

DOSSIER TECHNIQUE D'ETUDE

Ce dossier est **commun aux épreuves E4 et E5**. Il sera ramassé à l'issue de chaque épreuve et redistribué au début de la suivante.

Ce dossier vous est propre. Dès que vous l'avez en votre possession, inscrivez votre nom sur la première page en haut à droite afin de faciliter la redistribution par les surveillants de salle.

CONTENU DU DOSSIER (feuilles format A4)

- Une **présentation générale** avec descriptif..... Page. 1 à 3
- Une **perspective filaire** précisant les caractéristiques des sections PRS Page. 4
- Une vue en **élévation du long-pan** file A Page. 5
- Une vue en **élévation du pignon** file 1..... Page. 6
- Une vue en **élévation portiques** files 2, 4, 6, 8 Page. 7
- Une vue en **élévation portiques sur faîtière** files 3, 5, 7 Page. 7

BATIMENT INDUSTRIEL

Destination:

- commerces

Situation géographique :

- Sainte Geneviève des bois – Essonne- 91 – Altitude \leq 200m

DESCRIPTIF GENERAL DU BATIMENT

Dimensions principales :

- Longueur : 50,973m en 8 travées.
- Largeur : 41,168m en 2 halls.
- Hauteur totale : 11,200m (sur acrotère)
- Toiture à 2 versants symétriques pente 3%

Couverture multicouche comprenant :

- bac acier support d'étanchéité Hacierco 40S
- isolant laine de roche ép. 100mm.
- étanchéité bicouche ép. 10mm.

Bardage double peau comprenant :

- plateau type Hacierba 1.450.70H
- isolant panneaux rigides épaisseur 70mm complété par un isolant souple déroulé épaisseur 30 mm
- support vertical de bardage (écarteur) hauteur 37mm
- bardage à nervures horizontales Hacierba 5.180.44B
- acrotère sur long-pans
- garde-corps sur pignons

Plancher en mezzanine

HYPOTHESES DE CALCUL

Chargement

→ charges permanentes

- couverture	bac	7daN/m ²
	isolant	8daN/m ²
	étanchéité	10daN/m ²
- pannes		6daN/m ²
- traverses		12daN/m ²
- divers		2daN/m ²
Total =		45daN/m²

→ Charges d'exploitation du comble **20daN/m²**

→ Charges climatiques

- Vent: Site normal sans effet de site ou de masque
- Neige : Altitude 120m

Résistance des profils reconstitués soudés

On admet que les sections peuvent atteindre leur résistance plastique sans risque de voilement local.

DESCRIPTION DE L'OSSATURE

L'ensemble des poutrelles, tôles et laminés est en S235 .

Pannes : IPE 140 continues sur 7 travées
 IPE 200 isostatiques sur travée de 8,200m

Portiques articulés en pieds (poteaux et traverses en PRS section I)
 4 portiques doubles files 2-4-6-8 reliés par 3 faîtières en PRS
 3 portiques simples files 3-5-7 appuyés sur les faîtières

les caractéristiques des sections sont données en page 3

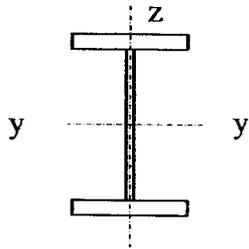
Pans de fers files 1-9

Stabilité de long-pan, pignons et versants

PROFILES RECONSTITUES SOUDES

Caractéristiques de sections

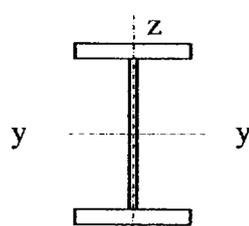
Portiques doubles files 2-4-6-8



Semelles 200x12
Ame 750x10

TRAVERSE

$A = 123 \text{ cm}^2$
 $I_y = 104839 \text{ cm}^4$
 $I_z = 1606 \text{ cm}^4$
 $i_y = 29,20 \text{ cm}$
 $i_z = 3,61 \text{ cm}$
 $I_t = 48,04 \text{ cm}^4$
 $W_{ply} = 3235 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 258,8 \text{ cm}^3$
 $W_{ely} = 2709 \text{ cm}^3$
 $W_{elz} = 160,6 \text{ cm}^3$

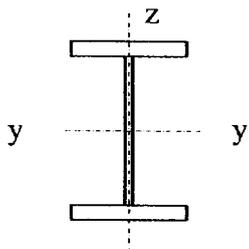


Semelles 300x15
Ame 600x8

POTEAUX

$A = 138 \text{ cm}^2$
 $I_y = 99518 \text{ cm}^4$
 $I_z = 6753 \text{ cm}^4$
 $i_y = 26,85 \text{ cm}$
 $i_z = 7,00 \text{ cm}$
 $I_t = 77,74 \text{ cm}^4$
 $W_{ply} = 3488 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 684,6 \text{ cm}^3$
 $W_{ely} = 3159 \text{ cm}^3$
 $W_{elz} = 450,2 \text{ cm}^3$

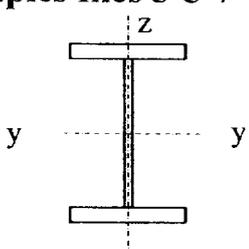
Portiques simples files 3-5-7



Semelles 200x15
Ame 500x6

TRAVERSE

$A = 90 \text{ cm}^2$
 $I_y = 46045 \text{ cm}^4$
 $I_z = 2001 \text{ cm}^4$
 $i_y = 22,62 \text{ cm}$
 $i_z = 4,72 \text{ cm}$
 $I_t = 48,60 \text{ cm}^4$
 $W_{ply} = 1920 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 304,5 \text{ cm}^3$
 $W_{ely} = 1738 \text{ cm}^3$
 $W_{elz} = 200,1 \text{ cm}^3$

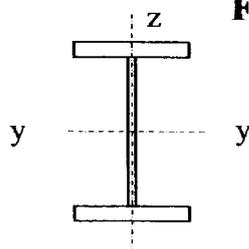


Semelles 200x15
Ame 600x8

POTEAUX

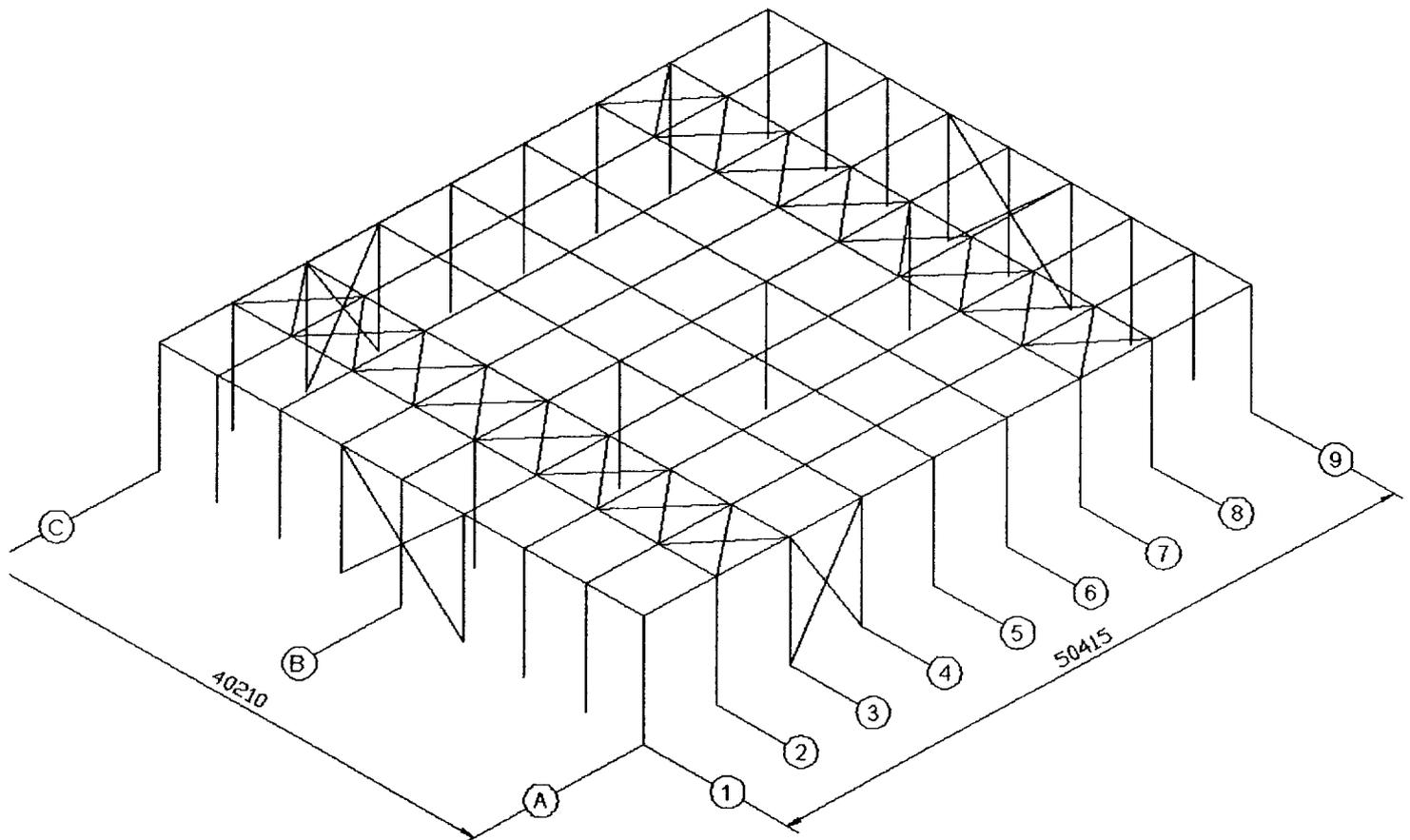
$A = 108 \text{ cm}^2$
 $I_y = 71145 \text{ cm}^4$
 $I_z = 2003 \text{ cm}^4$
 $i_y = 25,67 \text{ cm}$
 $i_z = 4,31 \text{ cm}$
 $I_t = 55,24 \text{ cm}^4$
 $W_{ply} = 2565 \text{ cm}^3$
 $W_{plz} = 338,4 \text{ cm}^3$
 $W_{ely} = 2259 \text{ cm}^3$
 $W_{elz} = 200,3 \text{ cm}^3$

Faîtière

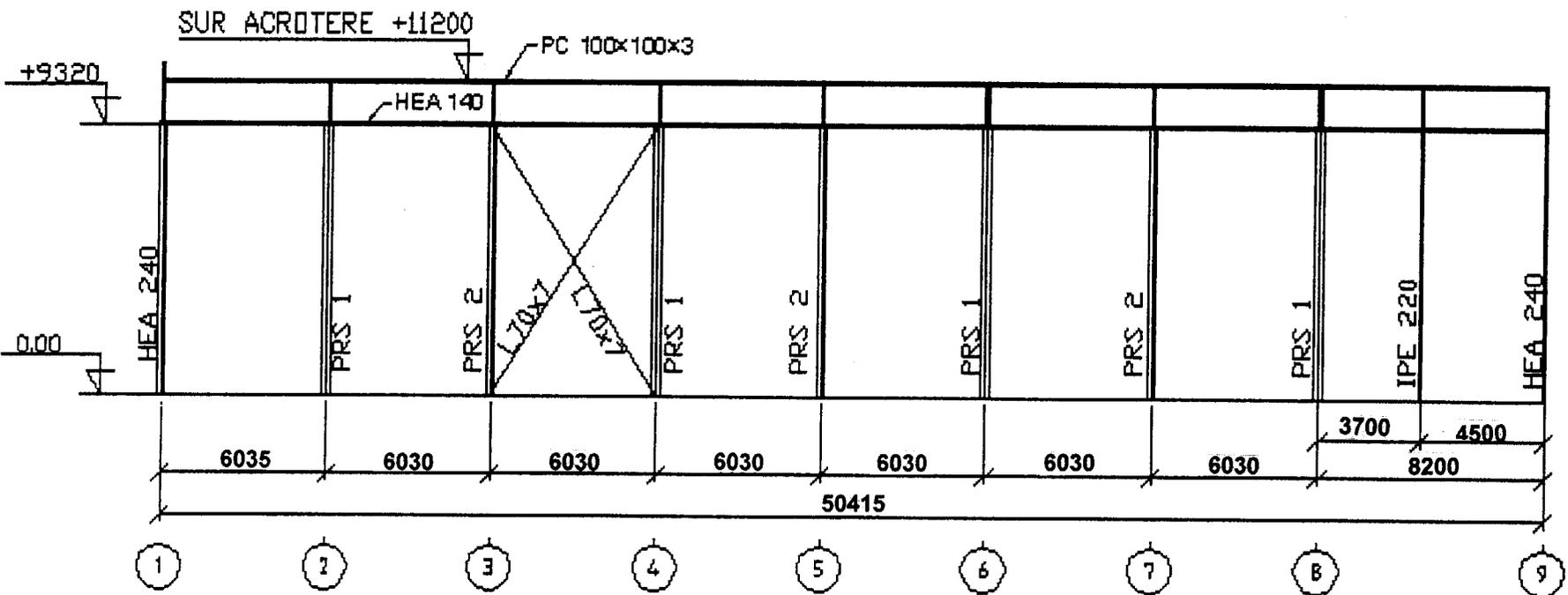


Semelles 250x12
Ame 800x10

PERSPECTIVE FILAIRE

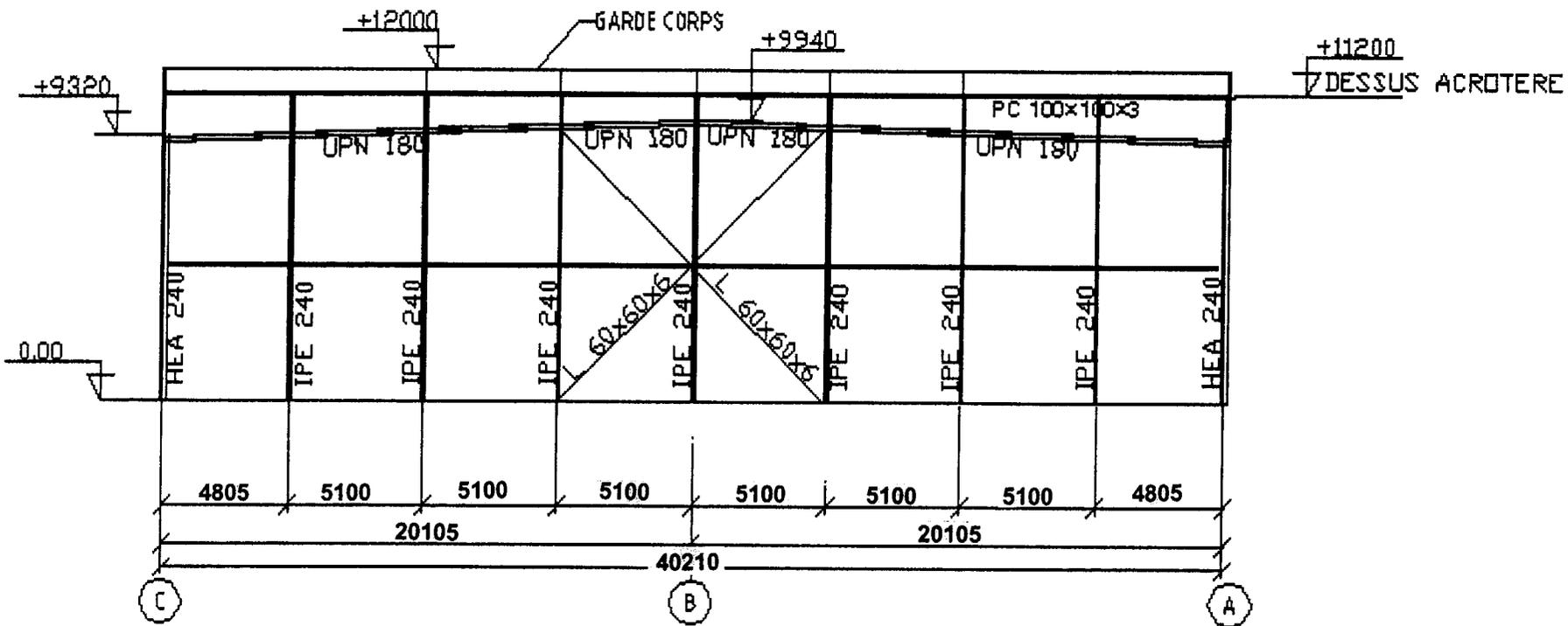


ELEVATION LONG PAN FILE A



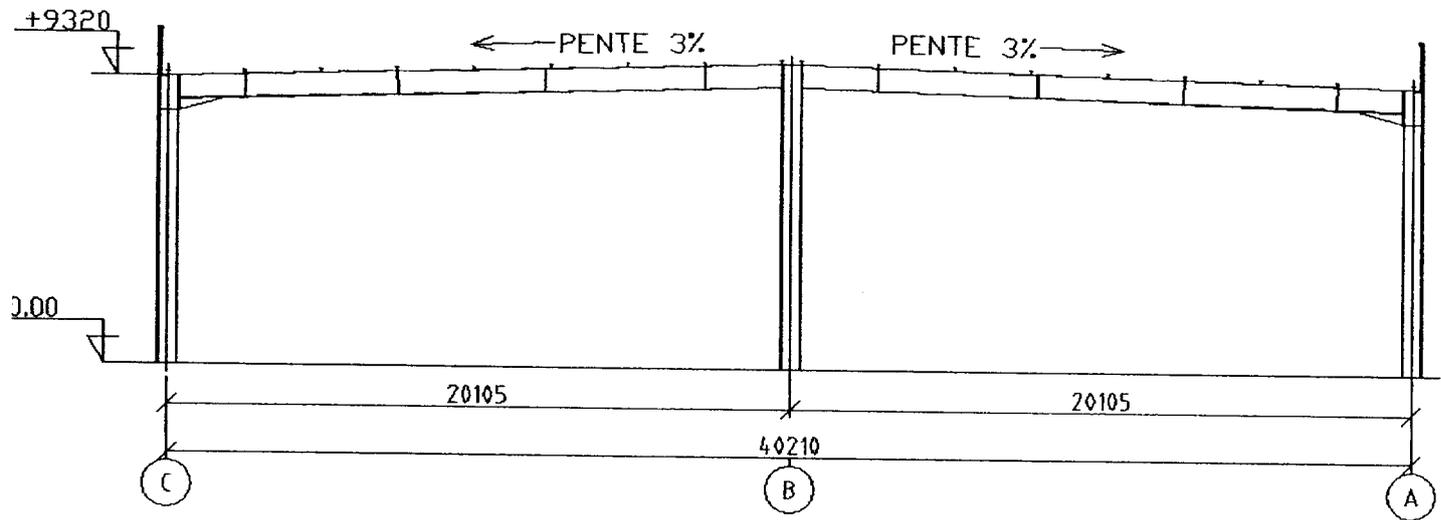
PC : Profil Creux

ELEVATION PIGNON FILE 1

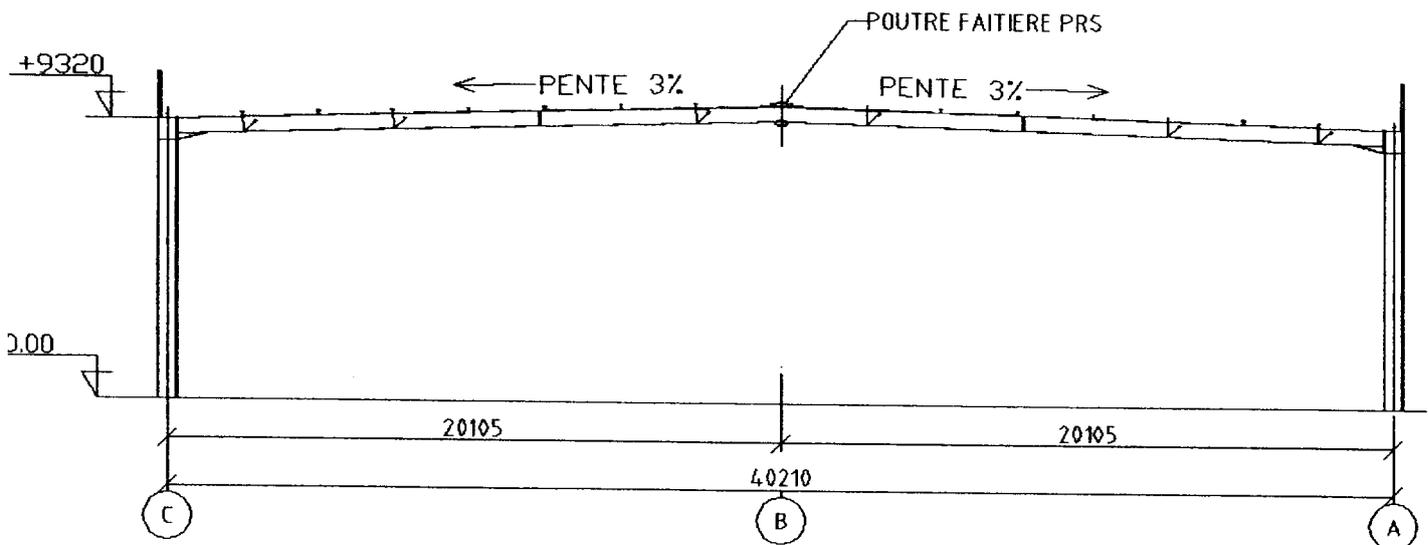


PC : Profil Creux

PORTIQUES Files 2, 4, 6, 8



PORTIQUES SUR FAITIERE Files 3, 5, 7



E 4 : ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES**U 41 : MECANIQUE**

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

LES DOCUMENTS AUTORISES SONT FOURNIS :**Tableau des intégrales de MOHR****Formulaire de flexion et équations intrinsèques****Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5****CONTENU DU DOSSIER**

- **Questionnaire :** pages 2/9 à 5/9
- **Documents réponse : DR1 page 6/9 à remettre obligatoirement avec sa copie**
- **Annexe :**

Formulaire	page 7/9
Tableau des intégrales de MOHR	pages 8/9 et 9/9

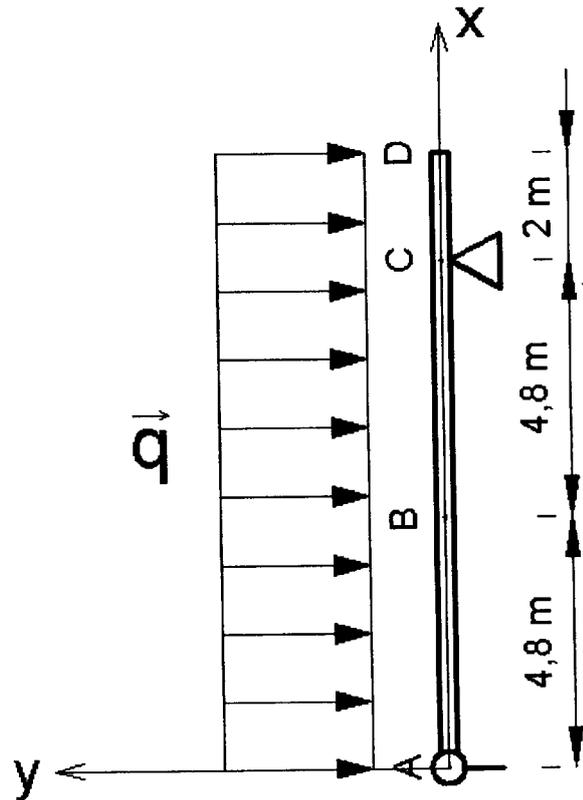
BAREME INDICATIF :

- Exercice 1 : 7 points
- Exercice 2 : 4,5 points
- Exercice 3 : 4,5 points
- Exercice 4 : 4 points

1 ETUDE D'UN MONTANT DE BARDAGE SOLLICITE EN FLEXION SIMPLE

On utilise le modèle ci-dessous :

$$q = 2\,000 \text{ N/m}$$



1-1 A rédiger sur copie :

- 1-1-1 Calculez les coordonnées, dans le repère AXY , des actions aux appuis A et C.
- 1-1-2 Etablissez les équations de l'effort tranchant $V(x)$ dans le repère AXY .
- 1-1-3 Etablissez les équations du moment fléchissant $M(x)$ dans le repère AXY .

1-2 Sur le document réponse DR1 :

- 1-2-1 Sur le schéma, dessinez les actions aux appuis A et C et indiquez les intensités de ces actions.
- 1-2-2 Tracez le diagramme de $V(x)$ dans le repère AXY en indiquant les valeurs algébriques de $V(x)$ aux points caractéristiques. Echelle 1cm pour 5000 N
- 1-2-3 Tracez le diagramme de $M(x)$ dans le repère AXY en indiquant les valeurs algébriques de $M(x)$ aux points caractéristiques. Echelle 1cm pour 5000 m.N

1-3 A rédiger sur copie :

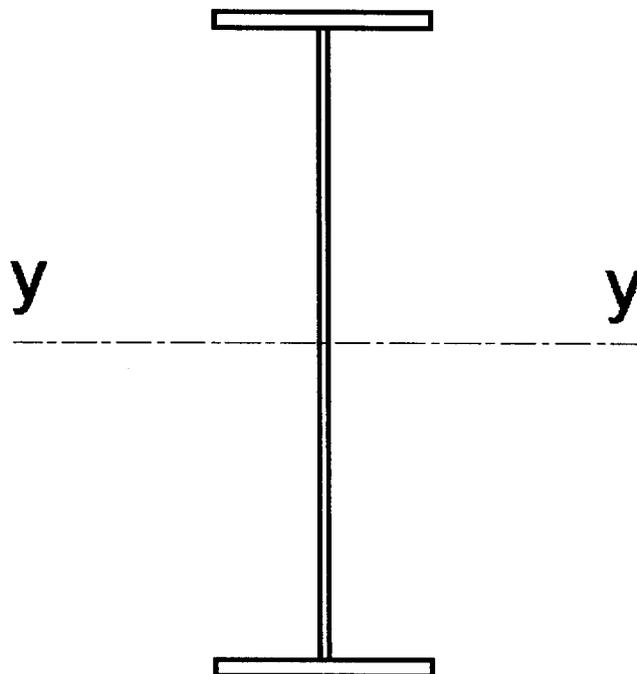
Calculez la valeur algébrique d_y de la translation du point B, dans le repère AXY (unité de distance le mètre) en utilisant les intégrales de Mohr. On donne $I = 3892 \text{ cm}^4$. On néglige le déplacement dû à V .

2 CALCUL DE CARACTERISTIQUES DE SECTIONS DE PROFILS

A rédiger sur copie :

2-1 Les poutres faîtières sont réalisés en PRS

âme 800 x 10
semelles 250x12

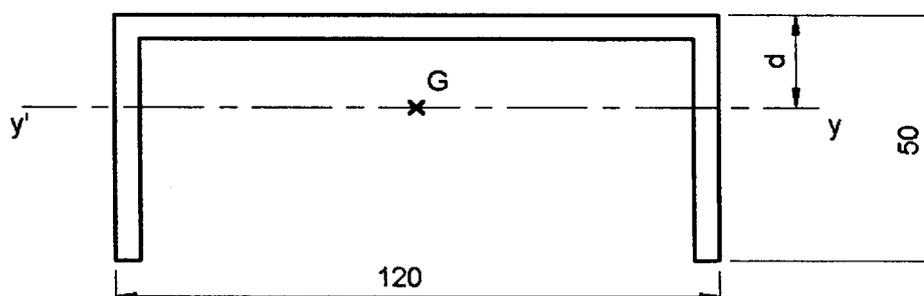


2-1-1 Calculez l'aire A de la section.

2-1-2 Calculez le moment quadratique ou d'inertie de flexion I_y de la section.

N.B. : tout résultat sans unité est sans valeur.

2-2 Pour renforcer certaines barres, on utilise un UPAF 120x50x5, schématisé ci-dessous en négligeant les rayons de pliage.



2-2-1 Calculez la distance d , à 0,1mm près, qui caractérise la position du centre de gravité G de la section.

2-2-2 Calculez le moment quadratique ou d'inertie de flexion I_y de la section.

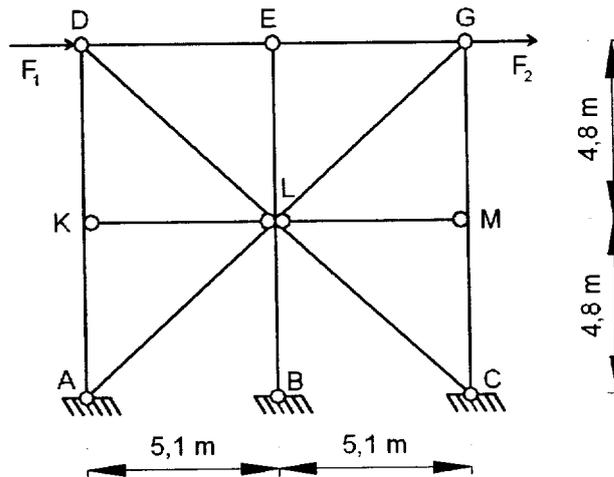
3 ETUDE DE STRUCTURES TRIANGULEES

3-1 La stabilité du pan de fer est modélisée par le schéma modèle 1 :

Modèle 1 :

$$F_1 = 18800 \text{ N}$$

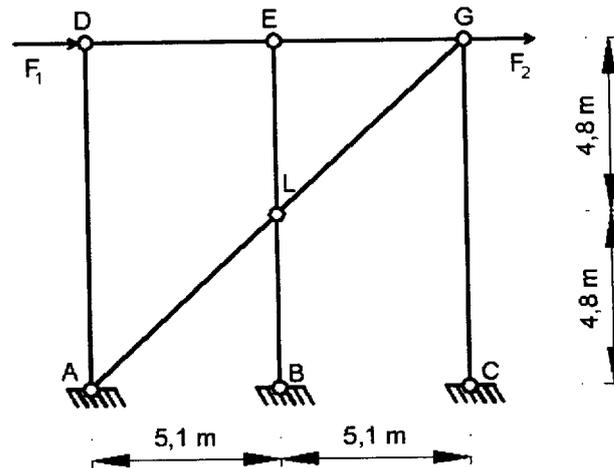
$$F_2 = 5650 \text{ N}$$



Déterminez le degré d'hyperstaticité de la structure.

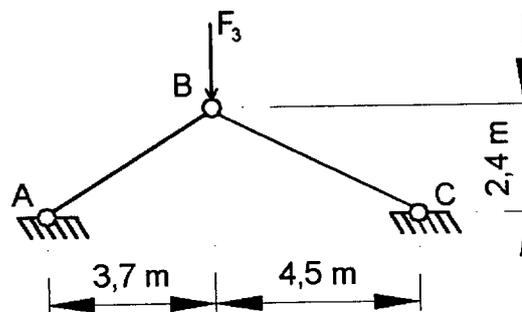
3-2 Pour le prédimensionnement du modèle 1, on adopte le modèle 2.

Modèle 2 :



Calculez les efforts, dans toutes les barres de ce modèle. Indiquez les résultats dans le **tableau 1** du document réponse **DR1**.

3-3 L'appui en tête d'un montant de bardage de long pan est réalisé par deux barres AB et BC, liées au pan de fer (file 1) et au portique (file 2). Le montant de bardage exerce une force $F_3 = 25600 \text{ N}$. Le modèle d'étude est défini sur le schéma suivant :



3-3.1 Etudiez l'équilibre du nœud B, dessinez le nœud B en équilibre.

3-3.2 Reportez les efforts sollicitant les barres AB et BC dans le **tableau 2** du document réponse **DR1**.

4 ETUDE DU DEMI PORTIQUE 2

On donne le schéma mécanique suivant :

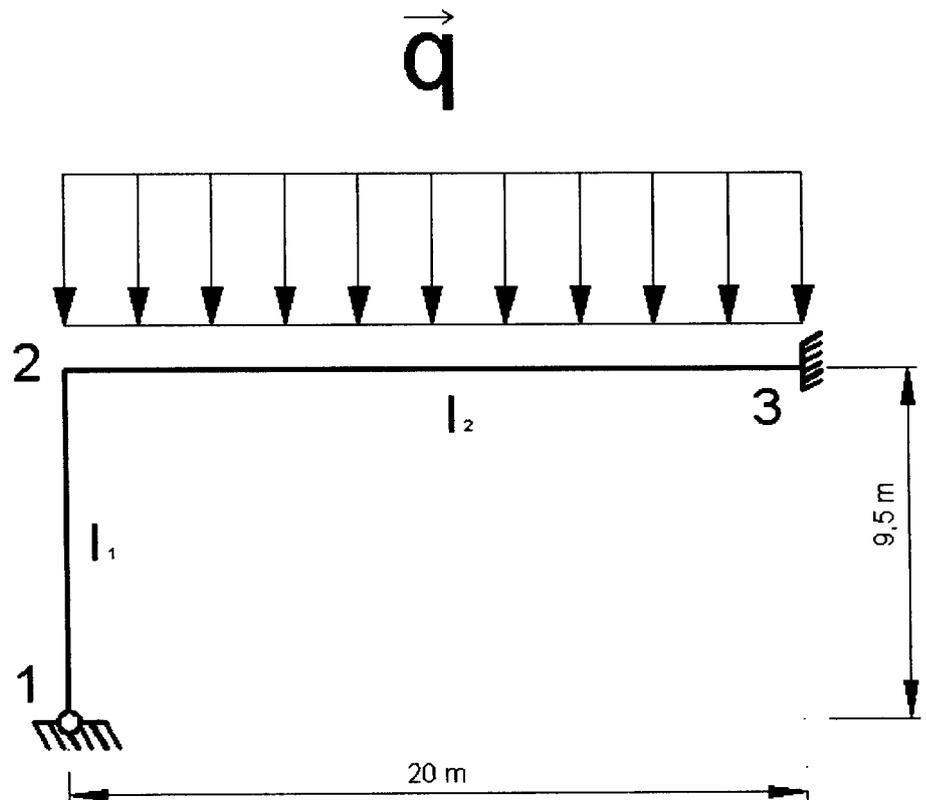
$$I_1 = 99518 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 104839 \text{ cm}^4$$

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

Modèle 4 :

$$q = 10000 \text{ N/m}$$



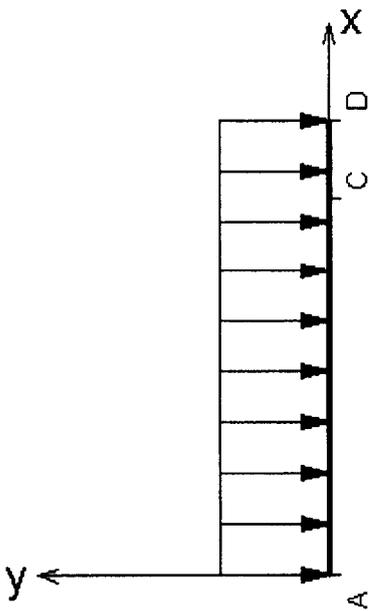
On décide de résoudre le système par la méthode des déplacements (méthode des rotations). On néglige les déformations dues à l'effort normal et à l'effort tranchant.

- 4 – 1 Définissez les inconnues cinématiques.
- 4 – 2 Ecrivez les équations intrinsèques des barres ij.
- 4 – 3 Calculez la valeur de l'inconnue cinématique.
- 4 – 4 Calculez les valeurs des moments M_{ij} exercés par les nœuds sur les barres.
- 4 – 5 Déterminez les actions aux appuis et dessinez le demi portique en équilibre.

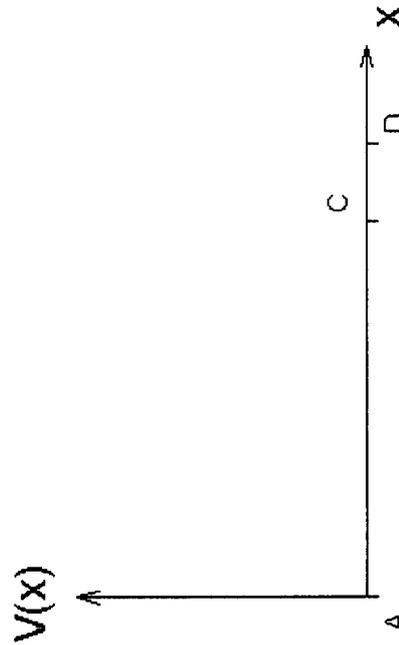
Pour chaque résultat précisez les unités

Questions

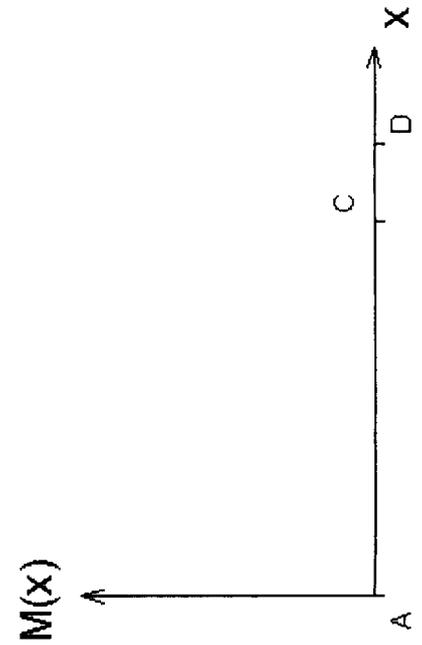
1-2-1



1-2-2



1-2-3



Question 3-1-2

Barres	Traction	Compression
DE		
EG		
AD		
EL		
BL		
CG		
AL		
GL		

Question 3-2-2

Barres	Traction	Compression

FORMULAIRE

Flexion

Cas Schéma mécanique	Actions aux liaisons		Cas Schéma mécanique	Actions aux liaisons	
	En A	En B		En A	En B
	$Y_A = \frac{11F}{16}$ $M_{AB}^o = \frac{3Fl}{16}$	$Y_B = \frac{5F}{16}$		$Y_A = \frac{F}{2}$ $M_{AB}^o = \frac{Fl}{8}$	$Y_B = \frac{F}{2}$ $M_{BA}^o = -\frac{Fl}{8}$
	$Y_A = \frac{5ql}{8}$ $M_{AB}^o = \frac{ql^2}{8}$	$Y_B = \frac{3ql}{8}$		$Y_A = \frac{ql}{2}$ $M_{AB}^o = \frac{ql^2}{12}$	$Y_B = \frac{ql}{2}$ $M_{BA}^o = -\frac{ql^2}{12}$
	$Y_A = -\frac{3C}{2l}$ $M_{AB}^o = \frac{C}{2}$	$Y_B = \frac{3C}{2l}$		$Y_A = 0$ $M_{AB}^o = -C$	$Y_B = 0$ $M_{BA}^o = 0$

Equations intrinsèques

$\begin{cases} M_{AB} = 2\frac{EI}{l}(2\omega_A + \omega_B) + M_{AB}^o \\ M_{BA} = 2\frac{EI}{l}(\omega_A + 2\omega_B) + M_{BA}^o \end{cases}$	$\begin{cases} M_{AB} = 0 \\ M_{BA} = 3\frac{EI}{l}(\omega_B) + M_{BA}^o \end{cases}$

ANNEXE 1

ne pas oublier de multiplier le résultat par $\frac{L}{E.I}$

Intégrales de Mohr: valeurs de $\frac{1}{L} \int_0^L m.M.dx$

A B C D E F

$m.M$	$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{2} (m1+m2)M$	$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{2} m.M$
$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{3} m.M$	$\frac{1}{6} m.M$	$\frac{1}{6} (2.m1+m2)M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{6} m.M(1+\frac{b}{L})$
$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{6} m.M$	$\frac{1}{3} m.M$	$\frac{1}{6} (m1+2.m2)M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{6} m.M(1+\frac{a}{L})$
$\frac{1}{2} (M1+M2)m$	$\frac{1}{6} (2.M1+M2)m$	$\frac{1}{6} (M1+2.M2)m$	$\frac{1}{6} (2.m1.M1+m1.M2+m2.M1+2.m2.M2)$	$\frac{1}{4} (M1+M2)m$	$\frac{1}{6} m [MI(1+\frac{b}{L}) + M2(1+\frac{a}{L})]$
0	$\frac{1}{6} m.M$	$-\frac{1}{6} m.M$	$\frac{1}{6} (m1-m2)M$	0	$\frac{1}{6} m.M(1-2\frac{a}{L})$
$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{4} (m1+m2)M$	$\frac{1}{3} m.M$	$\frac{a < b}{12} \frac{2}{3L-4a} \frac{2}{bL}$
$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{6} m.M(1+\frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6} m.M(1+\frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6} [m1(1+\frac{b'}{L}) + m2(1+\frac{a'}{L})]$	$\frac{a' < b'}{12} \frac{2}{3L-4a'} \frac{2}{b'L}$	$\frac{a > a'}{6} \frac{m.M}{(a-a')^2} [2 - \frac{a.b'}{a.b'}]$

ANNEXE 2

ne pas oublier de multiplier le résultat par $\frac{L}{E.I}$

Intégrales de Mohr: valeurs de $\int_0^L m.M.dx$

A B C D E F

8						
	$\frac{1}{2} m.M$	$\frac{1}{6} m.M(1+\frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6} m.M(1+\frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6} M[m_1(1+\frac{b'}{L}) + m_2(1+\frac{a'}{L})]$	$\frac{7}{48} m.M$	$\frac{m.M}{6} [2 - \frac{(a-b)^2}{a.L}]$
9		$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{12} M(3m_1 + m_2)$	$\frac{7}{48} m.M$	$\frac{m.M}{12} [1+(\frac{b}{L})+(\frac{a^2}{L^2})]$
10		$\frac{1}{12} m.M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{12} M(m_1 + 3m_2)$	$\frac{7}{48} m.M$	$\frac{m.M}{12} [1+(\frac{a}{L})+(\frac{b^2}{L^2})]$
11		$\frac{2}{3} m.M$	$\frac{5}{12} m.M$	$\frac{1}{12} M(5m_1 + 3m_2)$	$\frac{17}{48} m.M$	$\frac{m.M}{12} [5 - (\frac{a}{L}) - (\frac{b^2}{L^2})]$
12		$\frac{2}{3} m.M$	$\frac{1}{4} m.M$	$\frac{1}{12} M(3m_1 + 5m_2)$	$\frac{17}{48} m.M$	$\frac{m.M}{12} [5 - (\frac{b}{L}) - (\frac{a^2}{L^2})]$
13		$\frac{2}{3} m.M$	$\frac{1}{3} m.M$	$\frac{1}{3} M(m_1 + m_2)$	$\frac{5}{12} m.M$	$\frac{m.M}{3} [1+(\frac{a}{L}) - (\frac{b^2}{L^2})]$
14		$\frac{1}{6} m.(M_1+M_2)$	$\frac{1}{6} m.(M_1+2.M_2)$	$\frac{1}{6} [m_1M_1+m_2M_2 + 2(m_1+m_2)M_0]$	$\frac{m}{24} (M_1+1.0M_2+M_2)$	$\frac{m.M}{6} [M_1+\frac{2}{L}(aM_3+bM_5)]$

dans les formules les valeurs de m et Mf sont à reporter en valeur algébrique

