par l'entreprise pour le lot étudié.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : questions 1.3 et 2.2 — **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Compléter directement les cases laissées en pointillés. Pour la vérification mécanique, inscrire les formules, les valeurs substituées, les résultats avec unités et la conclusion.

Tableau de diagnostic technique et réglementaire

Exigence ou point à vérifier	Document ou donnée utilisée	Constat ou justification
Classe de résistance du bois	.....	.....
Actions à considérer sur la toiture	.....	.....
Vérification en flexion et en flèche	.....	.....
Portée des hypothèses simplifiées	.....	.....

Une réponse concise et justifiée est attendue pour chaque ligne.

Feuille de calcul de la vérification du chevron

Grandeur	Formule	Résultat	Conclusion
Moment maximal Mmax	.....	.....	.....
Module de flexion W	.....	.....	.....
Contrainte de flexion σm	.....	.....	.....
Moment quadratique I	.....	.....	.....
Flèche maximale fmax	.....	.....	.....
Flèche limite L/300	.....	.....	.....

Compléter les valeurs calculées et conclure.

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 et 3.2

À RENDRE AVEC LA COPIE

Compléter la feuille de débit et rédiger le protocole opératoire dans l'ordre chronologique. Indiquer les unités et les contrôles associés à chaque étape de fabrication.

Feuille de débit des chevrons

Repère	Désignation	Nombre	Section (mm)	Longueur théorique unitaire (mm)	Surlongueur (mm)	Longueur brute unitaire (mm)	Longueur brute totale (mm)
CH1	Chevron de versant	.....	.....	.....	.....	.....	.....

Longueur brute à débiter incluant la surlongueur indiquée dans le sujet.

Protocole opératoire et contrôles

Ordre	Opération	Contrôle ou point de vigilance
1	.....	.....
2	.....	.....
3	.....	.....
4	.....	.....
5	.....	.....

Présenter au moins cinq étapes chronologiques.

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.