

Correction

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR SYSTÈMES
CONSTRUCTIFS BOIS ET HABITAT**

E4 – ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

U42 - Analyse, dimensionnement et choix de composants

SESSION 2026

Durée : 4 heures – Coefficient 4

Matériel autorisé :

L'usage de calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

L'usage de calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé ».

Tout autre matériel est interdit

Recommandations :

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

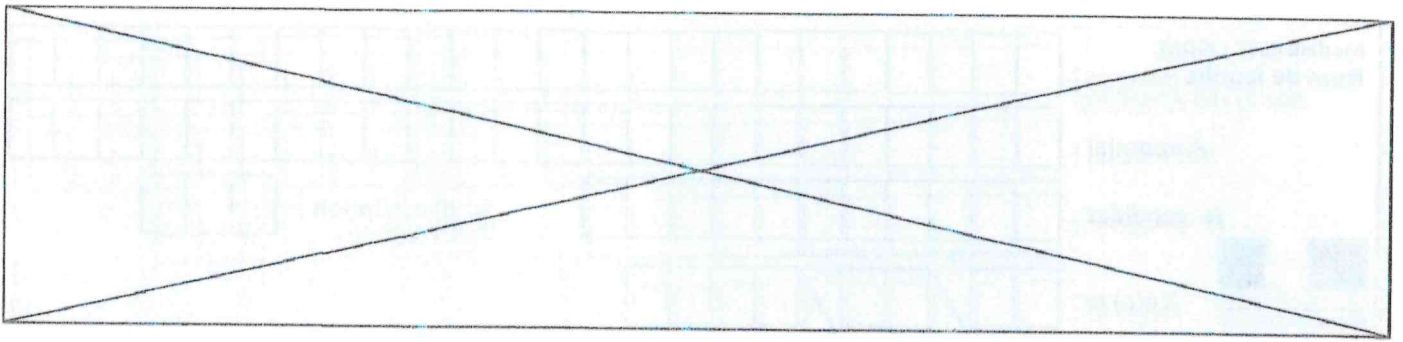
Le sujet se compose :

D'un dossier questionnement réponses de 28 pages, numérotées de 1/28 à 28/28

D'un dossier technique, numérotées de DT1 à DT16

Documents à rendre faisant office de copie : dossier questionnement réponses (DQR1, DQR2, DQR3, DQR4, DQR5).

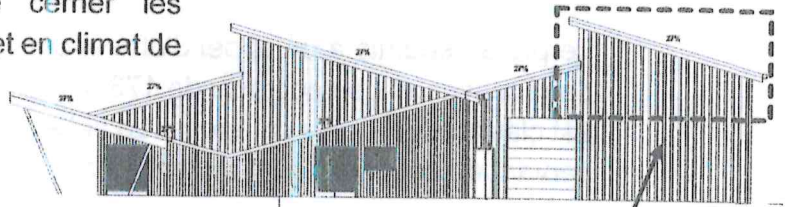
Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment.



DOCUMENT QUESTIONNEMENT REPONSES DQR1

PARTIE 1 : ÉTUDE D'UNE COUVERTURE EN CLIMAT DE MONTAGNE.

Pour commencer, il s'agira de cerner les contraintes de conception d'un projet en climat de montagne et d'analyser l'impact économique généré par ce type de projet.



Partie étudiée à la question 1.1

Question 1.1 :

Calculer la charge de neige surfacique horizontale S en kN/m^2 . En déduire ensuite la charge de neige en rampant S_r qui sera appliquée sur le pan de la toiture le plus haut du garage (voir élévation de façade ci-dessus).

Ressources techniques :

- DT 3 : Façade + Coupe longitudinale du bâtiment A-A
- DT 6 : Calcul de la charge de neige

$$\text{Zone A2} \Rightarrow S_{k200} = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Altitude } 1107,5 \text{ m} \Rightarrow \Delta S_1 = 1,05 + \frac{(0,35 \times 1107,5 - 350)}{100} = 1,426 \text{ kN/m}^2$$

$$S_{k1107,5} = 0,45 + 1,426 = 1,876 \text{ kN/m}^2$$

$$S_d \text{ projet} = 1,876 \times 0,8 \times 1 \times 1 + 0 = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

$$S_d \text{ rampant} = 1,5 \times \cos 15,11 = \underline{\underline{1,45 \text{ kN/m}^2 \text{ (rampant)}}}$$

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 2 / 28

Question 1.2 :

Selon la documentation du produit Landrybac du fabricant Bac Acier et la composition du complexe de couverture, **déterminer l'entraxe maximal des liteaux de 60 x 80 mm**, afin de respecter les conditions de mise en œuvre de ce produit.

Ressources techniques :

- DT 3 : Façade + coupe longitudinale du bâtiment A-A
- DT 5 : Détails techniques
- DT 7 : Fiche technique de la tôle nervurée

Charge descendante
ep bac acier 0,75mm
Scl rampant = 7,65 kN/m²
Appuis multiples } Entraxe des liteaux de 60x80 mm = 1,55m maxi

Question 1.3 :

La densité d'arrêt de neige représente un pourcentage théorique de pièces à mettre en œuvre pour 1 m² (par exemple, une surface de 30 m² nécessitant une densité de 0,5 arrêt de neige devra compter 15 pièces). Déterminer la **référence exacte** et la **quantité d'arrêts de neige** nécessaires pour le pan de toiture haut du garage, selon la documentation technique du fabricant Faynot et les caractéristiques des tôles nervurée Landrybac.

Ressources techniques :

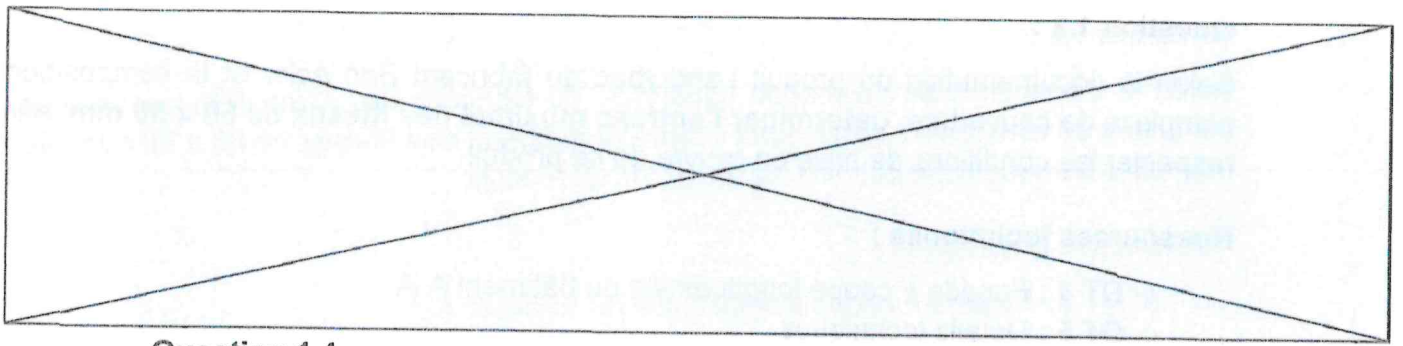
- DT 1 : Plan de masse
- DT 3 : Façade + coupe longitudinale du bâtiment A-A
- DT 5 : Détails techniques
- DT 7 et DT 8 : Fiche technique de la tôle nervurée ; Arrêt de neige

Surface du pan de toiture = 17,68 x 10,13 = 179,03 m²
Pente 27% } densité arrêt de neige = 0,39
charge de neige = 150 daN/m²

Nombre d'arrêt de neige = 0,39 x 179,03 = 70 u

Pas du profile- 283 } Référence arrêt de neige 30 Tole -041
Ral Tole

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 16SC42ACP	Coefficient : 4	Page 3 / 28



Question 1.4 :

En sachant que ces arrêts de neige sont vendus par conditionnement de 25 pièces à 157,30 € HT, déterminer le coût total d'achat de ces fournitures pour l'entreprise.

$$\text{Nombre de Pots} = 70/25 = 3 \text{ Pots}$$

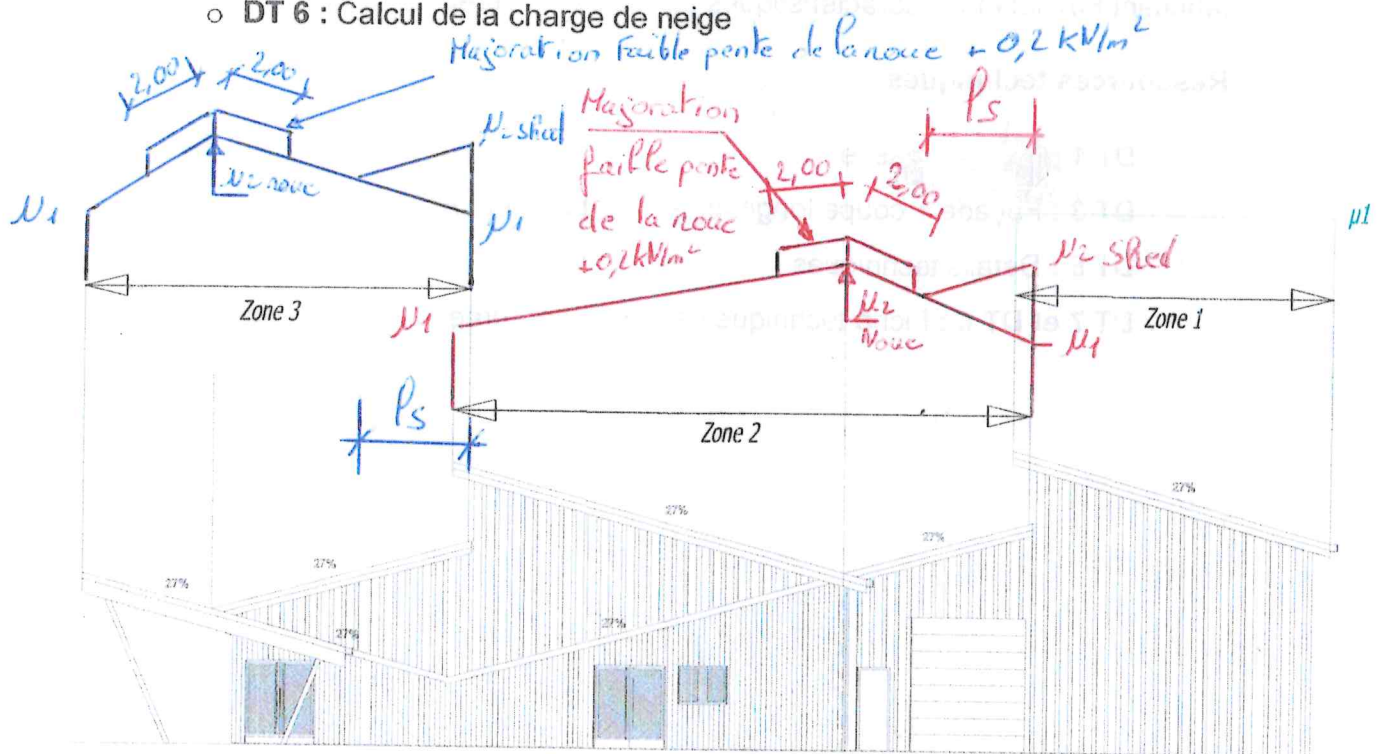
$$\text{Coût} = 3 \times 157,30 = \underline{\underline{471,9 \text{ € HT}}}$$

Question 1.5 :

Compléter le tracé du coefficient de forme de neige (zones 2 et 3) sur le schéma ci-dessous en considérant toutes les accumulations possibles. Veiller à réaliser un dessin qui représente au mieux les variations de charge de neige, en précisant le nom des coefficients μ sans indiquer leur valeur numérique.

Ressources techniques :

- DT 6 : Calcul de la charge de neige



BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 4 / 28

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

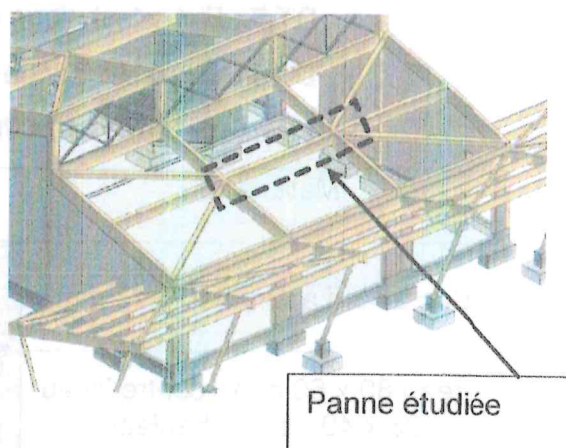
1.1S

- CONSIGNES
- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
 - Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

DOCUMENT QUESTIONNEMENT REPONSES DQR2

PARTIE 2 : PRÉDIMENSIONNEMENT DES PANNES DE LA TOITURE DE L'ESPACE ASSOCIATIF.

Cette partie vise à s'assurer que la section des pannes de l'espace associatif, de 200 x 520 mm en GL24h, proposée par le bureau d'étude structure, est conforme aux exigences de l'Eurocode 5. Pour cela, une série de vérifications réglementaires doit être effectuée (ELU, ELS, déformée de second œuvre, résistance au feu, ...).



Question 2.1 :

Déterminer la portée et la largeur suivant le rampant de la bande de chargement de la panne, repérée sur la vue ci-dessus.

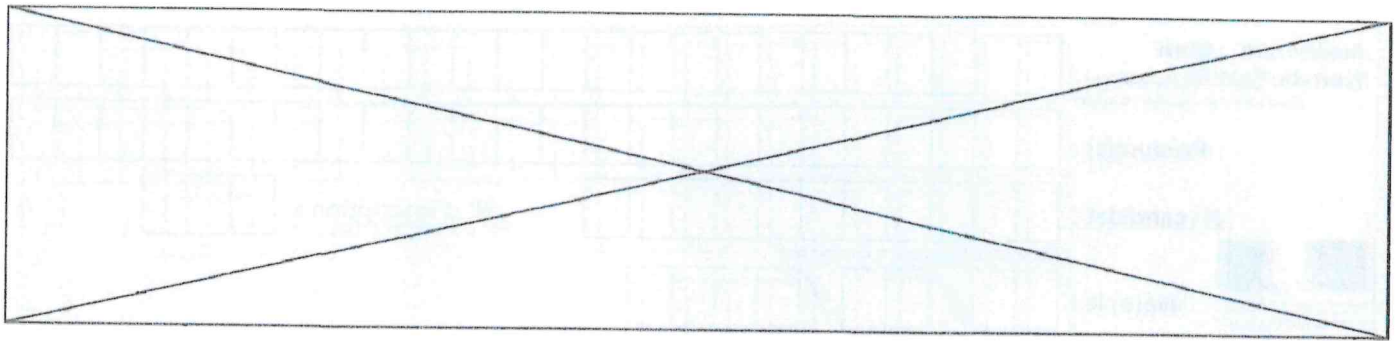
Remarque : Les pannes sont supportées par des étriers en âme et leurs portées correspondent à la distance entre les arbalétriers. La panne dimensionnée est parfaitement centrée entre les deux pannes aplomb. L'inclinaison de la toiture est de 27 %, soit 15,11°.

Ressources techniques :

- DT 3 : Façades + coupe longitudinale A-A
- DT 4 : Vue en plan de la charpente + coupe A-A

Largeur suivant le rampant 3,72 m. $(7,18/2) \times \cos 15,11^\circ$
 Portée de la panne $5,76 - 0,2 = 5,56$ m.

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 5 / 28



Question 2.2 :

Calculer les charges permanentes surfaciques de la toiture G_{toiture} de l'espace associatif, dans le tableau ci-dessous.

Ressources techniques et données :

- DT 5 : Détails techniques
- DT 7 : Fiche technique de la tôle nervurée
- DT 11 : Caractéristiques mécaniques des bois
- La pesanteur $g=10 \text{ N/kg}$

Matériaux	Justification des calculs	Poids surfacique en kN/m^2
Bac acier Landry bac 0.75 mm		0,069
Liteau 80 x 60 mm + contre liteau 38 x 40 mm + chanlatte trapézoïdale + étanchéité		0.044
Dalle OSB 3	$0,018 \times 630 = 11,34 \text{ daN/m}^2$	0,113
Poutre en I	$4,915/0,5 = 9,83 \text{ daN/m}^2$	0,098
Isolation soufflée ep 300 mm		0.060
Pare vapeur	Négligeable	
Liteau 40 x 38	$\frac{0,04 \times 0,038 \times 420}{0,6} = 1,064 \text{ daN/m}^2$	0,011
Isolant ep 80 mm	$0,08 \times 27 = 2,16 \text{ daN/m}^2$	0,022
Plaque de plâtre BA perforée 13		0,09
Total charge permanente $G_{\text{toiture}} =$		0,507 kN/m^2

Question 2.3 :

Calculer la charge linéique permanente g_{panne} en tenant compte du poids propre de la panne et la charge linéique de neige s_{panne} à appliquer à la panne, en considérant les charges données ci-dessous :

Ressources techniques et données :

- DT 11 : Caractéristiques mécaniques des bois
- $G_{toiture} = 0,51 \text{ kN/m}^2$
- S (suivant le rampant) = $2,38 \text{ kN/m}^2$ (avec prise en considération des accumulations de neige)

$$g_{panne} = 0,51 \times 3,72 + 0,2 \times 0,52 \times 4,2 = \underline{\underline{2,334 \text{ kN/m}}}$$

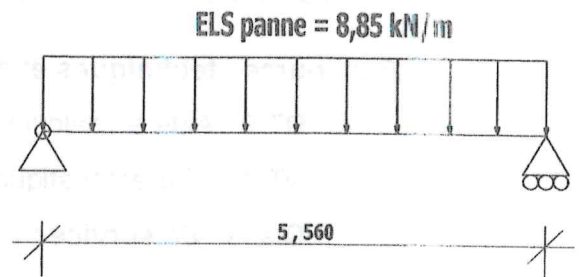
$$s_{panne} = 2,38 \times 3,72 = \underline{\underline{8,85 \text{ kN/m}}}$$

Question 2.4:

Vérification de la panne en déformation instantanée sous le chargement s_{panne} .

Ressources techniques :

- DT 9 : Aide au calcul ELS
- DT 11 : Caractéristiques mécaniques des bois



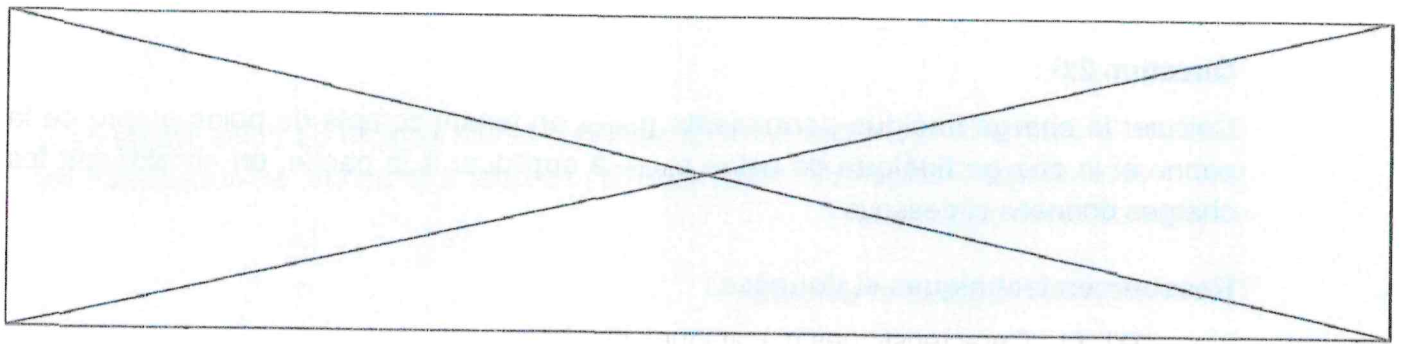
Question 2.41:

Calculer la flèche maximale U_{inst} de cette panne sous le chargement $ELs_{inst} = 8,85 \text{ kN/m}$.

$$I_{Gz} = \frac{B H^3}{12} = \frac{200 \times 520^3}{12} = 234346667 \text{ mm}^4$$

$$U_{inst} = f_{max} = - \frac{5 q L^4}{384 E_{mean} I_{Gz}} = - \frac{5 \times 8,85 \times 5560^4}{384 \times 11500 \times 200 \times 520^3} = \underline{\underline{4,086 \text{ mm}}}$$

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 65C42ACP	Coefficient : 4	Page 7 / 28



Question 2.42:

Vérifier que la déformée U_{inst} est admissible par rapport à la flèche limite instantanée réglementaire $W_{\text{inst}(Q)}$ et indiquer son taux de travail.

$$w_{\text{inst}} = \frac{P}{300} = \frac{5560}{300} = 18,53 \text{ mm} \geq U_{\text{inst}} = 4,086 \text{ mm}$$

$$\text{Taux de travail de la poutre au ELS inst} = \frac{4,086}{18,53} \times 100 = 22,05\%$$

La poutre est validée au ELS inst

Question 2.5:

Vérification de la poutre en **déformation finale** (fluage compris).

Ressources techniques et données :

- DT 9 : Aide au calcul ELS
- DT 11 : Caractéristiques mécaniques des bois
- Classe de service : 2
- Altitude du projet : 1107,5 m
- $g_{\text{poutre}} = 2,34 \text{ kN/m}$
- $s_{\text{poutre}} = 8,85 \text{ kN/m}$

Question 2.51:

Calculer le chargement à appliquer à la poutre : $ELS_{\text{net, fin}}$ en kN/m.

$$ELS_{\text{net fin}} = g_{\text{poutre}} (1 + k_{\text{def}}) + s_{\text{poutre}} (1 + \psi_2 k_{\text{def}})$$

$$k_{\text{def}} = 0,8 \rightarrow L_c \text{ et classe de service } 2$$

$$\psi_2 = 0,2 \rightarrow \text{Neige} \geq 1000 \text{ m}$$

$$ELS_{\text{net fin}} = 2,34 (1 + 0,8) + 8,85 (1 + 0,8 \times 0,2) = 14,478 \text{ kN/m}$$

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26 SC42ACP C	Coefficient : 4	Page 8 / 28

Modèle CCYC : © DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1S

- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
- CONSIGNES
- Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Écrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

Question 2.52:

Calculer la flèche maximale $U_{\text{net, fin}}$ de cette panne sous le chargement $ELS_{\text{net, fin}}$.

$$U_{\text{net, fin}} = \frac{5 \times 12 \times 14,678 \times 5560^4}{384 \times 11500 \times 200 \times 520^3}$$

$$= \underline{\underline{6,68 \text{ mm}}}$$

Question 2.53:

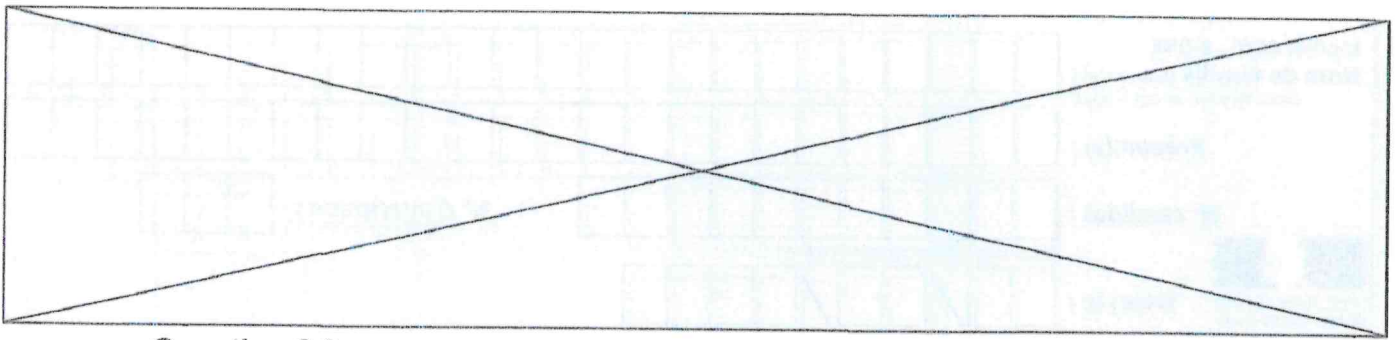
Vérifier si la flèche $U_{\text{net, fin}}$ est admissible par rapport à la flèche limite réglementaire $W_{\text{net, fin}}$ et indiquer son taux de travail.

$$w_{\text{net, fin}} = \frac{L}{200} = \frac{5560}{200} = 27,8 \text{ mm} \gg U_{\text{net, fin}} = 6,68 \text{ mm}$$

$$\text{Taux de travail de la panne au ELS}_{\text{net, fin}} = \frac{6,68}{27,8} \times 100 = \underline{\underline{24\%}}$$

La panne est validée au ELS_{net, fin}.

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 16SC42ACP C	Coefficient : 4	Page 9 / 28



Question 2.6:

Vérification de la panne par rapport à la **flèche de second œuvre U_2** (élément fragile).

Ressources techniques :

- DT 9 : Aide au calcul ELS (Flèche de second œuvre W_2 et Extrait NF DTU 25.41)

Question 2.61:

Selon l'extrait du DTU 25.41, relever la formule de la flèche limite admissible pour les éléments support de plaque de plâtre (considérés comme éléments fragiles). Nommer cette flèche admissible W_2 .

$$f \leq \frac{L}{500} = \frac{5560}{500} = 11,12 \text{ mm} = W_2$$

La flèche limite W_2 pour les plaques de plâtre est de $L/500$

Question 2.62:

Vérifier si la panne est conforme à la flèche limite de second œuvre W_2 et indiquer son taux de travail.

Donnée :

- U_{inst} (charge non fragile) = 0,92 mm

$$\begin{aligned} \underline{U_2} &= U_{\text{net fin}} - U_{\text{inst non fragile}} \\ &= 6,68 - 0,92 = 5,76 \text{ mm} < 11,12 \text{ mm} = \frac{L}{500} = \underline{W_2} \end{aligned}$$

Taux de travail de la panne à la flèche de second œuvre est de : $\frac{5,76}{11,12} \times 100 = \underline{\underline{51,8\%}}$

La panne est validée par rapport à la flèche de second œuvre

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP C	Coefficient : 4	Page 10 / 28

Question 2.7 :

Vérification de la panne à la résistance en flexion à l'état limite ultime (ELU) sous la combinaison des charges suivante : $ELU_{\text{panne}} = 1,35 g_{\text{panne}} + 1,5 s_{\text{panne}}$.

Ressources techniques et données :

- o DT 9f : Formulaire RDM
- o DT 10 : Aide au calcul ELU
- o DT 11 : Caractéristiques mécaniques des bois
- o $g_{\text{panne}} = 2,34 \text{ kN/m}$ et $s_{\text{panne}} = 8,85 \text{ kN/m}$
- o Classe de service : 2

Question 2.71 :

Calculer le chargement à appliquer à cette panne avec la combinaison ELU_{panne} en kN/m .

$$\begin{aligned} ELU_{\text{panne}} &= 1,35 g_{\text{panne}} + 1,5 s_{\text{panne}} \\ &= 1,35 \times 2,34 + 1,5 \times 8,85 \\ &= 16,434 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Le chargement à appliquer à la panne pour en dimensionner à l'ELU est de $16,434 \text{ kN/m}$.

Question 2.72 :

Calculer la contrainte de flexion σ_m , d induite par le chargement de cette panne.

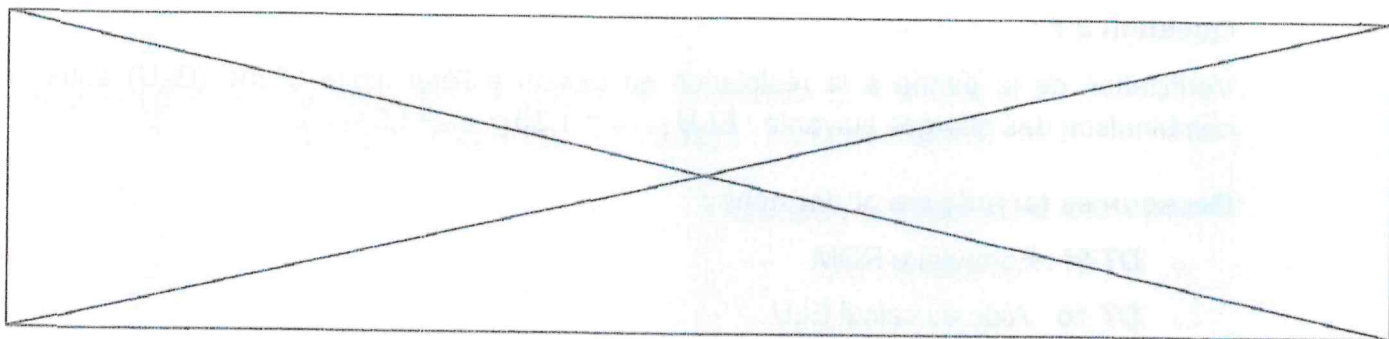
$$M_{fz \text{ max}} = \frac{q L^2}{8} = \frac{16,434 \times 5560^2}{8} = 63504262,8 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$I_{gz} = \frac{B H^3}{12} = \frac{200 \times 520^3}{12} = 234346667 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{md} = \frac{M_{fz \text{ max}}}{\frac{I_{gz}}{\frac{B}{2}}} = \frac{6 M_{fz \text{ max}}}{B H^2} = \frac{6 \times 63504262,8}{200 \times 520^2} = \underline{\underline{7,045 \text{ N/mm}^2}}$$

La contrainte de flexion maximale est de $7,045 \text{ N/mm}^2$

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code 26 SC42ACP C	Coefficient : 4	Page 11 / 28



Question 2.73 :

Calculer la contrainte de résistance en flexion $f_{m,d}$ avec les coefficients k_h , k_{sys} , et K_{crit} .

Données :

- $K_{crit}=1$

$$k_h = \min(1,1, (600/520)^{0,7}) = 1,014$$

$$k_{mod} = 0,8 \rightarrow \text{neige} \leq 7000 \text{ m}$$

$$f_m = 1,25 \rightarrow LC$$

$$f_{m,d} = \frac{f_m \times k_{mod}}{f_m} = \frac{24 \times 0,8}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{m,d} \times k_h \times k_{sys} \times k_{crit} = 15,36 \times 1,014 \times 1 \times 1 = \underline{\underline{15,58 \text{ N/mm}^2}}$$

Question 2.74

Vérifier si la section de la panne est conforme aux exigences de l'état limite ultime (ELU) et déterminer le taux de travail.

$$\sigma_{m,d} = 7,045 \text{ N/mm}^2 \leq f_{m,d} \times k_h \times k_{crit} \times k_{sys} = 15,58 \text{ N/mm}^2$$

Taux de travail de la panne en flexion au ELU

$$\frac{7,045}{15,58} \times 100 = \underline{\underline{45,21\%}}$$

La panne est validée en flexion au ELU

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 12 / 28

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :



1.1S

- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
- CONSIGNES
- Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Écrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

Question 2.8 :

Vérification de la section de la panne à la résistance au cisaillement longitudinal sous la combinaison $1,35 g_{\text{panne}} + 1,5 S_{\text{panne}}$.

Question 2.81 :

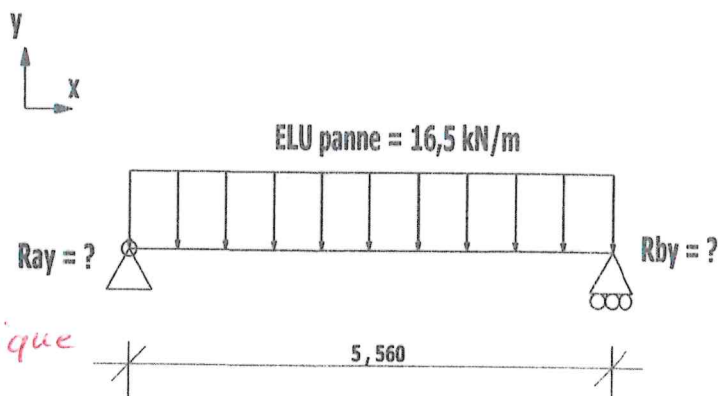
Déterminer les réactions d'appui R_{Ay} et R_{By} de cette panne en considérant le modèle mécanique ci-dessous.

$$\sum F_y = 0 = R_{Ay} + R_{By} - 16,5 \times 5,56$$

$$R_{Ay} = R_{By} = 91,74 / 2$$

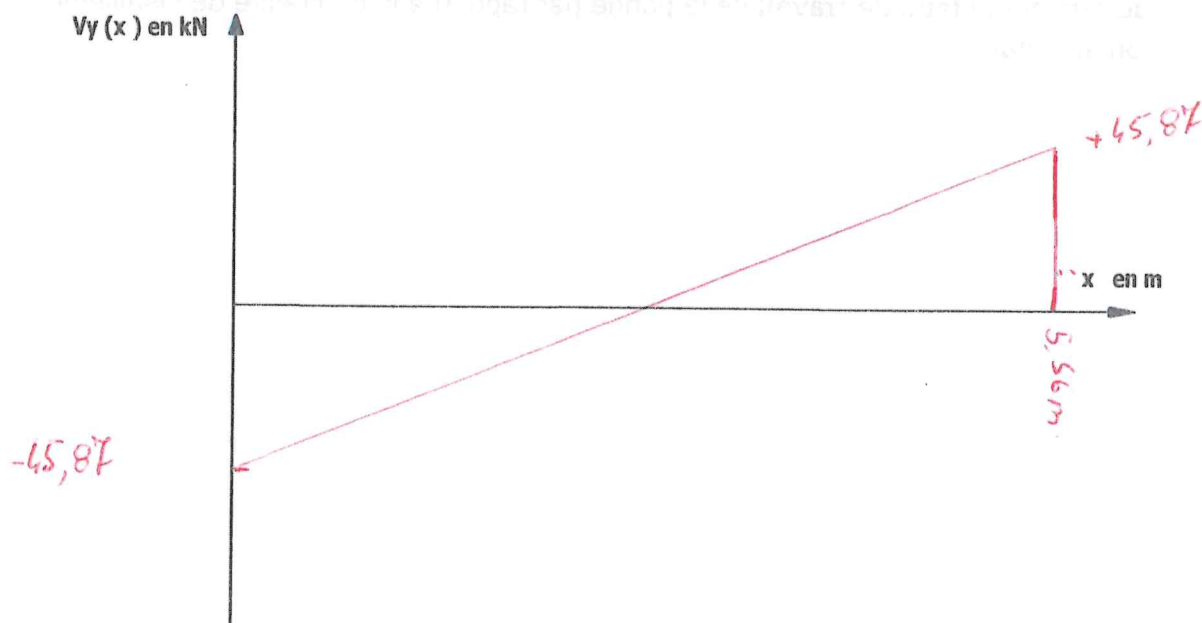
$$= 45,87 \text{ kN}$$

$R_{Ay} = R_{By}$ car le modèle mécanique est symétrique.

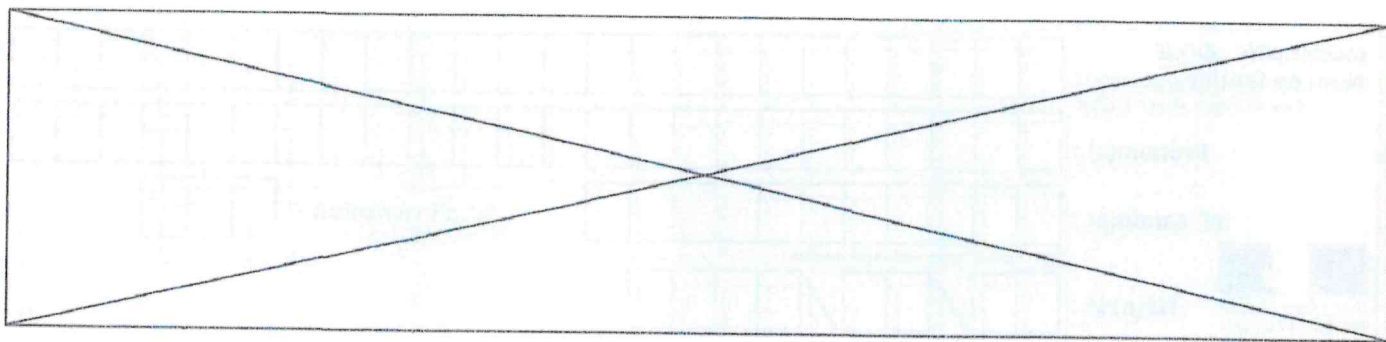


Question 2.82 :

Tracer le diagramme des efforts tranchants de cette panne.



BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 13 / 28



Question 2.83 :

Calculer la contrainte de cisaillement longitudinal τ_v , d selon l'effort tranchant maximum observé sur le diagramme des efforts tranchants et en considérant les données suivantes :

Données :

- La combinaison ELU a été calculée avec : $g_{panne}=2,34 \text{ kN/m}$ et $s_{panne}=8,85 \text{ kN/m}$
- La panne ne comporte pas d'entaille.

$$\% \text{ de charge permanente} = \frac{2,34 \times 100}{11,19} = 20,91\% \leq 70\%$$

$\Rightarrow k_{cr} = 1$

$$b_e = k_{cr} \times b = 1 \times 200 = 200 \text{ mm}$$

$$\tau_{vd} = \frac{1,5 V_{gmax}}{(b_e \times h_{ef})} = \frac{1,5 \times 45870}{200 \times 510} = \underline{\underline{0,66 \text{ N/mm}^2}}$$

Question 2.84

Déterminer la valeur de calcul de la résistance au cisaillement longitudinal f_{vd} et déterminer le taux de travail de la panne par rapport à la contrainte de cisaillement longitudinal.

$$\underline{\underline{f_{vd}}} = \frac{f_{vk} \times k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{3,5 \times 0,8}{1,25} = \underline{\underline{2,24 \text{ N/mm}^2}} > \tau_{vd} = 0,66 \text{ N/mm}^2$$

Taux de travail de la panne en cisaillement longitudinal
est de $\frac{0,66 \times 100}{2,24} = \underline{\underline{29,5\%}}$

La panne est validée pour le cisaillement longitudinal.

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code 26SC42ACPC	Coefficient : 4	Page 14 / 28

Question 2.9

Vérification de la résistance de la panne en flexion sous l'effet du feu.

Ressources techniques et données :

- o DT 12 : Aide pour le dimensionnement au feu.
- o $g_{\text{panne}}=2,34 \text{ kN/m}$ et $s_{\text{panne}}=8,85 \text{ kN/m}$

Question 2.91

À partir des documents relatifs à la réglementation incendie des ERP et de la description de l'ouvrage en première page du sujet, déterminer la durée de résistance au feu requise pour la structure.

ERP 4^{ème} catégorie } structure = R = 30 (30 minutes)
Établissement à un niveau } plancher = R.E.I 30

Question 2.92

Calculer la section efficace de la panne de 200 x 520 mm dans le cas d'une exposition de 3 faces au feu pendant 60 min (résistance exigée par le CCTP).

Bois résineux.

Durée de résistance au feu : $t = 60 \text{ min}$.

Vitesse de combustion $B_n = 0,7 \text{ mm/min}$.

$D_{\text{char}} = B_n \times t = 0,7 \times 60 = 42 \text{ mm}$.

$d_o = 7 \text{ mm}$.

$k_o = 1$.

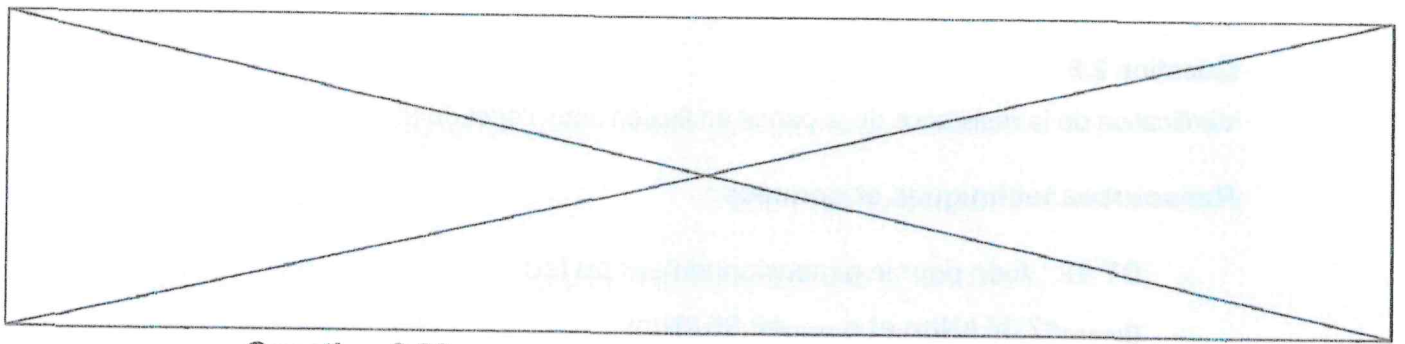
$E_p \text{ carbonisée additionnelle} = d_o \times k_o = 7 \times 1 = 7 \text{ mm}$.

$E_p \text{ carbonisée totale} = D_{\text{eff}} = D_{\text{char}} + d_o \times k_o = 42 + 7 = 49 \text{ mm}$.

$H_{fi} = H - D_{\text{eff}} = 520 - 49 = 471 \text{ mm}$.

$B_{fi} = B - 2 D_{\text{eff}} = 200 - 49 \times 2 = 102 \text{ mm}$.

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26 SC42ACP	Coefficient : 4	Page 15 / 28



Question 2.93

Déterminer la combinaison au feu : C_{feu} en kN/m à considérer pour cette panne, justifier votre réponse.

$$C_{feu} = G_k + Q_k \times \psi_1 = 2,34 + 8,85 \times 0,5$$

$= 6,765 \text{ kN/m}$
L'Eurocode 1 indique qu'il faut appliquer un coefficient ψ_1 pour moduler les charges variables lors de la vérification des structures en situation d'incendie.

Question 2.94

Calculer la contrainte de flexion induite par le chargement $\sigma_{m,d,fi}$.

$$M_{fmax, feu} = \frac{6,765 \times 5560^2}{8} = 26141313 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$\sigma_{m,d,fi} = \frac{6 \times M_{fmax, feu}}{W_{fi} \times b_{fi}} = \frac{6 \times 26141313}{102 \times 471^2} = 6,93 \text{ N/mm}^2$$

Question 2.95

Calculer la contrainte de résistance en flexion au feu $f_{m,d,fi}$.

$$k_R = \min(1,1; (600/471)^{0,7}) = 1,0245$$

$$f_{m,d,fi} = \frac{f_{mk} \times k_{m,d,fi} \times k_{fi} \times k_R}{\gamma_{m,fi}} = \frac{24 \times 1,15 \times 1,0245}{1} = 28,28 \text{ N/mm}^2$$

Question 2.96

Vérifier si la section de la panne est conforme aux exigences de dimensionnement en flexion en cas d'incendie et déterminer son taux de travail.

$$\sigma_{m,d,fi} = 6,93 \text{ N/mm}^2 \leq f_{m,d,fi} = 28,28 \text{ N/mm}^2$$

Taux de travail de la panne en flexion en cas d'incendie

$$\frac{6,93}{28,28} \times 100 = 24,5\% \text{ La panne est validée en flexion en cas d'incendie.}$$

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 16 / 28

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : (Les numéros figurent sur la convocation.)

N° d'inscription :

Né(e) le :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1S

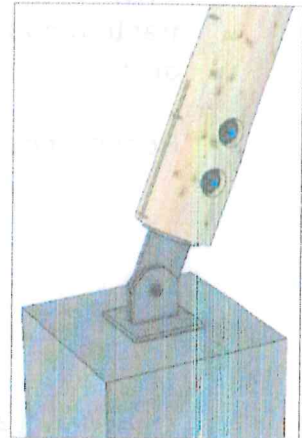
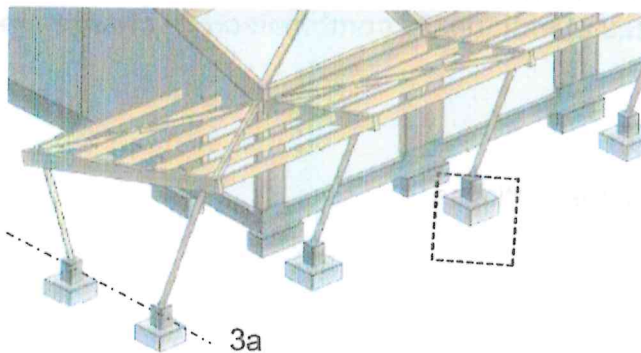
- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
- En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
- Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
- Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

CONSIGNES

DOCUMENT QUESTIONNEMENT REPONSES DQR3

PARTIE 3 : ÉTUDE MECANIQUE DE L'AUVENT.

Pour cette section, il s'agira de valider la modélisation choisie pour les portiques de l'auvent, puis de justifier réglementairement l'assemblage boulonné en pied des poteaux de sections circulaires, en tenant compte de l'effort de soulèvement dû à l'action du vent.



Question 3.1

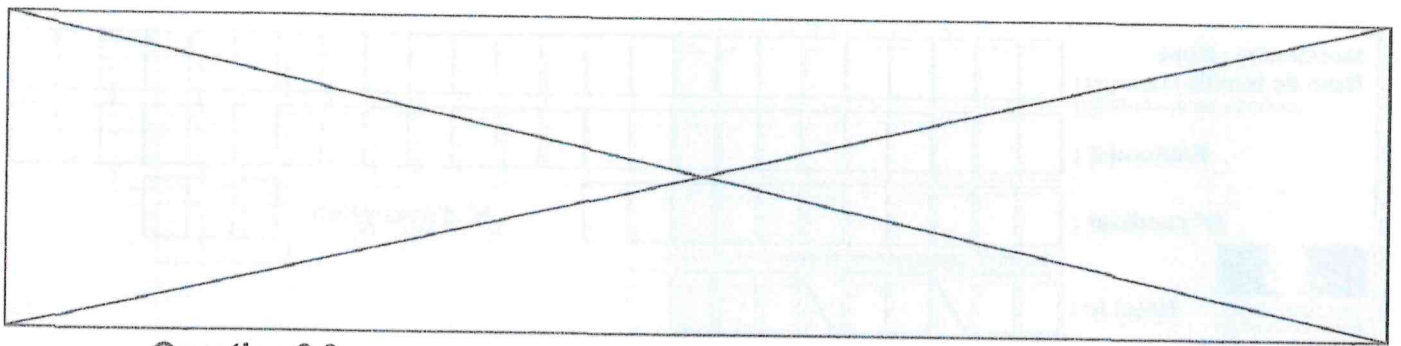
Pour le modèle d'étude des portiques 3a et 6a, expliquer la raison de la présence de la liaison ponctuelle « C » sur DT 13 et ce qu'elle représente concrètement. Pourquoi la présence de cette liaison n'est-elle plus nécessaire pour les portiques des files 3 à 6 ?

Ressources techniques :

- DT 4 : Vue en plan de la charpente + coupe AA
- DT 13 : Modèles d'étude des portiques et disposition des assembleurs de type tige

La liaison en C représente un appui rigide pour le portique 3A. Cette rigidité est assurée par la poutre au vent de la toiture et permet de rendre stable le portique dans son plan. La stabilité des autres portiques est assurée par la structure de la salle de réception (rotule en F). Les portiques 4 et 5 de la salle de réception semblent stabilisés par le voile BA. Cela n'est pas pertinent. Il faut réaliser une poutre au vent sur la travée en bas de pente pour renvoyer les efforts vers les 2 murs pignons en ossature bois.

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2020	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26 SC42ACP	Coefficient : 4	Page 17 / 28



Question 3.2

Dans le cas d'un chargement uniquement descendant du complexe de toiture (charges permanentes + neige), préciser le terme exact de la sollicitation des poteaux de sections circulaires, ainsi que celui du phénomène d'instabilité susceptible d'en découler.

Les poteaux sont sollicités en compression axiale, avec un risque de flambement.

Question 3.3

Selon la note de calcul relative au soulèvement des portiques 3 à 6, déterminer l'effort de traction maximal dans le poteau et indiquez la combinaison de charges responsable de cet effort maximal.

Ressources techniques :

- DT 14 : Note de calcul des portiques

L'effort de traction maximum est de 3796,3 daN avec la combinaison ELU3 = G + 1,5 Vent A.

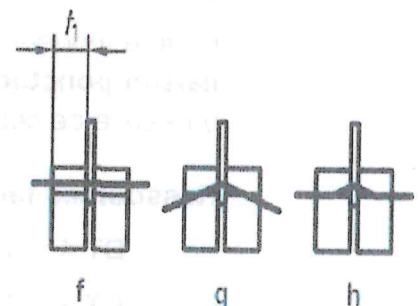
Question 3.4

Choisir le mode de rupture des boulons, le plus défavorable $F_{v,Rk}$ et calculer la résistance de calcul $F_{v,Rd}$ d'un boulon soumis à un cisaillement plan.

Ressources techniques et données :

- DT 10 : Aide au calcul ELU
- DT 13 : Modèle d'étude
- Classe de service 3

On donne ci-contre les valeurs caractéristiques de résistance pour un plan de cisaillement, en fonction des différents modes de rupture d'un assemblage bois-métal à âme centrale :



$$F_{v,Rk} (f) = 21215 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} (g) = 13068 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} (h) = 19077 \text{ N}$$

Le mode de rupture le plus défavorable est $F_{v,Rk}(g) = 13068 \text{ N}$.

$k_{mod} = 0,9 \rightarrow$ vent - classe de service 3. $\gamma_m = 1,3 \rightarrow$ Assemblage.

$$F_{v,Rd} = \frac{F_{v,Rk} \times k_{mod}}{\gamma_m} = \frac{13068 \times 0,9}{1,3} = \underline{\underline{9047 \text{ N}}}$$

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26 SC42ACP C	Coefficient : 4	Page 18 / 28

Question 3.5

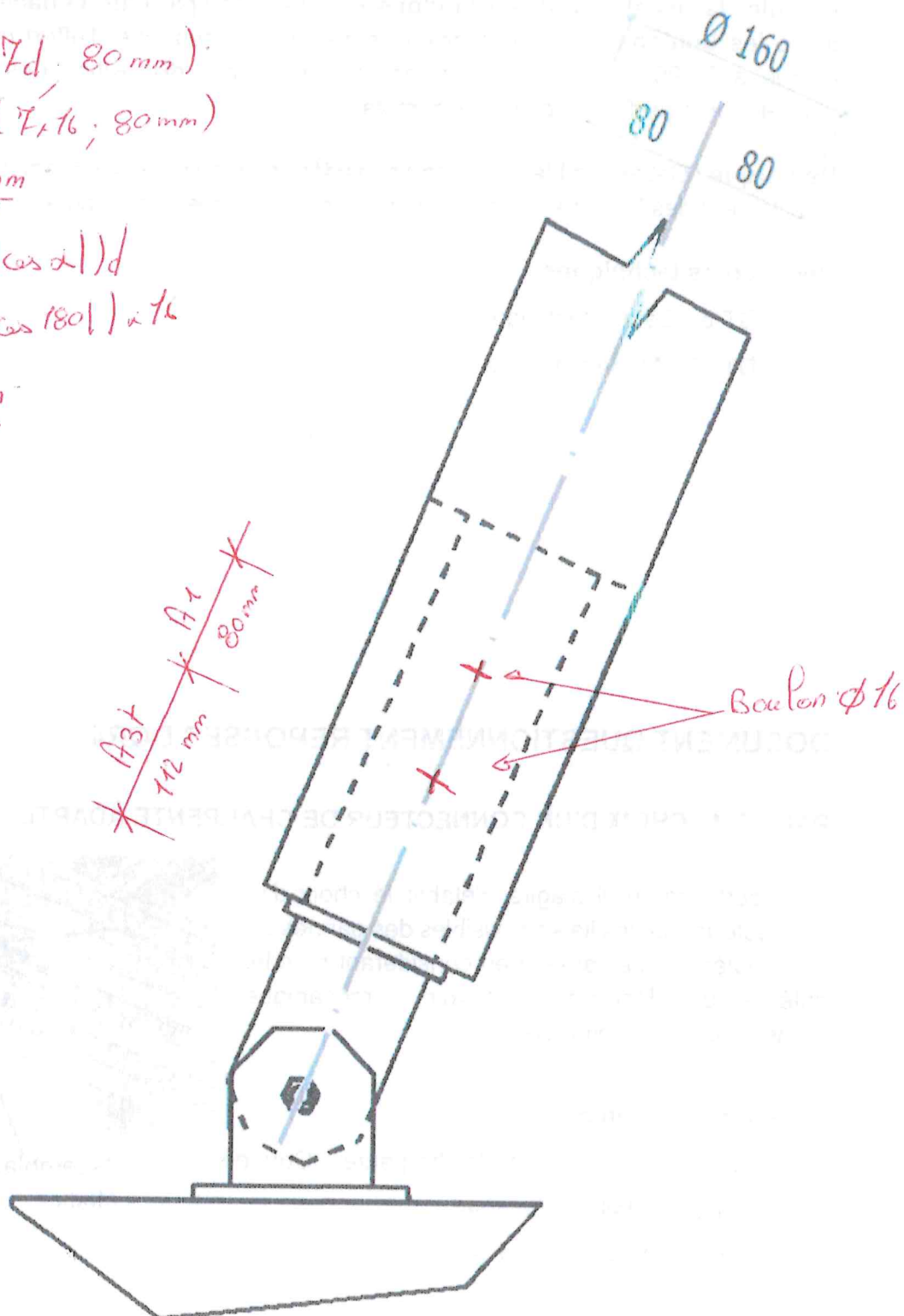
Positionner les boulons (par des croix) de manière à respecter les conditions de pinces a_1 et $a_{3,t}$ tout en minimisant la longueur de l'assemblage. Coter précisément le positionnement des boulons sur l'axe central du poteau de section circulaire.

Ressources techniques :

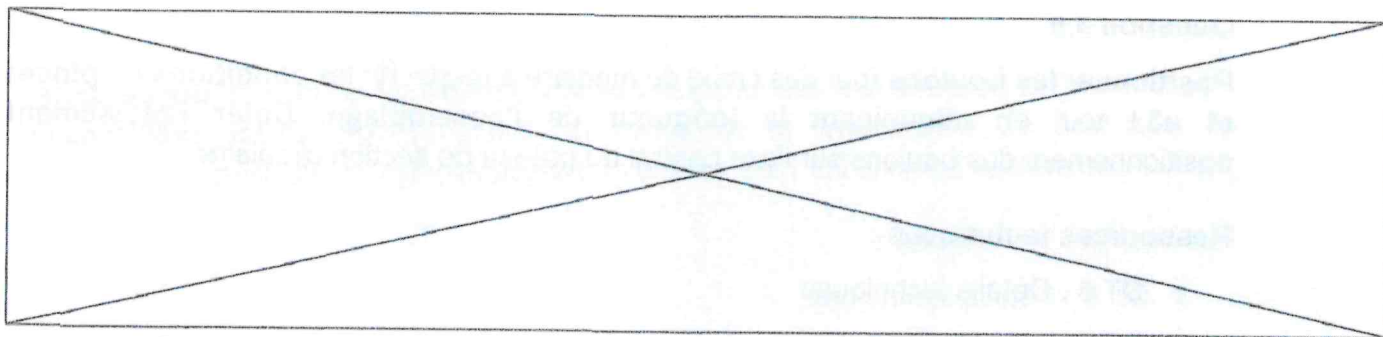
- DT 5 : Détails techniques
- DT 13 : Modèle d'étude

$$\begin{aligned}
 A_{3t} &= \max(7d, 80 \text{ mm}) \\
 &= \max(7 \times 16, 80 \text{ mm}) \\
 &= \underline{112 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_1 &= (4 + |\cos \alpha|)d \\
 &= (4 + |\cos 180|) \times 16 \\
 &= \underline{80 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$



BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26.SC42ACP	Coefficient : 4	Page 19 / 28



Question 3.6

Calculer la résistance des 2 boulons en tenant compte d'un espacement a_1 de 80 mm entre les boulons. Cette disposition permet-elle de supporter l'effort de traction du poteau estimé à 37,96 kN ? Si ce n'est pas le cas, quelle disposition des boulons permettrait d'améliorer la performance de l'assemblage ?

Remarque : Cet assemblage doit être considéré comme un assemblage provoquant un double cisaillement des boulons en raison de sa conception avec une plaque métallique en âme.

Ressources techniques :

- DT 5 : Détails techniques
- DT 13 : Modèle d'étude

$$N_{ef} = n^{0,9} \sqrt{\frac{V_{a1}}{131}} = 2^{0,9} \sqrt{\frac{80}{131}} = 1,47 \text{ MPa}$$

$$\text{Effort de l'assemblage} = 1,47 \times 5047 \times 2 = 26598,2 \text{ N} \leq 37960 \text{ N}$$

L'assemblage n'est pas valide.

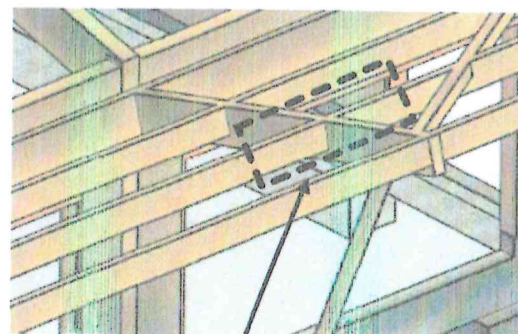
Solution :

- Rajouter un boulon avec un espacement de 80 mm.
- Augmenter la distance entre boulons.
- Augmenter le diamètre des boulons et l'espacement minimum entre les boulons.

DOCUMENT QUESTIONNEMENT REPONSES DQR4

PARTIE 4 : CHOIX D'UN CONNECTEUR DE CHARPENTE ADAPTÉ

Pour cette partie, il s'agira d'établir le choix d'un connecteur pour les liaisons visibles des pannes sur les arbalétriers de l'auvent en considérant tous les critères de décision, à savoir : mécanique, esthétique et économique.



Assemblage à étudier

Ressources techniques :

- DT 4 : Vue en plan de la charpente + Coupe AA
- DT 5 : Détails techniques
- DT 10 : Aide au calcul ELU

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : LCSC42ACPC	Coefficient : 4	Page 20 / 28

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

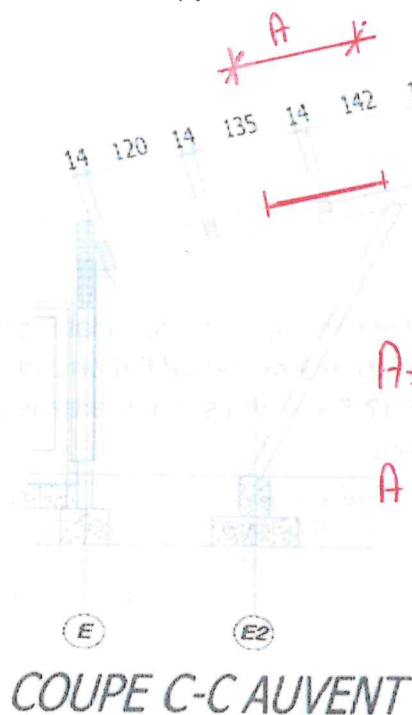
1.1S

- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
- En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
- Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
- Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

CONSIGNES

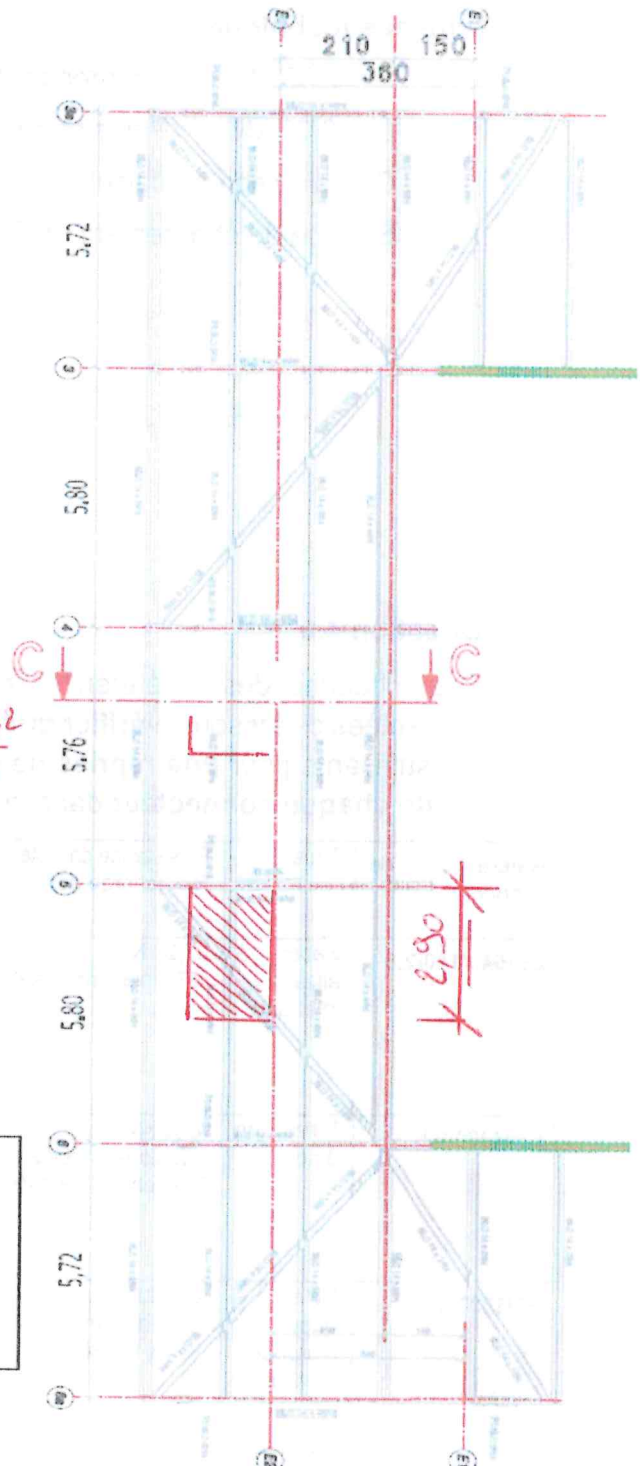
Question 4.1

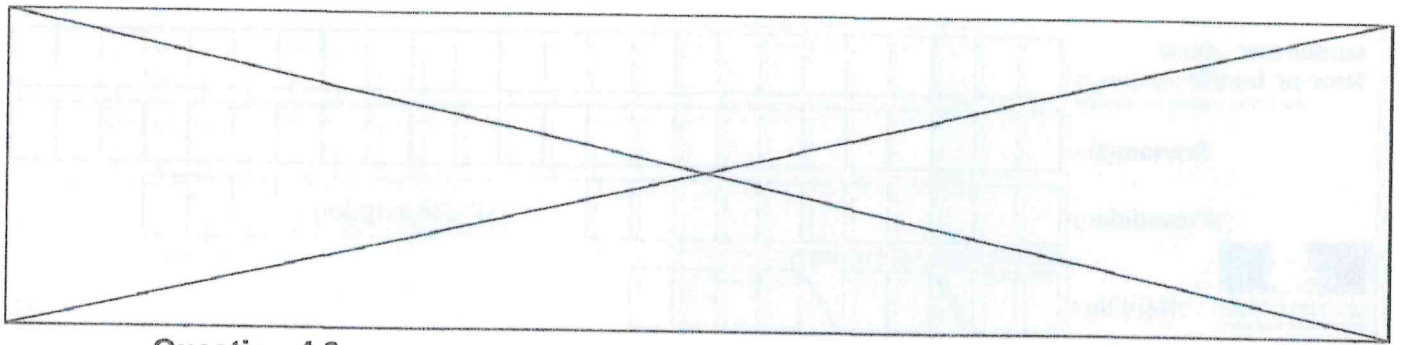
Sur la vue en plan ci-contre, dessiner la surface de chargement la plus importante que devra reprendre un des connecteurs. Sur la coupe C-C, représenter la largeur de cette surface par un trait épais. Établir la cotation nécessaire pour en déduire son aire en m², en développant le calcul.



Surfae de chargement :

$$S = 1,525 \times 2,9 = 4,42 \text{ m}^2$$





Question 4.2

Déterminer la charge ponctuelle descendante pondérée au niveau de la liaison panne-arbalétrier à prendre en considération pour le dimensionnement du connecteur.

Données techniques :

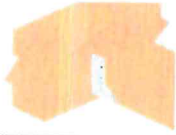
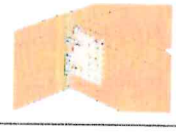
- $S = 2,38 \text{ kN/m}^2$ (comprenant le phénomène d'accumulation)
- $G = 0,35 \text{ kN/m}^2$ (Poids propre de la panne compris dans de ce chargement)
- Combinaison de calcul ELU : $1,35 G + 1,5 S$
- Surface de chargement : $4,32 \text{ m}^2$

Chargement ELU par $\text{m}^2 = 1,35 \times 0,35 + 1,5 \times 2,38 = 4,04 \text{ kN/m}^2$

Charge sur le connecteur = $4,04 \times 4,32 = \underline{\underline{17,46 \text{ kN}}}$

Question 4.3

Pour chacune des 3 références de connecteur d'assemblage du fabricant SIMPSON présentées ci-dessous, vérifier que la valeur de résistance de calcul R_d en clouage total est suffisante pour une reprise de chargement de $17,5 \text{ kN}$. Vous indiquerez les valeurs R_d de chaque connecteur dans le tableau ci-dessous. $k_{mod} = 0,8 \rightarrow$ Classe de service 2

Référence de connecteur	Type	Résistance caractéristique $R_{t,k}$ (charge descendante)	Résistance de calcul $R_d = \frac{R_k \times k_{mod}}{\gamma_m}$	Coût unitaire
GLI540/140/2.5 	Sabot à ailes intérieure	37,2 kN (47 clous annelés 4 x 50)	$R_d = \frac{37,2 \times 0,8}{1,3} = \underline{\underline{22,89 \text{ kN}}}$ <u>Solution validée</u>	9,55 € HT
CBH220/2.5 	Etrier en âme	42,8 kN (22 clous annelés 4 x 60 + 7 broches 10 x 140)	$R_d = \frac{42,8 \times 0,8}{1,3} = \underline{\underline{26,33 \text{ kN}}}$ <u>Solution validée</u>	19,82 € HT
ETB230-B 	Etrier à queue d'aronde métallique	29,5 kN (19 clous annelés 4 x 50 + 14 vis 5 x 80)	$R_d = \frac{29,5 \times 0,8}{1,3} = \underline{\underline{18,15 \text{ kN}}}$ <u>Solution validée</u>	96,16 € HT

Question 4.4

Pour finir, **valider la référence** du connecteur en vous servant de la matrice de décision ci-dessous. Pour le critère du prix, se servir du tableau comparatif présenté à la question 4.2. Pour le critère esthétique, donner la meilleure note à l'assemblage laissant apparaître le moins d'acier ou d'entaille. Justifier votre choix **au regard des résultats** de cette matrice.

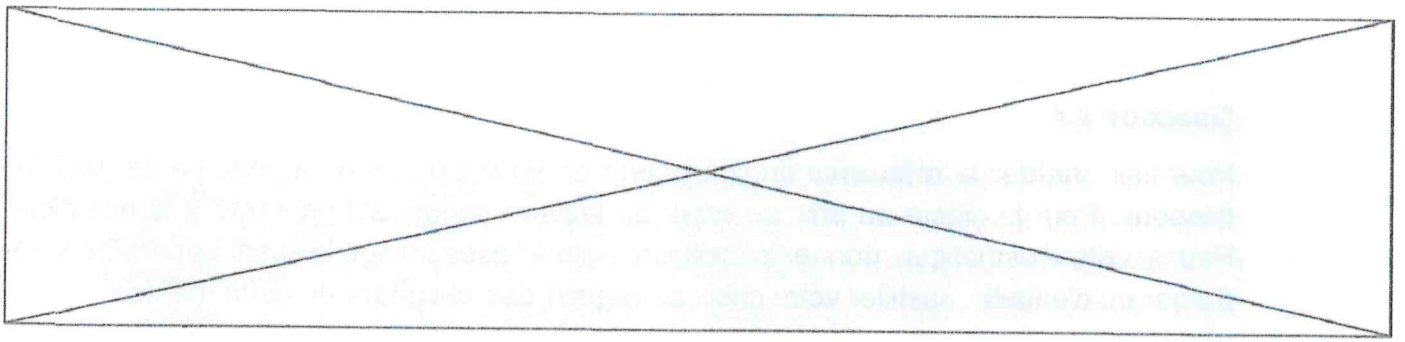
Remarque : L'évaluation sera faite sur une échelle de 0 à 5 points pour chaque critère (0 représentant une solution très mauvaise et 5 une solution idéale par rapport aux autres solutions).

Référence	Esthétique de l'assemblage	Coût du connecteur	Total
Ref 1 (exemple)	0/5	2/5	0+2 = 2 pts
GLI540/140/2.5	1 /5	5 /5	6 Pts
CBH220/2.5	4 /5	3 /5	7 Pts
ETB230-B	5 /5	0 /5	5 Pts

Le connecteur CBH semble le plus approprié en raison de son bon rapport esthétique/prix.

Le connecteur ETB bien que parfait esthétiquement est disqualifié de par son prix extrêmement élevé.

Le connecteur GLI reste un assemblage à privilégier pour un assemblage non visible, ce qui n'est pas le cas pour l'autre.



DOCUMENT QUESTIONNEMENT REPONSES DQR5

PARTIE 5 : RÉPONDRE AUX EXIGENCES DE CONFORT ET ENVIRONNEMENTALES.

Afin de respecter la réglementation thermique en vigueur (RE 2020), il s'agira d'étudier la performance thermique du complexe de toiture et de porter une attention particulière à l'impact environnemental des matériaux utilisés. De plus, certains choix de la maîtrise d'œuvre concernant la conception architecturale de ce projet devront également être analysés.

Question 5.1

Étude thermique de la toiture de l'espace associatif.

Documents techniques :

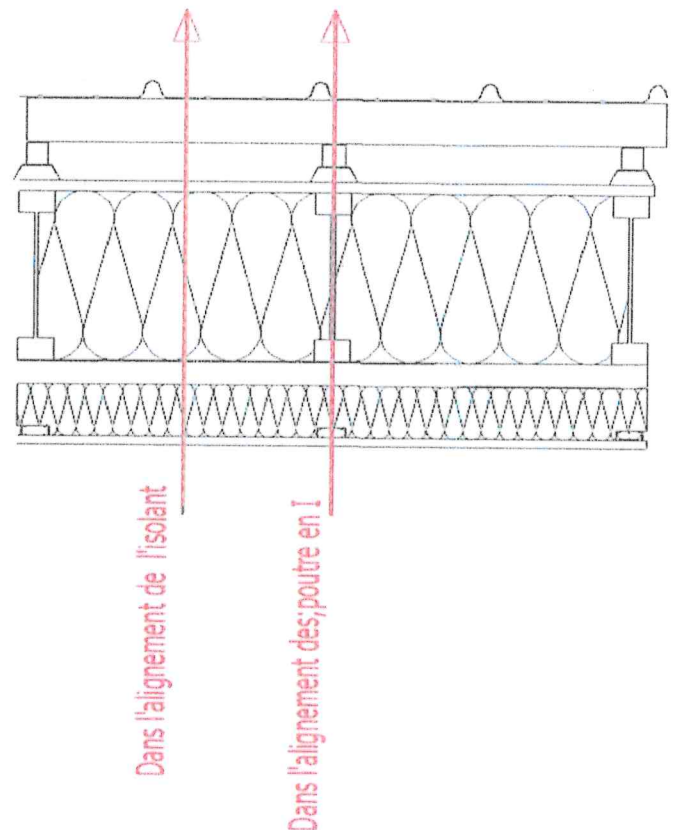
- DT 5 : Détails techniques
- DT 15 : Données thermiques du bâtiment

Question 5.11

Compléter le tableau (page suivante) pour déterminer la résistance totale dans l'alignement des poutres en I et dans l'alignement de l'isolation.

Question 5.12

Déterminer le coefficient de transmission thermique U_p dans l'alignement des poutres en I et dans l'alignement de l'isolation dans le tableau (page suivante).



BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 24 / 28

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat : N° d'inscription :

(les numéros figurent sur la convocation.)

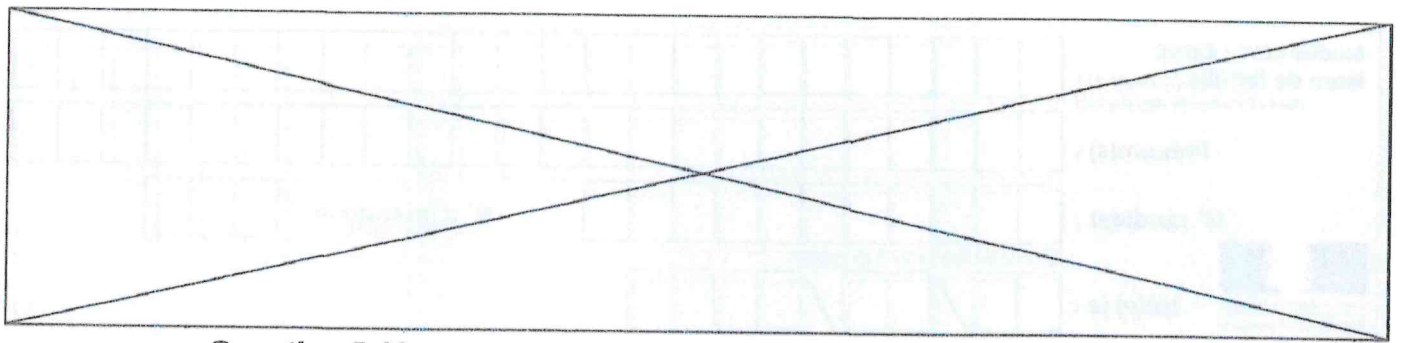
Né(e) le :

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

1.1S

- Remplir soigneusement en majuscules, le cadre d'identification sur toutes les copies.
 - En dehors de ce cadre d'identification, aucun signe distinctif ne doit permettre d'identifier le candidat.
- CONSIGNES
- Ne joindre aucun brouillon et n'effectuer aucun collage et aucun agrafage.
 - Ecrire à l'encre foncée et éviter d'utiliser du blanc correcteur. Ne pas composer dans la marge.

Elément	Epaisseur en m	λ En w/mK	R dans l'alignement de l'isolant en m ² °k/W	R dans l'alignement des poutres en l en m ² °k/W
RSE	RSI		0,1	0,1
Bac acier Lambry bac ep 0,75 mm				
Liteau de 60 x 80 mm				
Contre liteau 38 x 40 mm				
Etanchéité de montagne				
Chanlatte 50/80 x 27 mm				
Dalle OSB 3	0,018	0,13	0,138	0,138
Poutre en I Steico SJ 60 de hauteur 300 mm (voir DT 15)	0,3	0,13		2,307
Laine de roche soufflée de type Jetrock entre les poutres en I	0,3	0,044	6,818	
Pare vapeur de type Vario Xtra				
Liteau 40 x 38 mm de hauteur -lame d'air non ventilée			0,16	0,16
Isolant laine de roche de type Rockglas	0,08	0,035	2,286	2,286
Plaque de plâtre BA 13 perforée				
RSI			0,1	0,1
R _{tot} en m ² °k/W			9,6	5,091
Up en W/ m ² °k			0,104	0,1964



Question 5.13

Déterminer le coefficient de transmission thermique $U_{p, \text{tot}}$ de la paroi de toiture en tenant compte des ponts thermiques dus aux poutres en I.

Ressource :

- DT 15 : Données thermiques du bâtiment

Pour une surface de 1 m^2

$$IP_y \approx \frac{1}{0,5} \times 0,022 = 0,044 \text{ m}^2 \text{ "de poutre en I"}$$
$$IP_y \approx 1 - 0,044 = 0,956 \text{ m}^2 \text{ "d'isolation"}$$
$$U_{p, \text{tot}} = \frac{0,044 \times 0,1964 + 0,956 \times 0,104}{1} = \underline{\underline{0,108 \text{ W/m}^2\text{K}}}$$

Question 5.14

Vérifier si le coefficient de transmission surfacique $U_{p, \text{tot}}$ d'un m^2 de toiture est conforme aux recommandations du document « Réglementation thermique dans le neuf » pour respecter la RE 2020. Quelle solution pourrait-on proposer si ce n'est pas le cas ?

Ressource :

- DT 15 : Données thermiques du bâtiment

Isolation des combles : $U_p \leq 0,11 \leq U_{p, \text{tot}} = 0,108 \text{ W/m}^2\text{K}$.
L'isolation de la toiture n'est pas suffisante.

Solution : - Placer un isolant avec un k plus petit.
- Placer un isolant complémentaire plus épais (1/4 de la résistance thermique totale $\rightarrow$ $a \cdot l \geq 100 \text{ mm}$)
- Espacer les poutres en I pour limiter les ponts thermiques.
- Rajouter une couche d'isolation complémentaire par l'extérieur.

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 26 / 28

Question 5.2

Analyse de l'impact environnemental de l'isolation en toiture.

Ressource :

- DT 16 : Extrait fiche FDES

Remarque : Pour la lecture des fiches FDES, lorsque la valeur est positive, cela correspond à un rejet de CO₂, et lorsqu'elle est négative, cela correspond à un stockage de CO₂.

Question 5.21

Entre l'isolant en laine de roche Jetrock2 et l'isolant en ouate de cellulose Universel+, lequel a un impact le plus défavorable par rapport au réchauffement climatique ? Justifiez votre réponse. Quelle est l'étape de son cycle de vie la plus défavorable ?

$$\text{Jetrock 2} = 8,2 + 0,27 + 0,28 + 0,012 + 0,081 = 8,843 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$$

La production de la laine de roche est l'étape la plus génératrice de CO₂

$$\text{Ouate de cellulose} = -10,8 + 0,449 - 0,0568 + 0,0459 + 7,23 - 4,45 = -7,58 \text{ kg CO}_2/\text{m}^2$$

L'élimination de l'ouate de cellulose est l'étape la plus génératrice de CO₂

L'isolant Jetrock 2 a un impact plus défavorable, produisant 8,843 kg de CO₂/m² d'isolation, tandis que la ouate de cellulose permet de stocker 7,58 kg CO₂.

Question 5.22

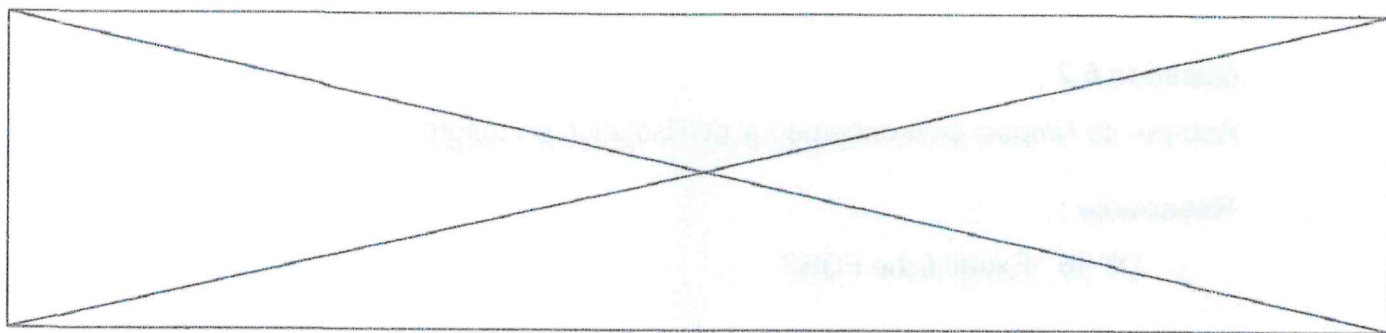
Quelle est la différence de masse (en kg) de CO₂ générée entre ces deux isolants pour les 316 m² de la toiture de l'espace associatif ?

$$\text{Jetrock 2} = 8,843 \times 316 = + 2794,388 \text{ kg de CO}_2$$

$$\text{Ouate de cellulose} = -7,58 \times 316 = - 2395,28 \text{ kg de CO}_2$$

Il y a une différence de $2794,388 - (-2395,28) = 5189,66 \text{ kg de CO}_2$ entre les 2 solutions.

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26 SC42ACP	Coefficient : 4	Page 27 / 28



Question 5.3

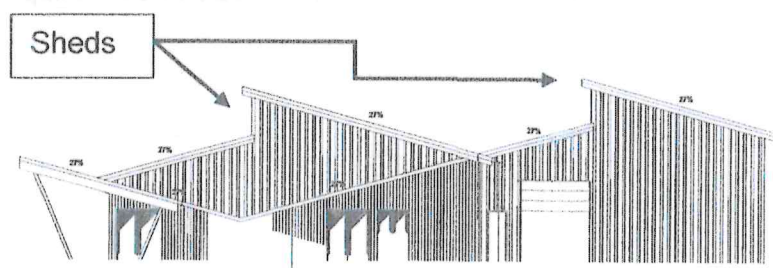
Conception architecturale :

Ressources :

- o DT 3 : Façades+ coupe longitudinale AA

Question 5.31

Citer deux avantages de la présence de vitrage sur les deux sheds de toiture.



- Apport de lumière naturelle en réduisant l'impact direct du soleil.
- Réchauffer naturellement l'intérieur du bâtiment en hiver.
- la ventilation naturelle par les ouvertures dans les sheds permet de limiter les surchauffes en été.
- Hauteur intérieure plus grande.

BTS Systèmes constructifs bois et habitat Certificat de Formation Générale	Épreuve écrite U42	Session : 2026	1.1S
Analyse, dimensionnement et choix des composants	Code : 26SC42ACP	Coefficient : 4	Page 28 / 28