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

SOUS-ÉPREUVE E.12 : PRÉPARATION D'UNE FABRICATION ET D'UNE MISE EN ŒUVRE SUR CHANTIER, UNITÉ U.12

Coefficient : 3 Durée : 3 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 (4 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MÉTRÉ ET CALCULS (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (6 points)	Dossier Questionnement
PARTIE 4 : PRÉVENTION, SÉCURITÉ ET ORGANISATION DU LEVAGE (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 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.
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 : CHARPENTES DU VAL D'ARVE, ATELIER DE FABRICATION À PASSY ET CHANTIER À SALLANCHES (HAUTE-SAVOIE)

L'entreprise Charpentes du Val d'Arve doit fabriquer et mettre en œuvre la charpente d'un atelier artisanal de plain-pied. Le bâtiment présente une emprise extérieure de 8,00 m par 6,00 m. La toiture est à deux versants symétriques, avec une pente de 31° environ et un débord de toiture exclu des calculs de ce sujet. La longueur de faîtage est de 8,00 m.

Le bureau d'études a validé les sections et les assemblages décrits dans le dossier technique. Le lot charpente comprend cinq fermes espacées de 2,00 m, les pannes longitudinales, la préparation des pièces en atelier, leur levage et leur stabilisation provisoire. Les appuis en béton et les sabots métalliques sont réalisés et réceptionnés par les autres lots.

Le travail demandé porte sur l'analyse des contraintes, le métré, la préparation de fabrication, l'organisation du levage et la prévention des risques. Toutes les dimensions utiles, données de prix, capacités de matériel et consignes de chantier nécessaires figurent dans le sujet et les documents DT 1 à DT 3. Les résultats seront présentés avec leurs unités et les calculs principaux.

PARTIE 1 : ANALYSE FONCTIONNELLE ET RÉGLEMENTAIRE (4 points)

Analyser les contraintes de réalisation et repérer les exigences applicables

À partir du cahier des charges et des documents DT 1 à DT 3, préparez l'intervention de l'entreprise en identifiant les fonctions de l'ouvrage, ses contraintes et les exigences de réalisation à prendre en compte.

1.1 (1 point) Formulez la fonction principale de la charpente et indiquez deux fonctions ou exigences complémentaires auxquelles elle doit répondre dans ce projet.

1.2 (1,5 point) Relevez trois contraintes de réalisation différentes parmi les contraintes géométriques, matérielles, de délai, d'accès ou de levage. Pour chacune, indiquez une conséquence concrète sur la préparation de la fabrication ou du chantier.

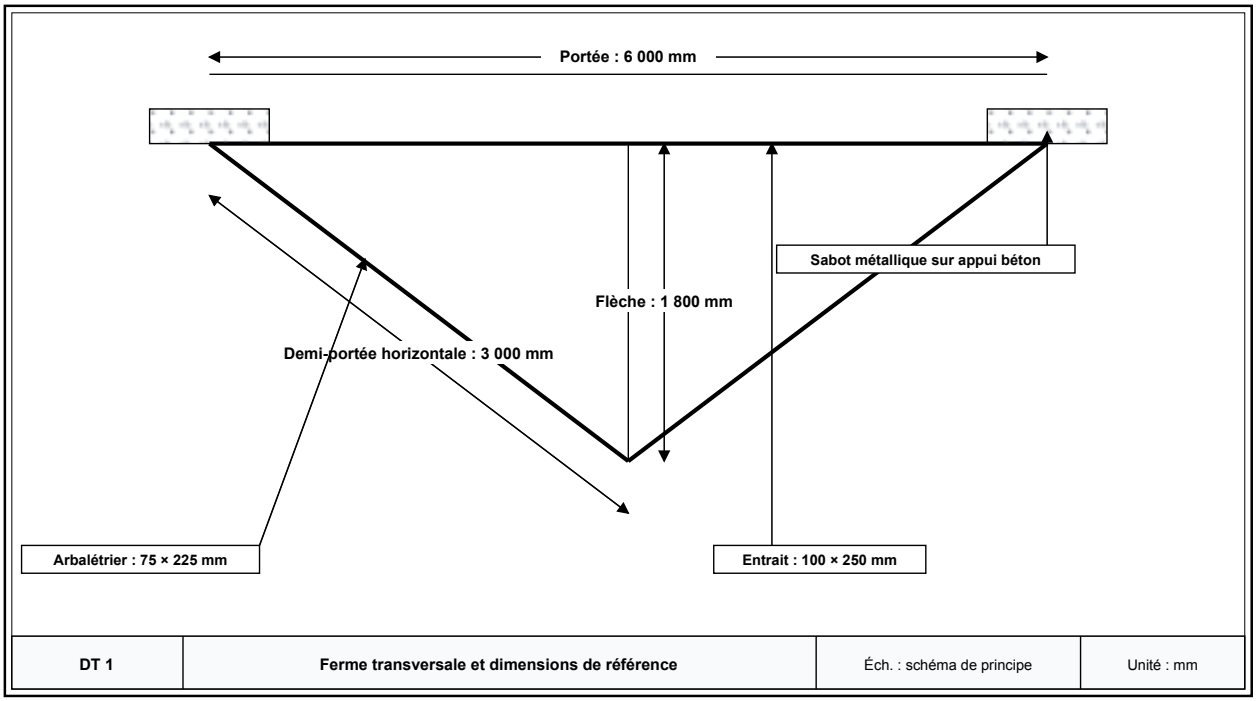
1.3 (1,5 point) Citez deux références réglementaires ou techniques pertinentes indiquées dans le DT 3 et précisez, pour chacune, le sujet auquel elle se rapporte dans cette intervention. Distinguez une exigence de conception ou d'exécution d'une règle de prévention.

PARTIE 2 : ÉTUDE TECHNOLOGIQUE, MÉTRÉ ET CALCULS (6 points)

Exploiter les données géométriques, les caractéristiques des matériaux et la fiche produit

Les dimensions de la toiture sont données dans le DT 1. Les sections de bois sont fixées par la note de calcul du bureau d'études et ne sont pas à redimensionner. Utilisez les valeurs nominales fournies

et arrondissez les longueurs au centimètre et les quantités de produit au gramme.



Les dimensions écrites priment sur les proportions du schéma.

Données de métré et de matériau

Élément	Donnée	Valeur
Bâtiment	Longueur × largeur extérieure	8,00 m × 6,00 m
Toiture	Nombre de versants et pente	2 versants, 31° environ
Fermes	Nombre et entraxe	5 fermes, entraxe 2,00 m
Arbalétrier	Section et longueur de stock	75 × 225 mm, stock de 4,00 m
Entrait	Section et longueur de stock	100 × 250 mm, stock de 6,00 m
Pannes	Section et longueur de stock	75 × 100 mm, stock de 4,00 m
Pannes longitudinales	Lignes à réaliser	5 lignes de 8,00 m
Isolant de toiture	Épaisseur e et conductivité λ	200 mm ; 0,036 W/(m·K)

Valeurs imposées pour le projet.

2.1 (2 points) Calculez la longueur d'un arbalétrier à partir de la demi-portée horizontale de 3,00 m et de la flèche de 1,80 m, en utilisant le théorème de Pythagore : $L = \sqrt{3,00^2 + 1,80^2}$. Calculez ensuite la surface totale des deux versants, sans débord, avec $S = 2 \times 8,00 \times L$. Donnez les résultats avec les unités et un arrondi adapté.

2.2 (2 points) Établissez le métré global des bois principaux à préparer pour les cinq fermes et les cinq lignes de pannes longitudinales : nombre d'arbalétriers et longueur totale, nombre d'entraits et longueur totale, nombre de pièces de panne de 4,00 m et longueur totale. Les arbalétriers sont comptés à la longueur calculée à la question 2.1. Présentez vos résultats dans le DR 1.

2.3 (1 point) Calculez la résistance thermique de l'isolant de toiture avec $R = e/\lambda$. Convertissez l'épaisseur en mètres avant le calcul. Exprimez le résultat en $m^2 \cdot K/W$.

2.4 (1 point) Le produit de protection des bois de bout s'applique à raison de 200 g/m². Le traitement concerne les deux extrémités de chacun des 10 arbalétriers et des 5 entraits. Pour le calcul, assimilez chaque face de bout à la section rectangulaire nominale de la pièce. Calculez la masse de produit nécessaire, puis ajoutez 15 % de marge de chantier. Les surfaces à considérer sont donc $75 \times 225\ mm^2$ pour un bout d'arbalétrier et $100 \times 250\ mm^2$ pour un bout d'entrait.

PARTIE 3 : PRÉPARATION DE FABRICATION ET PROTOCOLE OPÉRATOIRE (6 points)

Préparer le débit, estimer le rendement matière et organiser les opérations

Les longueurs de stock, les prix unitaires, les données de la scie et les temps disponibles figurent dans le DT 2. Pour les calculs de débit, les traits de scie sont déjà intégrés dans les longueurs de stock utilisables indiquées : aucune surcote supplémentaire n'est à ajouter.

Données de fabrication, prix et organisation

Donnée	Valeur
Arbalétrier 75 × 225 mm, longueur 4,00 m	48,00 € par pièce
Entrait 100 × 250 mm, longueur 6,00 m	78,00 € par pièce
Panne 75 × 100 mm, longueur 4,00 m	24,00 € par pièce
Kit de connecteurs métalliques par ferme	18,00 € par kit
Produit de protection des bois de bout	14,00 € par kg ; conditionnement de 1 kg
Scie circulaire d'atelier	Diamètre de lame 350 mm ; vitesse de rotation 3 500 tr/min
Séquence atelier disponible	Réception et contrôle : 30 min ; traçage et repérage : 45 min ; débit : 90 min ; assemblage et contrôle : 75 min
Équipe de fabrication	2 charpentiers
Levage et stabilisation sur chantier	5 fermes à lever ; prévoir une vérification après chaque levage

Prix hors taxes communiqués par le fournisseur de l'entreprise.

Données de préparation du levage

Donnée de levage	Valeur
Masse de la ferme la plus lourde, accessoires compris	0,42 t
Portée prévue de la grue	10 m
Capacité de la grue à 10 m de portée	0,85 t
Pression maximale admissible sur la plateforme préparée	200 kPa
Pression maximale calculée sous stabilisateur avec plaques prévues	165 kPa
Vitesse de vent mesurée au début du levage	7,5 m/s
Vitesse maximale de vent autorisée par la notice du matériel pour cette opération	10 m/s
Zone d'exclusion autour de la zone de levage	Rayon minimal de 6 m

Capacités certifiées pour la configuration retenue, accessoires de levage compris dans la charge à lever.

3.1 (2 points) Complétez le DR 1 pour proposer un débit en stocks entiers. Pour les arbalétriers, débitez un arbalétrier par stock de 4,00 m. Pour les entraits, un entrait correspond à un stock de 6,00 m. Pour les pannes, une pièce de 4,00 m alimente chaque tronçon de 4,00 m d'une ligne de 8,00 m. Calculez le nombre de stocks à commander, la longueur utile totale et les chutes totales de chaque famille de bois. Pour les arbalétriers, calculez aussi le rendement matière $\eta = L_{utile} / L_{stock} \times 100$ et le taux de chute $100 - \eta$.

3.2 (1,5 point) À partir du débit proposé, calculez le coût hors taxes des arbalétriers, des entraits, des pannes et des kits de connecteurs, puis le coût total de ces fournitures. Pour le produit de protection, indiquez si un conditionnement de 1 kg suffit selon votre résultat à la question 2.4 et calculez le coût correspondant au conditionnement acheté. Présentez le coût total des fournitures, produit compris.

3.3 (1,5 point) Proposez un ordre opératoire cohérent depuis la réception des bois jusqu'au contrôle des fermes assemblées. Reportez au moins cinq opérations dans le DR 2, en précisant pour chacune un contrôle ou un point d'arrêt utile. Calculez également la durée totale de la séquence atelier indiquée dans le DT 2 et indiquez l'heure de fin si elle débute à 8 h 00, sans ajouter de temps non fourni.

3.4 (1 point) Calculez la vitesse périphérique de la lame avec $V_c = \pi \times D \times n / 60$, en utilisant D en mètres et n en tours par minute. Donnez le résultat en m/s, arrondi au dixième, et indiquez une vérification à effectuer avant la coupe.

PARTIE 4 : PRÉVENTION, SÉCURITÉ ET ORGANISATION DU LEVAGE (4 points)

Organiser et sécuriser l'espace de travail et l'intervention sur chantier

Le levage est réalisé depuis une plateforme balisée, à l'aide de la grue et des accessoires vérifiés. Les valeurs de capacité, de pression admissible et de conditions météorologiques à appliquer sont celles du DT 2. Les consignes de prévention du DT 3 complètent les informations du cahier des charges.

Extrait des consignes de chantier

Situation	Consigne applicable
Levage	Une personne désignée commande la manœuvre ; une seule personne guide la charge depuis une zone visible et sûre.
Stabilisation	Chaque ferme est maintenue par des dispositifs provisoires avant de libérer les accessoires de levage.
Travail en hauteur	Les protections collectives et moyens d'accès sont installés et contrôlés avant l'intervention en rive ou en toiture.
Zone de levage	Aucun salarié ne reste sous une charge suspendue ; la zone d'exclusion a un rayon minimal de 6 m.
Arrêt de l'opération	Ne pas commencer ou poursuivre le levage si une limite du matériel, de la plateforme ou des conditions météorologiques est dépassée.

Consignes établies pour l'intervention étudiée.

4.1 (1,5 point) Identifiez trois risques liés à la fabrication ou à la mise en œuvre de cette charpente. Pour chacun, proposez une mesure de prévention adaptée, en privilégiant les protections collectives lorsque cela est pertinent.

4.2 (1,5 point) Vérifiez si la grue peut lever la ferme la plus lourde à la portée prévue. Comparez la charge à lever à la capacité disponible. Vérifiez également la pression sous stabilisateur et la vitesse du vent par rapport aux limites du DT 2. Concluez clairement sur l'autorisation ou non de commencer le levage au vu de ces trois données.

4.3 (1 point) Indiquez les mesures à prendre pour baliser la zone de levage et sécuriser la ferme après sa mise en place, avant de libérer les accessoires. Précisez à quel moment les protections collectives de travail en hauteur doivent être contrôlées.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCES

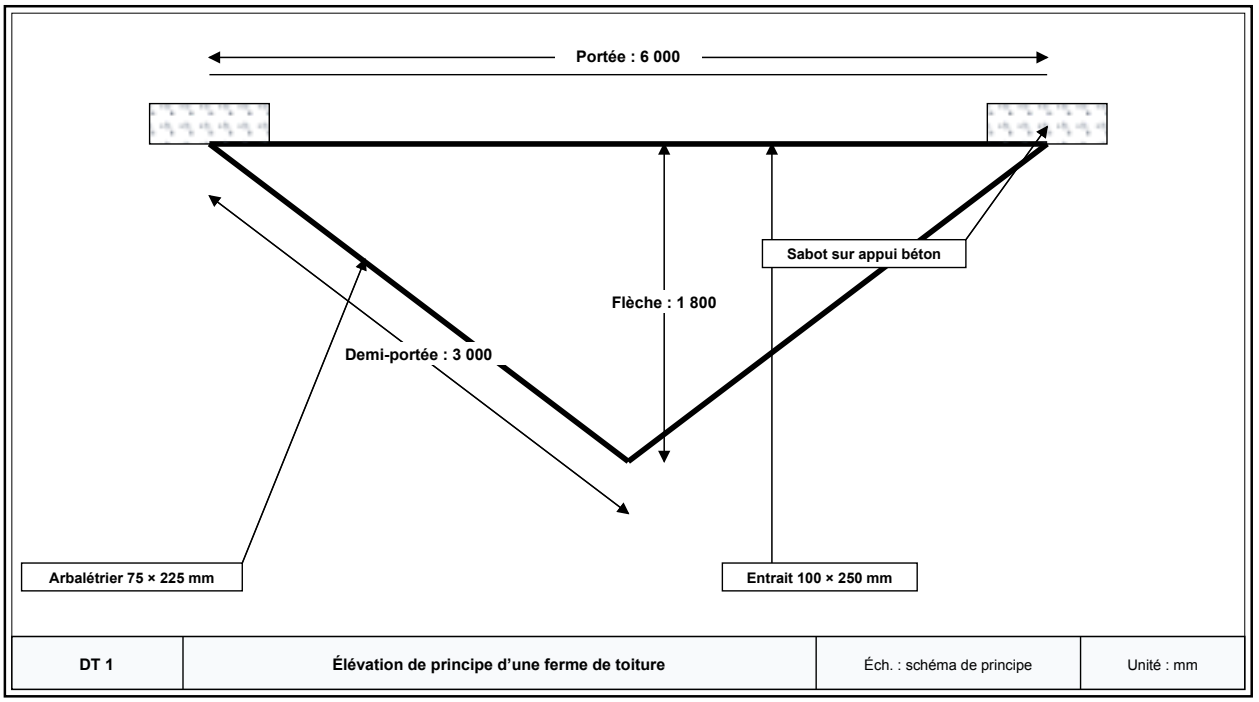
Documents ressources nécessaires à la résolution du sujet

DT 1 : GÉOMÉTRIE DE L'OUVRAGE, SECTIONS PRESCRITES ET DONNÉES DE MÉTRÉ

Le bâtiment présente une emprise extérieure de 8,00 m de longueur et de 6,00 m de largeur. La toiture à deux versants est symétrique. La demi-portée horizontale d'une ferme est de 3,00 m et la flèche, mesurée entre le niveau des appuis et le faîtage, est de 1,80 m. La longueur inclinée d'un versant de ferme se calcule par $L = \sqrt{3,00^2 + 1,80^2}$. La longueur d'un versant de toiture est identique à la longueur inclinée de l'arbalétrier. Les débords de toiture sont exclus du métré demandé.

Cinq fermes sont réparties sur la longueur du bâtiment, avec un entraxe de 2,00 m. Chaque ferme comprend deux arbalétriers de section 75 × 225 mm et un entrait de section 100 × 250 mm. Le système d'assemblage de chaque ferme est celui prescrit par le bureau d'études et est représenté par le schéma de principe. Les pannes sont disposées sur cinq lignes longitudinales de 8,00 m, comprenant une ligne de faîtage, deux lignes intermédiaires et deux lignes de rive. Les sections et longueurs de stock sont celles du tableau de métré de la partie 2. Les sections sont validées par le bureau d'études : aucune vérification de résistance structurale n'est demandée.

La surface de toiture à deux versants, sans débord, est calculée avec $S = 2 \times 8,00 \times L$. Pour l'isolant de toiture, utiliser la relation $R = e/\lambda$, où e est l'épaisseur en mètres et λ la conductivité thermique en W/(m·K).



Traits épais : bois de la ferme. Supports représentés en gris : appuis béton et sabots réalisés par un autre lot. Les cotes écrites sont les valeurs de référence.

Tableau récapitulatif des éléments et des données de calcul

Élément ou paramètre	Quantité ou valeur	Unité ou précision
Fermes	5	unités
Arbalétriers par ferme	2	pièces
Longueur utile d'un arbalétrier	Résultat de Pythagore	m
Entraits	1 par ferme, longueur 6,00	m
Pannes longitudinales	5 lignes de 8,00	m
Longueurs de stock des bois	Arbalétriers : 4,00 ; entraits : 6,00 ; pannes : 4,00	m
Isolant	e = 0,200 ; λ = 0,036	m ; W/(m·K)

Données du projet à utiliser pour les calculs demandés.

DT 2 : DONNÉES DE FABRICATION, DE DÉBIT, DE COÛT ET DE LEVAGE

Débit des bois : prévoir 10 arbalétriers, 5 entraits et les tronçons nécessaires pour constituer cinq lignes de pannes longitudinales de 8,00 m. Pour les pannes, les tronçons de 4,00 m sont assemblés suivant le détail validé par le bureau d'études. Les longueurs de stock sont utilisables intégralement pour les calculs de débit de cette épreuve ; aucune perte de coupe n'est à déduire. La chute d'un arbalétrier débité dans un stock de 4,00 m se calcule à partir de la différence entre la longueur de stock et sa longueur utile.

Pour la protection des bois de bout, la fiche produit prescrit une consommation de 200 g/m². Ajouter une marge de chantier de 15 % à la masse théorique calculée. Le produit est vendu en conditionnement de 1 kg au prix de 14,00 € HT par conditionnement. Pour le coût matière, les prix unitaires sont ceux du tableau de la partie 3 ; les cinq kits de connecteurs correspondent aux cinq fermes.

La scie circulaire d'atelier est équipée d'une lame de 350 mm de diamètre tournant à 3 500 tr/min. La vitesse périphérique se calcule avec $V_c = \pi \times D \times n/60$, en exprimant le diamètre en mètres. Avant toute coupe, l'opérateur contrôle notamment le maintien de la pièce, l'état et le montage de la lame, le réglage de la machine et la présence des protections.

Pour le levage, la masse maximale d'une ferme avec accessoires est de 0,42 t. À la portée prévue de 10 m, la capacité certifiée de la grue est de 0,85 t. La plateforme accepte au maximum 200 kPa ; la pression calculée sous stabilisateur avec les plaques prévues est de 165 kPa. Le vent mesuré est de 7,5 m/s et la notice de la grue fixe à 10 m/s la limite pour cette opération. La zone d'exclusion a un rayon minimal de 6 m. Les accessoires et le matériel font l'objet des vérifications prévues avant emploi.

Extrait de la fiche de débit et des prix

Référence	Longueur de stock	Prix unitaire HT	Règle de débit
Arbalétrier 75 × 225 mm	4,00 m	48,00 €	1 pièce utile par stock
Entrait 100 × 250 mm	6,00 m	78,00 €	1 entrait par stock
Panne 75 × 100 mm	4,00 m	24,00 €	1 tronçon de 4,00 m par stock
Kit de connecteurs métalliques	1 kit	18,00 €	1 kit par ferme
Protection des bois de bout	Conditionnement de 1 kg	14,00 €	Consommation : 200 g/m² ; marge : 15 %

Prix hors taxes et données communiqués pour l'intervention.

Capacités et limites du levage

Paramètre	Valeur prévue	Limite applicable
Charge avec accessoires	0,42 t	Capacité grue à 10 m : 0,85 t
Pression sous stabilisateur	165 kPa	Plateforme : 200 kPa maximum
Vitesse du vent	7,5 m/s	10 m/s maximum selon la notice
Zone d'exclusion	Rayon minimal de 6 m	Personne sous charge suspendue : interdit

Valeurs à vérifier avant l'autorisation de la manœuvre.

DT 3 : RÉFÉRENCES TECHNIQUES ET CONSIGNES DE PRÉVENTION

Références techniques applicables au projet, à consulter en fonction de leur domaine : NF EN 1995-1-1, Eurocode 5, pour le calcul des structures en bois et les principes de conception ; NF EN 338 pour les classes de résistance du bois de structure ; NF EN 14081 pour les bois de structure à section rectangulaire classés pour leur résistance ; NF DTU 31.1 pour les travaux de charpente en bois. Les sections de la ferme et les dispositions d'assemblage représentées dans le présent sujet sont données comme validées par le bureau d'études. Les références ne dispensent pas de respecter les plans et prescriptions du projet.

Prévention : appliquer les principes généraux de prévention du Code du travail, notamment l'article L. 4121-1, et les dispositions relatives à l'utilisation des équipements de travail et aux travaux temporaires en hauteur, notamment les articles R. 4323-58 et suivants. Les équipements de levage sont utilisés conformément à leur notice et à leur configuration réelle. Avant le levage, vérifier la stabilité de la plateforme, l'appui des stabilisateurs, les capacités correspondant à la portée, les accessoires, le balisage et les conditions météorologiques.

Pour cette intervention, les consignes de chantier imposent de maintenir la zone d'exclusion libre de toute personne, de ne jamais passer ni stationner sous une charge suspendue, de désigner un responsable de manœuvre et un guide, de stabiliser chaque ferme avant de libérer les accessoires et de contrôler les protections collectives et les moyens d'accès avant tout travail en

hauteur. Une opération est arrêtée dès qu'une limite de matériel ou une condition de sécurité n'est plus respectée.

Domaines des références et points de contrôle

Référence ou consigne	Domaine	Application à l'intervention
NF EN 1995-1-1, Eurocode 5	Conception des structures en bois	Se référer aux dispositions validées par le bureau d'études.
NF EN 338	Classes de résistance du bois de structure	Identifier les caractéristiques de classe prescrites au dossier d'exécution.
NF EN 14081	Bois de structure classés pour leur résistance	Vérifier l'identification et la conformité des bois réceptionnés.
NF DTU 31.1	Travaux de charpente en bois	Respecter les prescriptions d'exécution du marché et les plans.
Code du travail, L. 4121-1	Principes généraux de prévention	Évaluer les risques et organiser des mesures de prévention adaptées.
Code du travail, R. 4323-58 et suivants	Travaux temporaires en hauteur	Prévoir un accès et des protections adaptés avant les travaux en hauteur.
Notice de la grue et consignes de chantier	Levage et manutention	Vérifier capacité, portée, appuis, vent, balisage et stabilisation.

Repères documentaires fournis pour l'analyse du projet.

NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

DR 1 : Document réponse à rendre avec la copie : Questions 2.2 et 3.1

À RENDRE AVEC LA COPIE

Complétez toutes les cases marquées « ... ». Indiquez les calculs utiles, les unités et les résultats arrondis demandés. Pour les pannes, le nombre de stocks est calculé à partir de cinq lignes de 8,00 m réalisées avec des tronçons de 4,00 m.

Métré, feuille de débit et rendement matière

Famille de pièces	Nombre de pièces utiles	Longueur utile unitaire	Longueur utile totale	Nombre de stocks à commander	Longueur totale en stock	Chute totale
Arbalétriers 75 × 225 mm	.....	... m	... m	.....	... m	... m
Entraits 100 × 250 mm	.....	6,00 m	... m	.....	... m	... m
Pannes 75 × 100 mm	... tronçons	4,00 m	... m	.....	... m	... m
Rendement des arbalétriers	Longueur utile totale : ... m	Longueur de stock totale : ... m	Rendement : ... %	Taux de chute : ... %	.....	.....

Le candidat complète les colonnes manquantes.

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 : Question 3.3 **À RENDRE AVEC LA COPIE**

Complétez le tableau en proposant un ordre opératoire depuis la réception des bois jusqu'au contrôle des fermes assemblées. Chaque opération doit être accompagnée d'un contrôle ou d'un point d'arrêt concret.

Préparation du processus opératoire en atelier

Ordre	Opération	Contrôle ou point d'arrêt
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

Utilisez les lignes disponibles et ajoutez une ligne si nécessaire.

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.