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

E1 - A1 : RECHERCHE DE SOLUTIONS TECHNOLOGIQUES

Session 2003 • Code sujet : **E1 - A1** • Durée : **2 h** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Usinage et état de surface** (4 questions) — **Page 3**
2. **Isolation thermique d'une paroi à ossature bois** (3 questions) — **Page 6**
3. **Résistance des matériaux : panne faîtière** (12 questions) — **Page 8**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 15**

Sujet officiel (PDF) : https://bpcharpentier.fr/assets/annales/bp-charpentier/U11 - Recherche des solutions technologiques/2003/BP Charpentier - U11 - Recherche des solutions technologiques - Session 2003 - 3-Sujet.pdf

1. Usinage et état de surface

Le candidat prépare l'usinage d'un quart-de-rond de 8 mm sous le nez de marches d'escalier. Il choisit l'outil et sa fréquence de rotation, calcule la vitesse de coupe et cite des paramètres influant sur l'état de surface.

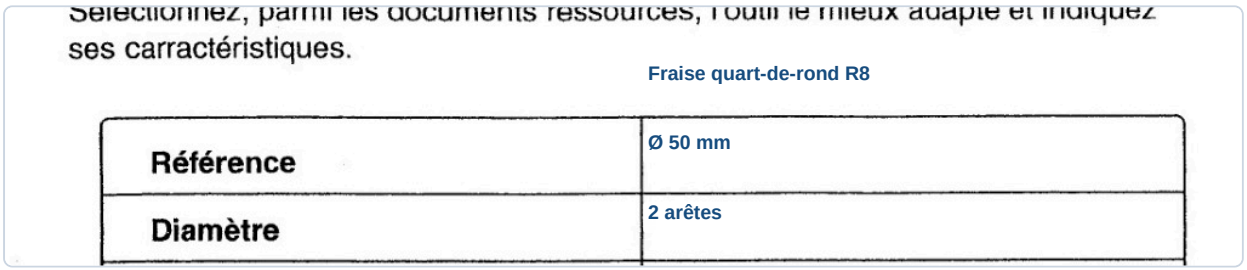
Usinage

Question 1.1. Parmi les documents ressources, sélectionner l'outil le mieux adapté à la réalisation d'un quart-de-rond de 8 mm sous le nez des marches d'escalier, puis indiquer sa référence, son diamètre et son nombre d'arêtes tranchantes.

Le quart-de-rond de 8 mm correspond au profil de rayon 8 mm à réaliser sous le nez de marche. L'outil adapté est donc une fraise de toupie quart-de-rond R8. Les caractéristiques retenues sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Le diamètre de la fraise est également nécessaire pour déterminer la fréquence de rotation à la question suivante. Le nombre d'arêtes tranchantes est celui de la fraise sélectionnée.

Caractéristique	Valeur
Référence	Fraise quart-de-rond R8
Diamètre	50 mm
Nombre d'arêtes tranchantes	2

Caractéristiques de l'outil


Sélectionnez, parmi les documents ressources, l'outil le mieux adapté et indiquez ses caractéristiques.

Fraise quart-de-rond R8

Référence	Ø 50 mm
Diamètre	2 arêtes

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fraise quart-de-rond R8, Ø 50 mm, 2 arêtes tranchantes.

Question 1.2. Calculer la fréquence de rotation nécessaire pour usiner ce quart-de-rond à l'aide du document ressource 3/5, faire apparaître les calculs et cocher la fréquence disponible correspondante parmi 6 500, 7 500 et 8 500 tr/min.

La fraise retenue a un diamètre de 50 mm. Avec la vitesse de coupe de référence de 20 m/s, la fréquence théorique se calcule par la relation $n = \frac{60 V_c}{\pi D}$, en prenant le diamètre en mètres. Ainsi, $n = \frac{60 \times 20}{3{,}1416 \times 0{,}05} \approx 7\,639$ tr/min.

Parmi les fréquences disponibles sur la feuille, 6 500, 7 500 et 8 500 tr/min, la plus proche est 7 500 tr/min. C'est le réglage à retenir.

Fréquence de rotation

1.2- Déterminez la bonne fréquence de rotation pour usiner ce quart de rond sachant que vous n'avez que 3 fréquences possibles

Calcul : 7 639 tr/min

Calculez la fréquence et cochez la bonne réponse, (doc ressource 3/5).

✓ 7 500 tr/min

6500 tr/min	

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fréquence théorique : environ 7 639 tr/min. Réglage : 7 500 tr/min.

Question 1.3. Calculer la vitesse de coupe correspondant à la fréquence de rotation choisie.

La vitesse de coupe correspondant au réglage retenu s'obtient avec $V_c = \frac{\pi D n}{60}$. On utilise le diamètre de la fraise, $D = 0{,}05$ m, et la fréquence sélectionnée, $n = 7\,500$ tr/min. Le calcul donne $V_c = \frac{3{,}1416 \times 0{,}05 \times 7\,500}{60} = 19{,}635$ m/s. Cette valeur est cohérente avec la vitesse de référence de 20 m/s utilisée pour sélectionner le réglage.

Vitesse de coupe

8500 tr/min	

Vc = 19,6 m/s

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse de coupe : 19,635 m/s, soit environ 19,6 m/s.

Question 1.4. Citer trois paramètres susceptibles d'influencer l'état de surface obtenu lors de l'usinage.

L'état de surface dépend des conditions d'usinage et de l'état de l'outil. Trois paramètres à citer sont la vitesse d'avance de la pièce, la vitesse de rotation de la fraise et l'affûtage de ses arêtes. Une avance régulière et une fraise bien affûtée contribuent à limiter les arrachements, les brûlures et les marques. Il faut aussi maintenir la pièce correctement guidée pendant l'usinage afin d'obtenir un profil régulier.

- Vitesse d'avance.
- Fréquence de rotation.
- Affûtage de la fraise.

Paramètres influant sur l’état de surface

1. **Vitesse d’avance**
2. **Affûtage de l’outil**
3. **Fréquence de rotation**

1.4 Citez 2 paramètres qui peuvent influencer l'état de surface de l'usinage

✓ RÉPONSE À RETENIR

Vitesse d’avance, fréquence de rotation et affûtage de la fraise.

2. Isolation thermique d'une paroi à ossature bois

Le candidat étudie la coupe horizontale d'une paroi à ossature bois composée de plusieurs matériaux et de lames d'air. Il calcule sa résistance thermique et son coefficient de transmission calorifique, puis apprécie sa performance à partir de la valeur indicative donnée.

Isolation

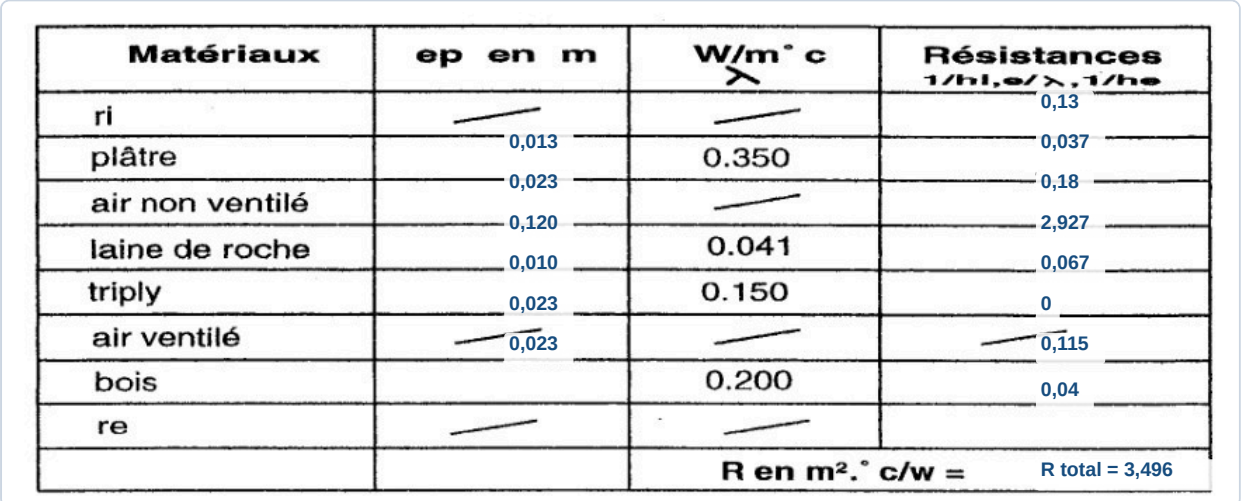
Question 2.1. Calculer la résistance thermique R de la paroi représentée en utilisant les documents ressources pour déterminer les résistances superficielles intérieure et extérieure ainsi que celles des lames d'air. Compléter le tableau des matériaux, des épaisseurs, des conductivités thermiques et des résistances.

Les épaisseurs du schéma sont converties en mètres. Pour chaque couche solide, on calcule **R = e/λ**. Les résistances superficielles et celle de la lame d'air non ventilée sont prises aux valeurs usuelles des documents ressources. La lame d'air ventilée est prise à zéro dans ce calcul. La résistance totale s'obtient en additionnant les résistances du tableau.

Matériau	Épaisseur (m)	λ (W/m·°C)	Résistance (m²·°C/W)
Résistance superficielle intérieure ri	-	-	0,13
Plâtre	0,013	0,350	0,037
Air non ventilé	0,023	-	0,18
Laine de roche	0,120	0,041	2,927
Triply	0,010	0,150	0,067
Air ventilé	0,023	-	0
Bois	0,023	0,200	0,115
Résistance superficielle extérieure re	-	-	0,04

Avec les valeurs non arrondies des couches solides, la somme donne la résistance thermique totale.

Tableau thermique complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

R = 3,496 m²·°C/W.

Question 2.2. Donner le symbole et la formule du coefficient de transmission calorifique, puis calculer sa valeur pour la paroi étudiée.

Le coefficient de transmission calorifique se note **K** (noté aussi **U**). Il est l'inverse de la résistance thermique totale : **K = 1/R**. En utilisant la valeur non arrondie obtenue à la question 2.1, on calcule **K = 1/3,495638792**. Son unité est le W/(m²·°C). Plus le coefficient est faible, moins la paroi transmet de chaleur.

Coefficient de transmission calorifique

Donnez le symbole et la formule du coefficient de transmission calorifique puis calculez sa valeur pour la paroi ci-dessus.

K = U = 1/R = 0,286 W/(m²·°C)

✓ RÉPONSE À RETENIR

K = U = 0,286 W/(m²·°C).

Question 2.3. En prenant comme référence une transmission thermique avoisinant 0,5 pour une isolation performante, préciser la performance de la paroi étudiée.

La valeur de référence donnée pour une isolation performante est proche de 0,5 W/(m²·°C). Le coefficient calculé pour cette paroi est de 0,286 W/(m²·°C), donc inférieur à cette référence. Selon le critère de l'énoncé, la paroi présente une isolation performante.

Conclusion sur la performance thermique

Pour une isolation performante, la transmission thermique d'une paroi doit avoisiner 0.5. Précisez la performance du cas ci-dessus.

Performante : 0,286 < 0,5 W/(m²·°C)

✓ RÉPONSE À RETENIR

Isolation performante : 0,286 < 0,5 W/(m²·°C).

3. Résistance des matériaux : panne faîtière

Le candidat détermine les charges appliquées à la panne faîtière de la partie ouverte d'un bâtiment, en façade nord-est, à partir des plans et du dossier ressources. Il vérifie ensuite la contrainte de flexion et la flèche de la pièce en bois C22.

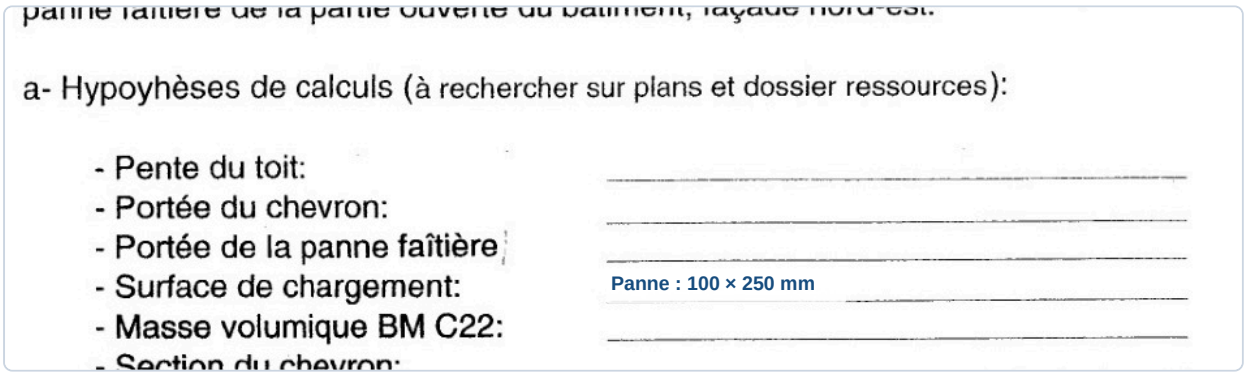
Hypothèses de calcul

Question 3.1 a). Rechercher dans les plans et le dossier ressources la pente du toit, la portée du chevron, la portée de la panne faîtière, la surface de chargement, la masse volumique du bois C22 et la section du chevron. La section de la panne est indiquée dans le sujet : 100 x 250 mm.

Hypothèse	Valeur à reporter
Pente du toit	Relevée sur le plan
Portée du chevron	Relevée sur le plan
Portée de la panne faîtière	Relevée sur le plan
Surface de chargement	Déduite du plan
Masse volumique C22	Valeur du dossier ressources
Section du chevron	Relevée sur le plan
Section de la panne	100 × 250 mm

Reporter les dimensions du plan et la valeur C22 du dossier pour établir les charges. La section de panne est la seule de ces hypothèses chiffrée sur la page du sujet.

Section de la panne



✓ RÉPONSE À RETENIR

Section de panne : **100 × 250 mm**. Les autres hypothèses sont à relever sur le plan et dans le dossier ressources.

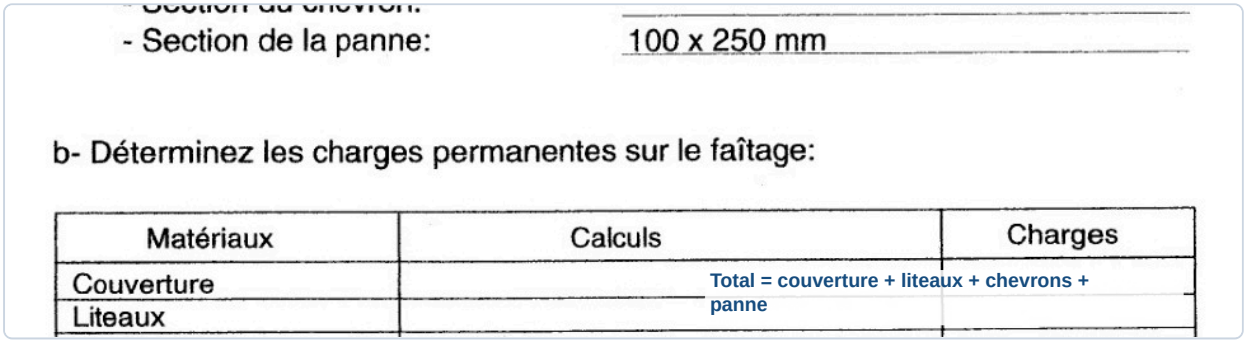
Charges permanentes

Question 3.1 b). Déterminer les charges permanentes sur le faîtage en détaillant les calculs pour la couverture, les liteaux, les chevrons et le poids propre du faîtage, puis calculer le total.

Élément	Calcul à inscrire
Couverture	Charge surfacique × surface reprise
Liteaux	Poids des liteaux repris par la panne
Chevrons	Poids des chevrons repris par la panne
Poids propre du faîtage	Masse volumique C22 × section × portée
Total	Somme des quatre charges

Exprimer toutes les charges dans la même unité avant de les additionner. Utiliser les poids surfaciques, les espacements et les portées indiqués au plan et au dossier ressources.

Charges permanentes au faîtage



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charge permanente : somme des charges de couverture, des liteaux, des chevrons et du poids propre de la panne.

Surcharge de neige

Question 3.1 c). Déterminer la surcharge de neige sur le faîtage : indiquer la zone d'enneigement et l'altitude, calculer la surcharge par mètre carré de projection horizontale et de rampant, appliquer la réduction liée à la pente, puis calculer la surcharge finale par mètre carré de rampant et la surcharge totale.

Déterminer d'abord la valeur de neige correspondant à la zone et à l'altitude, puis effectuer les conversions selon la pente indiquée au plan.

1. Appliquer la correction d'altitude à la charge sur projection horizontale.
2. Convertir cette charge par m² de rampant et appliquer la réduction liée à la pente.
3. Multiplier la charge finale par la surface de rampant reprise pour obtenir la charge totale sur le faîtage.

Calcul de la neige

Poids propre faîtage		
Total		

c- Déterminez la surcharge de neige sur le faîtage:

- Zone d'enneigement: _____
- Altitude: _____
- Surcharge de neige par m² de projection horizontale: _____
- Surcharge de neige par m² de rampant: _____
- Réduction en fonction de la pente du toit: _____

Zone, altitude et pente : valeurs du dossier

✓ RÉPONSE À RETENIR

Charge totale de neige : charge finale par m² de rampant × surface de rampant reprise.

Charge totale

Question 3.1 d). Déterminer la charge totale uniformément répartie sur le faîtage.

La page demande la somme des charges permanentes et de la surcharge de neige. La valeur imposée explicitement pour la suite des calculs est de **1 332 daN**. Pour appliquer les formules de poutre, cette charge totale doit être transformée en charge linéique en la divisant par la portée de la panne.

Charge totale retenue

d- Déterminez la charge totale uniformément répartie sur le faîtage: _____

Total imposé pour la suite : 1 332 daN

✓ RÉPONSE À RETENIR

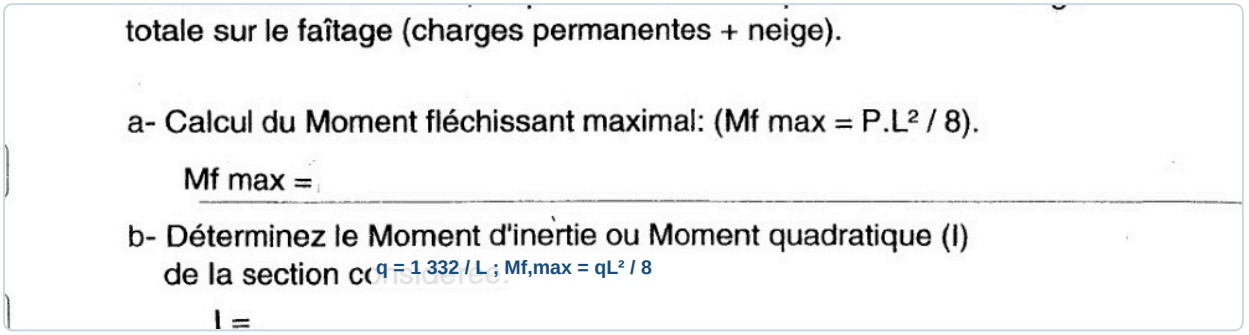
Charge totale retenue pour les calculs suivants : **1 332 daN**.

Contrainte en flexion

Question 3.2 a). Pour la suite des calculs, utiliser une charge totale de 1 332 daN sur le faîtage, correspondant aux charges permanentes et à la neige, puis calculer le moment fléchissant maximal avec la formule Mf max = P.L²/8.

La charge de **1 332 daN** est une charge totale sur la panne, tandis que la formule de flexion nécessite la charge linéique. Pour une portée L, la charge linéique vaut $q = 1\,332/L$ daN/m. Ainsi, avec L en mètres, $M_{f,max} = qL^2/8 = 1\,332L/8$ daN·m. Utiliser la portée relevée au plan.

Moment fléchissant maximal


totale sur le faîtage (charges permanentes + neige).

a- Calcul du Moment fléchissant maximal: (Mf max = P.L² / 8).

Mf max =

b- Déterminez le Moment d'inertie ou Moment quadratique (I) de la section c

I =

q = 1 332 / L ; Mf,max = qL² / 8

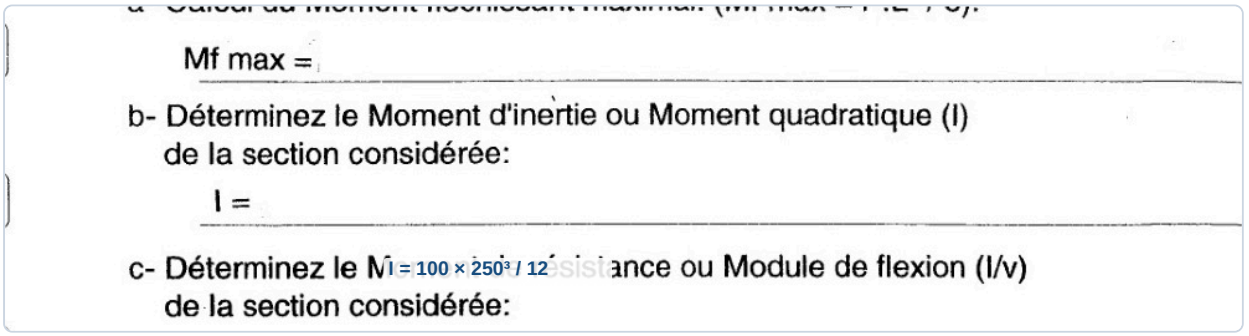
✓ RÉPONSE À RETENIR

Avec L en mètres : **$M_{f,max} = 1\,332L/8$ daN·m**.

Question 3.2 b). Déterminer le moment d'inertie, ou moment quadratique I, de la section considérée.

La section de la panne est rectangulaire : largeur b = 100 mm et hauteur h = 250 mm. Pour la flexion suivant la hauteur, appliquer $I = bh^3/12$. Le résultat, exprimé en mm⁴, est le moment quadratique à utiliser pour calculer le module de flexion et la flèche.

Moment quadratique de la section


Mf max =

b- Déterminez le Moment d'inertie ou Moment quadratique (I) de la section considérée:

I =

c- Déterminez le M ance ou Module de flexion (I/v) de la section considérée:

I = 100 × 250³ / 12

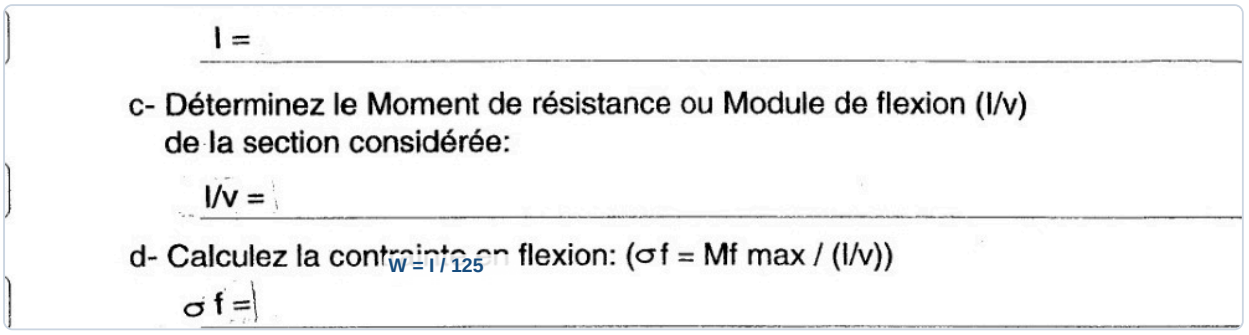
✓ RÉPONSE À RETENIR

I = 130 208 333 mm⁴ (environ).

Question 3.2 c). Déterminer le moment de résistance, ou module de flexion I/v, de la section considérée.

Le module de flexion est $W = I/v$. Pour une section rectangulaire de 250 mm de hauteur, la distance de l'axe neutre à la fibre extrême est $v = 250/2 = 125$ mm. Diviser le moment quadratique par cette distance donne le module en mm³.

Module de flexion



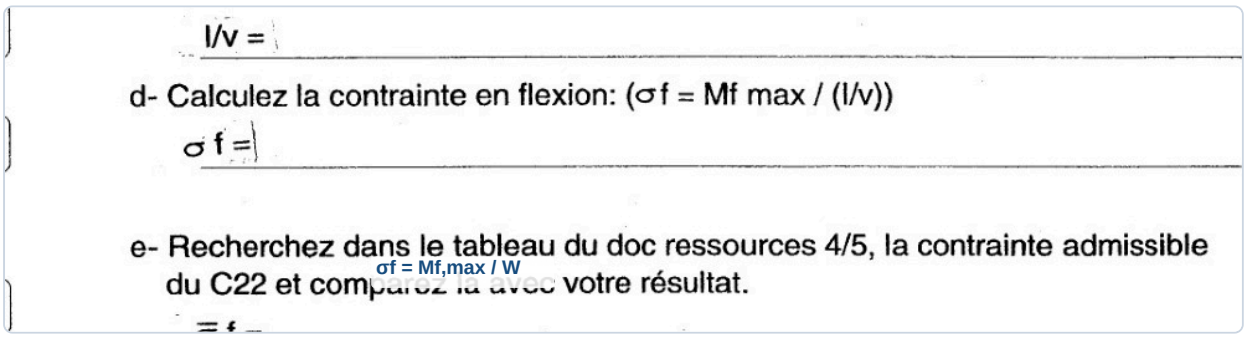
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

W = I/v ≈ 1 041 667 mm³.

Question 3.2 d). Calculer la contrainte en flexion à l'aide de la relation σf = Mf max / (I/v).

Calculer la contrainte avec $\sigma_f = M_{f,max}/W$. Avec la charge totale donnée et une portée L en mètres, le moment vaut $1\,332L/8$ daN·m. Le convertir en N·mm avant la division par W en mm³ : 1 daN·m = 10 000 N·mm. La contrainte obtenue est en N/mm².

Contrainte de flexion



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$\sigma_f = 1\,332L/8 \times 10\,000 / 1\,041\,667$ N/mm², avec L en mètres.

Question 3.2 e). Rechercher dans le tableau du document ressource 4/5 la contrainte admissible du C22 et la comparer au résultat calculé.

Relever dans le tableau du document ressource 4/5 la contrainte admissible correspondant au bois C22, puis la comparer à la contrainte calculée en 3.2 d). La vérification en flexion est satisfaite lorsque la contrainte calculée ne dépasse pas la valeur admissible donnée par le tableau.

- Conforme : $\sigma_f \leq \sigma_{adm,C22}$.
- Non conforme : $\sigma_f > \sigma_{adm,C22}$.

Comparaison à la contrainte admissible

e- Recherchez dans le tableau du doc ressources 4/5, la contrainte admissible du C22 et comparez la avec votre résultat.

$\overline{\sigma}$ f =

3.3- Vérifiez la flèche maximale de ce faîtage (doc 4/5).

Comparer σf à σadm du C22

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Critère : $\sigma_f \leq \sigma_{adm,C22}$.

Vérification de la flèche

Question 3.3 a). Rechercher dans le tableau le module d'élasticité Ef, ou module de Young, et l'exprimer en N/mm².

Lire dans le tableau du document ressource 4/5 le module d'élasticité correspondant au C22. Le résultat demandé est en N/mm². Si la donnée du tableau est exprimée en N/m², la convertir en divisant par 1 000 000. Cette valeur, notée E_f, est nécessaire au calcul de la flèche maximale.

Module d'élasticité du C22

3.3- Vérifiez la flèche maximale de ce faîtage (doc 4/5).

a- Recherchez le Module d'élasticité Ef(Module de Young) dans le tableau et exprimez-le en N/mm²:

Ef=

Ef : valeur C22 en N/mm²

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

E_f = valeur du tableau C22, exprimée en N/mm².

Question 3.3 b). Calculer et indiquer la flèche admissible du faîtage à l'aide du document ressource 4/5.

Appliquer à la portée de la panne le critère de flèche admissible indiqué dans le document ressource 4/5. Si le critère est donné sous la forme *L/n*, diviser la portée par *n*. Exprimer la portée et la flèche dans la même unité, puis reporter la valeur obtenue pour la comparaison avec la flèche maximale.

Flèche admissible

a- Recherchez le Module d'élasticité Ef(Module de Young) dans le tableau et exprimez-le en N/mm²:

Ef=

b- Calculez la flèche admissible de ce faîtage et indiquez sa valeur (doc 4/5).

Appliquer le critère ressource à L

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Flèche admissible : portée de la panne appliquée au critère du document ressource 4/5.

Question 3.3 c). Calculer la flèche maximale du faîtage avec la formule fournie, puis conclure en la comparant à la flèche admissible.

La formule donnée, $f_{max} = 5qL^4/(384E_fI)$, utilise une charge linéique q, et non la charge totale. À partir de 1 332 daN sur une portée L en mètres, $q = 1\,332/L$ daN/m. Convertir ensuite q en N/mm et L en mm. Comparer le résultat à la flèche admissible.

- Acceptable si $f_{max} \leq f_{adm}$.
- Non acceptable si $f_{max} > f_{adm}$.

Vérification de la flèche

c- Calculez la flèche maximale de ce faîtage et concluez.(flèche maxi = 5 P.L⁴/ 384.E.I

q = 1 332 / L ; comparer fmax à fadm

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Vérification conforme si $f_{max} \leq f_{adm}$.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2003)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve E1-A1 du BP Charpentier, session 2003, porte le code E1-A1 et dure 2 h, avec un coefficient 2. Sur 40 points, elle traite l'usinage d'un quart-de-rond, l'isolation d'une paroi à ossature bois et la vérification d'une panne faîtière. Elle évalue le choix d'outillage, les calculs thermiques, l'établissement des charges et les contrôles de résistance et de flèche.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La fréquence de rotation et le diamètre de l'outil déterminent la vitesse de coupe : appliquer la formule du document ressource avec des unités cohérentes.
- La résistance thermique totale inclut les couches de matériaux, les lames d'air et les résistances superficielles intérieure et extérieure.
- Le coefficient de transmission calorifique est l'inverse de la résistance thermique totale : U = 1/R.
- En flexion, σf = Mf/W ; calculer aussi la flèche avec la formule donnée et comparer chaque résultat à sa limite admissible.

Points de vigilance & attentes du jury

- Pour l'outil, reporter les trois caractéristiques demandées : référence, diamètre et nombre d'arêtes tranchantes.
- Faire apparaître les calculs demandés et contrôler la cohérence des unités et des conversions.
- Relever les hypothèses dans les plans et ressources avant de calculer séparément les charges permanentes et la neige.
- Conclure les contrôles de flexion et de flèche par une comparaison explicite avec les valeurs admissibles.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique de la paroi ?

Additionnez les résistances des différentes couches, celles des lames d'air et les résistances superficielles intérieure et extérieure indiquées par les ressources. Utilisez les épaisseurs en mètres et les conductivités thermiques correspondantes.

Q : Comment vérifier la résistance en flexion de la panne faîtière ?

Calculez le moment fléchissant maximal, le moment quadratique et le module de flexion de la section. Déduisez la contrainte avec la relation fournie, puis comparez-la à la contrainte admissible du C22 relevée dans le document ressource.

Q : Comment organiser le temps pendant cette épreuve ?

L'épreuve dure 2 h et totalise 40 points : 10 pour l'usinage, 8 pour l'isolation et 22 pour la résistance des matériaux. Vous pouvez répartir votre temps selon ces poids, tout en réservant quelques minutes aux vérifications et aux conclusions.

Q : Quelles données de référence utiliser pour contrôler la panne ?

Utilisez les documents ressources du sujet, notamment le document 4/5 pour les caractéristiques du C22 et les règles de flèche. Relevez les valeurs et leurs unités, puis comparez-les aux résultats calculés sans inventer de données.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpcharpentier.fr/assets/annales/bp-charpentier/U11 - Recherche des solutions technologiques/2003/BP Charpentier - U11 - Recherche des solutions technologiques - Session 2003 - 3-Sujet.pdf
Ressources BP Charpentier : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

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.