Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

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.

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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.

Profilés	Iz (cm^4)
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 encastrée sur le potelet au point B.

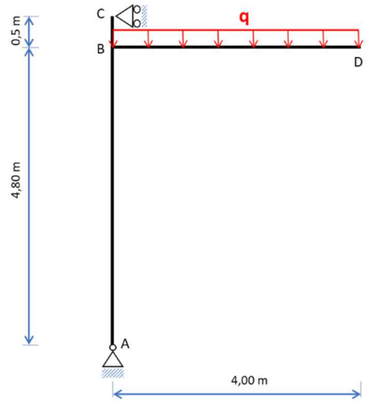


Figure 3

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 profilés 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

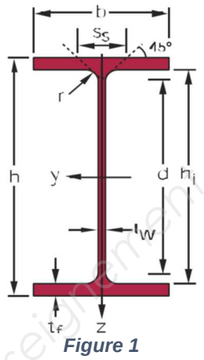


Figure 1

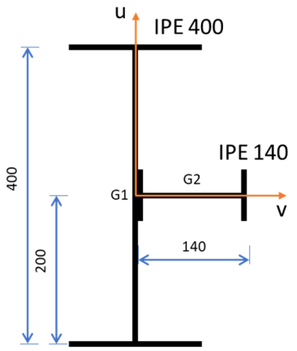


Figure 2

Profilés	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	A (mm^2)	Iy (cm^4)	Wely (cm^3)	Iz (cm^4)	Welz (cm^3)
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***)

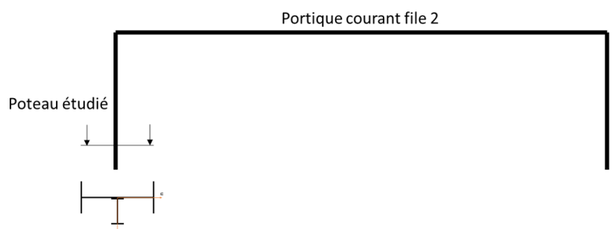


Figure 4

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.

Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 encastrements.

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.

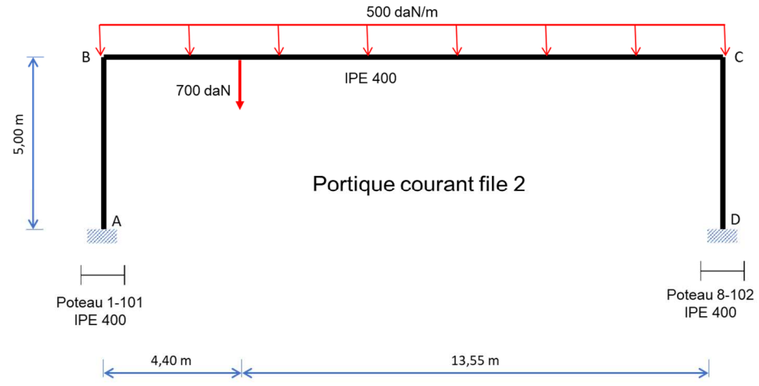


Figure 5

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 :

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

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

Question 15 : Tracer le diagramme Mf 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.)*

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

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

Profilés	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	A (mm^2)	Iy (cm^4)	Wely (cm^3)	Iz (cm^4)	Welz (cm^3)
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

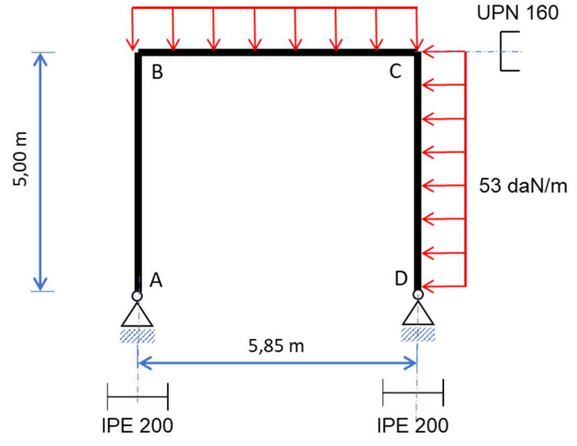


Figure 6

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

Question 19 : Représenter les structures isostatiques associées.

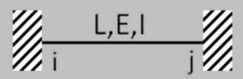
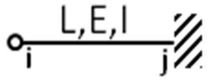
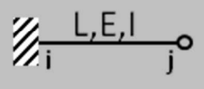
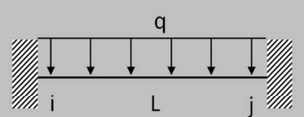
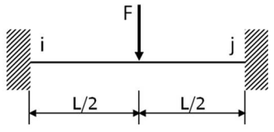
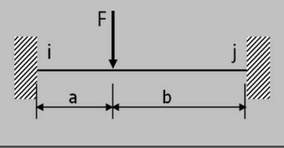
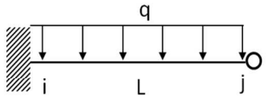
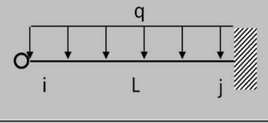
Question 20 : Calculer l'action horizontale A_x à l'aide de la méthode des forces et en utilisant les intégrales de Mohr de **l'annexe 2**.

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.

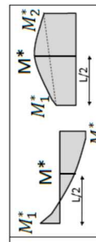
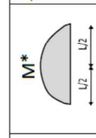
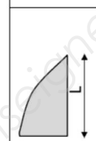
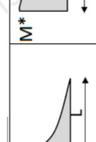
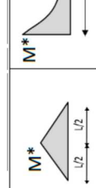
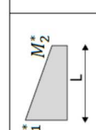
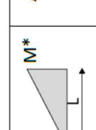
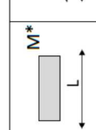
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

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 $\frac{1}{EI}$

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

Ressources Nationales Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.