



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**

Campagne 2009

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

BTS CONSTRUCTIONS METALLIQUES**E4 : ANALYSE ET CALCULS DE STRUCTURES****U 41 : MECANIQUE****Durée : 4 heures****Coefficient : 3****Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5****AUCUN DOCUMENT AUTORISE****Calculatrice conforme aux normes en vigueur autorisée****Contenu du dossier :**

Sujet, questionnaire

Pages 1/4 , 2/4

Formulaire

Page 3/4

Tableau des intégrales de Mohr

Page 3/4

Document réponse DR1

Page 4/4

Les 4 parties peuvent être traitées indépendamment**Une attention particulière sera portée :**

- au repérage des questions
- aux soins apportés à la rédaction et aux schémas

Il est conseillé au candidat de traiter chaque partie sur une nouvelle copie**Barème indicatif :**

Partie 1 : 5

Partie 2 : 6

Partie 3 : 5

Partie 4 : 4

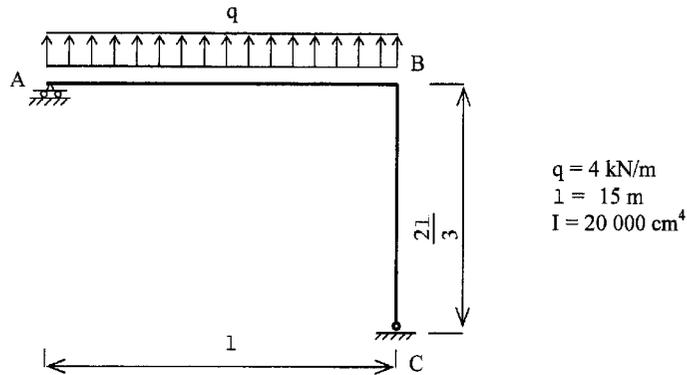
Pour les parties 1 à 3, l'étude consiste à analyser le comportement des demi portiques situés files 2, 4, 6 en fonction de la nature des liaisons extérieures sous un chargement résultant d'un cas de vent en soulèvement.

Le poteau et la traverse sont supposés constitués du même profil (moment quadratique I).

Le candidat pourra adopter au choix une résolution littérale ou numérique.

PARTIE 1 : Etude d'un demi portique isostatique

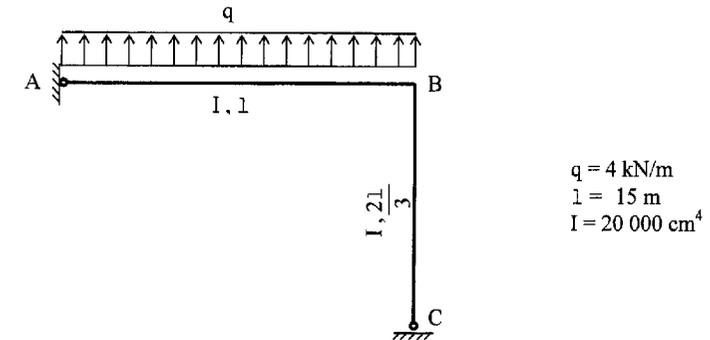
On adopte le modèle mécanique ainsi que le chargement suivant :



- 1.1-- Déterminer les valeurs des inconnues de liaisons extérieures en A et C.
Représenter la structure en équilibre, préciser les repères locaux associés à AB et BC.
- 1.2-- Déterminer les équations de $V(x)$ sur chacun des éléments AB et BC.
Représenter le diagramme de $V(x)$ sur la structure.
- 1.3-- Déterminer les équations de $M(x)$ sur chacun des éléments AB et BC.
Représenter le diagramme de $M(x)$ sur la structure.
- 1.4-- Déterminer la valeur de la flèche au milieu de la travée AB.
 - expliciter clairement la méthode employée.
 - calculer la valeur numérique de la flèche.
- 1.5-- Déterminer la valeur du déplacement horizontal de la traverse.
 - expliciter clairement la méthode employée.
 - calculer la valeur numérique du déplacement.
- 1.6-- Représenter l'allure de la structure déformée

PARTIE 2 : Etude d'un demi portique hyperstatique par la méthode des forces

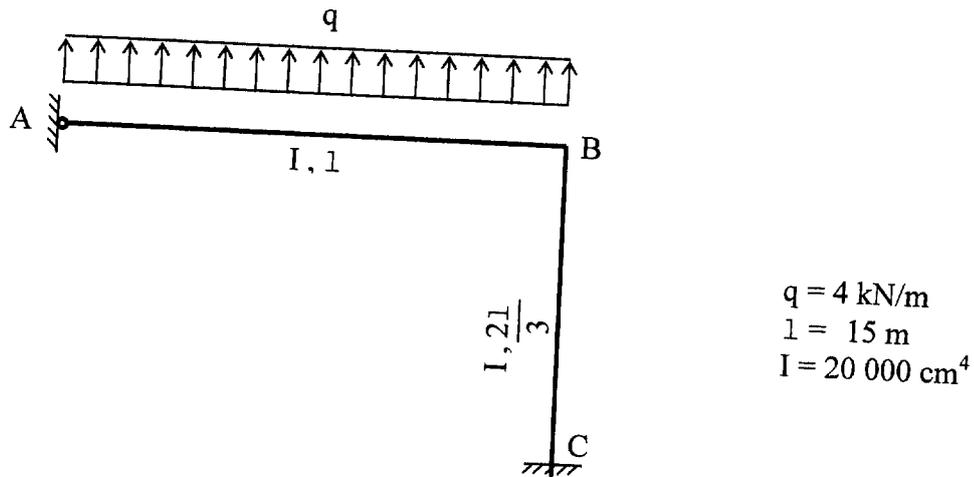
On adopte le modèle mécanique ainsi que le chargement suivant :



- 2.1 -- Justifier l'hyperstatisme de d°1 de cette structure.
- 2.2 -- Résolution par la méthode des forces :
Le candidat prendra soin de :
 - définir l'inconnue hyperstatique de son choix.
 - préciser la superposition de problèmes isostatiques adoptée.
 - préciser la condition de compatibilité des déplacements.
 - calculer la valeur de l'inconnue hyperstatique.
- 2.3 -- Dans le repère global O, x, y , on donne : $A_x = -6,75 \text{ kN}$ $C_x = +6,75 \text{ kN}$
 - rechercher les valeurs numériques des autres inconnues de liaisons extérieures.
 - représenter la structure en état d'équilibre.
- 2.4 -- Tracer le diagramme de $M(x)$ sur la structure (justifications minimales).
- 2.5 -- Calculer la valeur numérique de la flèche au milieu de la travée AB.
- 2.6 -- Représenter l'allure de la structure déformée.

PARTIE 3 : Etude d'un demi portique hyperstatique par la méthode des déplacements

On adopte le modèle mécanique ainsi que le chargement suivant :



3.1 -- Définir le d° d'hyperstatisme de cette structure.

3.2 -- Résolution par la méthode des déplacements (ou méthode des rotations) :

- définir la (ou les) inconnues cinématiques.
- indiquer les équations intrinsèques.
- déterminer les valeurs des inconnues cinématiques.

3.3 -- Dans le repère global O,x,y, on donne :

$$\omega_B = -\frac{qI^3}{72.E.I} \quad (\text{sens } \curvearrowright)$$

et pour information $\omega_A = \frac{qI^3}{36.E.I}$

- Rechercher les valeurs des M_{ij}
- Tracer le diagramme de $M(x)$ sur la structure.

3.4 -- Rechercher les valeurs des actions aux appuis A et C.
Représenter la structure en équilibre.

3.5 -- La flèche au milieu de la travée AB a pour expression :

$$\Delta_T = \frac{3.qI^4}{384.E.I}$$

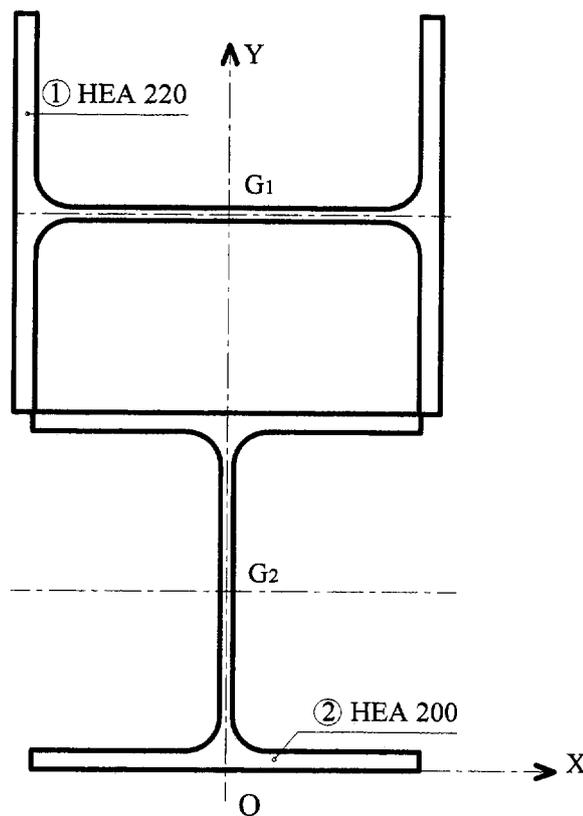
Calculer la valeur numérique de la flèche.

3.6 -- Représenter l'allure de la structure déformée.

PARTIE 4 : Caractéristiques géométriques d'une section reconstituées

Pour des raisons technologiques, il avait été envisagé de constituer les poteaux d'angle de la façon suivante.

Les caractéristiques des profils utilisés figurent sur le document réponse DR1



4.1 -- Position du centre de gravité :

Calculer les coordonnées du centre de gravité de cette section reconstituée dans le repère O,X,Y.

Sur le document réponse DR1 :

- Positionner avec précision le centre de gravité G de l'ensemble.
- Repérer les axes principaux de Forte et faible inertie.
- Indiquer toute cotation utile pour la suite.

4.2 -- Caractéristiques géométriques par rapport à l'axe Y (passant par G) :

Calculer les valeurs de :

I_{GY} moment quadratique pour l'axe Y

$W_{el,Y}$ module de flexion élastique pour l'axe Y

i_Y rayon de giration pour l'axe Y

4.3 -- Caractéristiques géométriques par rapport à l'axe X (passant par G) :

Calculer les valeurs de :

I_{GX} moment quadratique pour l'axe X

$W_{el,X}$ module de flexion élastique pour l'axe X

i_X rayon de giration pour l'axe X

Intégrales de Mohr : $\frac{1}{L} \int_0^L M dx$ à multiplier par $\frac{L}{EI}$ avec L = longueur du tronçon d'intégration

$\frac{1}{L} \int_0^L M dx$						
M	mM	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{2}(m_1 + m_2)M$	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{2}mM$
M	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{6}mM$	$\frac{1}{6}(2m_1 + m_2)M$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{b}{L})$
M	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{6}mM$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{6}(m_1 + 2m_2)M$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{a}{L})$
M_1, M_2	$\frac{m}{2}(M_1 + M_2)$	$\frac{m}{6}(2M_1 + M_2)$	$\frac{m}{6}(M_1 + 2M_2)$	$\frac{1}{6}(2m_1M_1 + m_1M_2 + m_2M_1 + 2m_2M_2)$	$\frac{1}{4}(M_1 + M_2)m$	$\frac{1}{6}m(M_1(1 + \frac{b}{L}) + M_2(1 + \frac{a}{L}))$
M	0	$\frac{1}{6}mM$	$-\frac{1}{6}mM$	$\frac{1}{6}(m_1 - m_2)M$	0	$\frac{1}{6}mM(1 - 2\frac{a}{L})$
M	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{4}(m_1 + m_2)M$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{12}mM \frac{3L^2 - 4a^2}{bL}$ si $a < b$
M	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6}M(m_1(1 + \frac{b'}{L}) + m_2(1 + \frac{a'}{L}))$	$\frac{1}{12}mM \frac{3L^2 - 4a^2}{b'L}$	$\frac{mM}{6} (2 - \frac{(a-a')^2}{ab'})$ si $a > a'$
M	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6}M(m_1(1 + \frac{b'}{L}) + m_2(1 + \frac{a'}{L}))$	$\frac{1}{12}mM \frac{3L^2 - 4b'^2}{a'L}$	$\frac{mM}{6} (2 - \frac{(a'-a)^2}{a'b})$ si $a' > a$
M	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{12}mM$	$\frac{1}{12}M(3m_1 + m_2)$	$\frac{7}{48}mM$	$\frac{mM}{12} (1 + \frac{b}{L} + (\frac{b}{L})^2)$
M	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{12}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{12}M(m_1 + 3m_2)$	$\frac{7}{48}mM$	$\frac{mM}{12} (1 + \frac{a}{L} + (\frac{a}{L})^2)$
M	$\frac{2}{3}mM$	$\frac{5}{12}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{12}M(5m_1 + 3m_2)$	$\frac{17}{48}mM$	$\frac{mM}{12} (5 - \frac{a}{L} - (\frac{a}{L})^2)$
M	$\frac{2}{3}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{5}{12}mM$	$\frac{1}{12}M(3m_1 + 5m_2)$	$\frac{17}{48}mM$	$\frac{mM}{12} (5 - \frac{b}{L} - (\frac{b}{L})^2)$
M	$\frac{2}{3}mM$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{3}M(m_1 + m_2)$	$\frac{5}{12}mM$	$\frac{mM}{3} (1 + \frac{a}{L} - (\frac{a}{L})^2)$
M_1, M_2, M_3, M_4	$\frac{m}{6}(M_1 + 4M_0 + M_2)$	$\frac{m}{6}(M_1 + 2M_0)$	$\frac{m}{6}(M_2 + 2M_0)$	$\frac{1}{6}(m_1M_1 + m_2M_2 + 2(m_1 + m_2)M_0)$	$\frac{m}{24}(M_1 + 10M_0 + M_2)$	$\frac{m}{6} (M_4 + \frac{2}{L}(aM_3 + bM_5))$

FORMULAIRE : Flexion

Cas Schéma mécanique	Actions aux liaisons		Cas Schéma mécanique	Actions aux liaisons	
	En A	En B		En A	En B
	$Y_A = \frac{5ql}{8}$ $\overline{M}_{AB} = \frac{ql^2}{8}$	$Y_B = \frac{3ql}{8}$		$Y_A = \frac{ql}{2}$ $M_{AB} = \frac{ql^2}{12}$	$Y_B = \frac{ql}{2}$ $M_{BA} = -\frac{ql^2}{12}$

FORMULAIRE : Equations intrinsèques

$\begin{cases} M_{AB} = 2 \frac{EI}{L} (2\omega_A + \omega_B) + M_{AB}^e \\ M_{BA} = 2 \frac{EI}{L} (\omega_A + 2\omega_B) + M_{BA}^e \end{cases}$	$\begin{cases} M_{AB} = 3 \frac{EI}{L} (\omega_A) + \overline{M}_{AB} \\ M_{BA} = 0 \end{cases}$

CRDP Aquitaine

Document réponse DR1

Profil	h mm	b mm	A cm ²	I _U cm ⁴	I _V cm ⁴
HEA 200	190	200	53,8	3692,2	1335,6
HEA 220	210	220	64,3	5409,7	1954,5

