



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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONSTRUCTIONS METALLIQUES

SESSION 2011

E4 : Analyse et Calcul des structures

U4.1 Mécanique

Durée : 4h – Coefficient : 3

Contenu du dossier

Questions		Pages 2/5 et 3/5
Document réponse	DR1	Page 4/5
Annexe		Page 5/5
Nombre total de pages : 5 pages A3		numérotées de 1/5 à 5/5

Barème indicatif

Partie 1 : 5 pts	Partie 3 : 5 pts
Partie 2 : 5 pts	Partie 4 : 5 pts

Recommandations

Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5.

Les 4 parties sont indépendantes. Dans une même partie, certaines questions sont indépendantes des précédentes.

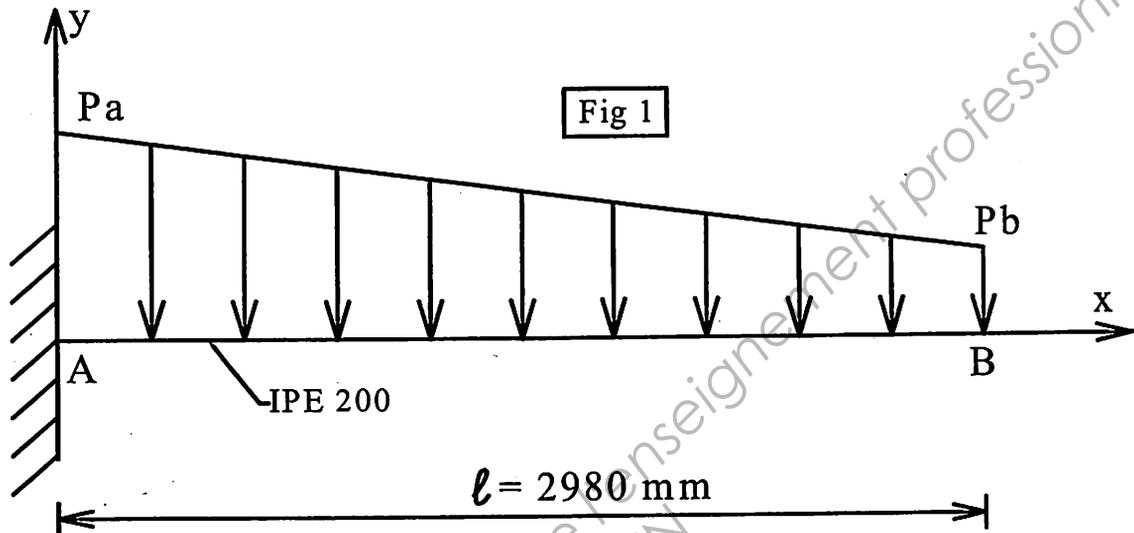
Documents autorisés :

- Catalogues de profilés

CODE ÉPREUVE : CMMECA	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : Constructions Métalliques	
SESSION 2011	SUJET	ÉPREUVE : U4 .1 Mécanique		Autorisation de la calculatrice réglementaire
Durée : 4h	Coefficient : 3		VP-11-006	Page : 1/5

PARTIE 1 : ETUDE D'UNE POUTRE DU AUVENT GRAND HALL

On étudie une poutre du auvent grand hall soumise à une accumulation de neige.
La modélisation proposée est celle de la figure 1 :



Poutre IPE 200

$P_a = 9.6 \text{ kN/m}$ et $P_b = 5.5 \text{ kN/m}$

Question 1.1 :

Calculer dans le repère proposé figure 1 les réactions d'appuis en A (liaison encastrement en A).

→ indication : on peut décomposer la charge trapézoïdale en une charge rectangulaire et une charge triangulaire.

Question 1.2 :

Retrouver l'équation de l'effort tranchant $V(x) = -0.69x^2 + 9.6x - 22.5$

Tracer sur votre copie le diagramme $V(x)$ en indiquant les valeurs importantes.

Question 1.3 :

Etablir l'équation du moment fléchissant $M(x)$.

Tracer sur votre copie le diagramme $M(x)$ en indiquant les valeurs particulières.

Question 1.4 :

Calculer la contrainte normale de flexion maximale dans cette poutre ainsi sollicitée.

$E = 210000 \text{ MPa}$

$I = 1943.2 \text{ cm}^4$

$W_{el} = 194.3 \text{ cm}^3$

Question 1.5 :

En intégrant deux fois la relation $EIy''(x) = M(x)$, calculer la valeur de la flèche maximale notée y_B .

(On néglige le déplacement dû à l'effort tranchant).

PARTIE 2 : ETUDE DES CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES D'UN POTEAU

On s'intéresse au poteau situé à l'extrémité de la file 5 (page 8/8 du dossier technique).
La section de ce poteau est représentée figure 2 :

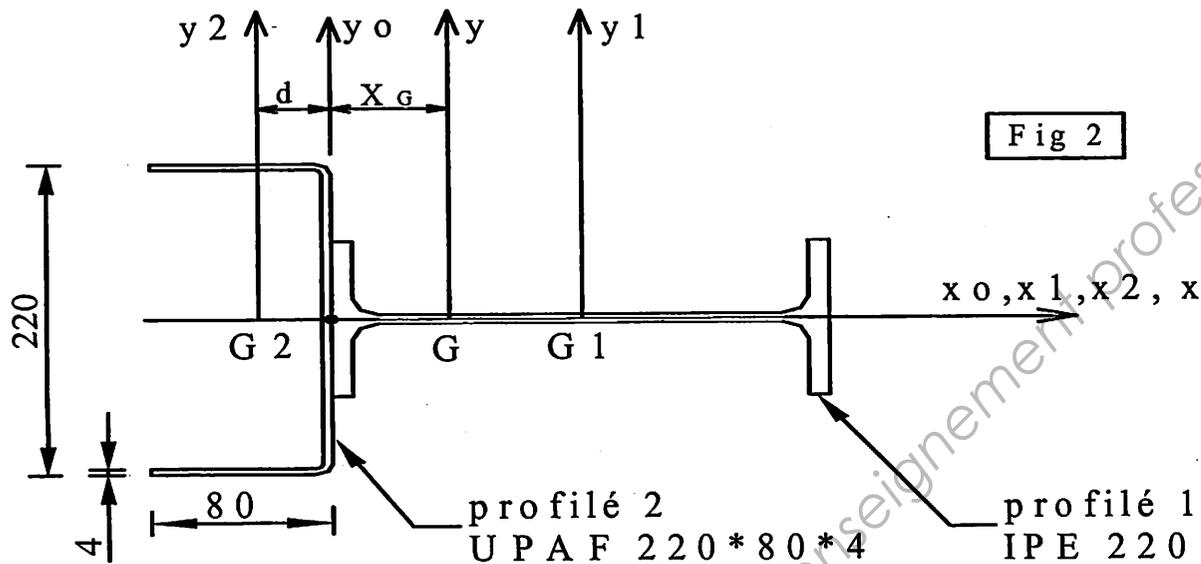


Fig 2

La figure 3 ci-dessous représente la schématisation de l'UPAF (On néglige les rayons de pliage).

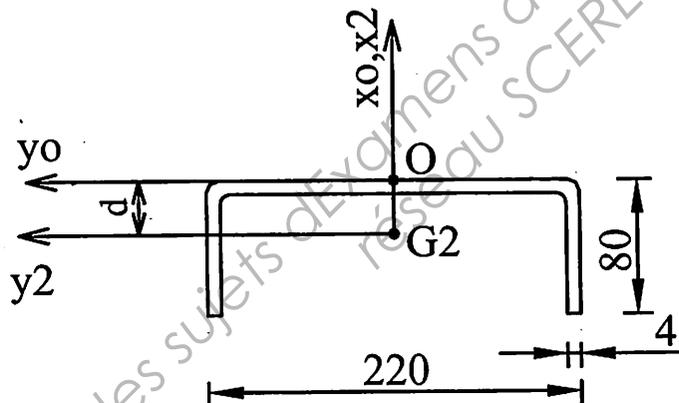


Fig 3

Question 2.1 :
Calculer la distance d (voir figure 3), à 0.1mm près, caractérisant la position du centre de gravité G_2 de la section de l'UPAF. Vous préciserez à l'aide d'un schéma votre décomposition de la section.

Question 2.2 :
Calculer les moments d'inertie $I_{G_2x_2}$ et $I_{G_2y_2}$ de la section de l'UPAF.

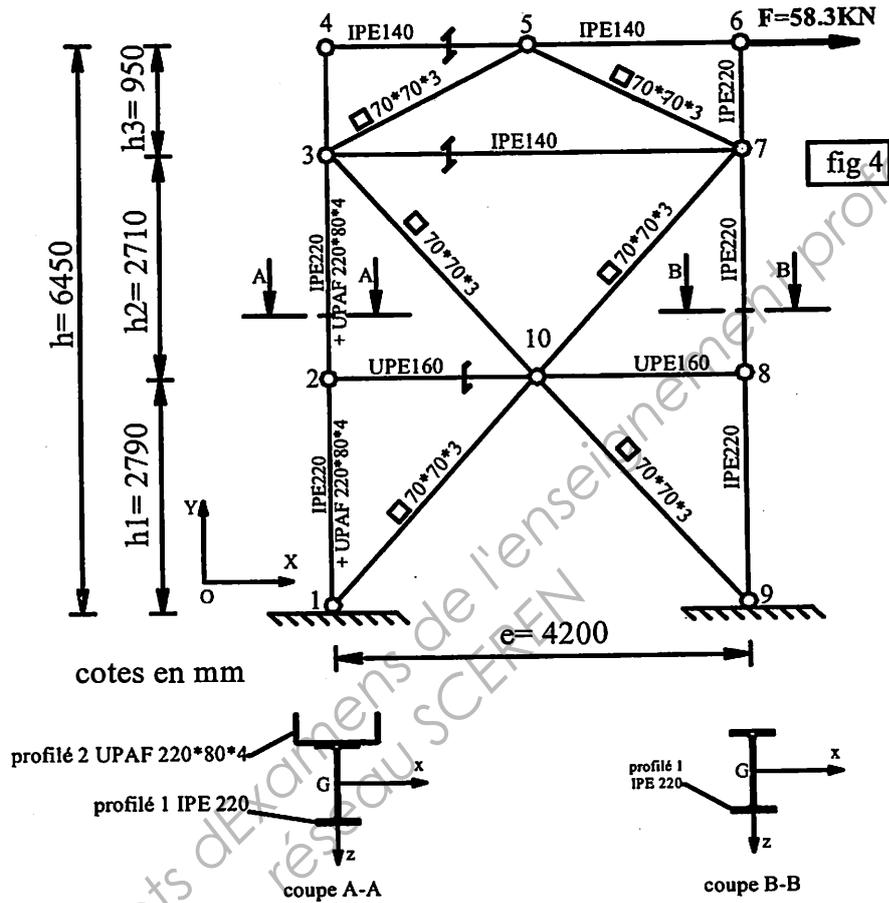
On donne les caractéristiques géométriques de l'IPE 220 :
Centre de gravité appelé G_1 $A = 33.4\text{cm}^2$ $I_{G_1x_1} = 204.8\text{cm}^4$ $I_{G_1y_1} = 2771.8\text{cm}^4$

Question 2.3 :
Calculer les coordonnées du centre de gravité G de la section figure 2 dans le repère (O, x_0, y_0) , à 0.1mm près.

Question 2.4 :
Calculer les moments d'inertie I_{Gx} et I_{Gy} de la section figure 2.

PARTIE 3 : ETUDE DE LA STABILITE DE LONG PAN

La stabilité de long pan étudiée est celle de la file A (page 5/8 du dossier technique).
On s'intéresse plus particulièrement à la croix de Saint-André entre les files 4 et 5, modélisée ci-dessous sur la figure 4.



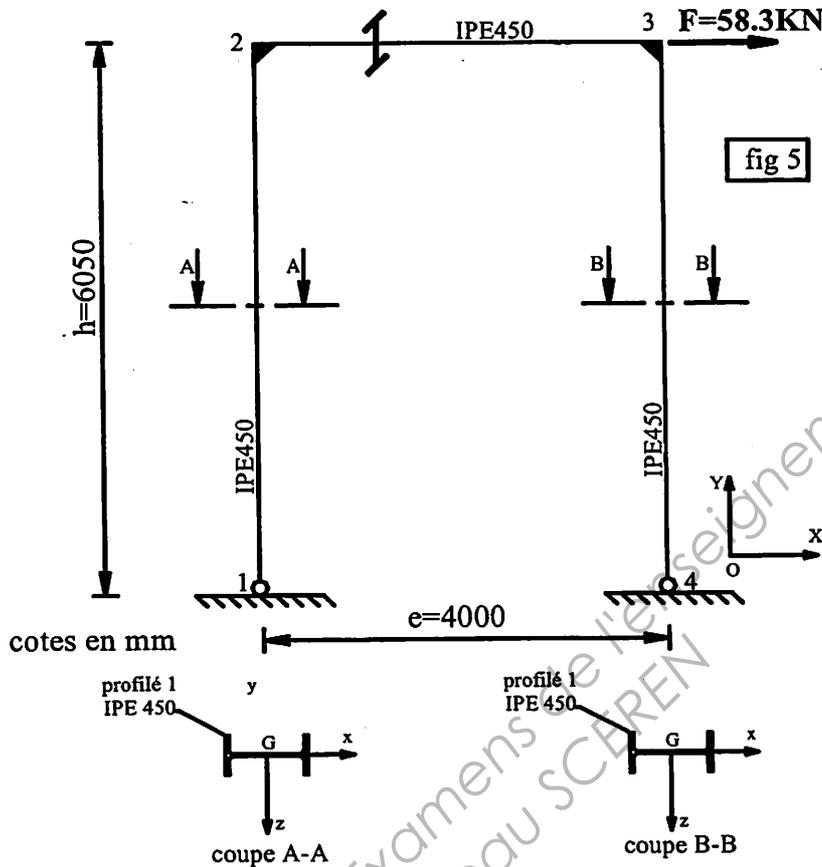
Les caractéristiques des sections droites sont les suivantes :

	IPE 140	IPE 220	UPE 160	Carré creux 70*70*3	IPE 220 + UP AF
Barres	4-5 5-6 3-7	9-8 8-7 7-6	2-10 et 10-8	1-10 9-10 3-10 7-10 3-5 5-7	1-2 2-3 3-4
Aire de la section en cm^2	16.4	33.4	21.7	8	48.28

- Question 3.1 :
Déterminer le degré d'hyperstatisme de la structure figure 4.
- Question 3.2 :
Calculer les efforts dans toutes les barres et présenter vos résultats dans le tableau récapitulatif du document réponse DR1. (Certains efforts sont donnés dans DR1 pour faciliter la résolution)
- Question 3.3 :
Déterminer les réactions d'appuis en 1 et en 9 en calculant leurs composantes X_1, Y_1, X_9 et Y_9 .
- Question 3.4 :
A l'aide du DR1, calculer le déplacement horizontal x_6 du nœud 6 par le théorème de la charge unité.

PARTIE 4 : ETUDE DU PORTIQUE DE STABILITE FILE D

La figure 5 schématise ce portique chargé, appelé système (S) :



Question 4.1 :

Déterminer le degré d'hyperstatisme du système (S).

Question 4.2 :

On vous impose l'utilisation de la méthode des forces (encore appelée méthode des coupures) dans le but de calculer les réactions d'appuis.

Le système isostatique associé (S_0) est obtenu en remplaçant la liaison encastrement en 3 par une articulation. L'inconnue hyperstatique à calculer est appelée M_3 . (sens positif sur la traverse et négatif sur le poteau)

- Schématiser le système (S_0) chargé et le système auxiliaire (S_1).
- Tracer les diagrammes des moments fléchissants $M_0(x)$ et $M_1(x)$ des systèmes (S_0) et (S_1).
- En déduire à l'aide des intégrales de Mohr la valeur de M_3 . ($I = 33740\text{cm}^4$)

Question 4.3 :

Calculer les réactions d'appuis du système (S) avec $M_3 = -176.4\text{kN.m}$.

Question 4.4 :

Tracer sur votre copie le diagramme $M(x)$ de (S) et déterminer la valeur du déplacement horizontal x_3 du point 3.

Question 4.5 :

Justifier l'écart important observé entre les 2 déplacements x_3 et x_6 de la question 3.4.

DOCUMENT REPONSE DR1

barres	Effort N en Newtons	Effort n dans le cas de la force unitaire au nœud 6	L en mm	A en mm ²	$\frac{N \times n \times L}{E \times A}$
1-2	50804	0.87	2790		
1-10	48472.4	0.83	3492		
9-10			3492		
9-8	-50804.3	-0.87	2790		
2-10	0	0	2100		
10-8			2100		
2-3			2710		
10-3	-47590	-0.81	3428		
10-7			3428		
8-7			2710		
3-7	0	0	4200		
3-4			950		
3-5			2305		
4-5			2100		
7-5			2305		
7-6	0	0	950		
6-5	58300	1	2100		
$\Sigma =$					mm

Par convention, N>0 pour une barre en traction
 N<0 pour une barre en compression

$$E = 210000 \text{MPa}$$

àagrafer en bas à droite sur la copie

ANNEXE

Intégrales de MOHR : $\frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} f(x)g(x)dx$

à multiplier par $\frac{\ell}{EI}$ pour M_6 , $\frac{\ell}{EA}$ pour N , $\frac{\ell}{GA}$ pour V ou $\frac{\ell}{GJ}$ pour M_t

avec : ℓ = longueur du tronçon d'intégration
 $\alpha = a/\ell$ et $\beta = b/\ell$

$g(x) \backslash f(x)$	f					
	fg	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}(f_1 + f_2)g$	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}fg$
	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{6}fg$	$\frac{1}{6}(f_1 + 2f_2)g$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{6}fg(1 + \alpha)$
	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{6}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{6}(2f_1 + f_2)g$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{6}fg(1 + \beta)$
	$\frac{1}{2}f(g_1 + g_2)$	$\frac{1}{6}f(g_1 + 2g_2)$	$\frac{1}{6}f(2g_1 + g_2)$	$\frac{1}{6}(2f_1g_1 + 2f_2g_2 + f_1g_2 + f_2g_1)$	$\frac{1}{4}f(g_1 + g_2)$	$\frac{1}{6}f[g_1(1 + \beta) + g_2(1 + \alpha)]$
	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{4}(f_1 + f_2)g$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{12}fg(3 - 4\alpha^2)/\beta$
	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{6}fg(1 + \alpha)$	$\frac{1}{6}fg(1 + \beta)$	$\frac{1}{6}[f_1(1 + \beta) + f_2(1 + \alpha)]g$	$\frac{1}{12}fg(3 - 4\alpha^2)/\beta$	$\frac{1}{3}fg$
	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{3}(f_1 + f_2)g$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{3}fg(1 + \alpha\beta)$
	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{12}(5f_1 + 3f_2)g$	$\frac{17}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(5 - \alpha - \alpha^2)$
	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{12}(3f_1 + 5f_2)g$	$\frac{17}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(5 - \beta - \beta^2)$
	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{12}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{12}(3f_1 + f_2)g$	$\frac{7}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(1 + \beta + \beta^2)$
	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{12}(f_1 + 3f_2)g$	$\frac{7}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(1 + \alpha + \alpha^2)$
	$\frac{1}{6}f(3g_1 + 3g_2 + 4g_0)$	$\frac{1}{6}f(g_1 + 2g_2 + 2g_0)$	$\frac{1}{6}f(2g_1 + g_2 + 2g_0)$	$\frac{f}{6}(2g_1 + g_2 + 2g_0) + \frac{f_2}{6}(g_1 + 2g_2 + 2g_0)$	$\frac{1}{4}f(g_1 + g_2 + \frac{5}{3}g_0)$	$\frac{1}{6}f[g_1(1 + \beta) + g_2(1 + \alpha) + 2g_0(1 + \alpha\beta)]$

Nota : f, f_1, f_2, g, g_0, g_1 et g_2 sont à prendre en valeur algébrique.