

BTS

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

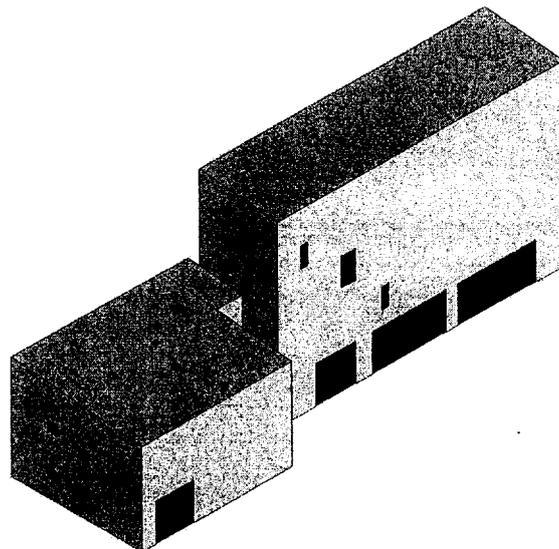
E4 : ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES

Sous-épreuve : U41-Mécanique

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

DUREE : 4 heures

COEFFICIENT : 3



DOCUMENTS AUTORISES

Aucun.

CONTENU DU DOSSIER

- Dossier technique d'étude : 6 pages
- Sujet 10 pages
- Documents réponses 2 pages
- Annexe 2 pages

BAREME INDICATIF :

EXERCICE N°1 : 4 PTS.
EXERCICE N°2 : 5 PTS.

EXERCICE N°3 : 5 PTS.
EXERCICE N°4 : 6 PTS.

Les 4 exercices peuvent être traités de façon indépendante.

Les documents réponses doivent être tous rendus avec la copie.

EXERCICE 1 ETUDE DE LA TRAVERSE DU PAN DE FER

La traverse du pan de fer, peut être modélisée selon la **figure 1-a**.

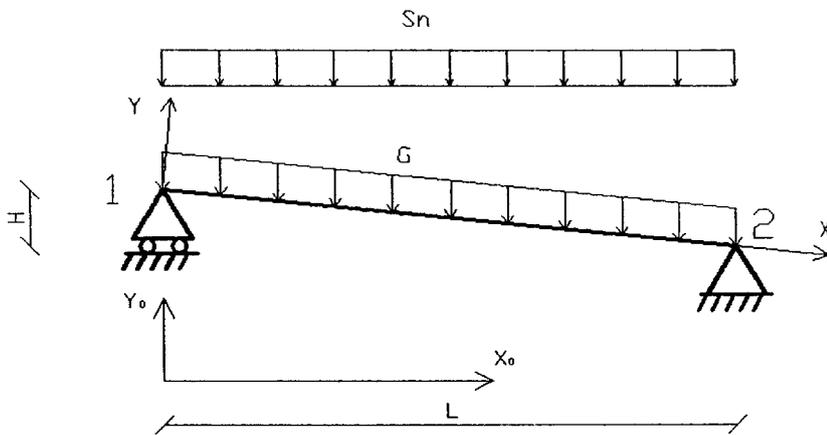


figure 1-a

Modélisation des liaisons :

Au nœud 1 : **ponctuelle**

Au nœud 2 : **articulation**

Données géométriques :

$$H = 0.784 \text{ m}$$

$$L = 7.84 \text{ m}$$

Traverse en IPE 270

$$I = 5789.8 \text{ cm}^4$$

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

Les actions qui s'appliquent sur cette traverse, sont les suivantes :

- Charges permanentes : $G = 48 \text{ daN/m}$
- Charges de neige normale : $Sn = 82 \text{ daN/m horizontal}$

Le repère X_0Y_0 est le repère global terrestre.

Le repère XY est le repère local attaché à la traverse 12.

TRAVAIL DEMANDE :

1-1 / Déterminer les actions aux appuis pour la combinaison $\frac{4}{3}G + \frac{3}{2}Sn$. Celles-ci seront données dans le repère global.

1-2 / Déterminer les diagrammes de l'effort normal $N(x)$, de l'effort tranchant $V(x)$ et du moment fléchissant $M_f(x)$ selon le repère local de la poutre pour la combinaison $\frac{4}{3}G + \frac{3}{2}Sn$.

1-3 / Calculer la valeur de la flèche au milieu de la traverse sous la combinaison $G + Sn$. On ne s'intéressera qu'à la composante verticale de celle-ci (selon le repère local).

EXERCICE 2

ETUDE D'UNE PANNE SUR 4 APPUIS

Les pannes du petit bâtiment peuvent être modélisées selon la **figure 2-a**.

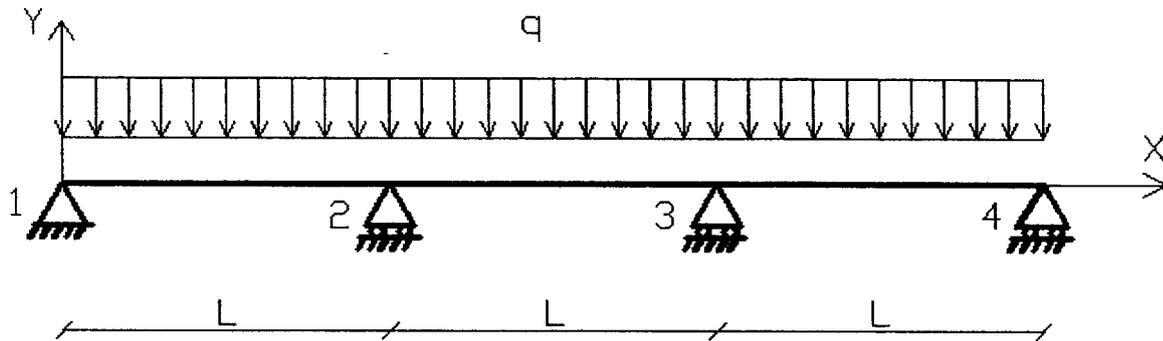


figure 2-a

Pour cet exercice, il est demandé d'utiliser la méthode des déplacements lors de la résolution.

La panne est continue sur 4 appuis (3 ponctuels et une articulation) et a une inertie constante I .

TRAVAIL DEMANDE :

Conseil :

On pourra utiliser les propriétés de la symétrie sans toutefois prendre en compte la $1/2$ structure. L'étude se fera sur la structure complète.

2-1 / Quel est le degré d'hyperstatisme de la structure ?

2-2 / Répertoirez les inconnues cinématiques.

2-3 / Calculer littéralement la valeur de ω_2 et ω_3 .

2-4 / Calculer les moments aux nœuds.

En cas de non réussite à la question 3, on prendra $\omega_2 = -\omega_3 = \frac{q \cdot L^3}{120 \cdot E \cdot I}$

2-5 / Calculer les actions aux appuis 1, 2, 3 et 4.

2-6 / En déduire la valeur du coefficient de continuité dans le cas d'une panne continue sur 4 appuis.

EXERCICE 3

ETUDE DU PAN DE FER

Le pan de fer du grand bâtiment peut être modélisé selon la **figure 3-a**. La pente en toiture a été enlevée ainsi que les diagonales comprimées.

Données numériques :

$$F1 = 15000 \text{ daN et } F2 = 4500 \text{ daN}$$

TRAVAIL DEMANDE :

3-1 / Vérifier par la méthode de votre choix l'isostatisme de la structure.

3-2 / Pour le cas de chargement de la **figure 3-a**, après avoir isolé l'ensemble de la structure, on déterminera les actions d'appuis en I et J.

3-3 / Dans le cas de la **figure 3-b**, déterminer les actions dans les barres AB, AC, BC et BD.

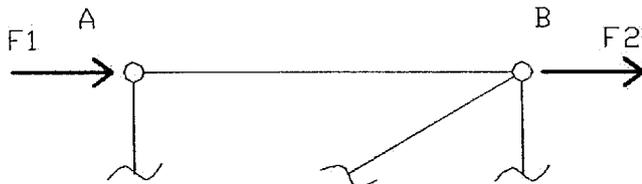


figure 3-b

3-4 / Expliquer, avec des schémas, la démarche pour déterminer le déplacement horizontal au nœud B. On ne demande pas d'effectuer le calcul.

Pour la question 3-4, on indiquera les différentes étapes avec des schémas précis et les relations utilisées.

Pour effectuer une vérification à l'E.L.S., on retient une combinaison non pondérée dont la modélisation est représentée sur le document réponse **DR1**.

3-5 / En vous servant des informations fournies sur le document réponse **DR1** et en complétant celui-ci, calculer le déplacement horizontal au nœud B.

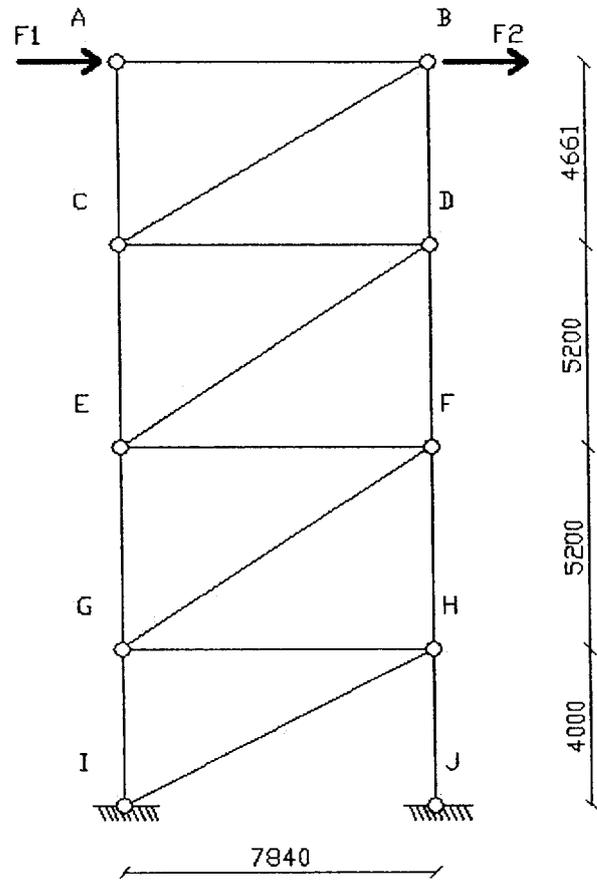


figure 3-a

EXERCICE 4

ETUDE DE LA STABILITE EN PORTIQUE

Le portique étudié (figure 4-a et figure 4-b) est constitué d'une traverse en IPE360 (plan fort dans le plan du portique) et de poteaux (IPE500 et IPE360 soudés) dont la section est présentée ci-dessus. Les cotes sont données en mm.

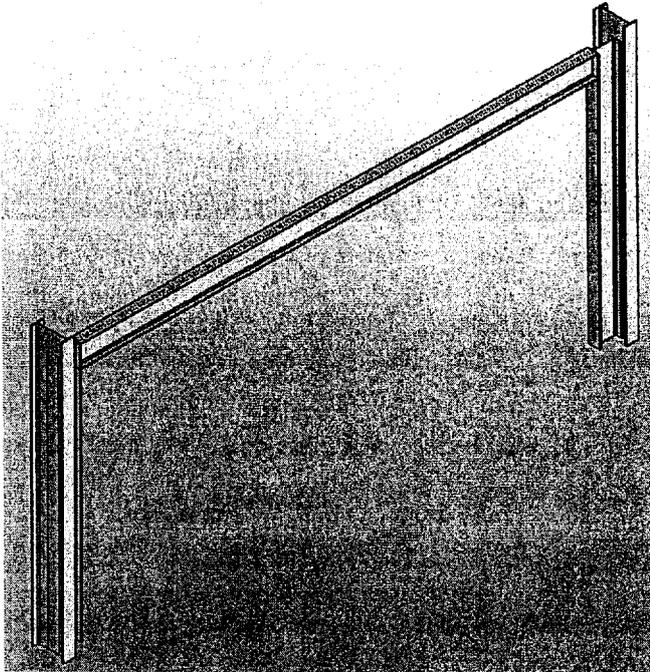


figure 4-a

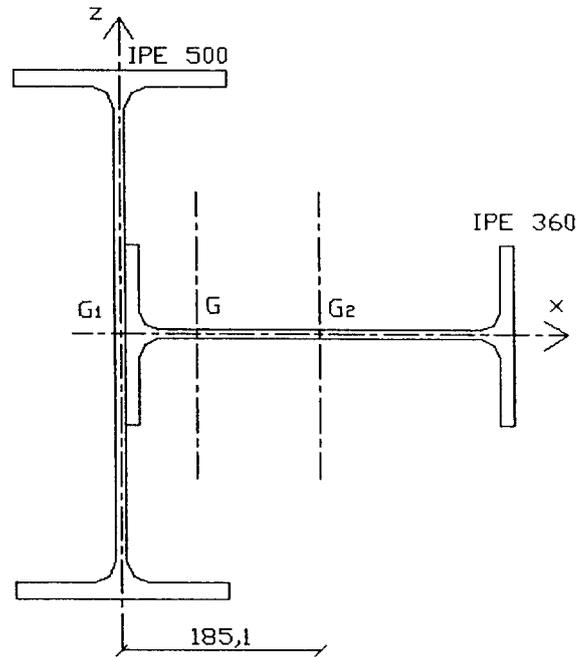


figure 4-b

Données :

IPE 500 : $A = 115,52 \text{ cm}^2$ $I_{G1z} = 2140,90 \text{ cm}^4$

IPE 360 : $A = 72,73 \text{ cm}^2$ $I_{G2z} = 16265,6 \text{ cm}^4$

TRAVAIL DEMANDE :

A/ Etude géométrique

A-4.1 / Déterminer la position du centre de gravité G du poteau constitué de l'IPE500 et de l'IPE360.

A-4.2 / Déterminer le moment quadratique I_{Gz} de la section constituée des deux profils. Pour cela on utilisera le théorème de Huyghens.

B/ Étude mécanique

Les actions appliquées sur cette stabilité peuvent être modélisées selon la **figure 4-c**.

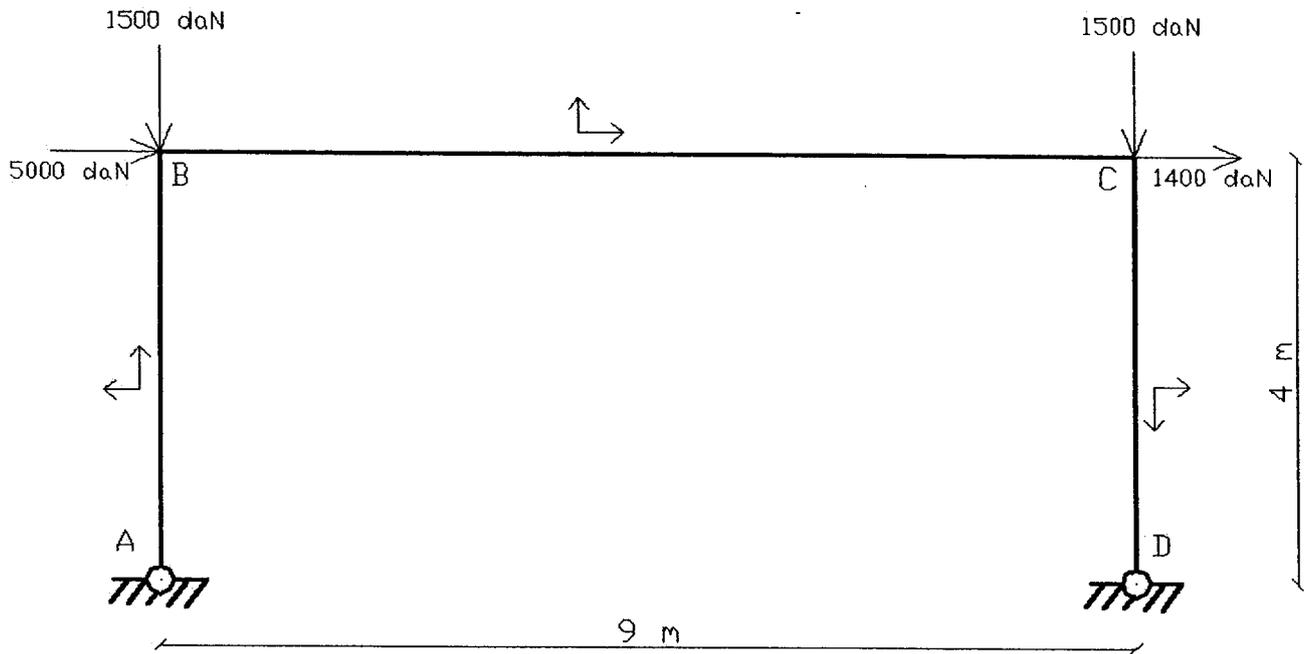


figure 4-c

B-4.1 / Décomposer le chargement appliqué sur le portique en la superposition d'un chargement symétrique et d'un chargement antisymétrique.

B-4.2 / Déterminer les actions de contact pour le chargement symétrique.

B-4.3 / Déterminer les actions de contact pour le chargement antisymétrique.

B-4.4 / Les actions aux appuis étant données sur le document réponse **DR2**, compléter celui-ci en traçant les diagrammes de V et Mf le long du portique.

B-4.5 / Expliquer la démarche pour déterminer le déplacement horizontal du nœud C.

Pour la question B-4.5, on indiquera les différentes étapes avec des schémas précis et les relations utilisées.

Caractéristiques des différentes barres :

Barres AC, CE, EG, GI, BD, DF, FH et HJ en IPE360
($A = 72,7 \text{ cm}^2$).

Barre AB en IPE270 ($A = 45,9 \text{ cm}^2$).

Barre CD en HEA180 ($A = 45,3 \text{ cm}^2$).

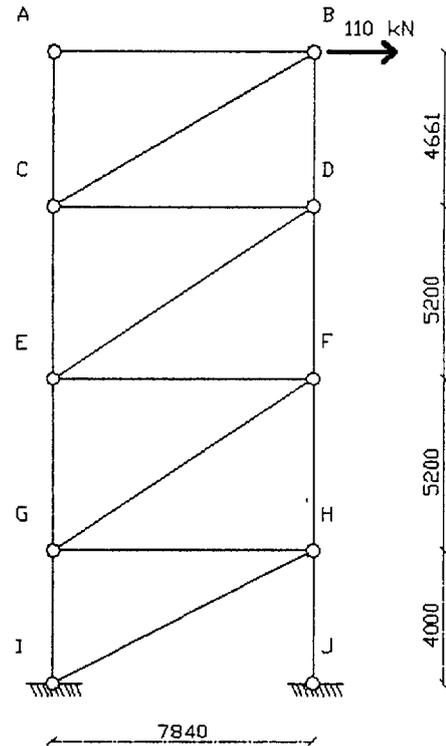
Barres EF et GH en HEA200 ($A = 53,8 \text{ cm}^2$).

Barres CB et ED en cornières doubles 70x70x7
($A = 18,8 \text{ cm}^2$).

Barre GF en cornières doubles 80x80x8
($A = 24,54 \text{ cm}^2$).

Barre IH en tube carré 200x200x5 ($A = 38,7 \text{ cm}^2$).

Les efforts dans chacune des barres sont indiqués dans le tableau ci-dessous.



Barre	N_i (en kN)	A_i (en cm^2)	L_i (en cm)			
AB	0	45.9	784			
CD	-110	45.3	784			
EF	-110	53.8	784			
GH	-110	53.8	784			
CB	127.97	18.8	912			
ED	132	18.8	941			
GF	132	24.54	941			
IH	123.49	38.7	880			
AC	0	72.7	466.1			
CE	65.4	72.7	520			
EG	138.36	72.7	520			
GI	211.32	72.7	400			
BD	-65.4	72.7	466.1			
DF	-138.36	72.7	520			
FH	-211.32	72.7	520			
HJ	-267.44	72.7	400			

Il n'est pas obligatoire d'utiliser toutes les cases.

$E = 210000 \text{ N/mm}^2$

Déplacement au nœud B en cm.

DOCUMENT REponse DR2

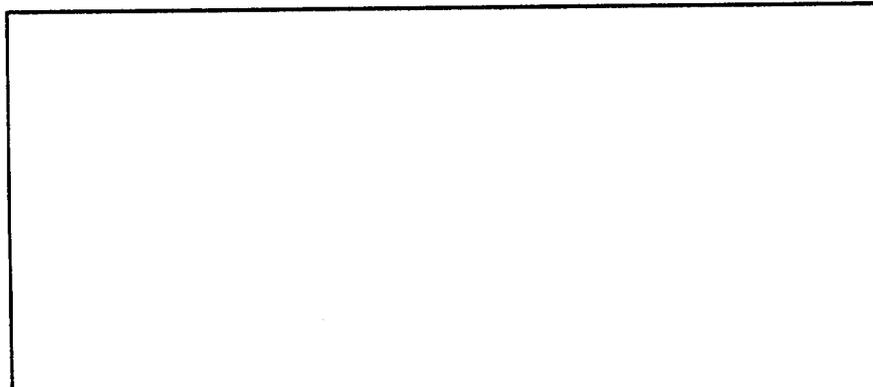
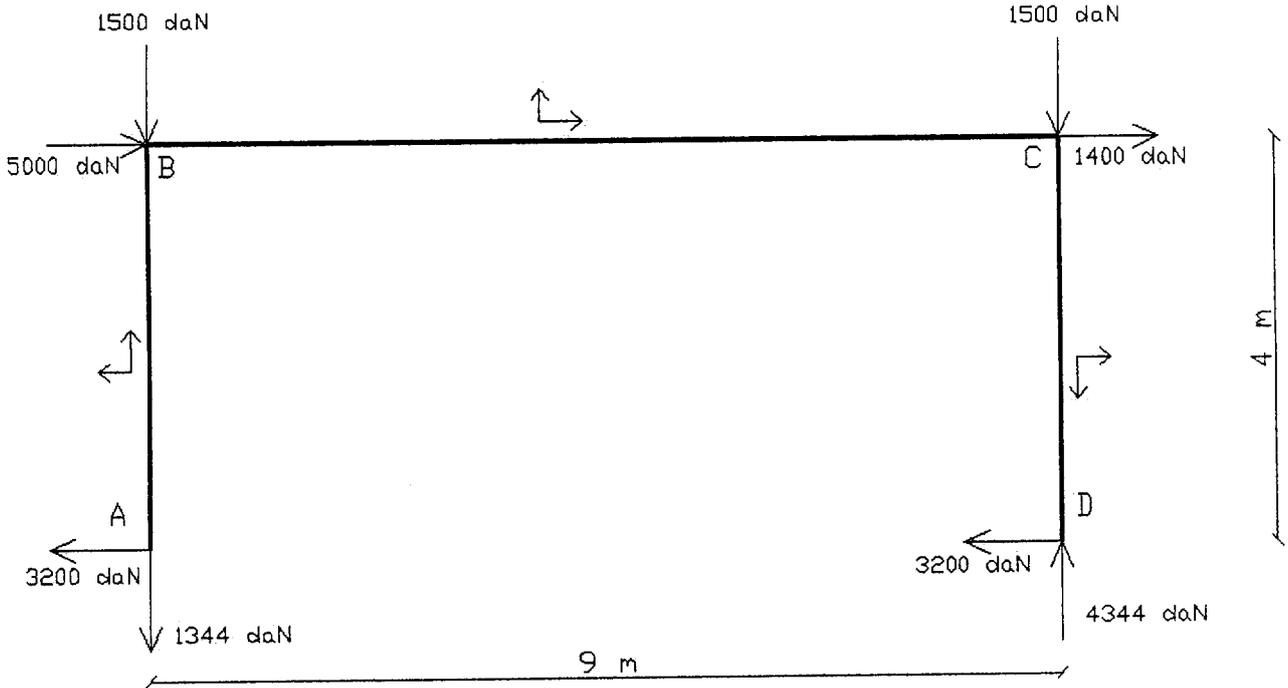


Diagramme de V (daN)

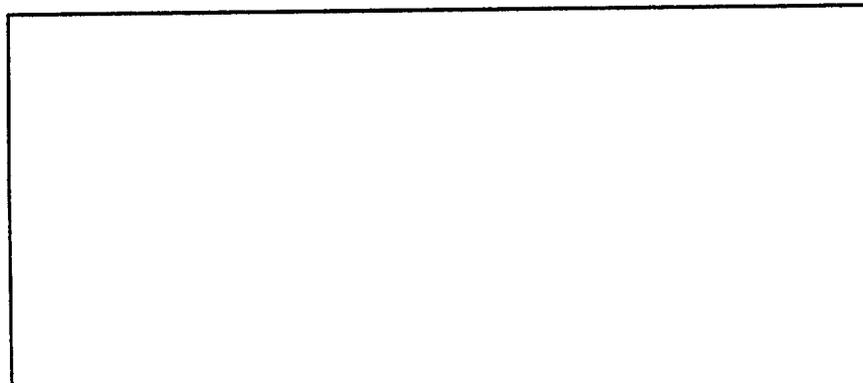
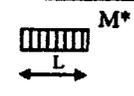
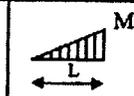
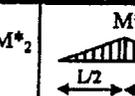
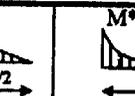
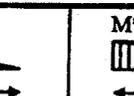
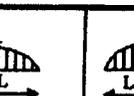
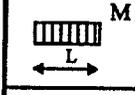
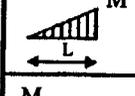
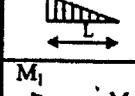
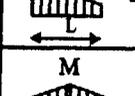
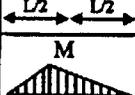
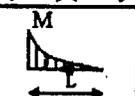
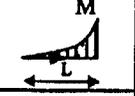
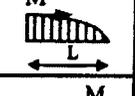
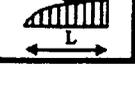


Diagramme de Mf (daN.m)

									
	$M.M^*.L$	$M.M^* \cdot \frac{L}{2}$	$(M^*_1 + M^*_2).M \cdot \frac{L}{2}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{2}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{2L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{2L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{2L}{3}$	$M.(M^*_1 + 4M^* + M^*_2) \cdot \frac{L}{6}$
	$M.M^* \cdot \frac{L}{2}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$(M^*_1 + 2M^*_2).M \cdot \frac{L}{6}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{4}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{12}$	$M.M^* \cdot \frac{5L}{12}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$(2M^* + M^*_2).M \cdot \frac{L}{6}$
	$M.M^* \cdot \frac{L}{2}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{6}$	$(2M^*_1 + M^*_2).M \cdot \frac{L}{6}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{4}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{4}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{4}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$(2M^* + M^*_1).M \cdot \frac{L}{6}$
	$(M_1 + M_2).M \cdot \frac{L}{2}$	$(M_1 + 2M_2).M \cdot \frac{L}{6}$	$\frac{[(2M_1 + M_2).M^*_1 + (M_1 + 2M_2).M^*_2].L}{6}$	$(M_1 + M_2).M \cdot \frac{L}{4}$	$(3M_1 + M_2).M \cdot \frac{L}{12}$	$(5M_1 + 3M_2).M \cdot \frac{L}{12}$	$(M_1 + M_2).M \cdot \frac{L}{3}$	$(M_1 + M_2).M \cdot \frac{L}{3}$	$(M_1.M^*_1 + 4MM^* + M_2.M^*_2) \cdot \frac{L}{6}$
	$M.M^* \cdot \frac{L}{2}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{4}$	$(M^*_1 + M^*_2).M \cdot \frac{L}{4}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{48}$	$M.M^* \cdot \frac{17L}{48}$	$M.M^* \cdot \frac{5L}{12}$	$M.M^* \cdot \frac{5L}{12}$	$M.(M^*_1 + 10M^* + M^*_2) \cdot \frac{L}{24}$
	$M.M^* \cdot \frac{L}{2}$	$M.M^* \cdot \frac{L+a}{6}$	$\frac{[(2L+a).M^*_1 + (L+a).M^*_2].L}{6}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$
	$M.M^* \cdot \frac{2L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$(M^*_1 + M^*_2).M \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{5L}{12}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{5}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{15}$	$M.M^* \cdot \frac{8L}{15}$	$M.M^* \cdot \frac{8L}{15}$	$M.[5.(M^*_1 + M^*_2) + 8F^*] \cdot \frac{L}{15}$
	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{12}$	$(3M^*_1 + M^*_2).M \cdot \frac{L}{12}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{48}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{5}$	$M.M^* \cdot \frac{3L}{10}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{5}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{5}$	$M.[5.(3M^*_1 + M^*_2) + 12F^*] \cdot \frac{L}{60}$
	$M.M^* \cdot \frac{L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{4}$	$(M^*_1 + 3M^*_2).M \cdot \frac{L}{12}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{48}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{30}$	$M.M^* \cdot \frac{2L}{15}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{5}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{5}$	$M.[5.(M^*_1 + 3M^*_2) + 12F^*] \cdot \frac{L}{60}$
	$M.M^* \cdot \frac{2L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{L}{4}$	$(5M^*_1 + 3M^*_2).M \cdot \frac{L}{12}$	$M.M^* \cdot \frac{17L}{48}$	$M.M^* \cdot \frac{3L}{10}$	$M.M^* \cdot \frac{8L}{15}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{15}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{15}$	$M.(11M^*_1 + 28M^* + M^*_2) \cdot \frac{L}{60}$
	$M.M^* \cdot \frac{2L}{3}$	$M.M^* \cdot \frac{5L}{12}$	$(3M^*_1 + 5M^*_2).M \cdot \frac{L}{12}$	$M.M^* \cdot \frac{17L}{48}$	$M.M^* \cdot \frac{2L}{15}$	$M.M^* \cdot \frac{11L}{30}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{15}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{15}$	$M.M^* \cdot \frac{7L}{15}$

FORMULAIRE METHODE DES DEPLACEMENTS

Equations de Wilson et Maney :

	$M_{AB} = \frac{2EI_{AB}}{l_{AB}} \left[2\omega_A + \omega_B - 3\frac{v}{l} \right] + \overline{M}_{AB}$ $M_{BA} = \frac{2EI_{AB}}{l_{BA}} \left[2\omega_B + \omega_A - 3\frac{v}{l} \right] + \overline{M}_{BA}$
	<p align="center">- Articulation en B :</p> $M_{AB} = \frac{3EI_{AB}}{l_{AB}} \left[\omega_A - \frac{v}{l} \right] + \overline{M}_{AB}$ <p align="center">- Articulation en A : même formule en remplaçant ω_A par ω_B</p>

Moments d'encastements parfaits :

	$\overline{M}_{AB} = 0$ $\overline{M}_{BA} = -\frac{q \cdot L^2}{8}$
	$\overline{M}_{AB} = \frac{q \cdot L^2}{12}$ $\overline{M}_{BA} = -\frac{q \cdot L^2}{12}$
	$\overline{M}_{AB} = \frac{q \cdot L^2}{8}$ $\overline{M}_{BA} = 0$

BTS

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

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.

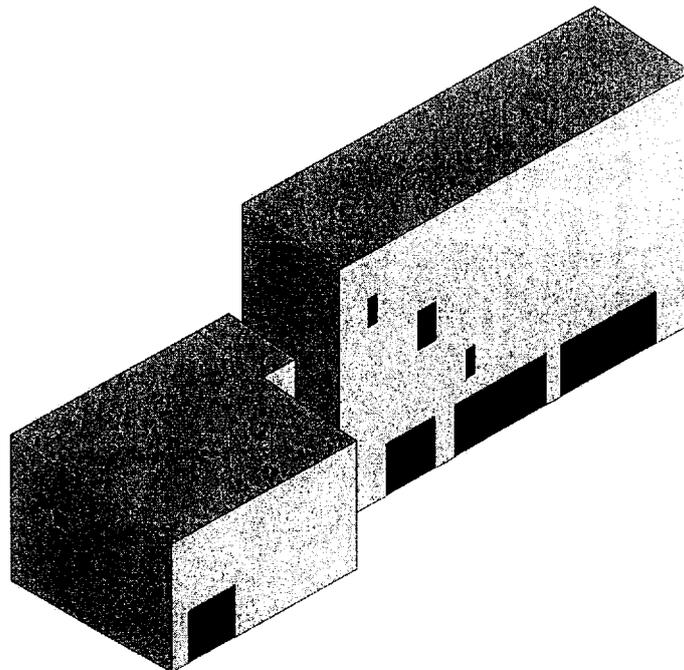
Ce dossier vous est propre. Dès que vous l'avez en votre possession, inscrivez votre nom sur la première page en haut à droite afin de faciliter la redistribution par les surveillants de salle.

CONTENU DU DOSSIER :

- | | |
|---|--------------|
| - Présentation générale avec descriptif | pages 1 et 2 |
| - Vue en plan | page 3 |
| - Files D et F vues de l'extérieur | page 4 |
| - Files A et B vues de l'intérieur | page 5 |
| - Files 1 à 10 | page 6 |

PRESENTATION :

L'étude porte sur un ouvrage protégeant au vent et à la neige une installation de carrière. Il n'y a aucun matériel suspendu à la structure.



Situation géographique : Heyrieux – Isère (38)
 Vent : Site normal, sans effet de site ni de masque (Zone 2)
 Neige : Altitude 220m (Zone 3)

DESCRIPTIF GENERAL DE L'OUVRAGE :

Caractéristiques principales : (dimensions données hors tout)

- Pente de toiture : 10%
- Longueur : 49,673 m
- Largeur : 13,871 m
- Couverture : Nervesco 3.45.1000 TS
- Bardage : Nervesco 3.35.1000 T

L'ouvrage est constitué de 2 bâtiments communicants.

Bâtiment HAUT

3 portiques articulés en pieds, distants de 9 m
2 pans de fer en pignon
hauteur hors tout : 20,231 m

Bâtiment BAS

2 portiques articulés en pieds, distants de 5,4 m
2 pans de fer en pignon
hauteur hors tout : 11,184 m

DESCRIPTION DE L'OSSATURE :

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

Bâtiment HAUT

Bâtiment BAS

Portiques :	Poteaux en IPE 500 Traverse en IPE 400	Portiques :	Poteaux en IPE 330 Traverse en IPE 240
Pan de fer :	Poteaux en IPE 360 Traverse en IPE 270	Pan de fer :	Poteaux en IPE 270 Traverse en IPE 200 Potelet en IPE 270

Remarques :

La géométrie de l'ouvrage est définie dans les documents pages 3 à 6, extraits du plan guide.

Les attaches ne sont pas représentées, pas plus que les éventuels excentrements rencontrés au cours des épreuves.