Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

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**.

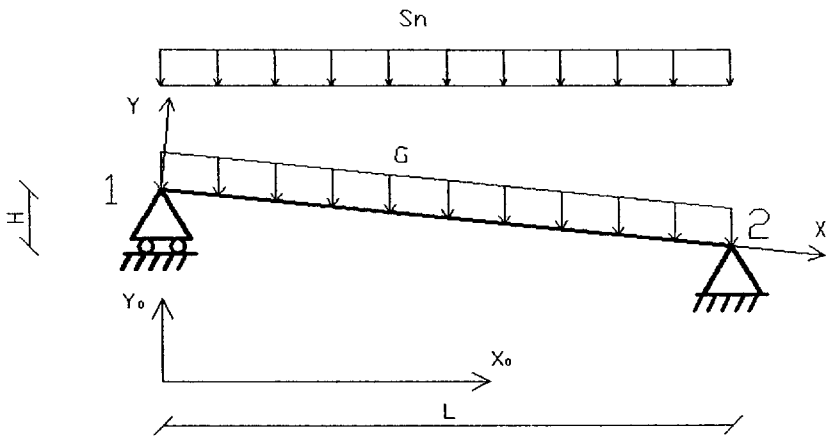


figure 1-a

Modélisation des liaisons :

Au nœud 1 : **ponctuelle**

Au nœud 2 : **articulation**

Données géométriques :

H = 0.784 m
L = 7.84 m

Traverse en IPE 270
$I = 5789.8\ cm^4$
$E = 210000\ N/mm^2$

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

- Charges permanentes : G = 48 daN/m
- Charges de neige normale : Sn = 82 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 Mf(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**.

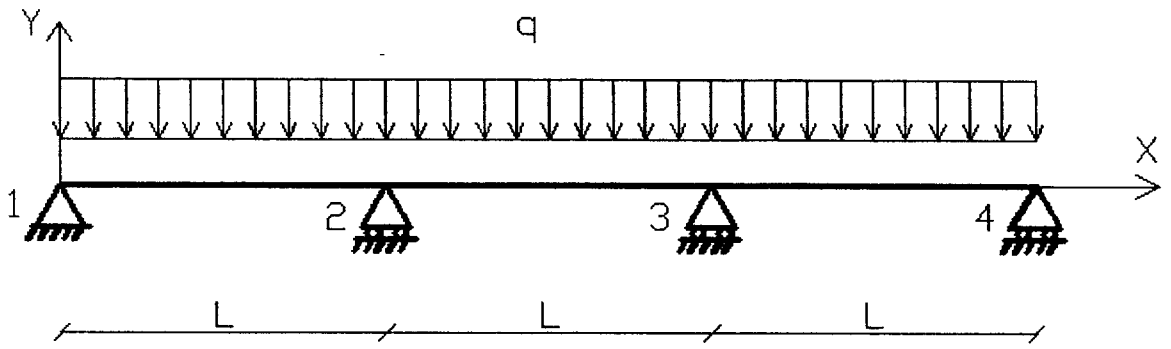


figure 2-a

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 ½ structure.
L'étude se fera sur la structure complète.

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

2-2 / Répertorier 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 $\omega_2 = -\omega_3 = \dfrac{q \cdot L^3}{120 \cdot E \cdot I}$

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 daN et F2 = 4500 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**.

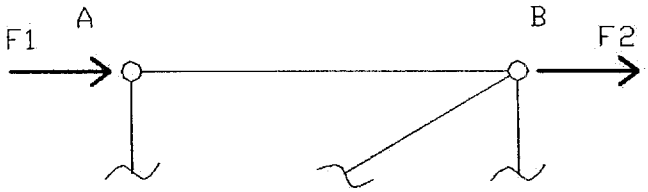


figure 3-b

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.

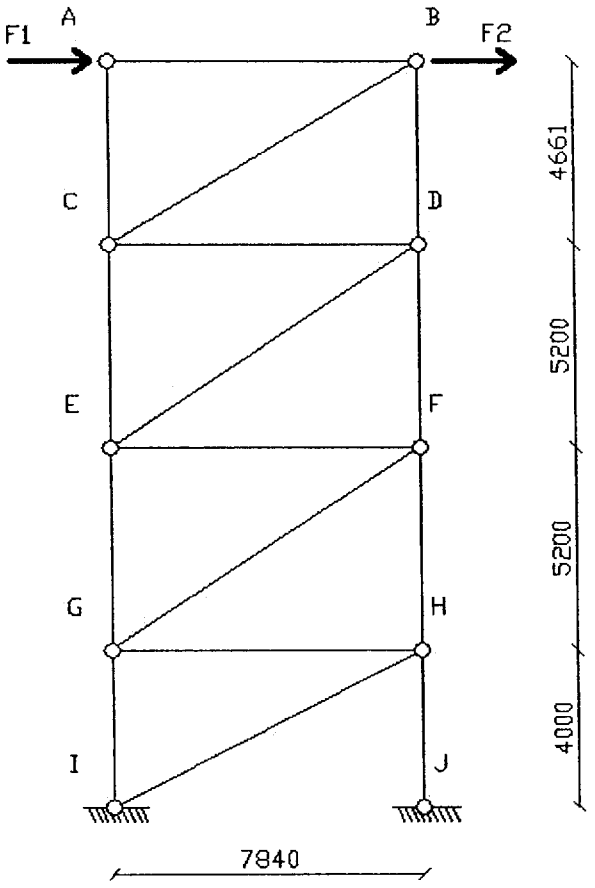


figure 3-a

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.

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.

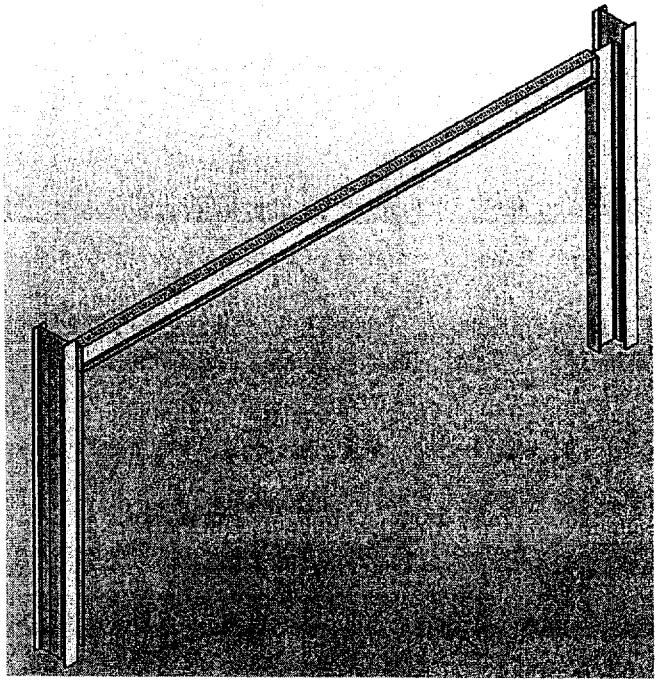


figure 4-a

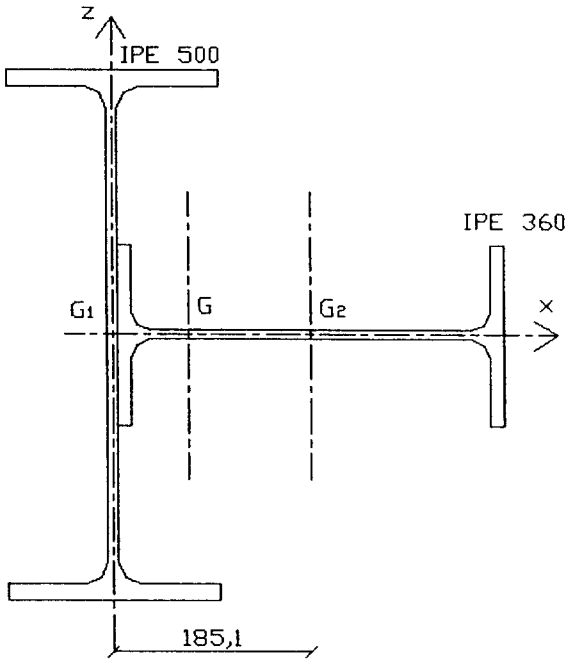


figure 4-b

Données :

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

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

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 Ig_z, de la section constituée des deux profils. Pour cela on utilisera le théorème de Huyghens.

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

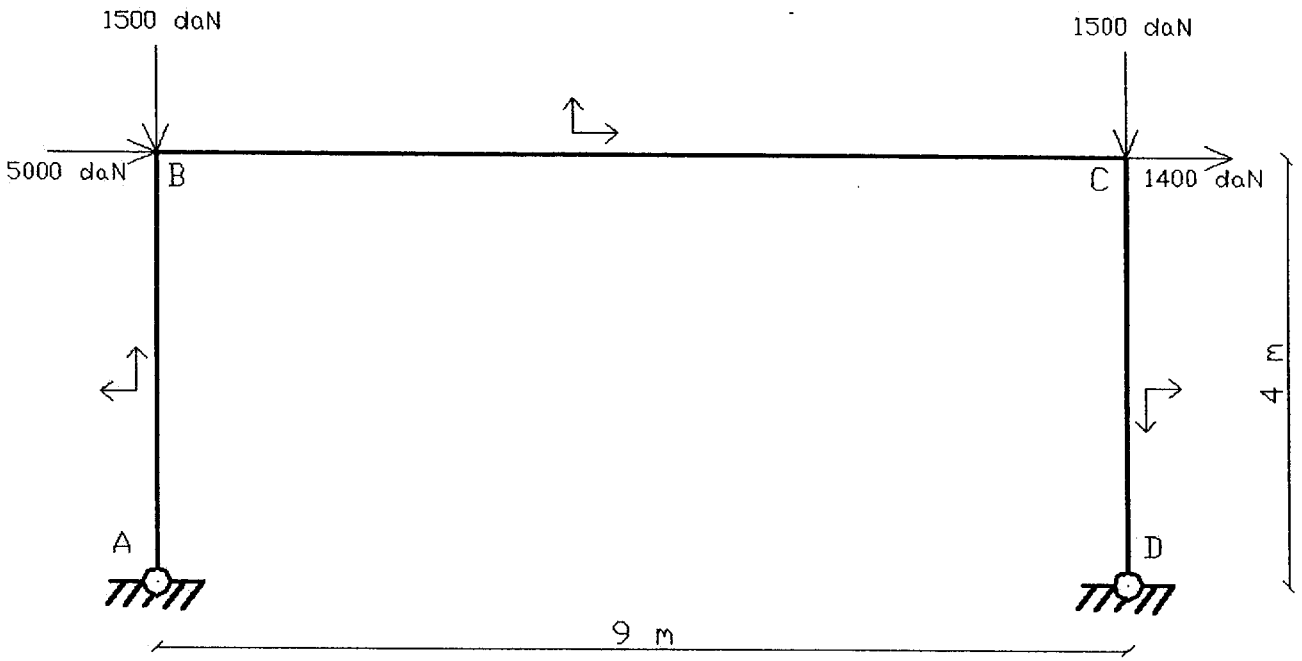


figure 4-c

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.*

DOCUMENT REPONSE DR1

Caractéristiques des différentes barres :

Barres AC, CE, EG, GI, BD, DF, FH et HJ en IPE360 (**A = 72,7 cm²**).

Barre AB en IPE270 (**A = 45,9 cm²**).

Barre CD en HEA180 (**A = 45,3 cm²**).

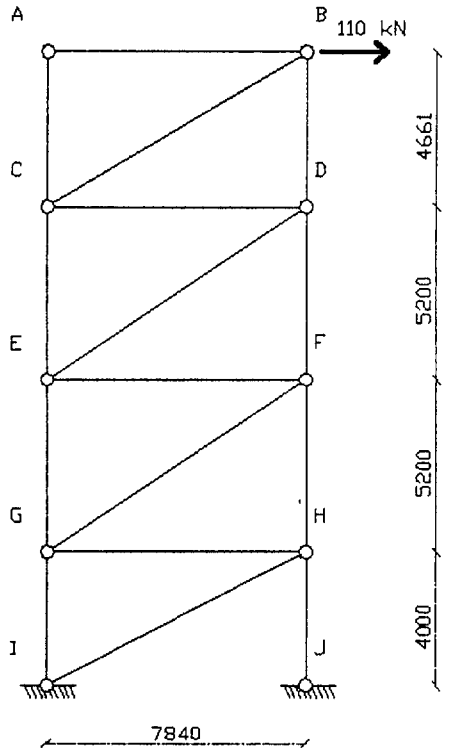
Barres EF et GH en HEA200 (**A = 53,8 cm²**).

Barres CB et ED en cornières doubles 70x70x7 (**A = 18,8 cm²**)

Barre GF en cornières doubles 80x80x8 (**A = 24,54cm²**).

Barre IH en tube carré 200x200x5 (**A = 38,7 cm²**).

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



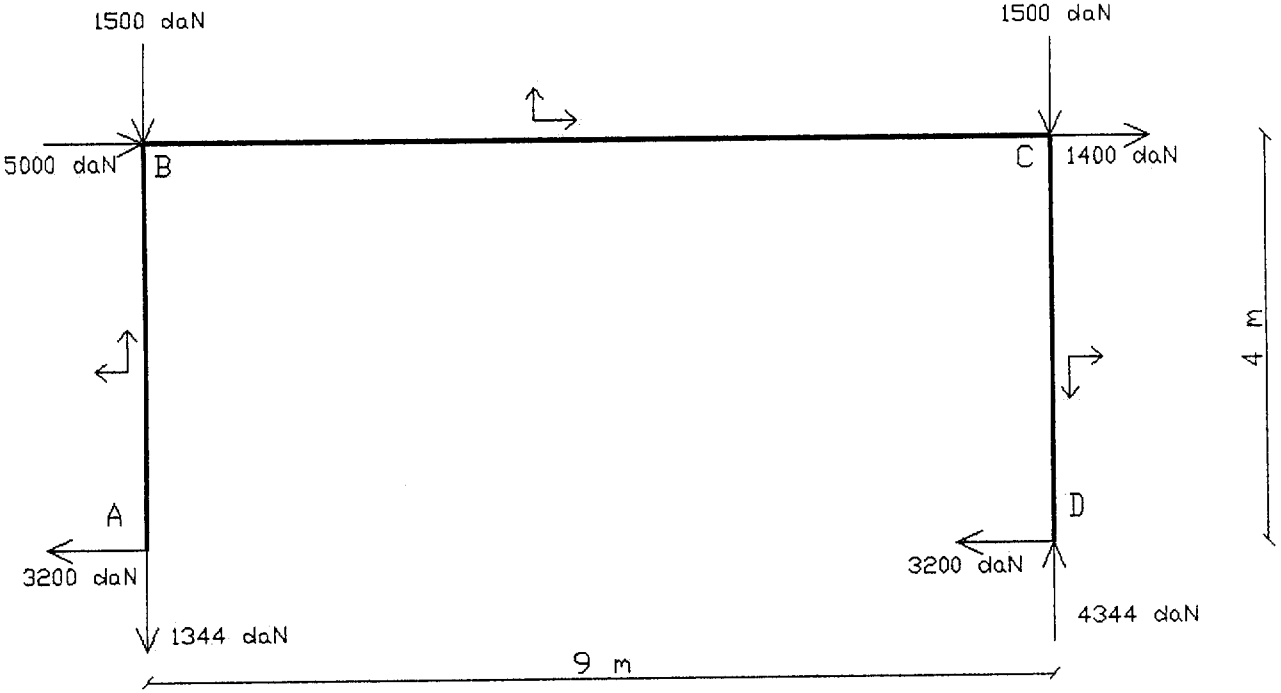
Barre	N_i (en kN)	A_i (en cm²)	L_i (en cm)			
AB	0	45.9	784			
CD	-110	45.3	784			
EF	-110	53.8	784			
GH	-110	53.8	784			
CB	127.97	18.8	912			
ED	132	18.8	941			
GF	132	24.54	941			
IH	123.49	38.7	880			
AC	0	72.7	466.1			
CE	65.4	72.7	520			
EG	138.36	72.7	520			
GI	211.32	72.7	400			
BD	-65.4	72.7	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.

$E = 210000$ N/mm²

Déplacement au nœud B en cm.

DOCUMENT REPONSE DR2



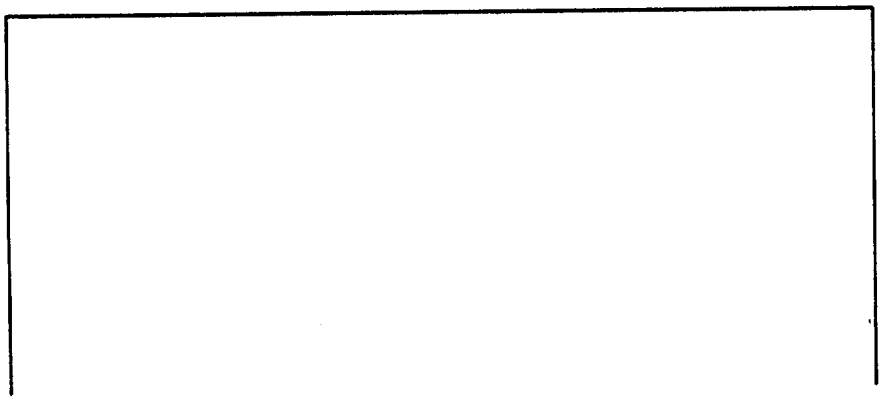


Diagramme de V (daN)

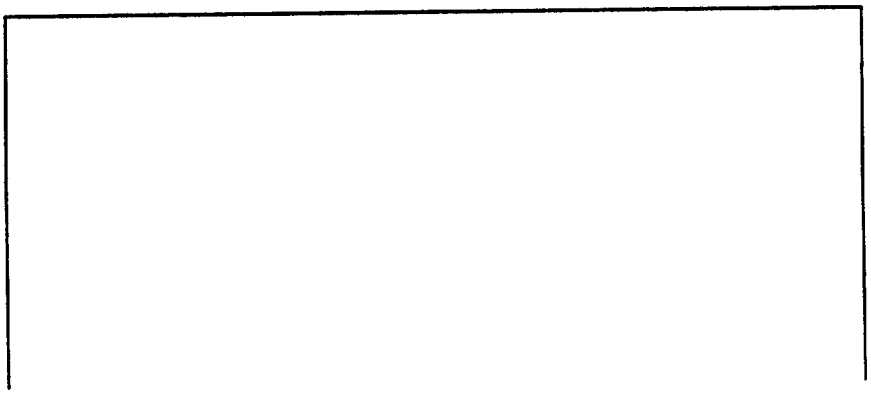


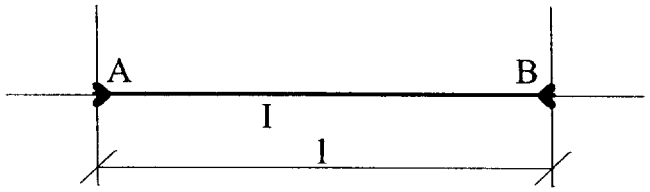
Diagramme de Mf (daN.m)

$\int_0^L M.M^*.dx$	M^*	M^*	M^*_1 M^*_2	M^*	M^*	M^*	M^*	M^*_1 M^* M^*_2 ; M^*_1 F^* M^*_2
M	$M.M^*.L$	$M.M^*.\frac{L}{2}$	$(M^*_1+M^*_2).M.\frac{L}{2}$	$M.M^*.\frac{L}{2}$	$M.M^*.\frac{L}{3}$	$M.M^*.\frac{2L}{3}$	$M.M^*.\frac{2L}{3}$	$M.(M^*_1+4M^*+M^*_2).\frac{L}{6}$
M	$M.M^*.\frac{L}{2}$	$M.M^*.\frac{L}{3}$	$(M^*_1+2M^*_2).M.\frac{L}{6}$	$M.M^*.\frac{L}{4}$	$M.M^*.\frac{L}{12}$	$M.M^*.\frac{5L}{12}$	$M.M^*.\frac{L}{3}$	$(2M^*+M^*_2).M.\frac{L}{6}$
M	$M.M^*.\frac{L}{2}$	$M.M^*.\frac{L}{6}$	$(2M^*_1+M^*_2).M.\frac{L}{6}$	$M.M^*.\frac{L}{4}$	$M.M^*.\frac{L}{4}$	$M.M^*.\frac{L}{4}$	$M.M^*.\frac{L}{3}$	$(2M^*+M^*_1).M.\frac{L}{6}$
M_1 M_2	$(M_1+M_2).M^*.\frac{L}{2}$	$(M_1+2M_2).M^*.\frac{L}{6}$	$[(2M_1+M_2).M^*_1 + (M_1+2M_2).M^*_2].\frac{L}{6}$	$(M_1+M_2).M^*.\frac{L}{4}$	$(3M_1+M_2).M^*.\frac{L}{12}$	$(5M_1+3M_2).M^*.\frac{L}{12}$	$(M_1+M_2).M^*.\frac{L}{3}$	$(M_1.M^*_1+4M.M^*+M_2.M^*_2).\frac{L}{6}$
M	$M.M^*.\frac{L}{2}$	$M.M^*.\frac{L}{4}$	$(M^*_1+M^*_2).M.\frac{L}{4}$	$M.M^*.\frac{L}{3}$	$M.M^*.\frac{7L}{48}$	$M.M^*.\frac{17L}{48}$	$M.M^*.\frac{5L}{12}$	$M.(M^*_1+10M^*+M^*_2).\frac{L}{24}$
M	$M.M^*.\frac{L}{2}$	$M.M^*.\frac{L+a}{6}$	$[(2L+a).M^*_1 + (L+a).M^*_2].M.\frac{L}{6}$	si $a \le \frac{L}{2} \rightarrow M.M^*.\frac{3L^2-4a^2}{12(L-a)}$; si $a \ge \frac{L}{2} \rightarrow M.M^*.\frac{3L^2-4(L-a)^2}{12a}$				
M	$M.M^*.\frac{2L}{3}$	$M.M^*.\frac{L}{3}$	$(M^*_1+M^*_2).M.\frac{L}{3}$	$M.M^*.\frac{5L}{12}$	$M.M^*.\frac{L}{5}$	$M.M^*.\frac{7L}{15}$	$M.M^*.\frac{8L}{15}$	$M.[5.(M^*_1+M^*_2)+8F^*].\frac{L}{15}$
M	$M.M^*.\frac{L}{3}$	$M.M^*.\frac{L}{12}$	$(3M^*_1+M^*_2).M.\frac{L}{12}$	$M.M^*.\frac{7L}{48}$	$M.M^*.\frac{L}{5}$	$M.M^*.\frac{3L}{10}$	$M.M^*.\frac{L}{5}$	$M.[5.(3M^*_1+M^*_2)+12F^*].\frac{L}{60}$
M	$M.M^*.\frac{L}{3}$	$M.M^*.\frac{L}{4}$	$(M^*_1+3M^*_2).M.\frac{L}{12}$	$M.M^*.\frac{7L}{48}$	$M.M^*.\frac{L}{30}$	$M.M^*.\frac{2L}{15}$	$M.M^*.\frac{L}{5}$	$M.[5.(M^*_1+3M^*_2)+12F^*].\frac{L}{60}$
M	$M.M^*.\frac{2L}{3}$	$M.M^*.\frac{L}{4}$	$(5M^*_1+3M^*_2).M.\frac{L}{12}$	$M.M^*.\frac{17L}{48}$	$M.M^*.\frac{3L}{10}$	$M.M^*.\frac{8L}{15}$	$M.M^*.\frac{7L}{15}$	$M.(11M^*_1+28M^*+M^*_2).\frac{L}{60}$
M	$M.M^*.\frac{2L}{3}$	$M.M^*.\frac{5L}{12}$	$(3M^*_1+5M^*_2).M.\frac{L}{12}$	$M.M^*.\frac{17L}{48}$	$M.M^*.\frac{2L}{15}$	$M.M^*.\frac{11L}{30}$	$M.M^*.\frac{7L}{15}$	

ANNEXE 2

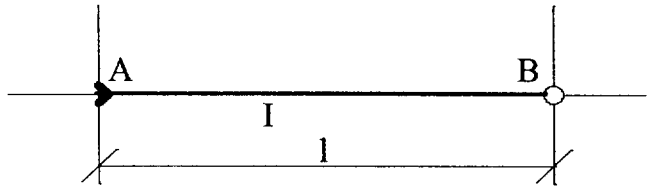
FORMULAIRE METHODE DES DEPLACEMENTS

Equations de Wilson et Maney :



$$M_{AB} = \frac{2EI_{AB}}{l_{AB}}\left[2\omega_A + \omega_B - 3\frac{v}{l}\right] + \overline{M_{AB}}$$

$$M_{BA} = \frac{2EI_{AB}}{l_{BA}}\left[2\omega_B + \omega_A - 3\frac{v}{l}\right] + \overline{M_{BA}}$$

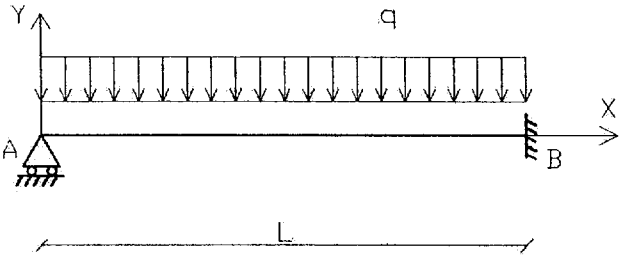


- **Articulation en B** :

$$M_{AB} = \frac{3EI_{AB}}{l_{AB}}\left[\omega_A - \frac{v}{l}\right] + \overline{M_{AB}}$$

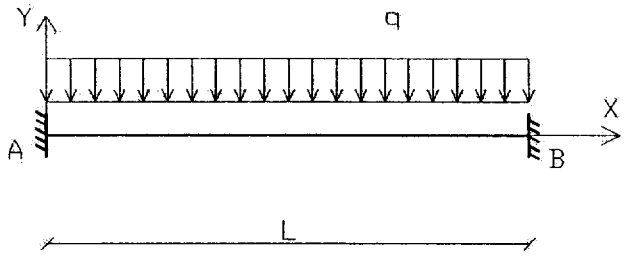
- **Articulation en A** : même formule en **remplaçant ω_A par ω_B**

Moments d'encastrements parfaits :



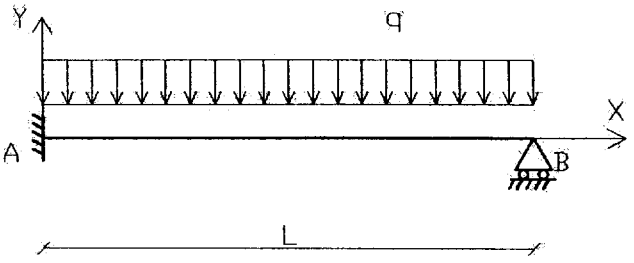
$$\overline{M_{AB}} = 0$$

$$\overline{M_{BA}} = -\frac{q \cdot L^2}{8}$$



$$\overline{M_{AB}} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$\overline{M_{BA}} = -\frac{q \cdot L^2}{12}$$



$$\overline{M_{AB}} = \frac{q \cdot L^2}{8}$$

$$\overline{M_{BA}} = 0$$

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.