

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

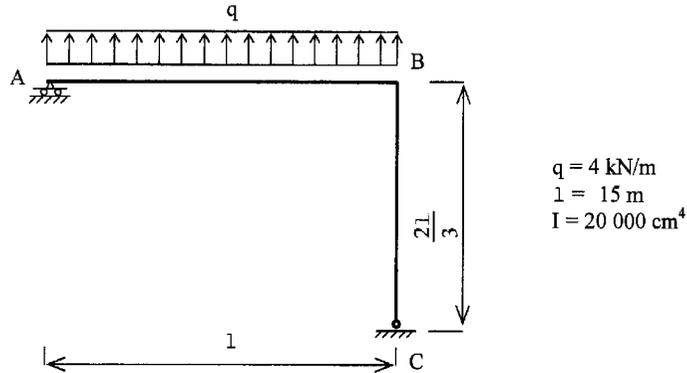
Pour les parties 1 à 3, l'étude consiste à analyser le comportement des demi portiques situés files 2, 4, 6 en fonction de la nature des liaisons extérieures sous un chargement résultant d'un cas de vent en soulèvement.

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

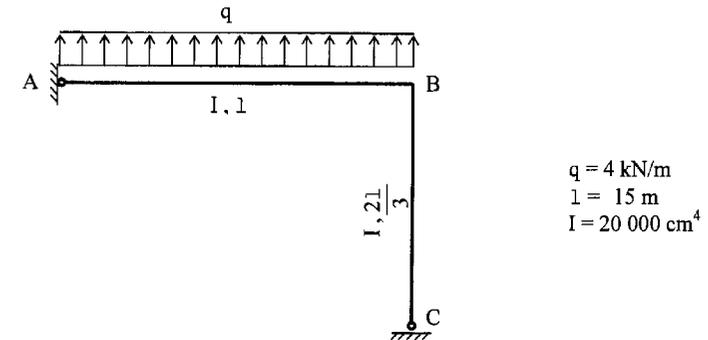
On adopte le modèle mécanique ainsi que le chargement suivant :



- 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

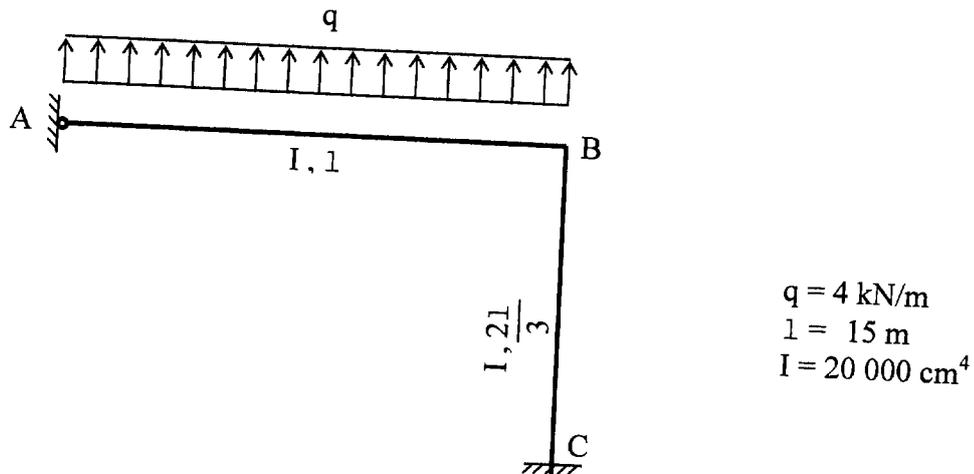
On adopte le modèle mécanique ainsi que le chargement suivant :



- 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 :

$$\omega_B = -\frac{q l^3}{72.E.I}$$

(sens \curvearrowright)

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

- 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 :

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

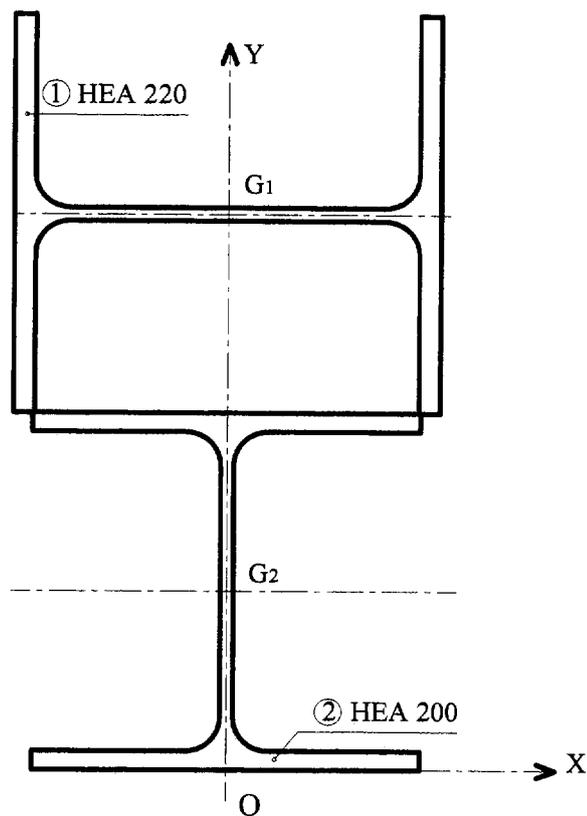
Calculer la valeur numérique de la flèche.

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^2	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{6}mM$	$\frac{1}{6}(2m_1 + m_2)M$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{b}{L})$
M^3	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{6}mM$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{6}(m_1 + 2m_2)M$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{a}{L})$
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^2	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^3	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{4}(m_1 + m_2)M$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{12}mM \frac{3L^2 - 4a^2}{bL}$ si $a < b$
M^4	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6}M(m_1(1 + \frac{b'}{L}) + m_2(1 + \frac{a'}{L}))$	$\frac{1}{12}mM \frac{3L^2 - 4a^2}{bL}$	$\frac{mM}{6} (2 - \frac{(a-a')^2}{ab})$ si $a > a'$
M^5	$\frac{1}{2}mM$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6}mM(1 + \frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6}M(m_1(1 + \frac{b'}{L}) + m_2(1 + \frac{a'}{L}))$	$\frac{1}{12}mM \frac{3L^2 - 4b^2}{aL}$	$\frac{mM}{6} (2 - \frac{(a-a')^2}{ab})$ si $a > a$
M^6	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{12}mM$	$\frac{1}{12}M(3m_1 + m_2)$	$\frac{7}{48}mM$	$\frac{mM}{12} (1 + \frac{b}{L} + (\frac{b}{L})^2)$
M^7	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{12}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{12}M(m_1 + 3m_2)$	$\frac{7}{48}mM$	$\frac{mM}{12} (1 + \frac{a}{L} + (\frac{a}{L})^2)$
M^8	$\frac{2}{3}mM$	$\frac{5}{12}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{1}{12}M(5m_1 + 3m_2)$	$\frac{17}{48}mM$	$\frac{mM}{12} (5 - \frac{a}{L} - (\frac{a}{L})^2)$
M^9	$\frac{2}{3}mM$	$\frac{1}{4}mM$	$\frac{5}{12}mM$	$\frac{1}{12}M(3m_1 + 5m_2)$	$\frac{17}{48}mM$	$\frac{mM}{12} (5 - \frac{b}{L} - (\frac{b}{L})^2)$
M^{10}	$\frac{2}{3}mM$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{3}mM$	$\frac{1}{3}M(m_1 + m_2)$	$\frac{5}{12}mM$	$\frac{mM}{3} (1 + \frac{a}{L} - (\frac{a}{L})^2)$
M_1, M_2, M_0	$\frac{m}{6}(M_1 + 4M_0 + M_2)$	$\frac{m}{6}(M_1 + 2M_0)$	$\frac{m}{6}(M_2 + 2M_0)$	$\frac{1}{6}(m_1M_1 + m_2M_2 + 2(m_1 + m_2)M_0)$	$\frac{m}{24}(M_1 + 10M_0 + M_2)$	$\frac{m}{6} (M_1 + \frac{2}{L}(aM_3 + bM_3))$

FORMULAIRE : Flexion

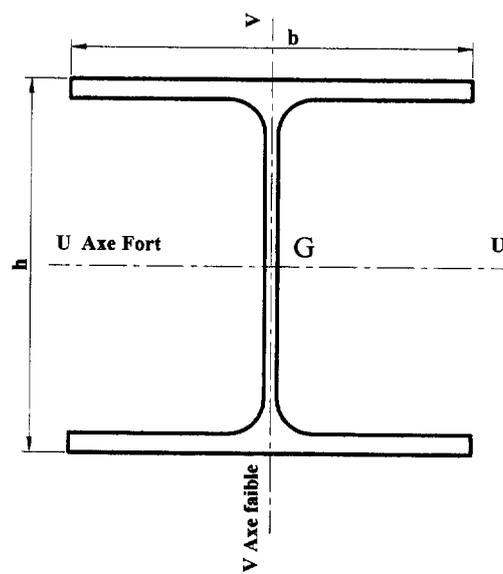
Cas Schéma mécanique	Actions aux liaisons		Cas Schéma mécanique	Actions aux liaisons	
	En A	En B		En A	En B
	$Y_A = \frac{5ql}{8}$ $\overline{M}_{AB} = \frac{ql^2}{8}$	$Y_B = \frac{3ql}{8}$		$Y_A = \frac{ql}{2}$ $M_{AB} = \frac{ql^2}{12}$	$Y_B = \frac{ql}{2}$ $M_{BA} = -\frac{ql^2}{12}$

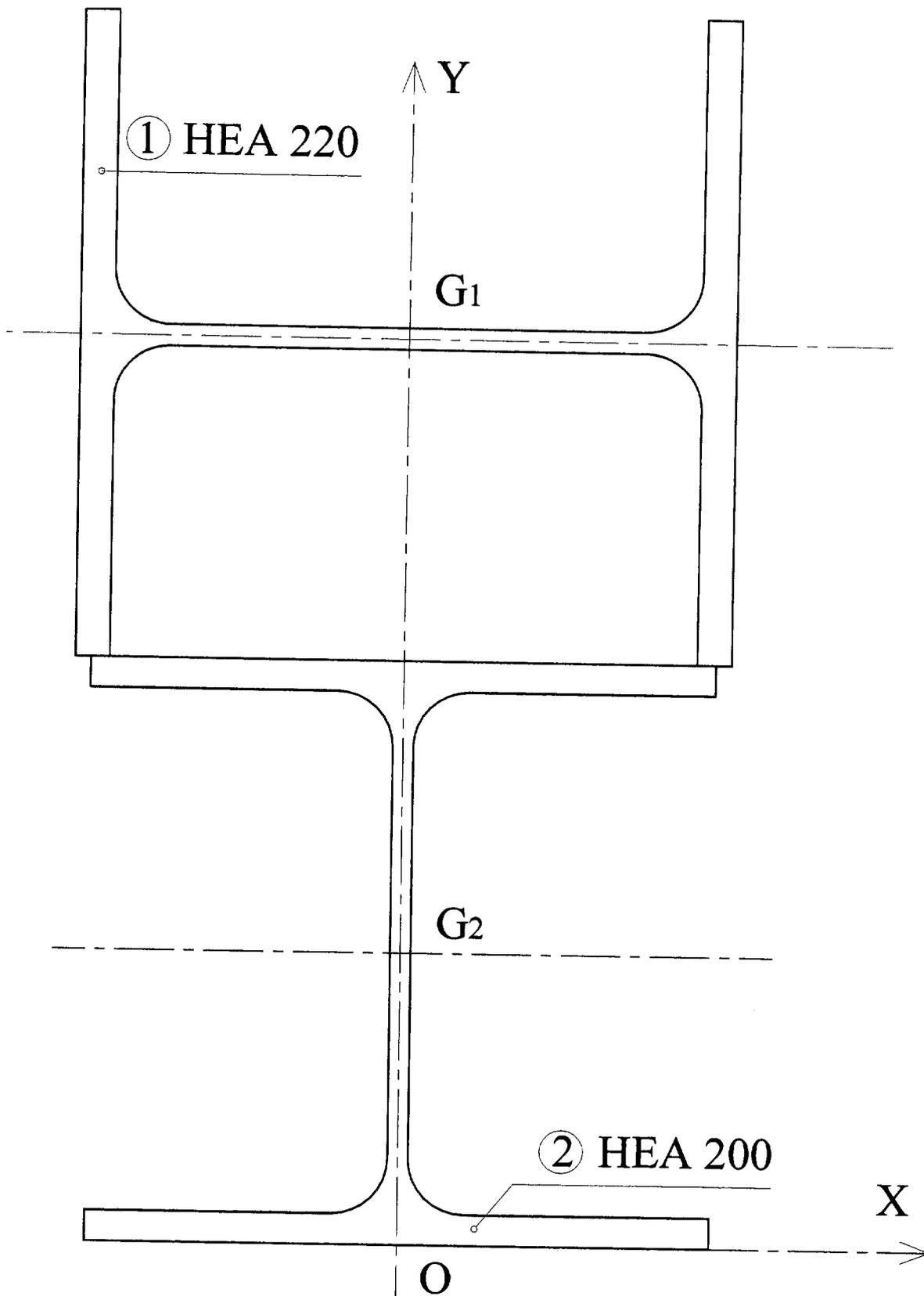
FORMULAIRE : Equations intrinsèques

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

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





BTS CONSTRUCTIONS METALLIQUES

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 est propre à chaque candidat. 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 : documents format A3

Présentation	Page 1/4
Perspective d'ensemble	Page 2/4
Vue en plan – Long-pan Sud	Page 3/4
Long-pan Nord – Pignons et portiques transversaux	Page 4/4

Présentation

Le bâtiment à étudier est un entrepôt pour matériaux, bien qu' accolé à un bâtiment existant, l'étude sera menée comme s'il était indépendant (configuration défavorable).

Les dimensions extérieures sont précisées sur le schéma Figure 1.

Le bâtiment est complètement ouvert sur le long pan Sud et fermé sur toutes les autres faces.

Situation géographique :

ISTRES dans les Bouches du Rhône. Altitude : 16 m

Site : Classe de rugosité III b

Structure :

Tous les profils sont en acier S 235.

Les repérages des éléments et les principales cotes figurent sur les documents p.2 à 4

Portiques, files 3 et 5 :

Poteaux IPE 600 – Traverses IPE 400

Jarrets : hauteur 800, longueur 2000

½ portiques, files 2, 4 et 6 :

Poteaux IPE 400 – Traverses IPE 400

Pans de fer, files 1 et 7 :

Poteaux : HEA 220, IPE 270

Traverses : HEA 200

Supports de bardage, files 1 et 7 :

Potelets : HEA 160

Contreventements :

Profils creux \varnothing 139,7 ép.5 finis à chaud

Profils creux \varnothing 193,7 ép. 5 finis à chaud

Poutre treillis :

Membrures : UAP 200

Montants : IPE 200

Diagonales : Profils creux \varnothing 114,3 ép. 5

Pannes :

7 cours de pannes continues, profil Σ 300 ép3

Poids : 8,5 daN/m

Espacement moyen \approx 2500

Enveloppe :

Bardage :

Simple peau horizontal

Profil Chantilly 5.4.900, ép. 0,75 (fabricant PAB)

Poids : 7,58 daN/m²

Couverture:

Complexe multicouches, pente moyenne 3% (2 à 4 %)

Poids : 45 daN/m²

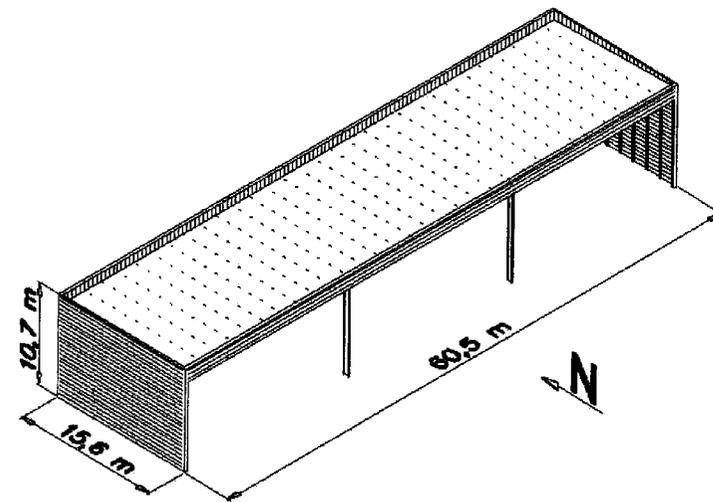
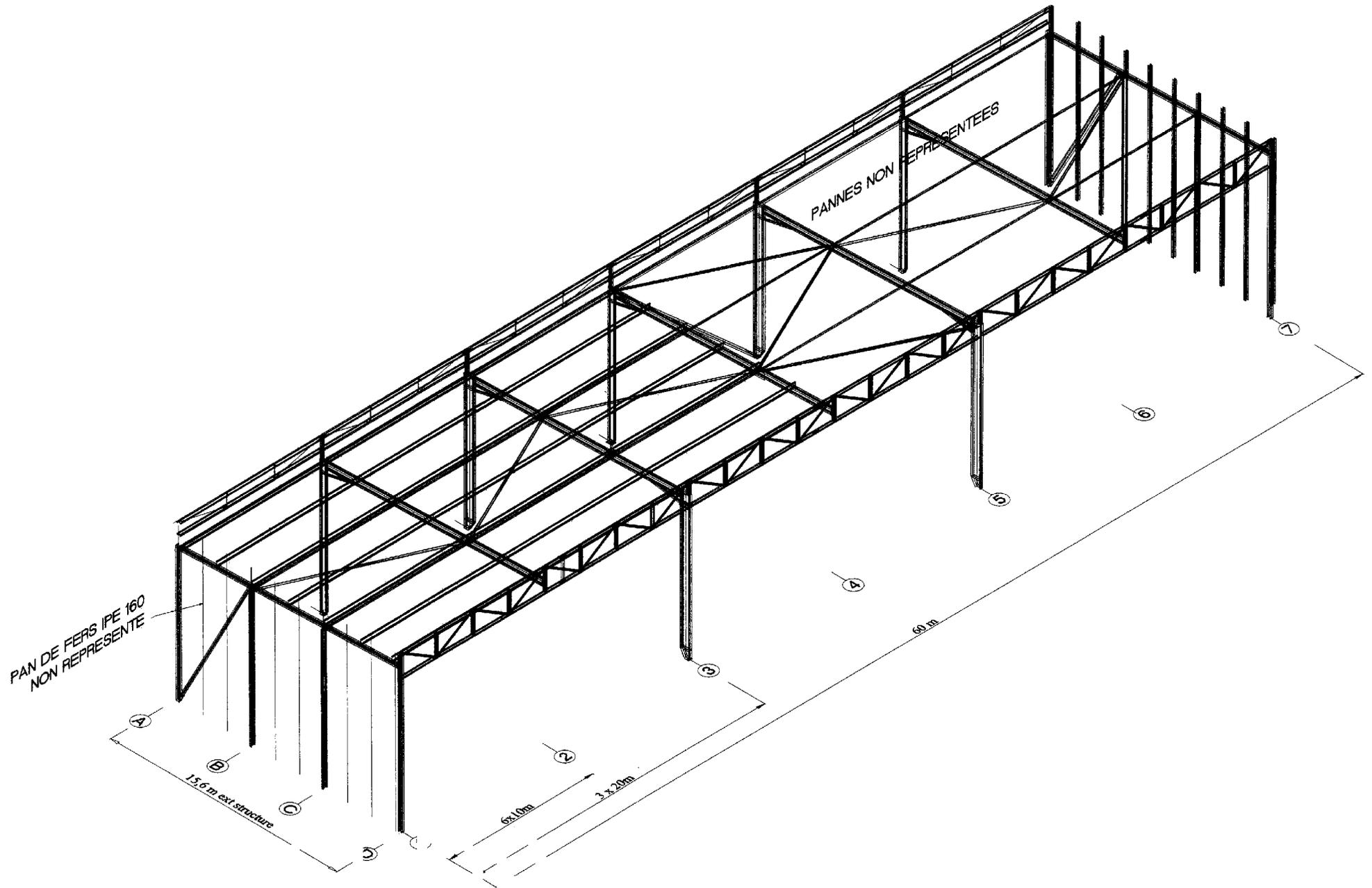
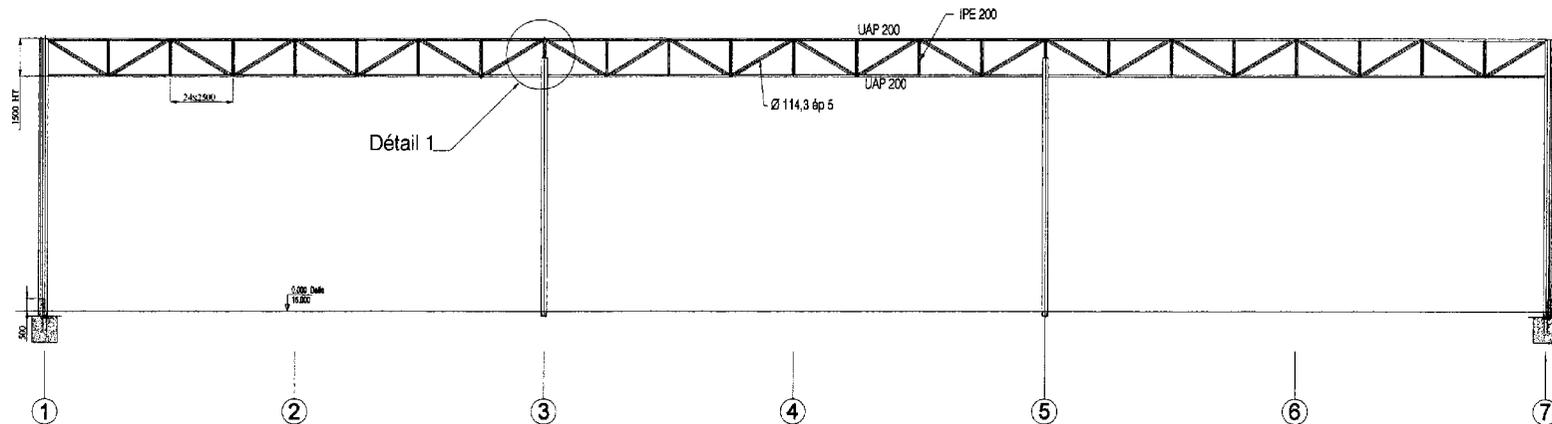


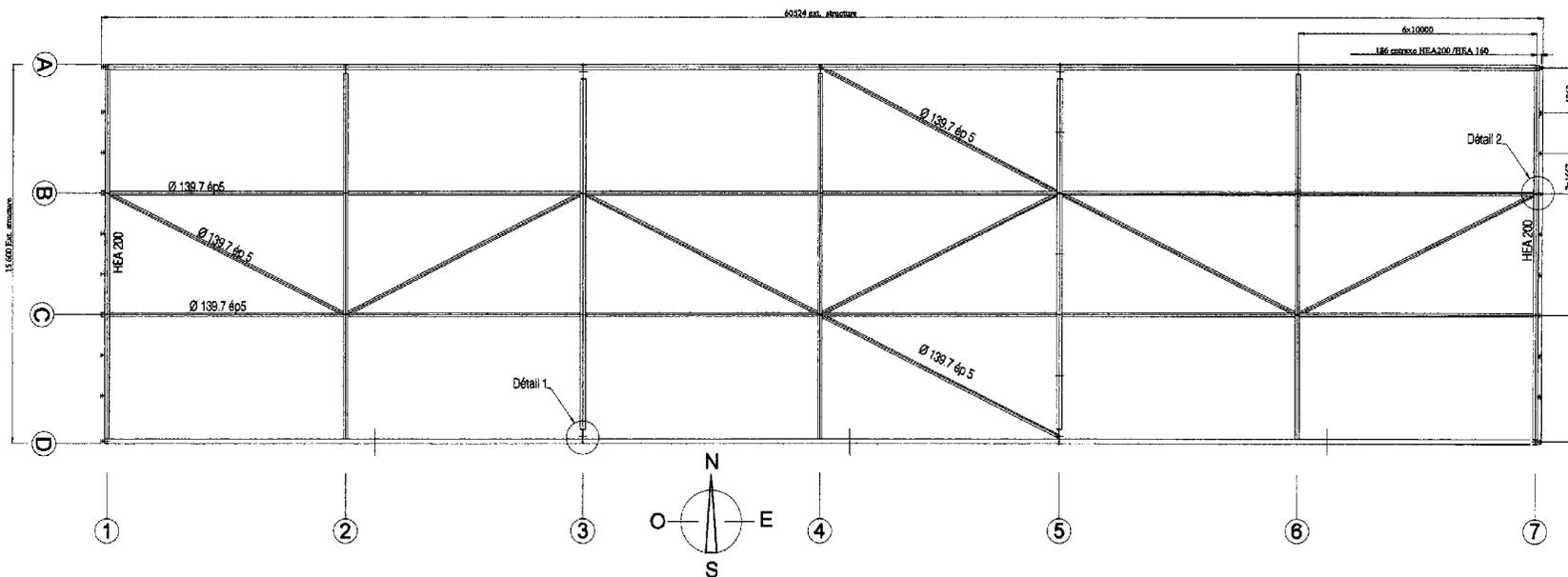
Figure 1 : Aspect général et dimensions extérieures



Long pan Sud - File D

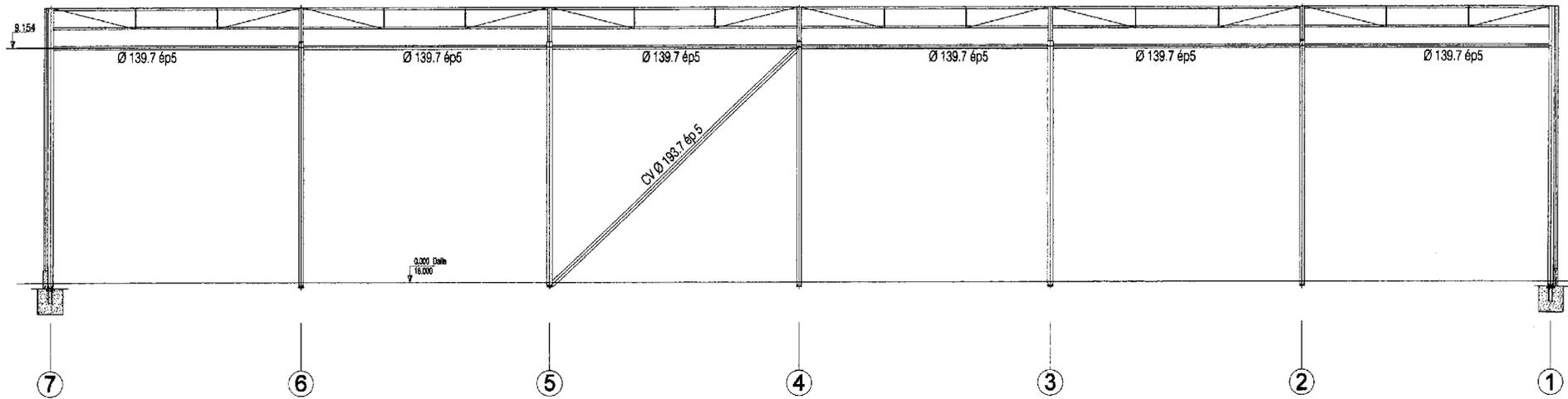


Vue en plan

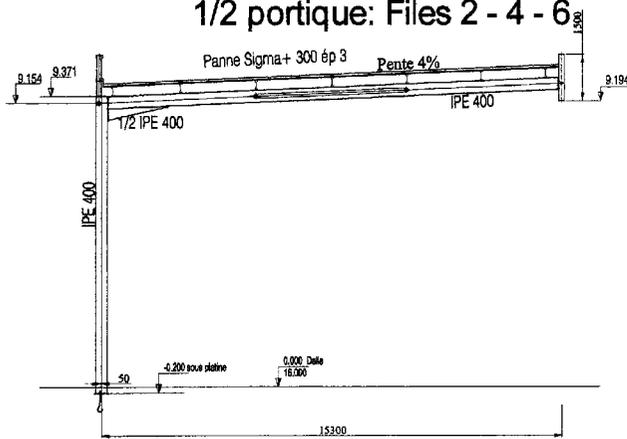


C.R.D.P.
75, cours Alsace et Lorraine
33075 BORDEAUX CEDEX

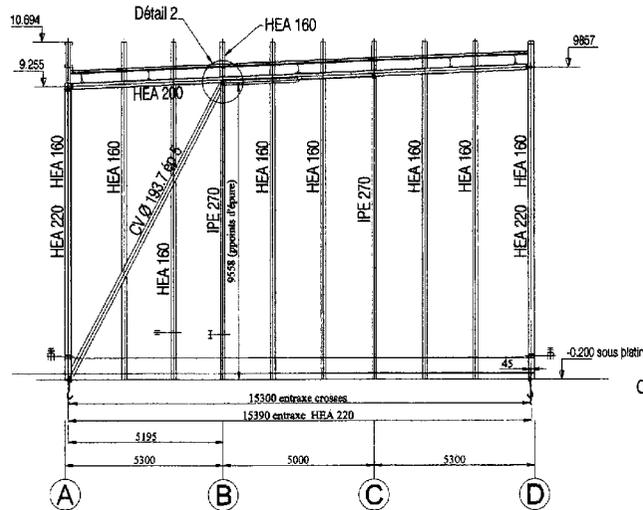
Long pan Nord - File A



1/2 portique: Files 2 - 4 - 6



Pignon Est - File 7



Portiques: Files 3 - 5

