



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

session 2011

BTS S.C.B.H.**Session 2011****ÉTUDE D'UNE CONSTRUCTION**

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

DUREE : 3 heures, coefficient : 2

RESTAURANT**SUJET**

- Texte de l'épreuve

Pages 1/4 à 4/4

DOCUMENTS TECHNIQUES

- Document technique DT1-1 et DT1-2

Façades

- Document technique DT2

Plan de couverture

- Document technique DT3

Plan de charpente de la toiture terrasse de la zone A étudiée

- Document technique DT4

Elévation de la ferme en A

DOCUMENTS RESSOURCES

- Documents ressource DR1-1 et DR1-2

Etude du chargement des solives

- Document ressource DR2

Vérifications des sections à l'ELU.

- Documents ressource DR3-1, DR3-2, DR3-3 et DR3-4

Ressources pour les calculs

- Documents ressource DR4-1 et DR4-2

Vérifications des sections à l'ELS

- Document ressource DR5

Ferme en A : Modélisation et résultats informatiques.

- Documents ressource DR6 6-1 et DR6 6-2

Assemblage par boulons

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

BTS S.C.B.H.**Session 2011****ÉTUDE D'UNE CONSTRUCTION**

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

DUREE : 3 heures, coefficient : 2

Ce dossier comprend :

- Sujet : pages 1/4 à 4/4
- Dossier technique : Documents techniques DT1 à DT4
- Dossier ressource : Documents ressources DR1 à DR6

Temps conseillé :

Lecture du sujet : 10 min
Partie n°1 : 85 min
Partie n°2 : 85 min

Barème proposé :

Partie n°1 : 10 points
Partie n°2 : 10 points

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

BTS S.C.B.H.**Session 2011****ÉTUDE D'UNE CONSTRUCTION**

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

DUREE : 3 heures, coefficient : 2

RESTAURANT**SUJET**

- Texte de l'épreuve

Pages 1/4 à 4/4

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

Texte de l'épreuve

Contexte industriel

- ✓ L'objet de l'épreuve est l'étude d'un restaurant (DT1-1 et DT1-2 : façades).
- ✓ La toiture de ce bâtiment est constituée de deux types de couvertures (se reporter au document DT2 : plan de couverture) :
 - un bac acier constituant la toiture terrasse du bâtiment posé sur un système solives/poutres maîtresses.
 - des tuiles sur panneaux de toiture, posés sur un ensemble de charpentes traditionnelles qui diffèrent en géométrie suivant leur localisation.
- ✓ A partir de la structure béton livrée, on propose d'étudier :
 - Le système porteur du bac acier d'une zone A (DT2 : plan de couverture) de toiture terrasse (solives et poutre maîtresse) (DT3 : Plan de la charpente de la toiture terrasse de la zone A étudiée).
 - La ferme traditionnelle en A (DT4 : élévation de la ferme de type 1) située sur le vestiaire et le fumoir (DT2 : plan de couverture).

Partie 1 Etude de la poutre maîtresse de la toiture terrasse Zone A 10 points

Un pré dimensionnement des solives a donné comme résultat : solives en bois lamellé collé GL24h de section 100/360 mm.

Il vous est demandé de justifier la descente de charge des solives sur la poutre maîtresse (localisée sur le DT3 : Plan de charpente de la toiture terrasse de la zone A étudiée), puis de réaliser la vérification aux états limites ultimes et de service de cette dernière.

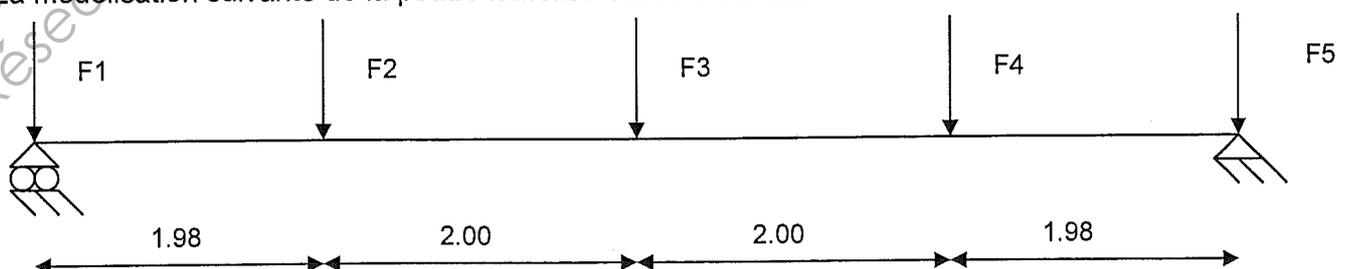
✓ Hypothèses :

La pente de la toiture sera négligée.
On considérera une classe de service 2.
Altitude 50m.

✓ Travail demandé :

Question 1.1 Justification de la descente de charge sur la poutre maîtresse.

La modélisation suivante de la poutre lamellée collée a été réalisée :

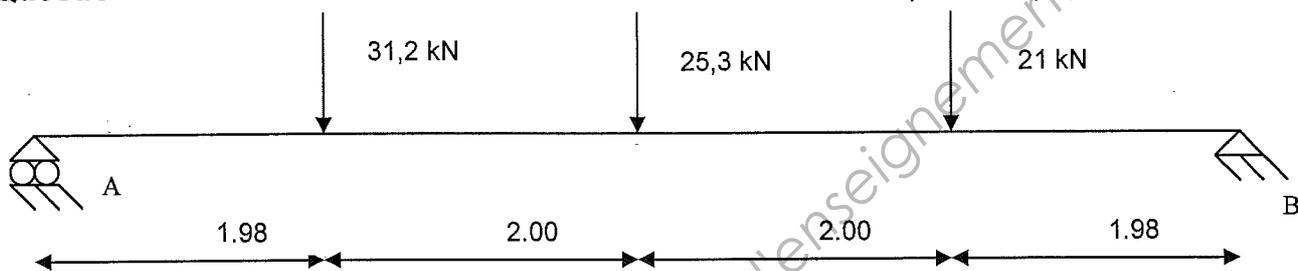


- 1.1.1 Expliquer pourquoi il n'est pas nécessaire de tenir compte des actions F1 et F5 pour une étude en flexion de la poutre.
- 1.1.2 A partir des données complémentaires fournies dans le document ressource DR1, calculer la valeur de la charge F2 issue des solives 2 (sous G : charges permanentes, puis sous S : charge climatique).

Les valeurs trouvées pour F3 et F4 sont données à titre indicatif.

	Charges permanentes (kN)	Charge climatique de neige (kN)
F3	8,92	8,84
F4	8,88	6,01

Question 1.2 Etude des sollicitations sous la combinaison $1,35G + 1,5S$.



Rq : On a arrondi les résultats à la valeur supérieure.

- 1.2.1 Déterminer la valeur des actions de liaisons (appuis).
- 1.2.2 Tracer les diagrammes des sollicitations le long de la poutre.
- 1.2.3 En déduire la position et la valeur de l'effort tranchant maximal (V_{\max}) et celle du moment fléchissant maximal ($M_{f_{\max}}$).

Question 1.3 Détermination de la section de la poutre maîtresse étudiée à l'ELU.

Pour une largeur de poutre de 140mm en GL24h, on vous propose les hauteurs suivantes : 225 – 270 – 315 – 360 – 405 – 450 - 540

1.3.1 A l'aide des documents ressource DR2 et DR3, pré-dimensionner la hauteur h_1 permettant de vérifier le critère de contrainte normale de flexion, sachant que la valeur maximale du moment fléchissant est de 102 kN.m.

- On considèrera que les solives servent de système anti dévers à la poutre en bois lamellé collé, soit $K_{\text{crit}} = 1$.
- On ne tiendra pas compte de l'effet système, soit $k_{\text{sys}} = 1$.
- On considèrera en pré-dimensionnement un $k_h = 1$.

1.3.2 A l'aide des documents ressource DR2 et DR3 pré-dimensionner la hauteur h_2 permettant de vérifier le critère de contrainte de cisaillement longitudinal, sachant que la valeur maximale de l'effort tranchant est de 41,31 kN.

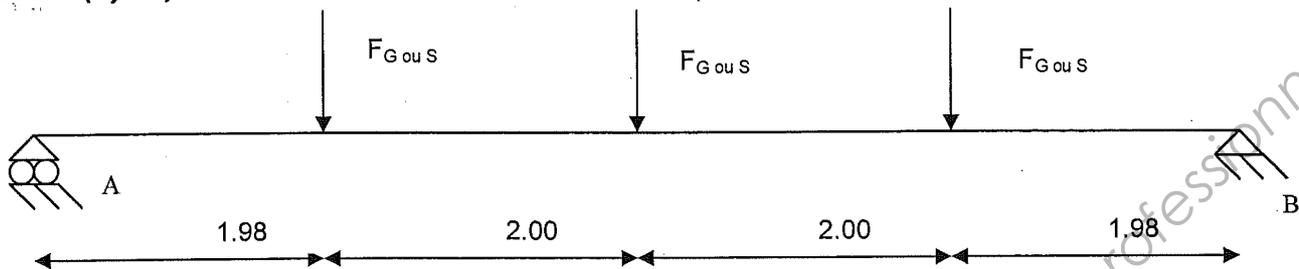
Au vu de la fixation de la poutre sur la structure porteuse, on prendra comme valeur pour le coefficient d'entailage $k_v = 1$ et on considèrera faute d'information supplémentaire : $h_e = h_2$.

1.3.3 Conclure sur une première hauteur de poutre, vérifiant les critères à l'ELU.

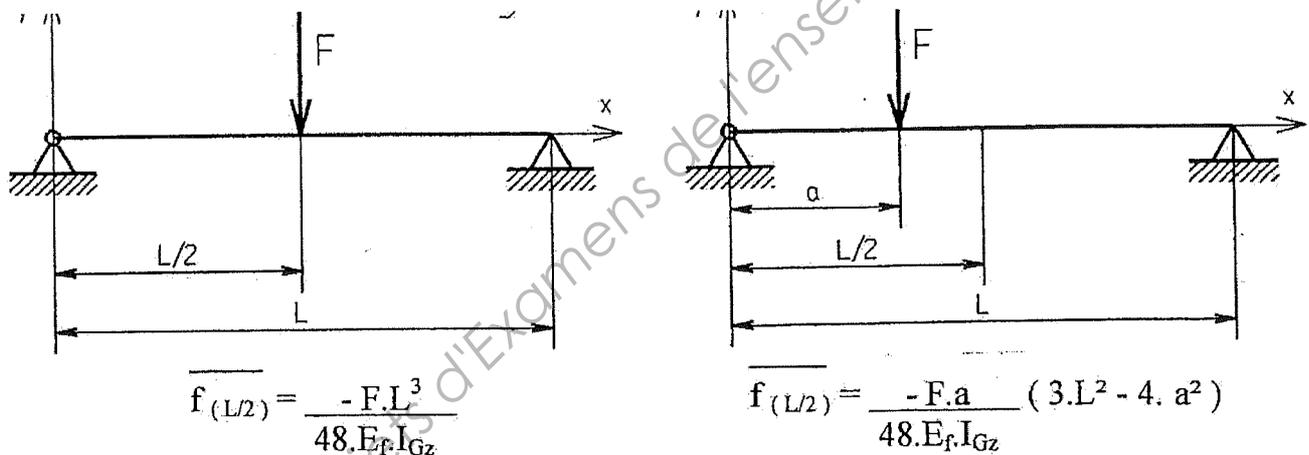
Question 1. 4 Vérification de la section de la poutre maîtresse étudiée à l'ELS.

On va considérer la section suivante (mm) 140/540.

Pour une raison de simplification on considèrera que les forces ponctuelles F_2 , F_3 et F_4 sont en fait identiques et égales à une valeur F unique. On prendra comme valeur pour $F(G) = 8,88$ kN et pour $F(S) = 9,2$ kN.



1.4.1 A l'aide du formulaire suivant, en utilisant le principe de superposition, calculer la valeur de la flèche instantanée sous S : $u_{inst,S}$ en milieu de poutre:



1.4.2 A l'aide du document ressource DR4, déterminer la valeur de la flèche finale sous G : $u_{net,fin,G}$, puis sous S : $u_{net,fin,S}$ en milieu de poutre. On prendra : $u_{inst,G} = 11,2$ mm et $u_{inst,S} = 10,76$ mm.

1.4.3 Vérifier que les valeurs obtenues de déformation instantanée et de déformation finale respectent les valeurs limites $w_{inst}(Q)$, $w_{net,fin}$ données dans le document ressource DR4. Conclure.

Partie 2 Vérification partielle de la ferme en A

10 points

La ferme en A est située au premier étage au dessus du vestiaire et du fumoir (voir DT2 : plan de couverture).

L'ensemble des éléments la constituant est en bois massif C24. Les assemblages retenus pour réaliser cette ferme se comportent comme des articulations ou liaisons pivots (embrèvement, assemblages boulonnés). Le déplacement horizontal des pieds de la ferme sera bloqué au niveau des supports béton par une liaison pivot et un appui glissant.

Les résultats informatiques la concernant sont fournis dans le document ressource DR5 et correspondent au cas de charge le plus pénalisant pour le dimensionnement à l'ELU des éléments constituant cette ferme. Il s'agit de la combinaison suivante : 1,35G +1,5 S

✓ **Travail demandé :**

Question 2.1. A l'aide des résultats fournis par la notice de calcul (cf document ressource DR5) pour la combinaison à l'ELU donnée, citer pour chacun des éléments constituant la ferme le type de sollicitation auquel il est soumis.

Question 2.2 Vérification de la section de l'arbalétrier à l'ELU structure (cf documents ressources DR2, DR3 et DR5) au critère de contrainte normale :

- 2.2.1 A partir des résultats fournis dans le document ressource DR5, donner le numéro de la barre de l'arbalétrier la plus sollicitée ainsi que la valeur des sollicitations maximales N_{max} et $M_{f,max}$ correspondantes.
- 2.2.2 En déduire la valeur de la contrainte normale maximum de compression $\sigma_{c,0,d}$ ainsi que celle de la contrainte normale maximum de flexion $\sigma_{m,d}$ pour cette barre.
- 2.2.3 Déterminer la valeur de la résistance de compression $f_{c,0,d}$ ainsi que celle de la résistance de flexion $f_{m,d}$.
- 2.2.4 Après avoir justifié que dans le plan perpendiculaire à la ferme la longueur de flambement des barres 2 et 3 de l'arbalétrier est $l_f=1,275m$ (les pannes se trouvent à la verticale des nœuds de l'arbalétrier et sont bloquées en déplacement suivant leur axe), déterminer la valeur du coefficient de flambement $k_{c,y}$ (ou $k_{c,z}$).
- 2.2.5 Vérifier la section de l'arbalétrier à l'ELU structure dans le plan perpendiculaire à la ferme.
On prendra $k_{crit}=1$.

Question 2.3 Vérification de l'assemblage arbalétrier/ entrain.

On vous demande de vérifier que pour cette liaison 4 boulons de 20mm de diamètre sont nécessaires.

Rappel :

Arbalétrier de section : 75/225 incliné de 26°

Entrain de section 2x75/225

- 2.3.1 Quelle est la valeur de l'effort à retenir pour le calcul de l'assemblage ?
- 2.3.2 Quels sont les angles de l'effort par rapport au fil du bois pour chaque pièce ?
- 2.3.3 À l'aide du document ressource DR6, sur votre copie proposer une solution d'implantation possible des 4 boulons avec calcul des conditions de pince (résultats à présenter sous forme de tableau avec pour chaque pièce les conditions de pinces théoriques et réelles).
- 2.3.4 À partir des valeurs caractéristiques de la capacité résistante fournies dans le document ressource DR6, vérifier l'assemblage.

BTS S.C.B.H.**Session 2011****ÉTUDE D'UNE CONSTRUCTION**

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

DUREE : 3 heures, coefficient : 2

RESTAURANT**DOCUMENTS TECHNIQUES**

- | | |
|-------------------------------------|---|
| - Document technique DT1-1 et DT1-2 | Façades |
| - Document technique DT2 | Plan de couverture |
| - Document technique DT3 | Plan de charpente de la toiture terrasse de la zone A étudiée |
| - Document technique DT4 | Elévation de la ferme en A |

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

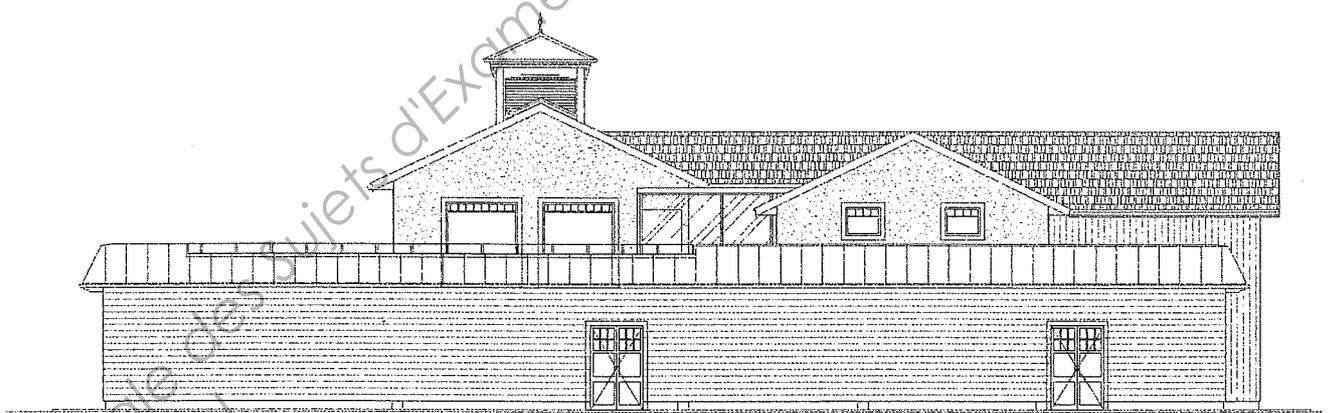
AUCUN DOCUMENT AUTORISE

Document technique DT1-1

Façades



ELEVATION FACADE PRINCIPALE

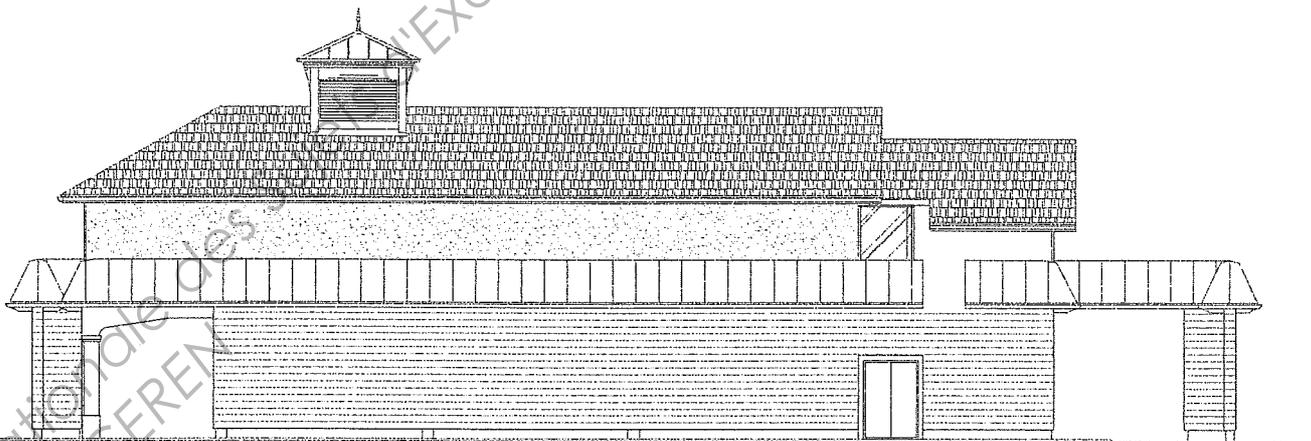


ELEVATION LATÉRALE GAUCHE

Document technique DT1-2



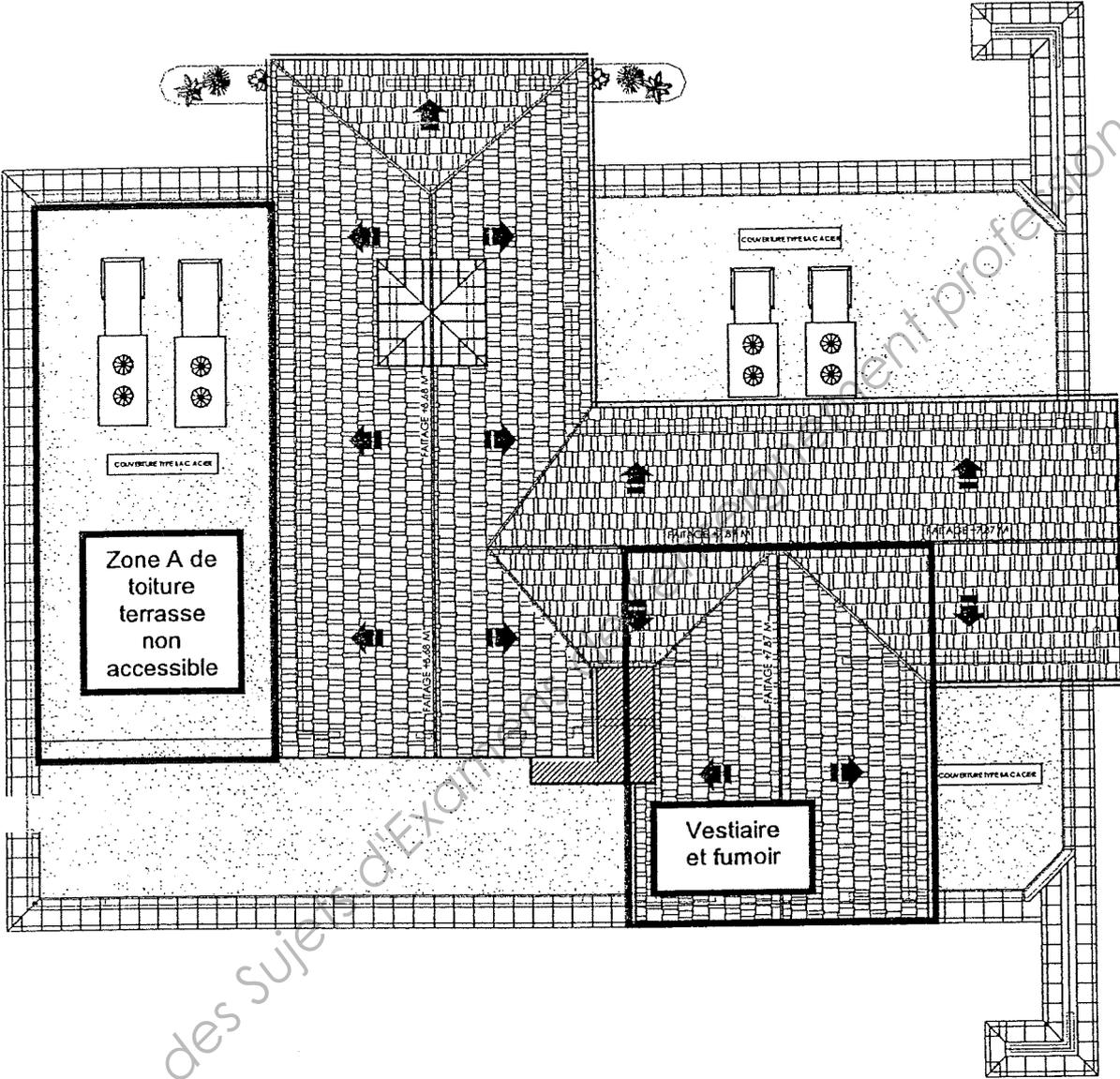
ELEVATION LATÉRALE DROITE



FACADE ARRIÈRE

Document technique DT2

Plan de couverture

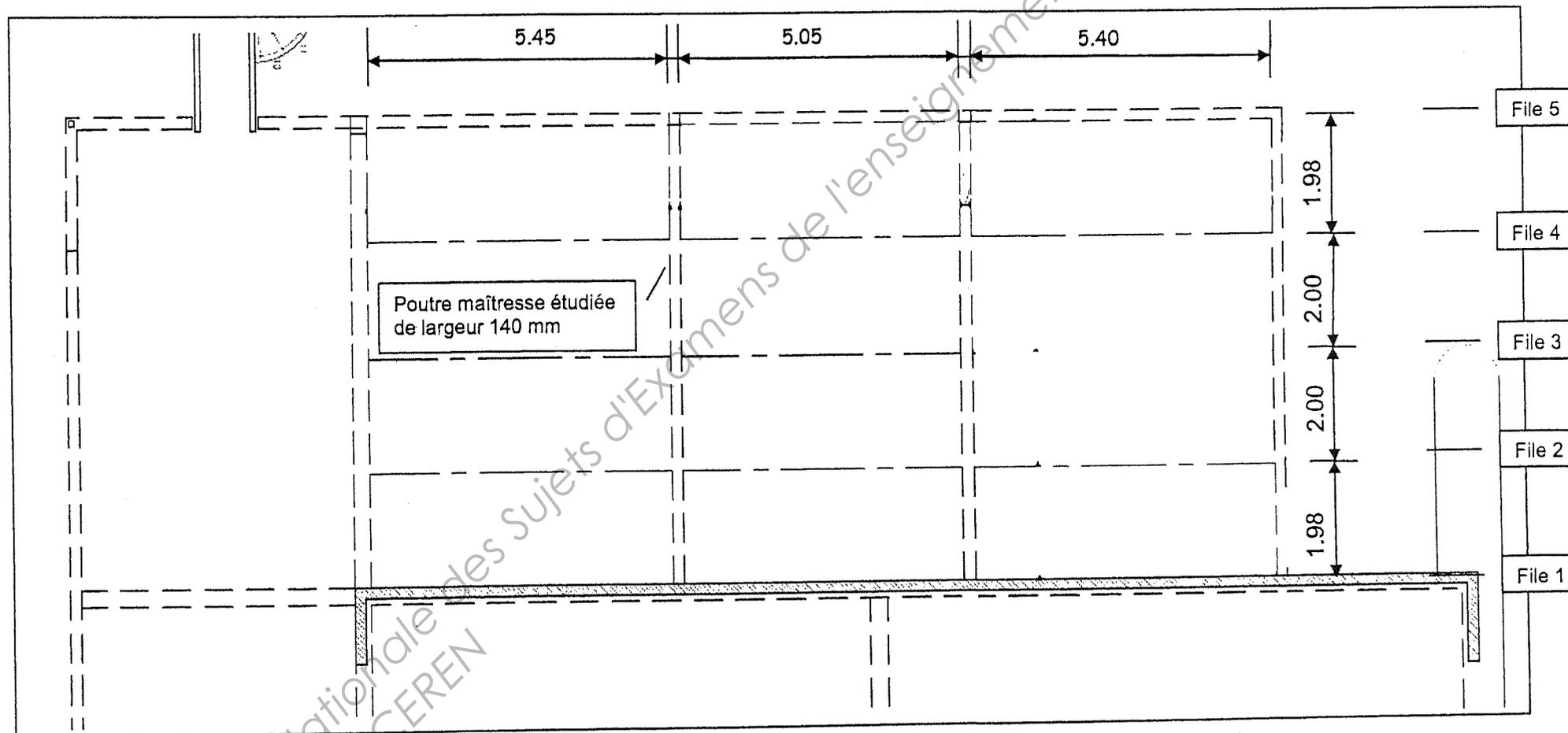


Base Nationale des Sujets d'Examens
Réseau SCEREN

ent professionnel

Document technique DT 3

Plan de la charpente de la toiture terrasse de la zone A étudiée



BTS S.C.B.H.**Session 2011****ÉTUDE D'UNE CONSTRUCTION**

SOUS EPREUVE U4.1

ELABORATION D'UNE NOTICE DE CALCUL

DUREE : 3 heures, coefficient : 2

RESTAURANT**DOCUMENTS RESSOURCES**

- Documents ressource DR1-1 et DR1-2 Etude du chargement des solives
- Document ressource DR2 Vérifications des sections à l'ELU.
- Documents ressource DR3-1, DR3-2, DR3-3 et DR3-4 Ressources pour les calculs
- Documents ressource DR4-1 et DR4-2 Vérifications des sections à l'ELS
- Document ressource DR5 Ferme en A : Modélisation et résultats informatiques.
- Documents ressource DR6 6-1 et DR6 6-2 Assemblage par boulons

Toutes les parties peuvent être traitées indépendamment

AUCUN DOCUMENT AUTORISE

Document ressource DR1 1-1

Etude du chargement des solives

Rappel : section 100/360
 en GL24h
 entraxe 1,98 ou 2 m suivant la panne considérée
 portée moyenne des solives encadrant la poutre maîtresse étudiée $(5,45+5,05)/2=$
 5,25m

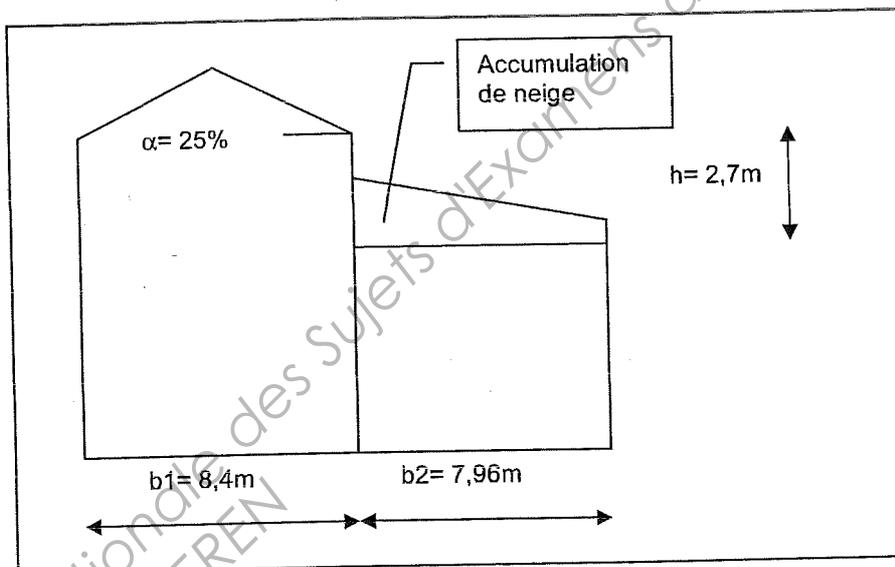
Définition des charges permanentes :

Couverture bac acier + étanchéité : $0,25 \text{ kN/m}^2$
 Faux plafond avec isolant : $0,50 \text{ kN/m}^2$
 Ne pas oublier le poids propre de la solive, on prendra une masse volumique de 440 kg/m^3 et la pente de toiture sera négligée.

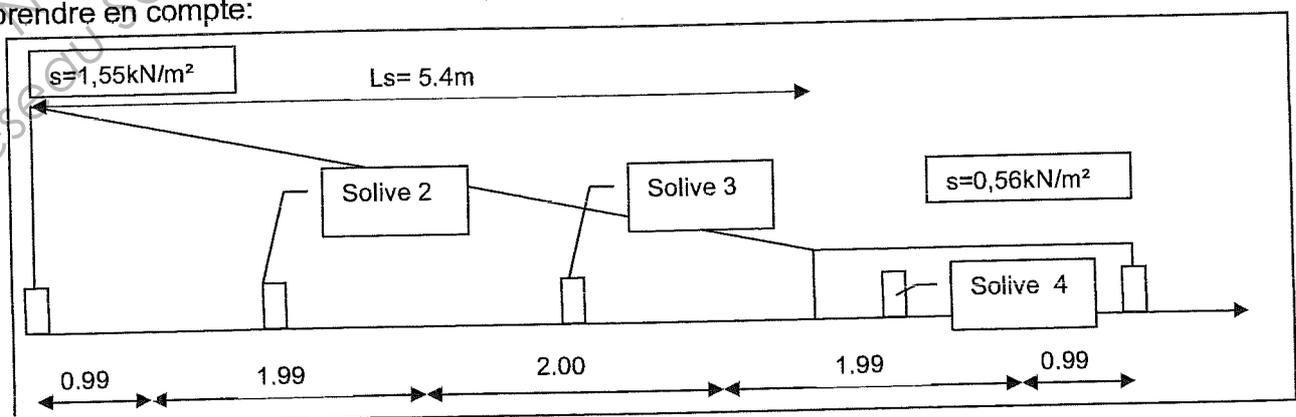
Définition de la charge climatique de neige :

Le bâtiment se trouve en zone A1 à une altitude de 50m, le règlement donne une valeur de charge climatique de neige pour la toiture terrasse, de $0,56 \text{ kN/m}^2$.

Pour la zone A de toiture étudiée on se trouve dans le cas d'un risque d'accumulation de neige due à la présence de la pente de toit juxtaposée (cf schéma ci-dessous).



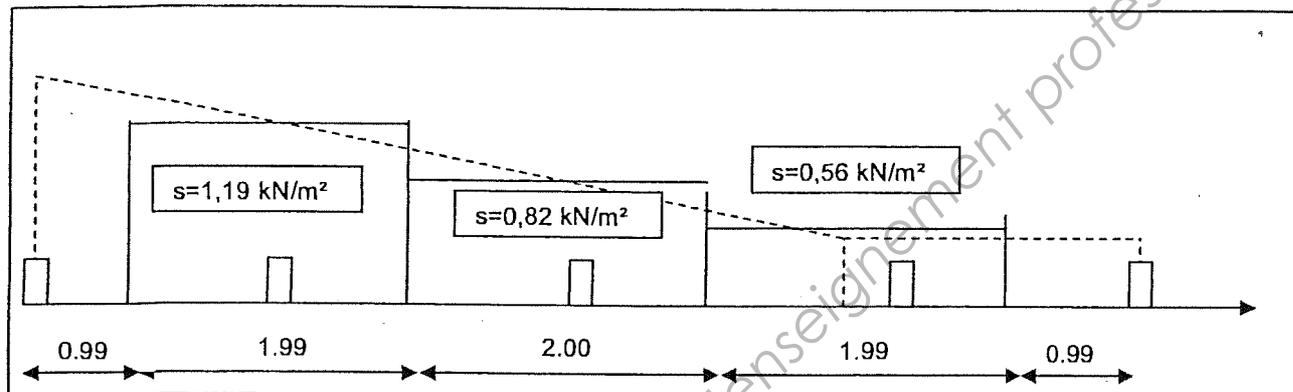
Les calculs menés ont donné les valeurs suivantes, pour la valeur de charge climatique à prendre en compte:



Document ressource DR1 1-2

Etude du chargement des solives

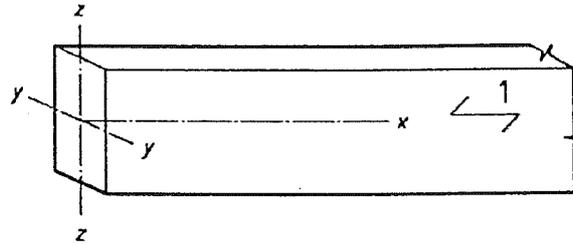
Mais par soucis de simplification, vous prendrez pour déterminer la force ponctuelle de neige sur les trois solives étudiées les valeurs indiquées sur le schéma ci-dessous :



Document ressource DR2

Vérifications des sections à l'ELU

Les formules ci-dessous correspondent au choix de repère suivant :



Type de sollicitation	Formules	Valeurs des coefficients
Flexion simple	$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d} \times k_{sys} \times k_{crit}} \leq 1 \text{ avec}$ $f_{m,d} = f_{m,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \times k_h$	$f_{m,d}$: Contrainte caractéristique de résistance en flexion en MPa k_{mod} : Coefficient modificatif en fonction de la charge de plus courte durée et de la classe de service. γ_M : Coefficient partiel qui tient compte de la dispersion du matériau k_h : Coefficient de hauteur k_{sys} : Coefficient d'effet de système k_{crit} : Coefficient d'instabilité (déversement)
Cisaillement longitudinal	$\frac{\tau_{v,d}}{f_{v,d} \times k_v} \leq 1 \text{ avec } f_{v,d} = f_{v,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \text{ et}$ $\tau_{v,d} = \frac{1,5 \times V \max}{k_{cr} \times b \times h_e}$	$f_{v,d}$: Contrainte caractéristique de résistance au cisaillement longitudinal en MPa k_{mod} : Coefficient modificatif en fonction de la charge de plus courte durée et de la classe de service. γ_M : Coefficient partiel qui tient compte de la dispersion du matériau k_v : Coefficient d'entaillage k_{cr} : Coefficient qui permet de tenir compte de l'influence des fissures en utilisant la largeur efficace ; $k_{cr} = 0,67$ pour le bois massif et 1 pour les autres produits à base de bois
Flexion composée (compression)	<p>En absence de risque de déversement :</p> $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} \right)^{(*a)} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} (*)} + k_m \times \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} (*)} \leq 1 \text{ et}$ $\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \right)^{(*a)} + k_m \times \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} (*)} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d} (*)} \leq 1$ <p>avec(*a) puissance 2, si $k_{c,y} \geq 1$ puissance 1, si $k_{c,y} < 1$</p> <p>et $f_{c,0,d} = f_{c,0,k} \times \frac{k_{mod}}{\gamma_M}$</p>	$f_{c,0,d}$: Contrainte caractéristique de résistance en compression axiale en MPa $f_{m,d}$: Contrainte caractéristique de résistance en flexion en MPa $k_{c,z}$ et $k_{c,y}$: Coefficient d'instabilité (flambement) k_{crit} : Coefficient d'instabilité (déversement) k_m : Coefficient de plastification $k_m=0,7$ pour des sections rectangulaire 1 pour les autres sections

Document ressource DR3 3-1

Valeurs caractéristiques du BM (Résineux et Peuplier)

Caractéristiques	Symbole	C14	C16	C18	C22	C24	C27	C30	C35	C40
Propriétés de résistance en N/mm²										
Flexion	$f_{m,k}$	14	16	18	22	24	27	30	35	40
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	8	10	11	13	14	16	18	21	24
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	16	17	18	20	21	22	23	25	26
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
Cisaillement	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2	2,4	2,5	2,8	3	3,4	3,6

Propriétés de rigidité en kN/mm²

Module moyen d'élasticité axial	$E_{0,moy}$	7	8	9	10	11	12	12	13	14
Module d'élasticité axial au fractile 5%	$E_{0,05}$	4,5	5,4	6	6,7	7,4	8	8	8,7	9,4
Module d'élasticité transversal	$E_{90,moy}$	0,23	0,27	0,3	0,33	0,37	0,4	0,4	0,43	0,47
Module moyen de cisaillement	G_{moy}	0,44	0,5	0,56	0,63	0,69	0,75	0,75	0,81	0,88

Masse volumique en kg/m³

Masse volumique au fractile de 5%	ρ_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420
Masse volumique moyenne	ρ_{moy}	350	370	380	410	420	450	460	480	500

Valeurs caractéristiques du BLC

Caractéristiques	Symbole	GL24h	GL28h	GL32h	GL36h
Propriétés de résistance en N/mm²					
Flexion	$f_{m,k}$	24	28	32	36
Traction axiale	$f_{t,0,k}$	16,5	19,5	22,5	26
Traction transversale	$f_{t,90,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Compression axiale	$f_{c,0,k}$	24	26,5	29	31
Compression transversale	$f_{c,90,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Cisaillement	$f_{v,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3

Propriétés de rigidité en kN/mm²

Module moyen d'élasticité axial	$E_{0,moy}$	11,6	12,6	13,7	14,7
Module d'élasticité axial au fractile 5%	$E_{0,05}$	9,4	10,2	11,1	11,9
Module d'élasticité transversal	$E_{90,moy}$	0,39	0,42	0,46	0,49
Module moyen de cisaillement	G_{moy}	0,75	0,78	0,85	0,91

Masse volumique en kg/m³

Masse volumique au fractile de 5%	ρ_k	380	410	430	450
Masse volumique moyenne	ρ_{moy}	440	480	520	560

Document ressource DR3 3-2

Classes de service

Classe 1	Milieu protégé Taux d'humidité de l'air < 65% Taux d'humidité du bois $H\% < 13\%$
Classe 2	Milieu extérieur non exposé Taux d'humidité de l'air < 85% Taux d'humidité du bois $13\% < H\% < 20\%$
Classe 3	Milieu extérieur exposé Humidité du bois > le plus souvent à 20% Liaisons avec le sol, l'eau

Classes de durée de charges

Classe de durée de charge	Ordre de grandeur de la durée cumulée de l'application d'une action	Exemple d'action
Permanente	>10 ans	Poids propre
Long terme	Six mois à 10 ans	Stockage, Equipements fixes
Moyen terme	Une semaine à six mois	Charge d'exploitation, Neige $H \geq 1000m$
Court terme	< une semaine	Neige $H < 1000m$, Charge d'entretien
Instantanée		Vent, action accidentelle

Valeur du coefficient k_{mod}

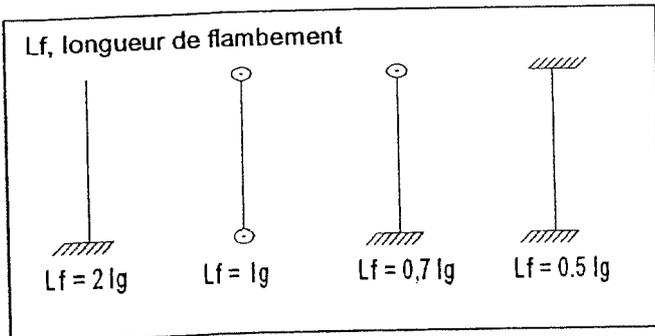
Matériau	Classe de durée de chargement	Classe de service		
		1	2	3
BM, LC,	Permanente	0,6	0,6	0,5
	Long terme	0,7	0,7	0,55
CP, LVL	Moyen terme	0,8	0,8	0,65
	Court terme	0,9	0,9	0,7
	Instantanée	1,1	1,1	0,9

Coefficients partiels normaux propriétés des matériaux γ_M

ETATS LIMITES ULTIMES		
MATERIAUX	Bois	1,3
	Lamellé collé	1,25
	LVL, OSB, PP	1,2
ASSEMBLAGES	Rupture du bois (mode 1)	1,3
	Rupture mixte (mode 2)	1,2
	Rupture de la tige (mode 3)	1,1
Situations accidentelles		1

Document ressource DR3 3-3

Coefficient de flambement $k_{c,y}$ (ou $k_{c,z}$)



i , rayon de giration $i = \sqrt{\frac{I}{S}}$

I : inertie suivant l'axe étudié et S : section

$i_{\min} = \frac{b}{2 \times \sqrt{3}} = 0,289b$; $i_{\max} = 0,289h$

$$\lambda = \frac{L_f}{i}$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}}$$

Dans le cas d'une sollicitation composée (flexion + compression) :

- > CAS 1 : $\lambda_{rel} \leq 0,3$ Pas de risque de flambement $k_{c,y} = 1$
- > CAS 2 : $\lambda_{rel} > 0,3$ Risque de flambement il faut déterminer $k_{c,y}$ et/ou $k_{c,z}$

Exemple de lecture du tableau : pour un lambda relatif de 2,80 on trouve un $k_{c,y} = 0,119$

Tableau 3.4 K_{cy} (flambement BM) selon lambda relatif

	0	1	2	3
0.05	1.000	0.652	0.215	0.101
0.10	1.000	0.615	0.206	0.098
0.15	1.000	0.579	0.197	0.095
0.20	1.000	0.545	0.188	0.092
0.25	1.000	0.512	0.181	0.089
0.30	1.000	0.482	0.173	0.087
0.35	1.000	0.453	0.166	0.084
0.40	1.000	0.427	0.160	0.082
0.45	1.000	0.402	0.154	0.079
0.50	0.950	0.379	0.148	0.077
0.55	0.935	0.358	0.142	0.075
0.60	0.918	0.339	0.137	0.073
0.65	0.899	0.321	0.132	0.071
0.70	0.877	0.304	0.128	0.069
0.75	0.853	0.288	0.123	0.068
0.80	0.825	0.274	0.118	0.066
0.85	0.795	0.260	0.115	0.064
0.90	0.762	0.248	0.111	0.063
0.95	0.726	0.236	0.108	0.061
1.00	0.689	0.225	0.104	0.060

Tableau 3.4' K_{cy} Flambement LC Selon lambda relatif

	0	1	2	3
0.05	1.000	0.726	0.226	0.104
0.10	1.000	0.684	0.216	0.101
0.15	1.000	0.641	0.206	0.098
0.20	1.000	0.600	0.197	0.095
0.25	1.000	0.562	0.189	0.092
0.30	1.000	0.526	0.181	0.089
0.35	1.000	0.493	0.173	0.087
0.40	1.000	0.462	0.166	0.084
0.45	1.000	0.434	0.160	0.082
0.50	0.974	0.408	0.154	0.079
0.55	0.966	0.384	0.148	0.077
0.60	0.956	0.362	0.142	0.075
0.65	0.945	0.342	0.137	0.073
0.70	0.931	0.323	0.132	0.071
0.75	0.915	0.306	0.127	0.069
0.80	0.895	0.290	0.123	0.067
0.85	0.871	0.275	0.119	0.066
0.90	0.841	0.261	0.115	0.064
0.95	0.807	0.249	0.111	0.063
1.00	0.768	0.237	0.107	0.061

Document ressource DR3 3-4

Coefficient d'instabilité au déversement k_{crit}

l_{ef} : longueur efficace définie comme un rapport de la portée. (l_{ef}/l)

Sur appuis simples	Charge répartie	0.9
	Charge concentrée	0.8
Porte à faux	Charge répartie	0.5
	Charge concentrée	0.8

Si la poutre est chargée sur sa fibre comprimée l_{ef} est augmentée de la valeur $2h$.

Si la poutre est chargée sur sa partie tendue l_{ef} est diminuée de $0.5h$.

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 \cdot E_{0,05} \cdot b^2}{h \cdot l_{ef}}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,critique}}}$$

CAS 1 $\lambda_{rel,m} \leq 0,75$
déversement

$K_{crit} = 1$, pas de

CAS 2 $0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4$

$K_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m}$

CAS 3 $1,4 < \lambda_{rel,m}$

$K_{crit} = 1 / \lambda_{rel,m}^2$

K_{crit} selon λ_{rel}

K_{crit}	0	1	2	3
0.00	1.00	0.81	0.25	0.11
0.05	1.00	0.77	0.24	0.11
0.10	1.00	0.74	0.23	0.10
0.15	1.00	0.70	0.22	0.10
0.20	1.00	0.66	0.21	0.10
0.25	1.00	0.62	0.20	0.09
0.30	1.00	0.59	0.19	0.09
0.35	1.00	0.55	0.18	0.09
0.40	1.00	0.51	0.17	0.09
0.45	1.00	0.48	0.17	0.08
0.50	1.00	0.44	0.16	0.08
0.55	1.00	0.42	0.15	0.08
0.60	1.00	0.39	0.15	0.08
0.65	1.00	0.37	0.14	0.08
0.70	1.00	0.35	0.14	0.07
0.75	1.00	0.33	0.13	0.07
0.80	0.96	0.31	0.13	0.07
0.85	0.92	0.29	0.12	0.07
0.90	0.89	0.28	0.12	0.07
0.95	0.85	0.26	0.11	0.06

Exemple : pour $\lambda = 1,45$ on lit $k_{crit} = 0,48$

Coefficient de hauteur k_h :

k_h BM	si $h \geq 150$ mm	$K_h = 1$
	si $h \leq 150$ mm	$K_h = \min(1,3 ; (150/h)^{0,2})$
k_h LC	si $h \geq 600$ mm	$K_h = 1$
	si $h \leq 600$ mm	$K_h = \min(1,1 ; (600/h)^{0,1})$

Coefficient d'effet système k_{sys}

Lorsque plusieurs porteurs de même nature et de même fonction (solive, fermes) sont sollicités par un même type de chargement réparti uniformément, la résistance d'ensemble est supérieure à la résistance d'un seul élément pris isolément, c'est l'effet système. **Dans ce cas $k_{sys} = 1,1$.** Dans les autres cas $k_{sys} = 1$.

Document ressource DR4 4-1

Vérification des sections à l'ELS

Calcul des déformations u :

<p>Pour les actions permanentes (G) calculer $u_{inst,G}$:</p> $u_{fin,G} = u_{inst,G} + u_{creep,G}$ $u_{fin,G} = u_{inst,G} \times (1 + k_{def})$ <p>Pour les actions variables (Q,S et W) calculer u_{inst} :</p> $u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} + u_{creep,Q1}$ $u_{fin,Q1} = u_{inst,Q1} \times (1 + \psi_2 \times k_{def})$	<p>u_c : contre flèche (si existante)</p> <p>u_{inst} : flèche instantanée</p> <p>u_{creep} : flèche différée</p> <p>u_{fin} : flèche totale</p> <p>$u_{net,fin}$: flèche sous l'horizontale</p>
	$u_{net,fin} = u_{inst} + u_{creep} - u_c$

Valeurs de k_{def}

MATERIAU/CLASSE DE DUREE DE CHARGE		Classe de service		
		1	2	3
Bois massif(1)	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Lamellé collé	EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	EN 14374	0,60	0,80	2,00
Contreplaqué	EN 636			
	Partie 1	0,80		
	Partie 2	0,80	1,00	
	Partie 3	0,80	1,00	2,50
OSB	EN 300			
	OSB/2	2,25		
	OSB/3/4	1,50	2,25	
PP	EN 312			
	Partie 4	2,25		
	Partie 5	2,25	3,00	
	Partie 6	1,50		

Document ressource DR4 4-2

Vérification des sections à l'ELS

ψ_0 et ψ_2 :

Tableau des valeurs ψ_0 et ψ_2			
CHARGES D'EXPLOITATION BATIMENTS		ψ_0	ψ_2
A Habitations, résidentiels		0,7	0,3
B Bureaux		0,7	0,3
C Lieux de réunion		0,7	0,6
D Commerce		0,7	0,6
E Stockage		1,0	0,8
G Circulation véhicules < 30 kN		0,7	0,6
F Circulation véhicules > à 30 kN et > à 160 kN		0,7	0,3
H Toits		0,0	0
Neige	Altitude $H > 1000m$	0,7	0,2
	Altitude $H \leq 1000m$	0,5	0,0
Charges dues au vent		0,6	0,0

Valeurs limites des déformations

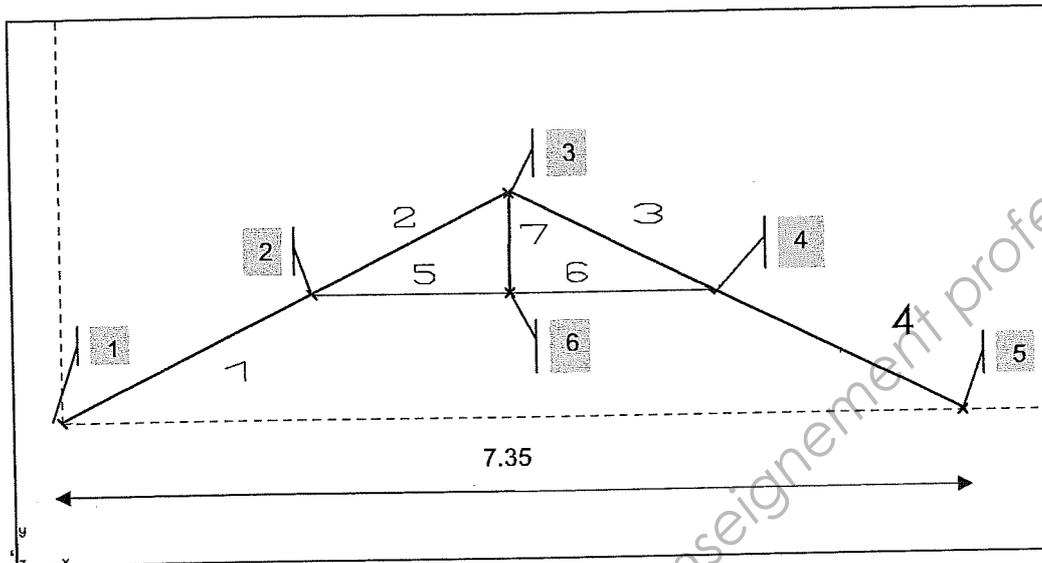
Les déformations u (calculées) doivent rester inférieures aux déformations W limites données dans le tableau ci-dessous :

	Bâtiments courants			Bâtiments agricoles et similaires		
	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	W_{fin}	$W_{inst}(Q)$	$W_{net,fin}$	W_{fin}
Chevrons	-	L/150	L/125	-	L/150	L/100
Éléments structuraux	L/300	L/200	L/125	L/200	L/150	L/100

Document ressource DR5

Ferme en A: Modélisation et résultats informatiques

Numérotation des nœuds et des barres :



Longueurs et sections des éléments: C24

Arbalétrier (barres 1 à 4) : $L(1)=L(4)=2,287\text{m}$; $L(2)=L(3)=1,822\text{m}$
 Poinçon (barre 7) : $L(7)=0,815\text{m}$

75/225 mm

Entrait (barres 5 à 6) : $L(5)=L(6)=1,63\text{m}$

2x75/225 mm

Efforts intérieurs (kN, kN.m) sous la combinaison la plus pénalisante 1.35 G + 1.5 S :

N° Barre	Nœuds	Effort Normal N(x)	Effort tranchant Vy(x)	Moment fléchissant Mz(x)
1	Origine 1	-8,69	-17,38	0,00
	Extrémité 2	-8,61	-17,22	3,96
	Effort maxi		17,38	3,96
2	Origine 2	-53,98	21,64	3,96
	Extrémité 3	-53,92	21,77	0,00
	Effort maxi		21,77	3,96
3	Origine 3	-53,92	21,77	0,00
	Extrémité 4	-53,96	21,64	3,96
	Effort maxi		21,77	3,96
4	Origine 4	-8,61	-17,22	3,95
	Extrémité 5	-8,69	-17,38	0,00
	Effort maxi		17,38	3,95
5	Origine 2	57,97	-1,92	0,00
	Extrémité 6	57,96	-1,66	2,92
	Effort maxi		1,92	2,92
6	Origine 6	57,96	-1,66	2,92
	Extrémité 4	57,97	-1,92	0,00
	Effort maxi		1,92	2,92
7	Origine 6	-3,32	0,00	0,00
	Extrémité 3	-3,25	0,00	0,00
	Effort maxi		0,00	0,00

Document ressource DR6 6-1 Assemblage par boulons

Il nous faut vérifier la relation suivante :

$$\text{Effort à l'ELU} \leq \frac{F_{V,Rk} \times k_{mod}}{\gamma_M} \times n_{plan} \text{ de cisaillement} \times n_{efficace}$$

Valeurs caractéristiques $F_{V,Rk}$ de résistance pour un plan de cisaillement d'un boulon de diamètre 20mm en N:

	Mode de rupture	Equation	$F_{V,Rk}$ (en N)
Simple Cisaillement	1	a	34415
	1	b	31072
	1	c	13558
	2	d	15496
	2	e	14890
	3	f	18265
Double Cisaillement	1	g	34415
	1	h	15536
	2	j	15496
	3	k	18265

Nombre efficace de boulon:

- lorsque un effort agit sur une file de plusieurs boulons // aux fibres du bois, on calcule le n_{ef} , nb efficace de boulons // au fil du bois,

$$n_{ef} = \min \left\{ n, n^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a1}{13d}} \right\}$$

n = nb de boulons dans une file // au fil
 $a1$: distance entre les boulons dans la file
 d : diamètre des boulons

○ Si effort perpendiculaire aux fibres $n_{ef} = n$

○ Pour les efforts compris entre 0° et 90° on effectue une interpolation linéaire.

Document ressource DR6 6-2

Assemblage par boulons

Conditions de pince:

E spacements parallèle et perpendiculaire au fil :



Distances aux rives :

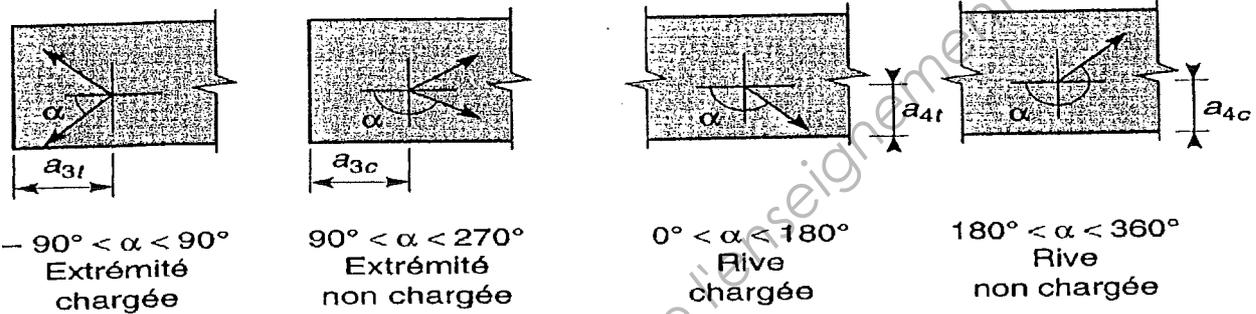


Tableau 5.3 Positionnement des boulons

a1	// au fil	$(4 + \cos \alpha) d$
a2	⊥ au fil	4d
a3,t	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	Max [7d ; 80 mm]
a3,c	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	4d
	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	Max [(1+6 sin α)d ; 4d]
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	
a4,t	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	Max [(2+2 sin α)d ; 3d]
a4,c	autres valeurs de α	3d