

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
ETUDES ET ECONOMIE DE LA CONSTRUCTION**

**EPREUVE E 5**

**ETUDES DES CONSTRUCTIONS**

**Sous-épreuve U. 5. 1**

**ETUDES TECHNIQUES**

**PARTIE « SUJET »**

**SESSION 2003**

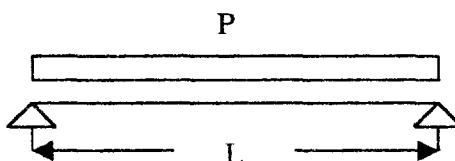
## PARTIE A : ETUDE DE STRUCTURE

ON DONNE :

Le dossier de plans  
Les tableaux de profilés  
Les extraits du règles CB 71  
Les annexes A1,A2,A3,A4

### Présentation d'une variante panne métallique et panne en lamellé collé

#### A1. Etude de la panne métallique. pour la solution de base.



Les pannes sont considérées isostatiques, elles sont espacées de 2.38 m d'axe en axe ,leur portée est de 6.30 m et 4.58 m ( voir le plan de coffrage Annexe A<sub>1</sub> page 14/33 )

#### Données :

Etanchéité auto protégée poids = 0.25 kN/m<sup>2</sup>  
Isolant support d'étanchéité ép 60 mm poids 0.018 kN/m<sup>2</sup>  
Bac acier porteur poids 0.060 kN/m<sup>2</sup>  
Plafond suspendu poids 0.04 kN/m<sup>2</sup>  
Laine de verre 100 mm poids 0.025 kN/m<sup>2</sup>

#### Charges climatiques S<sub>n</sub> : (seule la charge de neige est à considérer)

Les charges climatiques dues à la neige sont données par le règlement N84

$$S_n = 0.8 * 0.55 = 0.44 \text{ kN/m}^2$$

#### Règles de calcul : en phase élastique.

##### Sollicitations pondérées :

Charges permanentes : coefficient de pondération : 4/3  
Neige Normale : 3/2

##### Contrainte admissible.

La contrainte normale admissible sur les fibres extrêmes les plus sollicitées est  $\sigma = 240 \text{ MPa}$

Il ne sera pas effectué de contrôle de la contrainte tangentielle.

##### Flèches admissibles

Les calculs de flèches sont effectués avec les charges non pondérées et les sollicitations climatiques normales uniquement.

La flèche au milieu des travées ne devra pas dépasser un trois-centième ( 1/300) de la portée.

ON DEMANDE :

Questions :

**A1-1.** Présenter le schéma mécanique de la panne métallique.

**A1-2.** Déterminer l'intensité des charges uniformément réparties sollicitant la panne étudiée

**A1-3.** Calculer le Moment Maximum et choisir le profil du type IPE respectant la condition de résistance.

**A1-4.** Choisir le profil du type IPE respectant la condition de flèche  $l/300$

**A1-5.** Faites le choix définitif.

**A2. Etude de la panne en lamellé collé**

**Dans la solution définitive, les pannes sont en lamellé collé, considérées continues de section  $90 \times 270$  mm, le poids volumique du BLC est égal à  $5 \text{ kN/m}^3$**

**A2-1.** Présenter le schéma mécanique de la panne continue( charge permanente, poids propre inclus, la charge de neige dito.)

**A2-2.** Déterminer la charge de calcul en vous référant au règles de calcul CB71 (1<sup>er</sup> genre + documents en annexe)

**A2-3.** Déterminer les moments sur appui et en milieu de travée ( on prendra pour la charge de calcul  $P = 2.15 \text{ kN/m}$ )

**A2-4.** Tracer le diagramme du moment fléchissant le long de la panne continue. Indiquer les valeurs calculées précédemment.

**A2-5.** Vérifier la condition de résistance. la panne LC de résineux catégorie II a une section de  $90 \times 270$  mm la contrainte admissible du bois LC en flexion est de  $10.6 \text{ MPa}$

**A2-6.** Vérifier la condition de déformation

Un calcul théorique de flèche en milieu de travée la plus longue ( $l_1$ ) a permis d'établir

la relation suivante 
$$f = \frac{P}{384EI} \left[ 5l^4 - \frac{3l^2(l_1^3 + l_2^3)}{(l_1 + l_2)} \right]$$

Avec  $E = 10467 \text{ MPa}$

calculer la valeur de la flèche maximale .

Conclusion ?.

**A3. Etablir un comparatif entre les deux solutions** ( avantages et inconvénients)

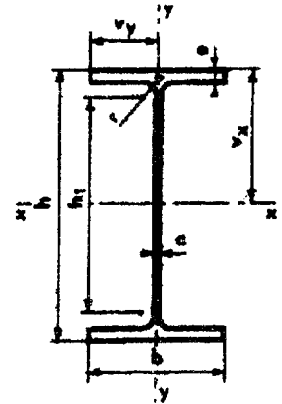
vous déterminerez les critères de comparaison.



Formule des trois moments.

$$L_i M_{i-1} + 2(L_i + L_{i+1}) M_i + L_{i+1} M_{i+1} = -6 EI (\omega_G - \omega_D)$$

Avec pour une charge répartie uniformément :  $\omega_G = \frac{pl^3}{24EI}$  et  $\omega_D = \frac{pl^3}{24EI}$



caractéristiques des profils IPE

Profil	Dimensions						Masse par mètre P kg	Section A cm²	Caractéristiques rapportées à l'axe neutre								
	h mm	b mm	a mm	c mm	r mm	Partie droite de l'âme h1 mm			Ix cm⁴	Iy/vr cm⁴	ix cm	Moment statique S cm³	Distance des centres cm	ηh	Iy cm⁴	Iy/vy cm⁴	iy cm
80	80	46	3,8	5,2	5	60	6,0	7,64	80,1	20,0	3,24	11,6	6,9	3,33	8,49	3,69	1,06
100	100	55	4,1	5,7	7	75	8,1	10,3	171	34,2	4,07	19,7	8,7	4,22	16,9	5,79	1,24
120	120	64	4,4	6,3	7	93	10,4	13,2	318	53,0	4,90	30,4	10,5	6,10	27,7	8,66	1,46
140	140	73	4,7	6,9	7	112	12,9	16,4	541	77,3	5,74	44,2	12,2	6,99	44,9	12,3	1,66
160	160	82	5,0	7,4	9	127	15,8	20,1	869	109	6,58	61,9	14,0	6,90	68,3	16,7	1,84
180	180	91	5,3	8,0	9	146	18,8	23,9	1317	146	7,42	83,2	15,9	7,76	101	22,2	2,06
200	200	100	5,6	8,5	12	169	22,4	28,5	1943	184	8,26	110	17,6	8,66	142	28,5	2,24
220	220	110	5,9	8,2	12	178	26,2	33,4	2772	252	9,11	143	19,4	9,62	206	37,3	2,48
240	240	120	6,2	9,8	15	190	30,7	38,1	3892	324	9,97	183	21,2	10,55	284	47,3	2,69
270	270	135	6,6	10,2	15	220	36,1	45,9	5790	429	11,2	242	24,2	11,88	420	62,2	3,02
300	300	150	7,1	10,7	15	249	42,2	53,8	8366	557	12,5	314	26,6	13,20	604	80,5	3,36
330	330	160	7,6	11,5	18	271	48,1	62,6	11770	713	13,7	402	29,3	14,52	788	98,6	3,56
360	360	170	8,0	12,7	18	229	57,1	72,7	16270	904	15,0	510	31,9	15,83	1043	123	3,79
400	400	180	8,6	13,5	21	331	66,3	84,5	23130	1160	16,5	654	35,4	17,50	1318	146	3,95
460	460	190	9,4	14,6	21	379	77,6	98,8	33740	1500	18,5	851	39,7	19,33	1676	176	4,12
500	500	200	10,2	16,0	21	426	90,7	116	46200	1930	20,4	1100	43,9	21,28	2142	214	4,31
560	560	210	11,1	17,2	24	468	106	134	67120	2440	22,3	1390	48,2	23,02	2668	254	4,46
600	600	220	12,0	18,0	24	514	122	156	92060	3070	24,3	1780	52,4	25,16	3367	308	4,63

Module d'élasticité longitudinal de l'acier E = 210 000 MPa

1,21 • La considération d'une sollicitation totale pondérée du premier genre conduit à une justification de type habituel.

La considération d'une sollicitation totale pondérée du second genre du type (S<sub>2</sub>) constitue une vérification de la sécurité par rapport aux surcharges. Elle doit être plus défavorable que celle d'une sollicitation du type (S<sub>1</sub>).

Les coefficients de pondération 1,2 - γ<sub>p</sub> - γ<sub>cc</sub> - 1,1 - 1,5 - 0,9 dépendent au lieu de se placer dans les conditions les plus défavorables compte tenu de l'incertitude relative concernant les valeurs attribuées aux sollicitations composantes formant le deuxième membre des égalités (1) (2) (3) (4) (5).

1,20 • On désigne par :

- (U) la sollicitation globale provoquant la rupture ;
- (G) la sollicitation due à la charge permanente ;
- (P) la sollicitation due aux surcharges d'exploitation y compris leurs majorations éventuelles pour effet dynamique ;
- (P<sub>im</sub>) la sollicitation due à la partie des surcharges d'exploitation considérée comme de longue durée ;
- (P<sub>c</sub>) la sollicitation due aux surcharges climatiques normales qui se décompose en :
  - (P<sub>vc</sub>) sollicitation normale due au vent ;
  - (P<sub>nc</sub>) sollicitation normale due à la neige ;
- (P<sub>ec</sub>) la sollicitation due aux surcharges climatiques extrêmes qui se décompose en :
  - (P<sub>ve</sub>) sollicitation extrême due au vent ;
  - (P<sub>ne</sub>) sollicitation extrême due à la neige ;
- (P<sub>am</sub>) la sollicitation considérée comme de longue durée due à la neige, si les documents particuliers du marché prescrivent de considérer ce cas ;
- (S1) la sollicitation due aux surcharges climatiques (éventuellement).  
La sollicitation due aux surcharges produisant des effets périodiques n'est pas à souquer.

**EXTRAIT DES REGLES CB 71**

Une sollicitation totale pondérée se définit symboliquement par :

$$(S) = \{\gamma_G(G) + \gamma_P(P) + \gamma_C(P_c) + \gamma_{cc}(P_{cc}) + \gamma_{S1}(S1)\}$$

les coefficients γ prenant les valeurs qui sont prescrites plus loin.

**1,21 EXPRESSIONS DES SOLLICITATIONS TOTALES PONDÉ- RÉES INTERVENANT DANS LES CALCULS**

Pour l'ensemble d'un ouvrage, pour chacun des ensembles partiels qu'il comporte éventuellement et pour chacun de ses éléments, on considère successivement les sollicitations totales pondérées du premier genre et celles du second genre définies ci-après.

Les sollicitations totales pondérées du premier genre sont représentées symboliquement par les égalités

- (1) (S<sub>1</sub>) = {(G) + 1,2 (P)}
  - (2) (S'<sub>1</sub>) = {(G) + γ<sub>p</sub> (P) + (P<sub>c</sub>)}
- γ<sub>p</sub> prenant la valeur la plus défavorable 0 ou 1.

Les sollicitations totales pondérées du second genre sont définies symboliquement par les égalités :

- (3) (S<sub>2</sub>) = {1,1 (G) + 1,5 (P) + γ<sub>cc</sub> (P<sub>cc</sub>)}
- (4) (S'<sub>2</sub>) = {0,9 (G) + γ<sub>cc</sub> (P<sub>cc</sub>)}
- (5) (S''<sub>2</sub>) = {(G) + (P) + (S1)}

Dans le cas de l'équation (3), γ<sub>cc</sub> prend la valeur 0 lorsque les sollicitations (G) et (P), d'une part, et la sollicitation (P<sub>cc</sub>), d'autre part, agissent en sens contraire ;

γ<sub>cc</sub> prend la valeur 1,1 lorsque ces trois sollicitations agissent dans le même sens (notamment dans le cas où (P<sub>cc</sub>) fait intervenir l'action simultanée de la neige et du vent).

Dans l'équation (4) γ<sub>cc</sub> est toujours pris égal à 1,1 ; de cette façon les sollicitations composantes ont des effets de sens contraire, et montrent s'il y a risque de soulèvement de la toiture.

**1,22 VÉRIFICATION SOUS L'EFFET DES CHARGES PERMANENTES, DES SURCHARGES D'EXPLOITATION ET DES SURCHARGES CLIMATIQUES**

Il suffit de vérifier d'abord que pour chacune des expressions symboliques (1) (2) (3) (4) (5), les valeurs des contraintes qui en résultent n'excèdent pas :

— pour les expressions (1) et (2) : les valeurs des contraintes admissibles résultent de l'application des prescriptions (R-III, 3, 1, 2, 3 et 4). D'une manière générale, on tient compte de l'humidité des bois en œuvre par application aux contraintes admissibles, pour des bois à 15 % d'humidité, des coefficients figurant dans les tableaux 4 et 5 relatifs aux bois ayant une humidité différente de 15 % ;

Tableaux résumant les sollicitations à prendre en compte et les valeurs des contraintes limites correspondantes à ne pas dépasser.

Expressions symboliques des sollicitations	Valeur limite supérieure fixée pour les contraintes qui en résultent
1- Sollicitations pondérées du premier genre — cas des constructions définitives :	Valeurs des contraintes admissibles Valeurs des contraintes admissibles } 3 et 11
(1) $(S_1) = \{(G) + 1,3 (P)\}$ (2) $(S_2) = \{(G) + \gamma_r (P) + (P_{cr})\}$ avec $\gamma_r = 0$ ou 1 pour obtenir le cas le plus défavorable	Mêmes valeurs que ci-dessus multipliées par 11/10
— cas des constructions provisoires : mêmes expressions (1) et (2) pour les sollicitations du premier genre	
2- Sollicitations pondérées du second genre qu'il s'agisse de constructions définitives ou provisoires	Valeurs des limites élastiques conventionnelles
(3) $(S_3) = \{1,1 (G) + 1,5 (P) + \gamma_{cr} (P_{cr})\}$ avec $\gamma_{cr} = 1,1$ ou 0 selon que les sollicitations sont de même sens ou que $(P_{cr})$ est de sens contraire aux deux autres.	Valeurs des limites élastiques conventionnelles
(4) $(S_4) = \{0,9 (G) + \gamma_{cr} (P_{cr})\}$ avec $\gamma_{cr} = 1,1$ (seul quand les sollicitations sont de sens contraire ou vont à l'origine de risques de soulèvement de la toiture)	Valeurs des limites élastiques conventionnelles
(5) $(S_5) = \{(G) + (P) + (S)\}$	Valeurs des limites élastiques conventionnelles

Remarque : L'entreprise responsable de la charpente en bois doit remettre en temps utile au Maître d'ouvrage et aux Constructeurs soustraits (qui doivent exécuter les ouvrages d'appui et d'ancrage) tous les documents et graphiques précisant les points d'application, les directions et les grandeurs des réactions de la charpente dans les différents cas de charge examinés ci-dessus (R-1-1.22).

— pour les expressions (3) (4) et (5) : les « limites élastiques conventionnelles » du bois définies en R-IV-4.021 pour les bois massifs et en R-IV-4.022 pour les bois lamellés-collés.

Ces prescriptions sont résumées dans le tableau figurant en commentaires. D'une manière générale :

1° il convient de tenir compte des risques d'accumulation de la neige ou de surcharges de neige dissymétriques, ainsi qu'il est précisé dans les Règles NV;

2° les efforts de soulèvement de la toiture et de renversement susceptibles d'être provoqués par l'action du vent peuvent atteindre des valeurs importantes; ils doivent être équilibrés par des ouvrages suffisamment résistants; on doit s'assurer que ces ouvrages (moisis de fondation notamment) sont assez lourds ou suffisamment ancrés dans le sol;

3° pour (5) on doit prendre la valeur résultant des règles de construction à appliquer dans les régions sujettes à séismes (Règles PS) si les documents particuliers du marché prescrivent d'envisager ce cas.