



**LE RÉSEAU DE CRÉATION  
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé  
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

**Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES  
SESSION 2018**

**E4 : ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES**

**U 4.1 Mécanique**

Durée : 4h – Coefficient : 3

**Contenu du dossier**

Partie 1 : Étude de l'auvent.....	P 2
Partie 2 : Caractéristiques de la section du poteau file 2.....	P 2
Partie 3 : Étude du portique file 2 à l'ELU.....	P 3
Partie 4 : Étude du portique file 7.....	P 3
Annexe 1 et 2.....	P 4

**Barème indicatif**

- Partie 1 sur 5 points
- Partie 2 sur 5 points
- Partie 3 sur 5 points
- Partie 4 sur 5 points

**Documents autorisés**

Catalogue de profilés uniquement

**Matériel autorisé**

**« L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé ».**

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet. Le sujet se compose de 4 pages, numérotées de 1/4 à 4/4.

<b>EXAMEN :</b> BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	<b>CODE ÉPREUVE :</b> CMMECA	<b>SESSION 2018</b>
<b>SPÉCIALITÉ :</b> CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES	<b>ÉPREUVE :</b> U4.1 Mécanique	Page 1/4

## Partie 1 : Étude de l'auvent

**Objectif :** Vérifier si la flèche en bout de l'auvent est inférieure à la flèche admissible.

### Hypothèses de calcul :

Les charges dues aux pannes sont représentées par une charge répartie  $q$ . La charge  $q$  est calculée à l'État Limite de Service.

L'auvent est fabriqué en acier S275 avec  $E = 210\,000$  MPa.

Profils	$I_z$ (cm <sup>4</sup> )
HEA 120	606.2
IPE 240	3892

Une butée en tête de poteau sert d'appui au point C.

- La structure étudiée est l'auvent de la file 3'.
- La charge répartie  $q$  est de **70 daN/m**.
- Le potelet AC est un HEA 120, la traverse BD est un IPE 240.
- Les liaisons sont :
  - Au point A : articulation.
  - Au point C : appui simple.
  - La traverse est encastree sur le potelet au point B.

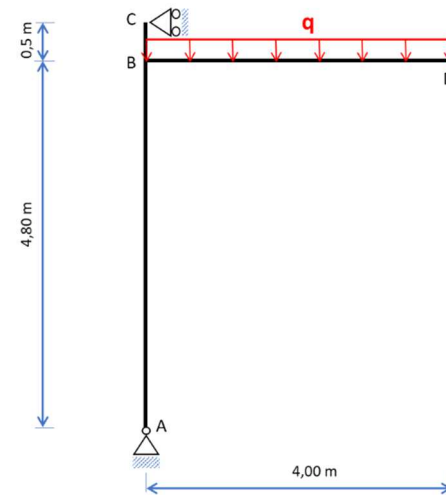


Figure 3

**Question 1 :** Déterminer le degré d'hyperstaticité de l'auvent.

**Question 2 :** Calculer les actions mécaniques aux points A et C au daN près.

**Question 3 :** Tracer les diagrammes N, V et Mf sur l'ensemble de la structure, en précisant les valeurs particulières.

**Question 4 :** Calculer la valeur de la flèche verticale au point D, en utilisant la méthode de la force unitaire.

**Question 5 :** Dessiner un schéma représentant la déformée de la structure. Faire apparaître la cote représentant la flèche au point D.

**Question 6 :** Sachant que la valeur limite est le 1/150 de la portée. Est-ce que la flèche, au point D, est admissible ? Justifier votre réponse.

## Partie 2 : Caractéristiques de la section du poteau file 2

**Objectif :** Calculer l'inertie du poteau file 2 afin de vérifier son dimensionnement dans la partie 3.

Le poteau « 1-101 » de la file 2 du projet est constitué de 2 profils standards IPE 400 + IPE 140 tel que définit sur la **figure 3**.

G1 est le centre de gravité de l'IPE 400

G2 est le centre de gravité de l'IPE 140

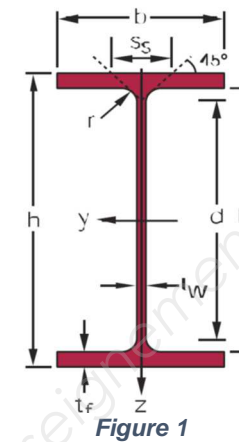


Figure 1

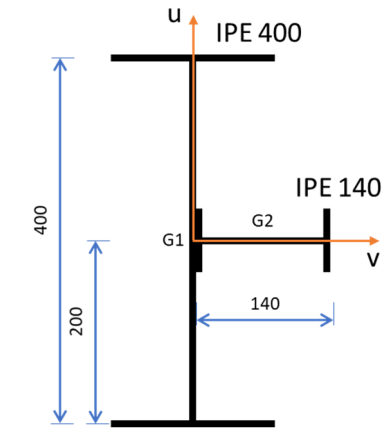


Figure 2

Profils	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wely (cm <sup>3</sup> )	Iz (cm <sup>4</sup> )	Welz (cm <sup>3</sup> )
IPE 400	400	180	8,6	8446	23130	1156	1318	146,4
IPE 140	140	73	4,7	1643	541,2	77,32	44,92	12,31

**Question 7 :** Calculer la position du centre de gravité G du PRS ci-dessus, dans le repère (G1, u, v) en mm et au mm près.

**Question 8 :** Calculer le moment quadratique  $I_{Gv}$  suivant l'axe Gv et le moment quadratique  $I_{Gu}$  suivant l'axe Gu.

**Question 9 :** Quel est l'axe fort du poteau ? (Moment quadratique le plus élevé)

**Question 10 :** Est-ce que le poteau est placé suivant sa plus forte inertie, dans la file 2 ? (Voir la **figure 4**)

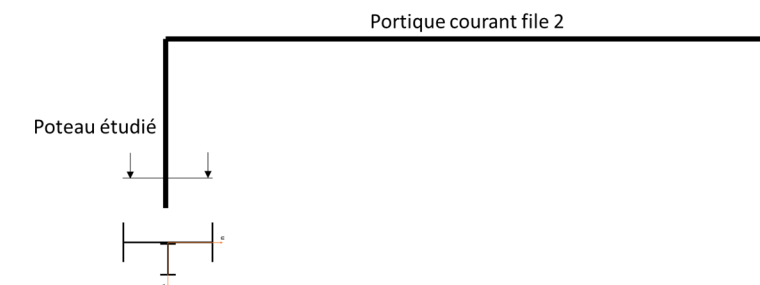


Figure 4

**Question 11 :** Comparer la valeur du moment quadratique du PRS avec celle d'un IPE 400. D'après vous, est-ce que la différence entre ces deux valeurs est significative ? Justifier la présence de l'IPE 140.

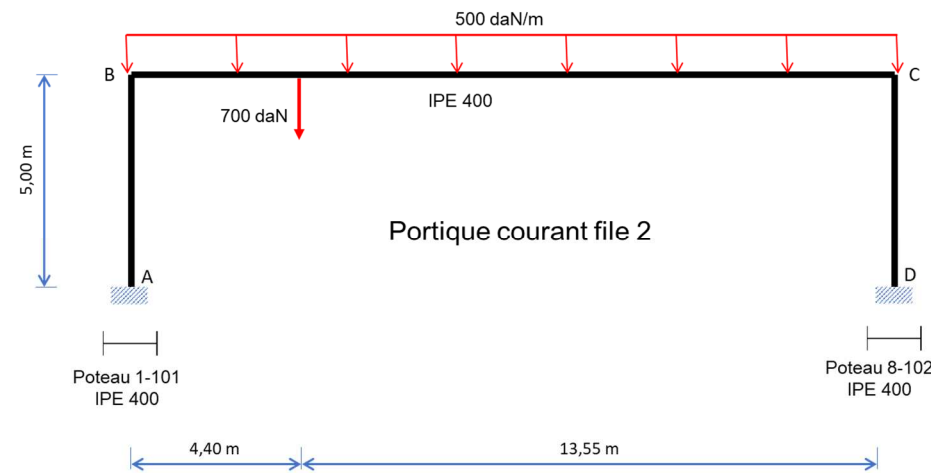
### Partie 3 : Étude du portique file 2 à l'ELU

**Objectif :** déterminer les efforts agissant sur le poteau « 1-101 », afin de vérifier sa résistance dans le domaine élastique.

Le portique défini par la **figure 5** de la file 2, est encastré en pied de poteau. Les liaisons en tête de poteau sont des encastremets.

Pour des raisons de simplification des calculs, les profilés composant le portique seront les mêmes : IPE 400.

Négliger les déplacements des points B et C.



**Question 12 :** Déterminer le degré d'hyperstaticité de la structure.

**Question 13 :** Par la méthode des rotations ou des déplacements et à l'aide des équations intrinsèques, notées sur l'annexe 1, démontrer qu'approximativement :

$$\omega_B = \frac{-16528}{EI} \text{ et } \omega_C = \frac{15483}{EI}.$$

**Question 14 :** Calculer les moments d'encastrement aux points A, B, C et D ; appelés respectivement  $M_{AB}$ ,  $M_{BA}$ ,  $M_{CB}$  et  $M_{DC}$ , sachant que  $\omega_B = \frac{-16528}{EI}$  et  $\omega_C = \frac{15483}{EI}$ .

**Question 15 :** Tracer le diagramme  $M_f$  sur le portique sachant que : (ces valeurs tiennent compte des déplacements des points B et D et sont légèrement différentes de celles que vous pourriez trouver.)

- $M_{AB} = -6320 \text{ daN.m}$
- $M_{BA} = -M_{BC} = -13921 \text{ daN.m}$
- Moment en travée sur la traverse BC :  $8095 \text{ daN.m}$  pour  $x = 8.72 \text{ m}$
- $M_{CB} = -M_{CD} = -13281 \text{ daN.m}$
- $M_{DC} = 6259 \text{ daN.m}$

**Question 16 :** Calculer la contrainte normale  $\sigma_{\max}$  de flexion composée, en MPa, dans le poteau « 1-101 », sachant que l'effort normal  $M_{f_{\max}} = -13921 \text{ daN.m}$  et  $N_{\max} = -5052 \text{ daN}$ .

**Question 17 :** Le poteau est fabriqué en acier S275, est-ce que le poteau est bien dimensionné ? Justifier votre réponse.

### Partie 4 : Étude du portique file 7

**Objectif :** Calculer les efforts extérieurs dans une partie de la file 7 qui participe à la stabilité transversale du bâtiment.

Le schéma mécanique simplifié est donné par la **figure 6**.

Les liaisons aux points B et C sont des encastremets. Aux points A et D ce sont des articulations.

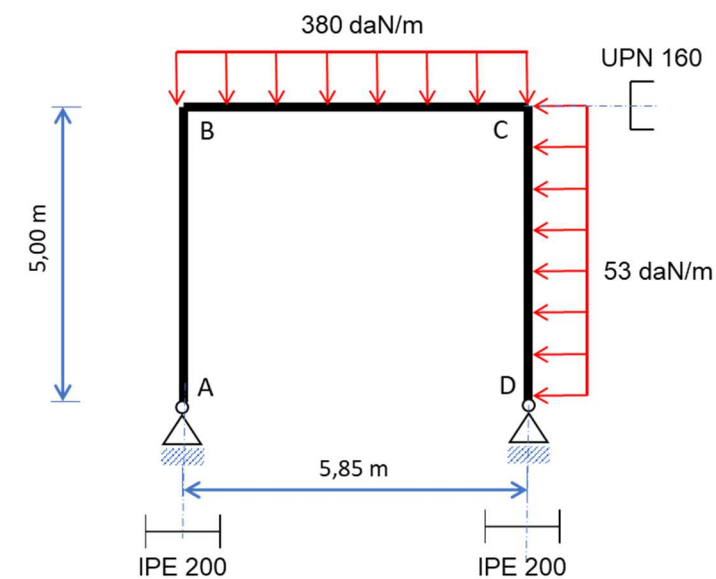
Les poteaux sont des profilés IPE 200, la traverse est un UPN 160.

Pour résoudre ce système, employer la méthode des forces (ou des coupures). L'inconnue hyperstatique sera l'action horizontale au point A :  $A_x$ .

Le module d'élasticité  $E = 210\,000 \text{ MPa}$ .

Profilés	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	A (mm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wely (cm <sup>3</sup> )	Iz (cm <sup>4</sup> )	Welz (cm <sup>3</sup> )
IPE 200	200	100	5.6	2848	1943	194.3	142.4	28.47
UPN 160	160	65	7.5	2400	925	116	85.3	18.3

Portique simplifié file 7



**Question 18 :** Déterminer le degré d'hyperstaticité de la structure **figure 6**.

**Question 19 :** Représenter les structures isostatiques associées.

**Question 20 :** Calculer l'action horizontale  $A_x$  à l'aide de la méthode des forces et en utilisant les intégrales de Mohr de l'annexe 2.

**Question 21 :** En déduire l'ensemble des actions aux points A et D.

**Question 22 :** Représenter le bilan des actions mécaniques extérieures sur un schéma.

### ANNEXE 1 : ÉQUATIONS INTRINSÈQUES

EQUATIONS INTRINSEQUES	
$M_{ij} = \overline{m}_{ij} + \frac{4EI}{L} \omega_i + \frac{2EI}{L} \omega_j$ $M_{ji} = \overline{m}_{ji} + \frac{2EI}{L} \omega_i + \frac{4EI}{L} \omega_j$	
$M_{ij} = 0$ $M_{ji} = \overline{m}_{ji} + \frac{3EI}{L} \omega_j$	
$M_{ij} = \overline{m}_{ij} + \frac{3EI}{L} \omega_i$ $M_{ji} = 0$	
FORMULAIRE	
	$\overline{m}_{ij} = \frac{ql^2}{12}$ $\overline{m}_{ji} = -\frac{ql^2}{12}$
	$\overline{m}_{ij} = \frac{FL}{8}$ $\overline{m}_{ji} = -\frac{FL}{8}$
	$\overline{m}_{ij} = \frac{Fab^2}{L^2}$ $\overline{m}_{ji} = -\frac{Fa^2b}{L^2}$
	$\overline{m}_{ij} = \frac{ql^2}{8}$ $\overline{m}_{ji} = 0$
	$\overline{m}_{ij} = 0$ $\overline{m}_{ji} = -\frac{ql^2}{8}$

### ANNEXE 2 : INTÉGRALES DE MOHR

Multiplier les résultats par  $\frac{1}{EI}$

	$\frac{L}{6} (M_1 + 4M_2 + M_2)$	$\frac{L}{6} (2M_1 + M_2)$	$\frac{L}{6} (2M_1 + M_2)$	$\frac{L}{6} (M_1 + 4M_2 + M_2)$	$\frac{L}{24} (M_1 + 10M_2 + M_2)$		$\frac{L}{15} [5(M_1 + M_2) + 8M_2]$	$\frac{L}{60} [5(3M_1 + M_2) + 12M_2]$	$\frac{L}{60} [5(M_1 + 3M_2) + 12M_2]$	$\frac{L}{60} [11M_1 + M_2 + 28M_2]$
	$\frac{2L}{3} M_1 M_2$	$\frac{L}{3} M_1 M_2$	$\frac{L}{3} M_1 M_2$	$\frac{L}{3} (M_1 + M_2) M_1 M_2$	$\frac{5L}{12} M_1 M_2$		$\frac{8L}{15} M_1 M_2$	$\frac{L}{5} M_1 M_2$	$\frac{L}{5} M_1 M_2$	$\frac{7L}{15} M_1 M_2$
	$\frac{2L}{3} M_1$	$\frac{L}{4} M_1$	$\frac{5L}{12} M_1$	$\frac{L}{12} (5M_1 + 3M_2) M_1$	$\frac{17L}{48} M_1$		$\frac{7L}{15} M_1$	$\frac{3L}{10} M_1$	$\frac{2L}{15} M_1$	$\frac{8L}{15} M_1$
	$\frac{L}{3} M_1 M_2$	$\frac{L}{12} M_1 M_2$	$\frac{L}{4} M_1 M_2$	$\frac{L}{12} (3M_1 + M_2) M_1 M_2$	$\frac{7L}{48} M_1 M_2$		$\frac{L}{5} M_1 M_2$	$\frac{L}{5} M_1 M_2$	$\frac{L}{30} M_1 M_2$	$\frac{3L}{10} M_1 M_2$
	$\frac{L}{2} M_1$	$\frac{L}{4} M_1$	$\frac{L}{4} M_1$	$\frac{L}{4} (M_1 + M_2) M_1$	$\frac{L}{3} M_1$	$\frac{3L^2 - 4a^2}{12(L-a)}$	$\frac{5L}{12} M_1$	$\frac{7L}{48} M_1$	$\frac{7L}{48} M_1$	$\frac{17L}{48} M_1$
	$\frac{L}{2} (M_1 + M_2) M_1 M_2$	$\frac{L}{6} (M_1 + 2M_2) M_1 M_2$	$\frac{L}{6} (2M_1 + M_2) M_1 M_2$	$\frac{L}{6} [(2M_1 + M_2) M_1 + (M_1 + 2M_2) M_2] M_1 M_2$	$\frac{L}{4} (M_1 + M_2) M_1 M_2$	$\frac{L}{6} [(2L+a) M_1 + (L+a) M_2]$	$\frac{L}{3} (M_1 + M_2) M_1 M_2$	$\frac{L}{12} (3M_1 + M_2) M_1 M_2$	$\frac{L}{12} (M_1 + 3M_2) M_1 M_2$	$\frac{L}{12} (5M_1 + 3M_2) M_1 M_2$
	$\frac{L}{2} M_1$	$\frac{L}{3} M_1$	$\frac{L}{6} M_1$	$\frac{L}{6} (M_1 + 2M_2) M_1$	$\frac{L}{4} M_1$	$\frac{L+a}{6} M_1$	$\frac{L}{3} M_1$	$\frac{L}{12} M_1$	$\frac{L}{4} M_1$	$\frac{L}{4} M_1$
	$M_1 L$	$\frac{L}{2} M_1$	$\frac{L}{2} M_1$	$\frac{L}{2} (M_1 + M_2) M_1$	$\frac{L}{2} M_1$	$\frac{L}{2} M_1$	$\frac{2L}{3} M_1$	$\frac{L}{3} M_1$	$\frac{L}{3} M_1$	$\frac{2L}{3} M_1$