

BTS

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

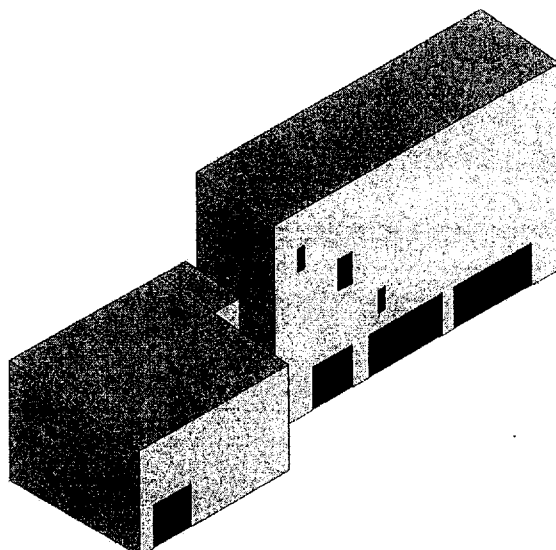
E4 : ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES

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**.

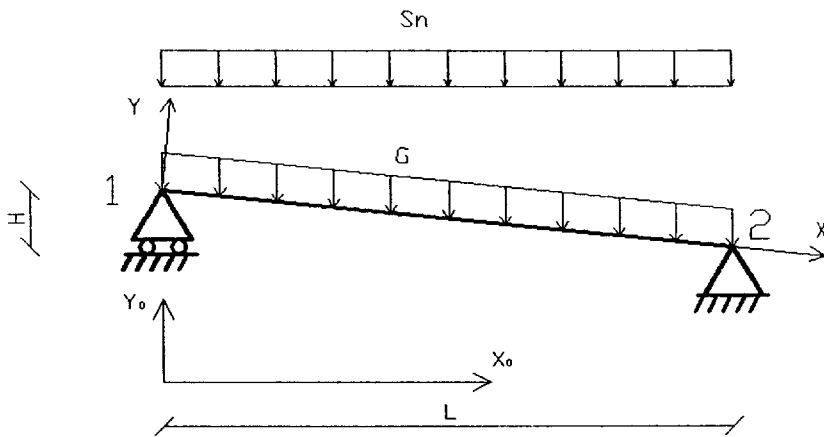


figure 1-a

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**.

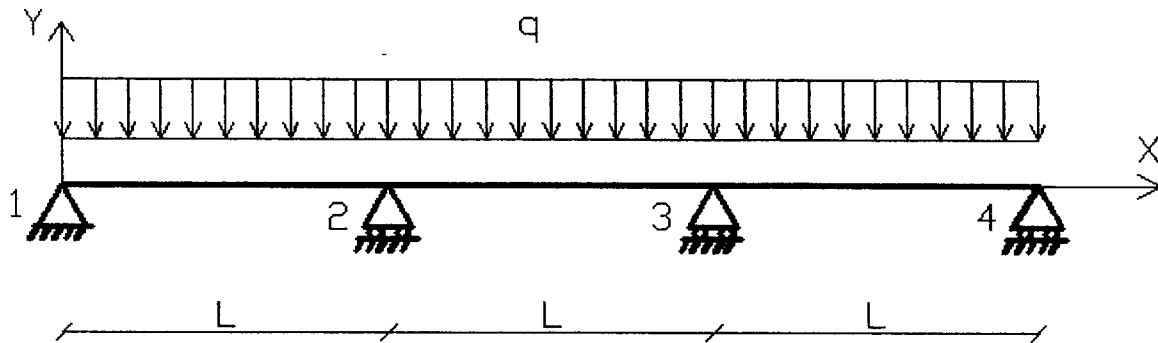


figure 2-a

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 / Répertoire 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.

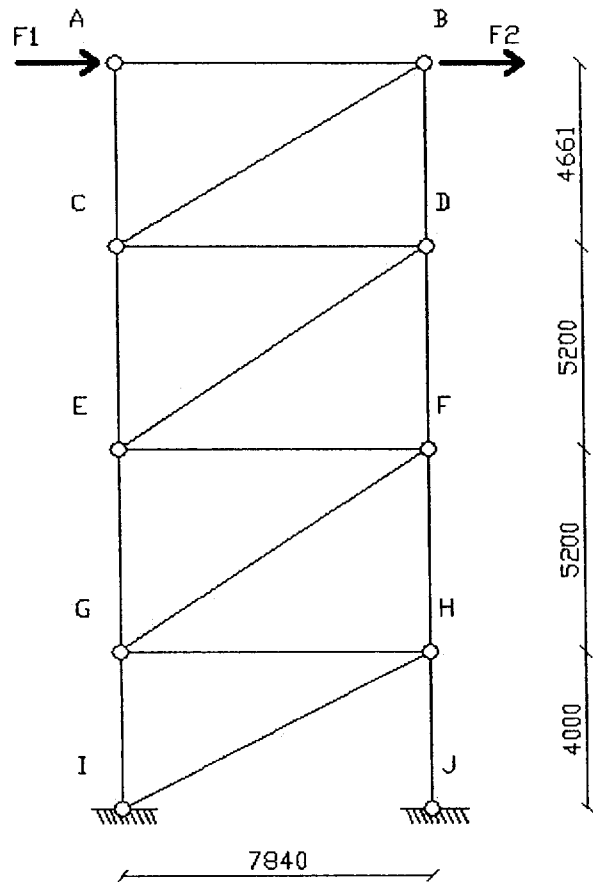


figure 3-a

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.

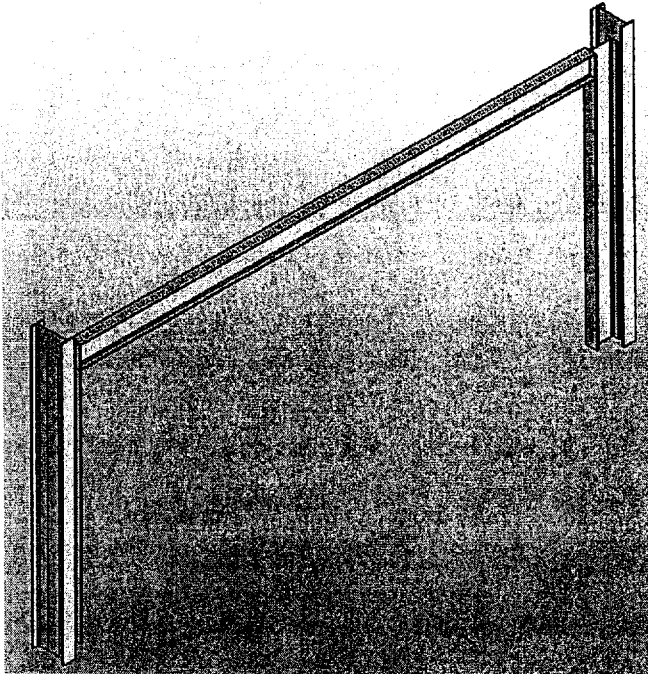


figure 4-a

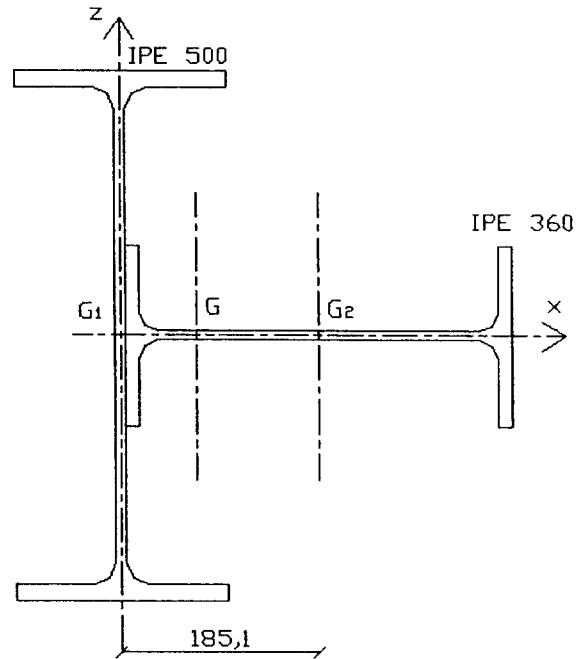


figure 4-b

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.

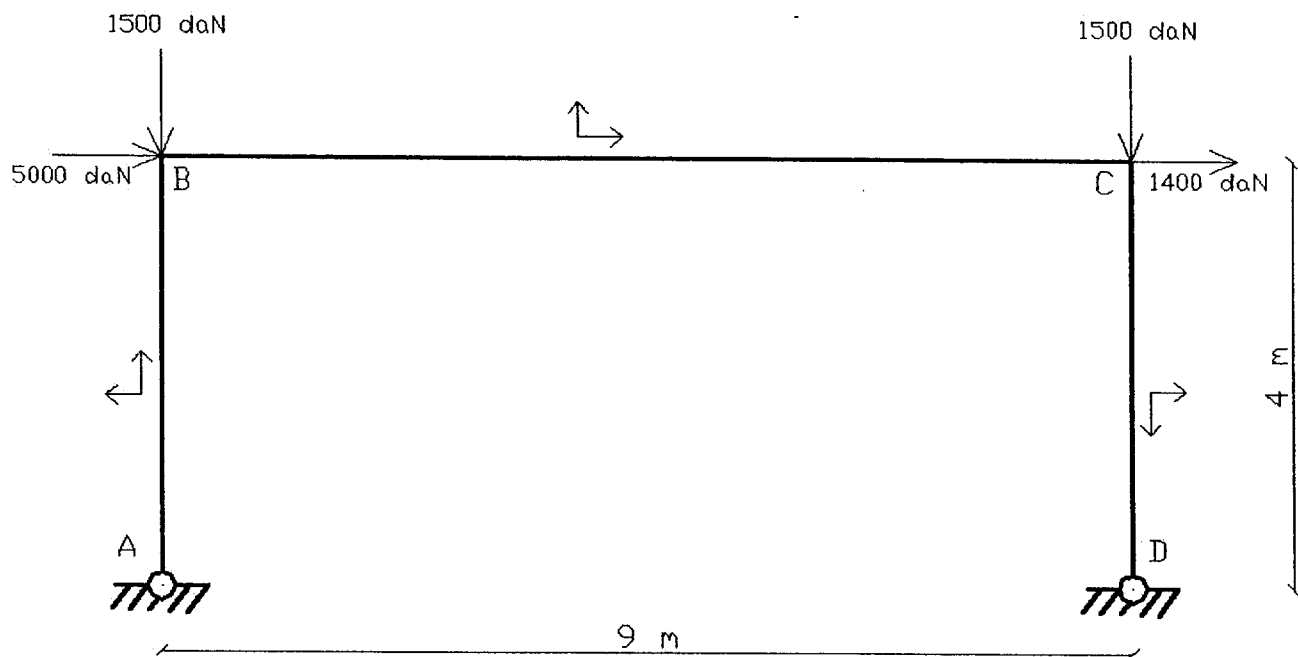


figure 4-c

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

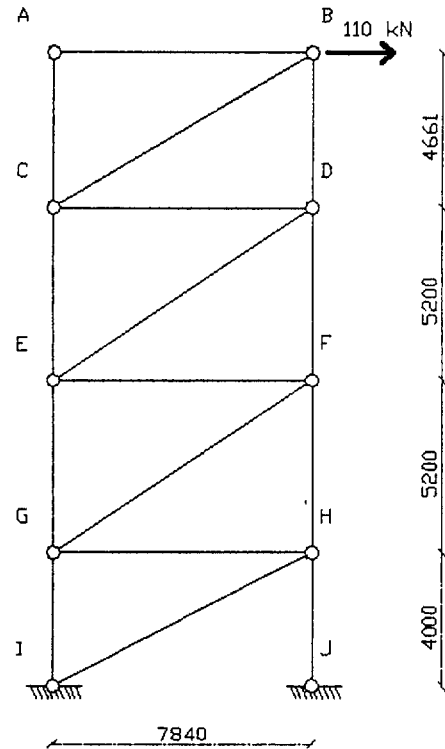
Barres EF et GH en HEA200 ($A = 53,8 \text{ cm}^2$).

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

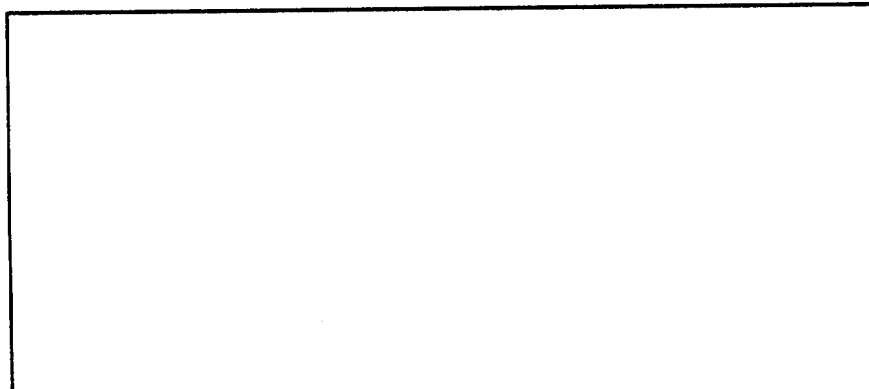
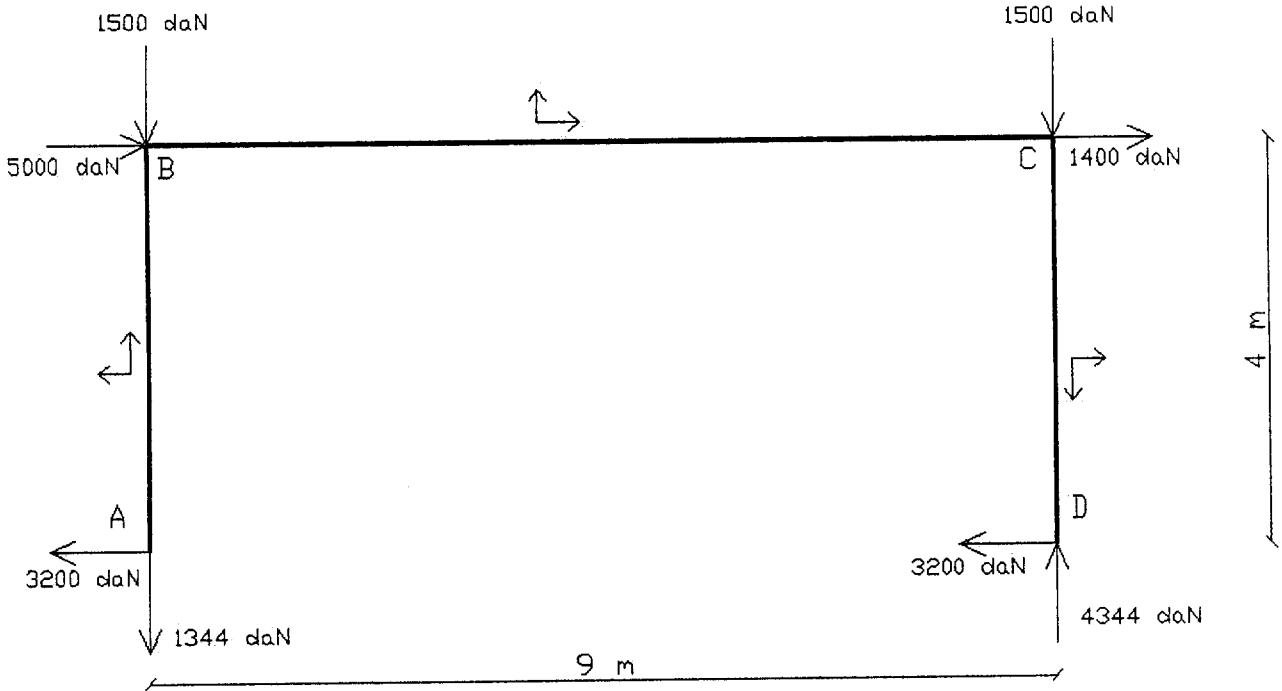


Diagramme de V (daN)

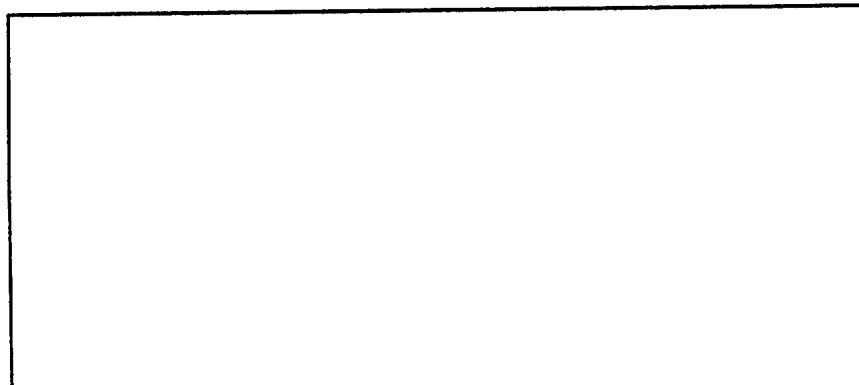

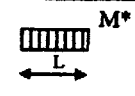
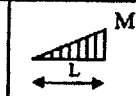

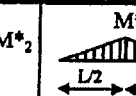




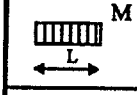
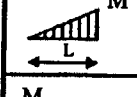
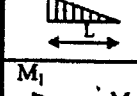
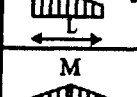
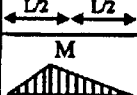

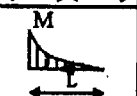
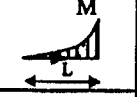
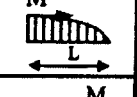
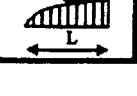



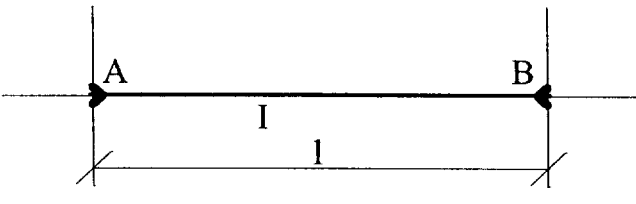
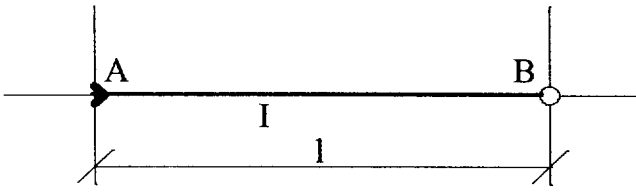
Diagramme de Mf (daN.m)

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

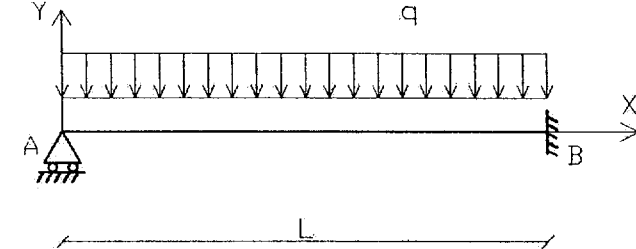
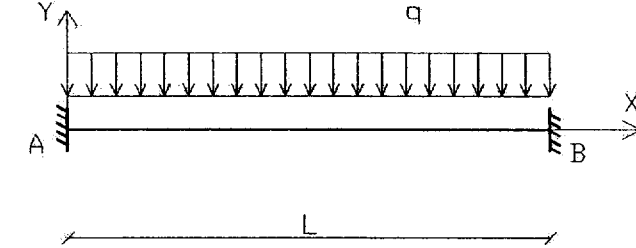
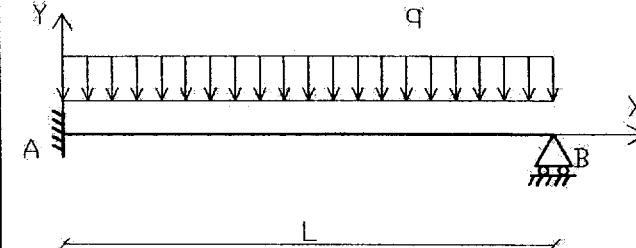
ANNEXE 2

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

Moments d'encastements parfaits :

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