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, épreuve E1-A1, unité U.11

Session 2012 • Code sujet : **E1-A1 - Unité U.11** • Durée : **2 h 00** • Coefficient : **2**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Étude thermique du plafond d'un toit mansardé** (7 questions) — **Page 3**
2. **Évaluation des charges de neige et des charges propres sur une toiture** (3 questions) — **Page 7**
3. **Étude graphique de la ferme et détermination des efforts dans les barres** (4 questions) — **Page 9**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 13**

Sujet officiel (PDF) : https://bpcharpentier.fr/assets/annales/bp-charpentier/U11 - Recherche des solutions technologiques/2012/BP Charpentier - U11 - Recherche des solutions technologiques - Session 2012 - 1-Sujet.pdf

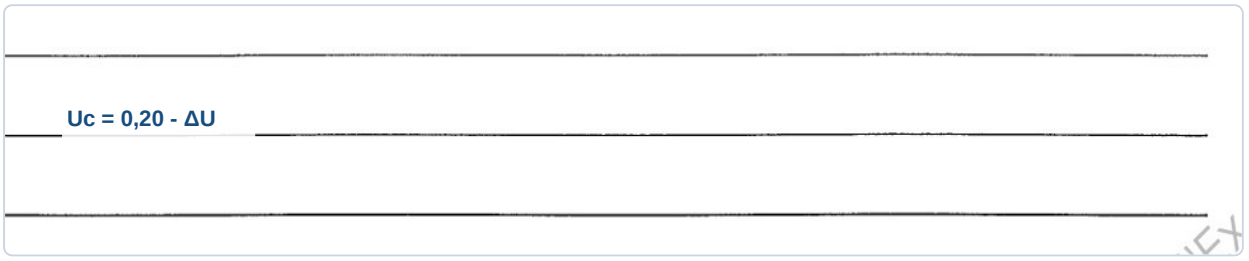
1. Étude thermique du plafond d’un toit mansardé

L’étude porte sur un plafond de toit mansardé composé notamment d’un isolant PAVAFLEX d’épaisseur à déterminer, d’une membrane frein-vapeur et d’une plaque de plâtre. À partir des données du dossier de ressources et d’un coefficient Up maximal imposé de 0,20 W/(m²·K), il faut vérifier les performances thermiques de la paroi.

Question 1). Calculer la valeur de Uc pour Up = 0,20 W/(m²·K), en appliquant la relation indiquée : Uc = Up - ΔU.

La fiche impose la relation $U_c = U_p - \Delta U$. Avec la limite donnée $U_p = 0,20\ \mathrm{W/(m^2 \cdot K)}$, on obtient $U_c = 0,20 - \Delta U$. Il faut utiliser la valeur de ΔU définie pour les ponts thermiques intégrés dans le dossier de ressources. Le résultat s’exprime en W/(m²·K) et se reporte sur la première ligne de réponse. Ne pas confondre U_c, coefficient de la paroi courante, et U_p, coefficient après prise en compte des ponts thermiques.

Réponse Q1 : coefficient Uc



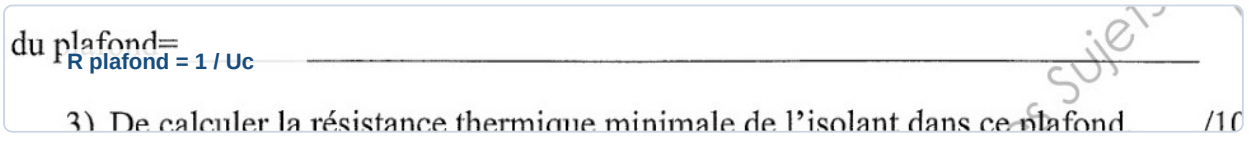
✓ RÉPONSE À RETENIR

$U_c = 0,20 - \Delta U$ W/(m²·K), avec ΔU de la paroi étudiée.

Question 2). Déterminer par le calcul la résistance thermique du plafond.

Pour une paroi décrite par son coefficient de transmission thermique, la résistance correspondante est son inverse. On utilise donc le coefficient de paroi courante obtenu à la question 1 : $R_{plafond} = 1/U_c$. Le résultat s’exprime en m²·K/W et se reporte à la ligne « R du plafond ». Cette résistance de référence ne doit pas être confondue avec la résistance réelle qui sera calculée après avoir choisi l’épaisseur de PAVAFLEX et renseigné les couches du tableau.

Réponse Q2 : résistance thermique du plafond



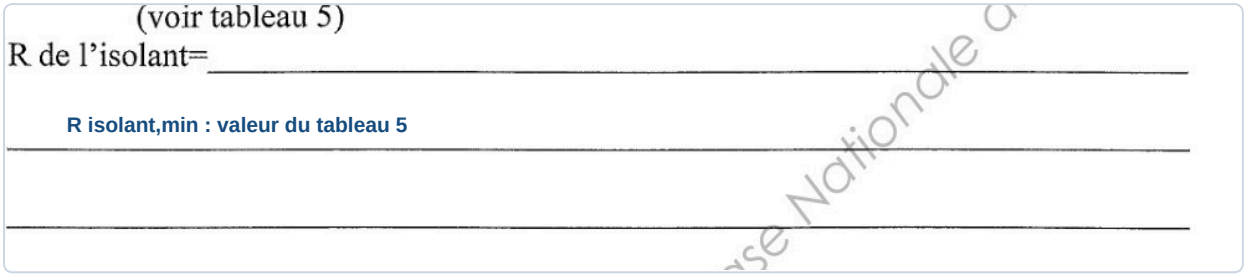
✓ RÉPONSE À RETENIR

Résistance thermique de référence : $R_{plafond} = 1/U_c$ m²·K/W, en prenant la valeur de U_c calculée à la question 1.

Question 3). Calculer la résistance thermique minimale de l'isolant du plafond, en vous référant au tableau 5 du dossier de ressources.

La question renvoie au tableau 5 du dossier de ressources : relever la résistance minimale prescrite pour l'isolant du plafond, puis reporter cette valeur en m²·K/W. C'est cette exigence, et non la seule résistance totale du plafond, qui sert à sélectionner PAVAFLEX. La valeur doit être lue dans la ligne correspondant au cas étudié; elle ne se déduit pas en retranchant des couches dont les résistances ne sont pas données dans le document de travail. Elle devient la cible de la question 4.

Réponse Q3 : résistance minimale de l'isolant



✓ RÉPONSE À RETENIR

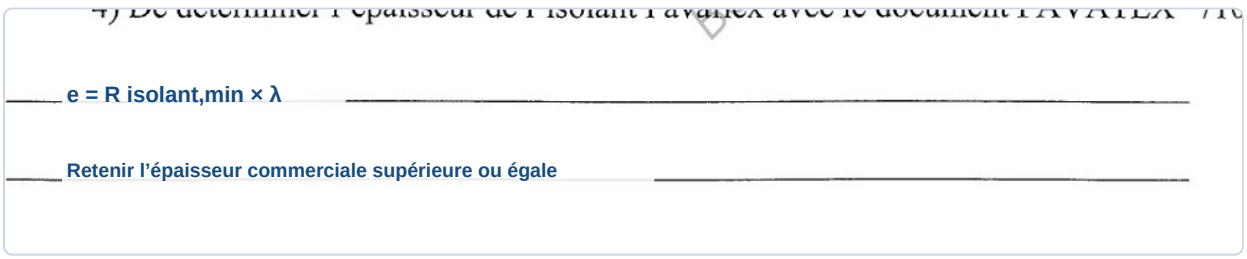
Résistance minimale à retenir : la valeur du tableau 5 correspondant au plafond étudié, en m²·K/W.

Question 4). Déterminer l'épaisseur de l'isolant PAVAFLEX à l'aide du document PAVATEX.

1. Reprendre la résistance minimale de PAVAFLEX déterminée à la question 3 et la conductivité thermique λ indiquée dans le document PAVATEX.
2. Calculer l'épaisseur théorique avec $e = R_{isolant,min} \times \lambda$, puis convertir le résultat en millimètres si nécessaire.
3. Choisir une épaisseur commerciale disponible égale ou supérieure à l'épaisseur calculée. Reporter cette épaisseur dans le tableau en mètres pour calculer ensuite la résistance de la couche.

Le choix doit satisfaire la résistance minimale demandée, sans arrondir l'épaisseur vers le bas.

Réponse Q4 : épaisseur PAVAFLEX



✓ RÉPONSE À RETENIR

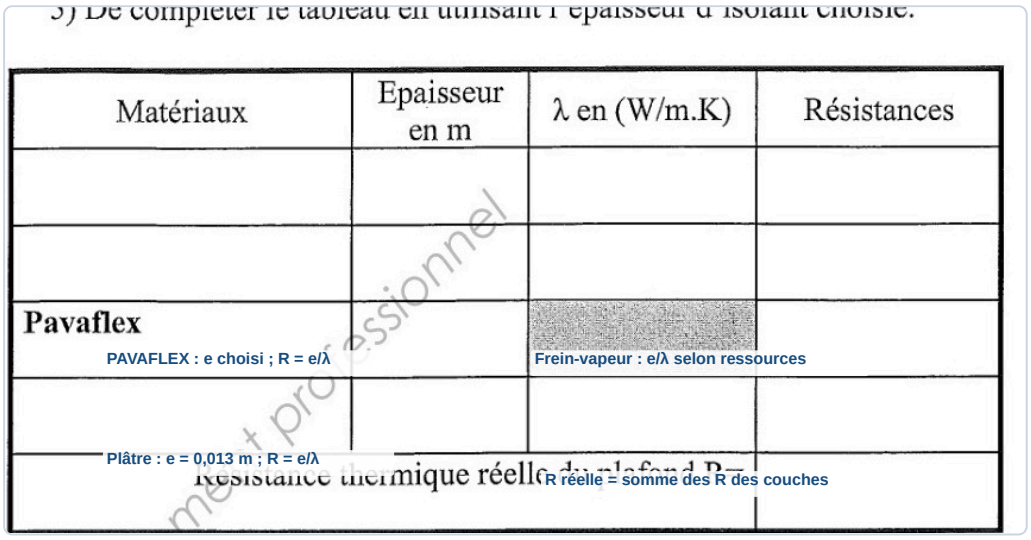
Épaisseur à choisir : la première épaisseur commerciale PAVAFLEX au moins égale à $R_{isolant,min} \times \lambda$.

Question 5). Compléter le tableau des matériaux, épaisseurs en mètres, conductivités thermiques λ et résistances, en utilisant l'épaisseur d'isolant choisie. Indiquer ensuite la résistance thermique réelle du plafond.

Matériau	Épaisseur en m	Conductivité λ en W/(m·K)	Résistance en m²·K/W
PAVAFLEX	épaisseur choisie	valeur PAVATEX	e/λ
Membrane frein-vapeur	valeur des ressources	valeur des ressources	e/λ
Plaque de plâtre	0,013	valeur des ressources	e/λ

Pour chaque couche, calculer $R_i = e_i/\lambda_i$, avec l'épaisseur en mètres, puis additionner les résistances renseignées pour obtenir $R_{réelle}$. La plaque de plâtre a une épaisseur de 13 mm, soit 0,013 m. Reporter l'épaisseur retenue à la question 4 pour PAVAFLEX.

Tableau thermique : épaisseur et résistances



✓ RÉPONSE À RETENIR

$R_{réelle} = \sum(e_i/\lambda_i)$, avec $e_{plâtre} = 0,013$ m; reporter les valeurs de conductivité des ressources.

Question 6). Calculer le coefficient Up réel en tenant compte des ponts thermiques intégrés, puis comparer le résultat à la valeur imposée et justifier le choix.

À partir de la résistance réelle déterminée dans le tableau, calculer d'abord le coefficient de la paroi courante : $U_{c,réel} = 1/R_{réelle}$. Ajouter ensuite la correction des ponts thermiques intégrés : $U_{p,réel} = U_{c,réel} + \Delta U$. Comparer le résultat à la limite de 0,20 W/(m²·K) donnée sur le document de travail. Le choix est conforme si le coefficient réel ne dépasse pas cette limite; sinon, il faut revoir l'épaisseur d'isolant et refaire le calcul.

Réponse Q6 : vérification du coefficient Up

comparer le résultat avec la valeur imposée. /15pts

Up réel = 1/R réelle + ΔU

Uc=

Conforme si Up réel ≤ 0,20 W/(m²·K)

✓ RÉPONSE À RETENIR

$U_{p,réel} = 1/R_{réelle} + \Delta U$; le choix est conforme si $U_{p,réel} \leq 0,20$ W/(m²·K).

Question 7). Donner la fonction de la membrane frein-vapeur.

La membrane frein-vapeur contrôle le passage de la vapeur d'eau de l'intérieur vers les couches froides de la toiture. Elle limite ainsi la quantité de vapeur susceptible d'atteindre l'isolant et de provoquer de la condensation dans la paroi. Cela contribue à préserver les performances de l'isolant et les matériaux de la toiture.

- Freiner la diffusion de vapeur d'eau vers l'isolant.
- Limiter les risques de condensation dans la paroi.

Réponse Q7 : fonction du frein-vapeur

7) De donner la fonction de la membrane freine vapeur /5pts

Freine la vapeur d'eau vers l'isolant

Limite la condensation dans la paroi

✓ RÉPONSE À RETENIR

La membrane freine la migration de vapeur d'eau vers l'isolant et limite les risques de condensation dans la toiture.

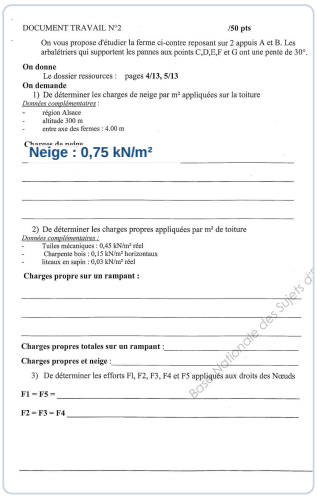
2. Évaluation des charges de neige et des charges propres sur une toiture

Le sujet propose d'étudier une ferme reposant sur deux appuis, dans une région située en Alsace à 300 m d'altitude, avec un entraxe de fermes de 4 m et des arbalétriers de pente 30°. Les données distinguent les charges de neige des charges propres des tuiles, de la charpente et des liteaux, à convertir ensuite en forces appliquées aux nœuds.

Question 1). Déterminer les charges de neige appliquées par m² sur la toiture, à partir du dossier de ressources et des données complémentaires : région Alsace, altitude 300 m et entraxe des fermes de 4,00 m.

Pour la région Alsace et l'altitude de 300 m, on retient la charge de neige du dossier de ressources : **0,75 kN/m²**. La conversion donne 75 daN/m². Cette charge surfacique est rapportée à la projection horizontale ; l'entraxe de 4,00 m servira à la répartir sur chaque ferme.

Charge de neige déterminée


DOCUMENT TRAVAIL N°2 /50 pts

On vous propose d'étudier la ferme ci-contre reposant sur 2 appuis A et B. Les arbalétriers qui supportent les pannes aux points C,D,E,F et G ont une pente de 30°.

On donne

Le dossier ressources : pages **4/13, 5/13**

On demande

1) De déterminer les charges de neige par m² appliquées sur la toiture

Données complémentaires :

- région Alsace
- altitude 300 m
- entre axe des fermes : 4.00 m

Neige : 0,75 kN/m²

2) De déterminer les charges propres appliquées par m² de toiture

Données complémentaires :

- Tuiles mécaniques : 0,45 kN/m² réel
- Charpente bois : 0,15 kN/m² horizontaux
- liteaux en sapin : 0,03 kN/m² réel

Charges propre sur un rampant :

Charges propres totales sur un rampant :

Charges propres et neige :

3) De déterminer les efforts F1, F2, F3, F4 et F5 appliqués aux droits des Nœuds

F1 = F5 =

F2 = F3 = F4

Bibliothèque des sujets d'

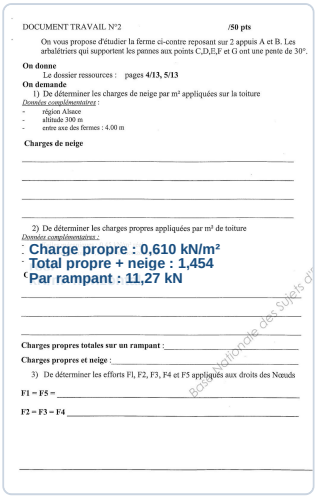
✓ RÉPONSE À RETENIR

Charge de neige : 0,75 kN/m², soit 75 daN/m².

Question 2). Déterminer les charges propres appliquées par m² de toiture en tenant compte des valeurs fournies pour les tuiles mécaniques, la charpente en bois et les liteaux. Calculer les charges propres totales sur un rampant, puis les charges propres et de neige réunies.

Sur le rampant, tuiles et liteaux valent 0,45 + 0,03 = 0,48 kN/m² réel. La charpente, donnée par m² horizontal, vaut 0,15 × cos 30° par m² réel. Ainsi, la charge propre est 0,610 kN/m² réel. Le rampant mesure 4/cos 30° = 4,619 m ; son aire, avec l'entraxe de 4 m, est 18,475 m². La charge propre totale vaut 11,27 kN. En projection horizontale, le total propre et neige est 1,454 kN/m².

Charges propres et charge totale


DOCUMENT TRAVAIL N°2 /50 pts

On vous propose d'étudier la ferme ci-contre reposant sur 2 appuis A et B. Les arbalétriers qui supportent les pannes aux points C,D,E,F et G ont une pente de 30°.

On donne
Le dossier ressources : pages **4/13, 5/13**

On demande
1) De déterminer les charges de neige par m² appliquées sur la toiture

Données complémentaires :
- région Alsace
- altitude 300 m
- entre axe des fermes : 4.00 m

Charges de neige

2) De déterminer les charges propres appliquées par m² de toiture

Données complémentaires :

Charge propre : 0,610 kN/m²
Total propre + neige : 1,454
Par rampant : 11,27 kN

Charges propres totales sur un rampant :
Charges propres et neige :

3) De déterminer les efforts F1, F2, F3, F4 et F5 appliqués aux droits des Nœuds

F1 = F5 =
F2 = F3 = F4

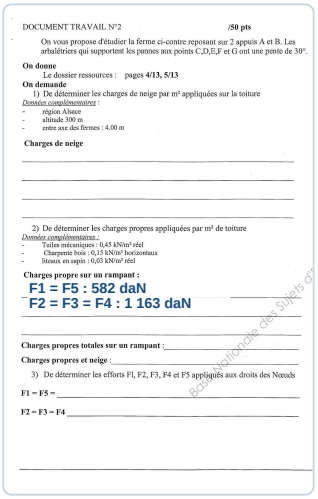
Base Nationale des Sujets d'

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Charge propre : 0,610 kN/m² réel, soit 11,27 kN par rampant. Propre et neige réunies : 1,454 kN/m² horizontal.

Question 3). Déterminer les efforts F1, F2, F3, F4 et F5 appliqués aux nœuds de la ferme.

La charge totale horizontale est de 1,4543 kN/m². Avec l'entraxe de 4 m, chaque nœud intérieur reprend 2 m de longueur tributaire, et chaque nœud d'extrémité en reprend 1 m. Donc, aux extrémités : 1,4543 × 4 × 1 × 100 = 582 daN ; aux nœuds intérieurs : 1,4543 × 4 × 2 × 100 = 1 163 daN. Les cinq efforts sont verticaux, dirigés vers le bas.

Efforts nodaux calculés


DOCUMENT TRAVAIL N°2 /50 pts

On vous propose d'étudier la ferme ci-contre reposant sur 2 appuis A et B. Les arbalétriers qui supportent les pannes aux points C,D,E,F et G ont une pente de 30°.

On donne
Le dossier ressources : pages **4/13, 5/13**

On demande
1) De déterminer les charges de neige par m² appliquées sur la toiture

Données complémentaires :
- région Alsace
- altitude 300 m
- entre axe des fermes : 4.00 m

Charges de neige

2) De déterminer les charges propres appliquées par m² de toiture

Données complémentaires :
- Tuiles mécaniques : 0,45 kN/m² réel
- Charpente bois : 0,15 kN/m² horizontaux
- liteaux en sapin : 0,03 kN/m² réel

Charges propre sur un rampant :
F1 = F5 : 582 daN
F2 = F3 = F4 : 1 163 daN

Charges propres totales sur un rampant :
Charges propres et neige :

3) De déterminer les efforts F1, F2, F3, F4 et F5 appliqués aux droits des Nœuds

F1 = F5 =
F2 = F3 = F4

Base Nationale des Sujets d'

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> F1 = F5 = 582 daN ; F2 = F3 = F4 = 1 163 daN, vers le bas.

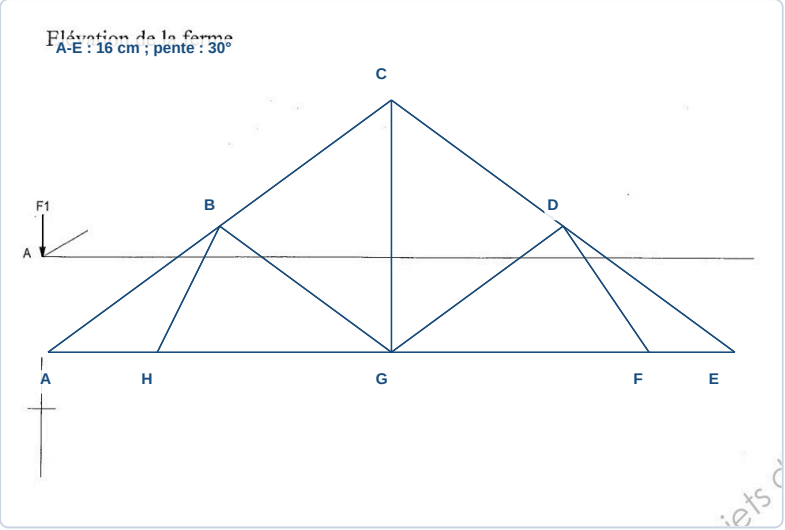
3. Étude graphique de la ferme et détermination des efforts dans les barres

L'étude porte sur la ferme représentée par un schéma coté, reposant sur les appuis A et B et soumise aux forces appliquées aux nœuds. Le candidat doit réaliser les constructions graphiques à l'échelle, déterminer les réactions d'appui, puis trouver les efforts dans les barres et préciser leur nature.

Question 1). Tracer le schéma de la ferme à l'échelle 1:50.

Les cotes du schéma sont en centimètres : à l'échelle 1:50, 800 cm deviennent 16 cm sur le tracé. Les intervalles successifs deviennent 2,5 cm, 1,5 cm, 4 cm, 4 cm, 2 cm et 2 cm. La pente de 30° donne une hauteur de 2,309 cm aux nœuds B et D, puis 4,619 cm au nœud C. Placer les nœuds avec ces cotes et relier les barres du plan.

Ferme tracée à l'échelle 1:50



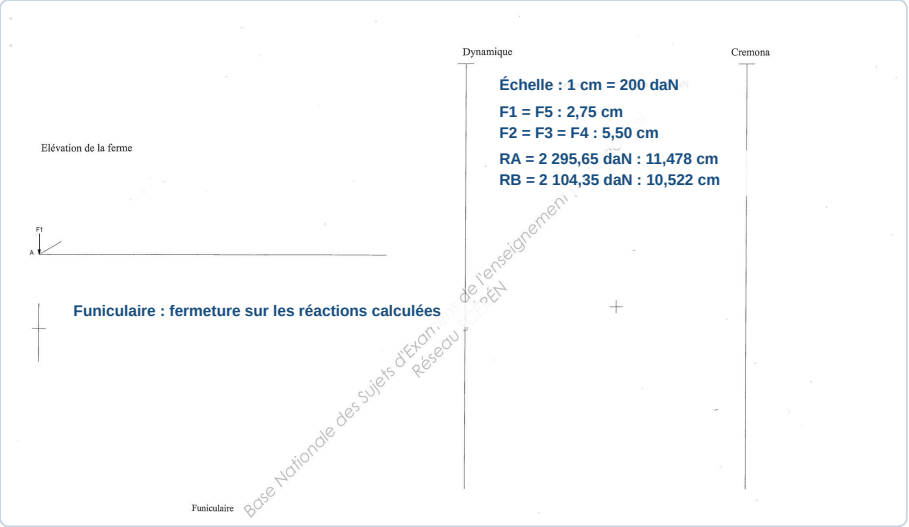
✓ RÉPONSE À RETENIR

Portée A-E : 16 cm. Hauteurs : B et D, 2,309 cm ; C, 4,619 cm.

Question 2). Tracer le dynamique et le funiculaire, puis déterminer les réactions RA et RB avec les valeurs de calcul indiquées : F1 = F5 = 550 daN et F2 = F3 = F4 = 1 100 daN.

Les charges verticales totalisent 4 400 daN. Le moment en H donne RB = 2 104,35 daN ; l'équilibre vertical donne alors RA = 2 295,65 daN. Au dynamique, l'échelle imprimée est 1 cm pour 200 daN : F1 et F5 mesurent 2,75 cm, tandis que F2, F3 et F4 mesurent 5,50 cm. Les réactions ferment le polygone des forces. Le funiculaire se construit en reliant les lignes d'action successives des charges et des réactions.

Dynamique, réactions et échelle des forces



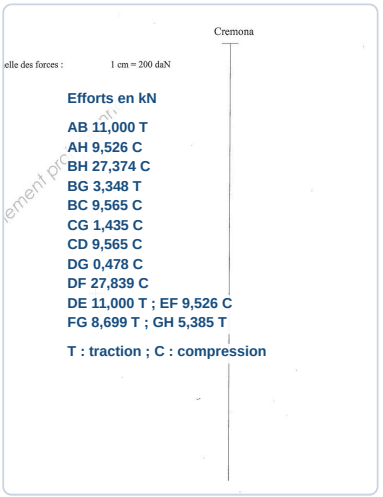
✓ RÉPONSE À RETENIR

RA = 2 295,65 daN vers le haut ; RB = 2 104,35 daN vers le haut.

Question 3). Tracer le diagramme de Cremona et déterminer les efforts dans les barres de la ferme.

Construire le Cremona en partant des réactions, puis fermer successivement le polygone des forces à chaque nœud, dans l'ordre des barres indiqué sur le schéma. Les barres inclinées suivent les directions de la ferme : les membrures principales sont à 30°, tandis que BH et DF suivent la géométrie cotée. Les valeurs sont données en kN. Une barre en traction tire le nœud ; une barre en compression le pousse. Le signe négatif correspond donc à la compression.

Efforts déterminés par le diagramme de Cremona



✓ RÉPONSE À RETENIR

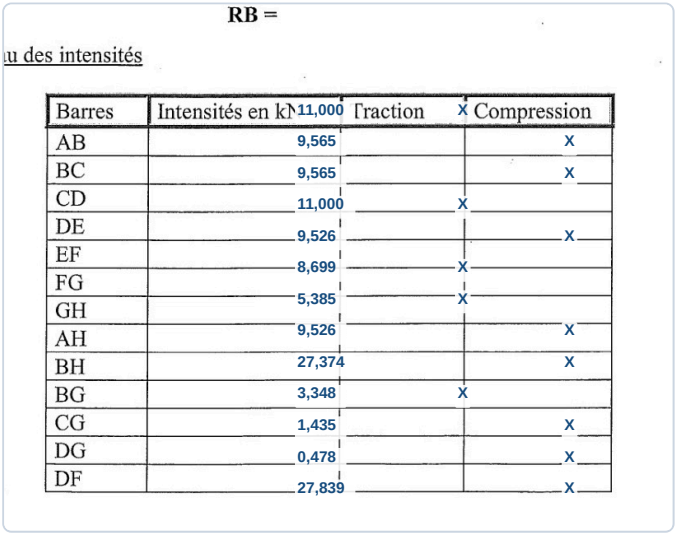
AB 11,000 ; AH 9,526 ; BH 27,374 ; BG 3,348 ; BC 9,565 ; CG 1,435 ; CD 9,565 ; DG 0,478 ; DF 27,839 ; DE 11,000 ; EF 9,526 ; FG 8,699 ; GH 5,385 kN.

Question 4). Compléter le tableau des intensités des efforts dans les barres et préciser pour chacune si elle est en traction ou en compression.

Reporter les intensités en valeur absolue et indiquer la nature de chaque effort. Le tableau reprend les treize barres nommées sur le document de travail ; les réactions d'appui ne sont pas des barres et n'y figurent pas. Les valeurs sont arrondies au millième de kN. Les barres les plus sollicitées sont BH et DF, toutes deux en compression.

Barre	Intensité en kN	Traction	Compression
AB	11,000	X	
BC	9,565		X
CD	9,565		X
DE	11,000	X	
EF	9,526		X
FG	8,699	X	
GH	5,385	X	
AH	9,526		X
BH	27,374		X
BG	3,348	X	
CG	1,435		X
DG	0,478		X
DF	27,839		X

Tableau des intensités complété



RB =

u des intensités

Barres	Intensités en kN	Traction	Compression
AB	11,000	X	
BC	9,565		X
CD	9,565		X
DE	11,000	X	
EF	9,526		X
FG	8,699	X	
GH	5,385	X	
AH	9,526		X
BH	27,374		X
BG	3,348	X	
CG	1,435		X
DG	0,478		X
DF	27,839		X

✓ RÉPONSE À RETENIR

Traction : AB, DE, FG, GH, BG. Compression : BC, CD, EF, AH, BH, CG, DG, DF.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2012)

Bilan de l'épreuve : Cette épreuve de Brevet professionnel Charpentier, session 2012, porte le code E1-A1, unité U.11. D'une durée de 2 h et de coefficient 2, elle étudie la performance thermique d'un plafond de toit mansardé et les charges appliquées à une ferme. Les compétences évaluées portent sur les calculs thermiques, les charges, l'équilibre des appuis et l'analyse graphique des efforts dans les barres.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- La résistance thermique d'une couche homogène se calcule par R = e/λ, avec e en mètres et λ en W/(m·K).
- Pour une paroi multicouche, additionner les résistances thermiques des différentes couches.
- Dans le modèle simplifié, le coefficient de transmission thermique est lié à la résistance totale par U = 1/R.
- Les réactions d'appui et les efforts dans les barres doivent équilibrer les forces appliquées à une ferme.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les épaisseurs en mètres et conserver des unités cohérentes dans les calculs thermiques.
- Distinguer les charges exprimées sur la surface réelle du rampant de celles exprimées sur la projection horizontale.
- Respecter l'échelle du schéma et l'échelle des forces indiquée pour les constructions graphiques.
- Reporter pour chaque barre une intensité et une nature d'effort : traction ou compression.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la résistance thermique d'une couche d'isolant ?

Utilisez R = e/λ, avec e en mètres et λ en W/(m·K). Pour le plafond multicouche, calculez la résistance de chaque matériau puis additionnez ces valeurs pour obtenir la résistance thermique totale.

Q : Comment exploiter les données de charges de toiture ?

Relevez les données de neige dans le dossier de ressources en tenant compte de la région, de l'altitude et de l'entraxe des fermes. Pour les charges propres, respectez les indications de surface réelle ou horizontale avant de calculer les forces aux nœuds.

Q : Comment répartir les deux heures de l'épreuve ?

Le tableau conseille 10 minutes de décodage, 35 minutes pour l'étude thermique, 30 minutes pour l'étude des charges et 45 minutes pour le troisième document de travail. Réservez le temps restant aux vérifications et à la relecture.

Q : Quels critères de notation sont indiqués pour les constructions graphiques ?

Le sujet exige une représentation à l'échelle, un dynamique exact, des réactions RA et RB justes, un Cremona complet et des sollicitations et intensités correctes. Le tableau final doit aussi distinguer la traction de la compression.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bpcharpentier.fr/assets/annales/bp-charpentier/U11 - Recherche des solutions technologiques/2012/BP Charpentier - U11 - Recherche des solutions technologiques - Session 2012 - 1-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.