BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

CONSTRUCTIONS METALLIQUES

SESSION 2012

E4 : Analyse et Calcul des structures

U4.1 Mécanique

Durée : 4h – Coefficient : 3

Contenu du dossier

Questions	Pages 2/8 et 5/8
Document réponse	Page 6/5 et 7/8
Annexe	Page 8/8
Nombre total de pages : 8 pages A3	numérotées de 1/8 à 8/8

Barème indicatif

Exercice 1 : 6 pts	Exercice 3 : 5 pts
Exercice 2 : 5 pts	Exercice 4 : 4 pts

Recommandations

Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5.
Les 4 parties sont indépendantes. Dans une même partie, certaines questions sont indépendantes des précédentes.

CODE ÉPREUVE : **1206CME4MEC**	EXAMEN : **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	SPÉCIALITÉ : **Constructions Métalliques**	
SESSION 2012	**SUJET**	***ÉPREUVE* : U4 .1 Mécanique**	Autorisation de la calculatrice réglementaire
Durée : 4h	Coefficient : 3	SUJET N°	**Page :1/8**

Les 4 exercices sont traités de façon indépendante.
Les documents réponses doivent être tous rendus avec la copie.

q_1 = 575 daN/m q_2 = 400 daN/m

EXERCICE 1 ETUDE DU PORTIQUE BUREAU FILE D

Le portique est modélisé par la figure 1 *ci-dessous.*

La modélisation des liaisons est la suivante :
-aux nœuds A et D: Articulation
-au nœud C : Ponctuelle

La pente est négligée.

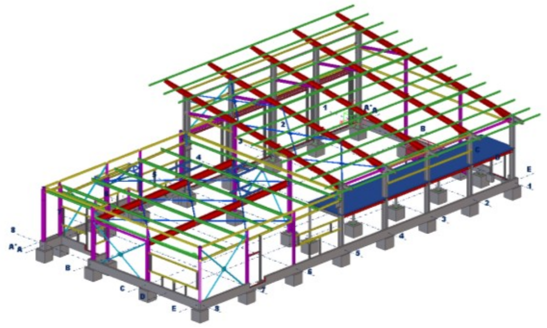
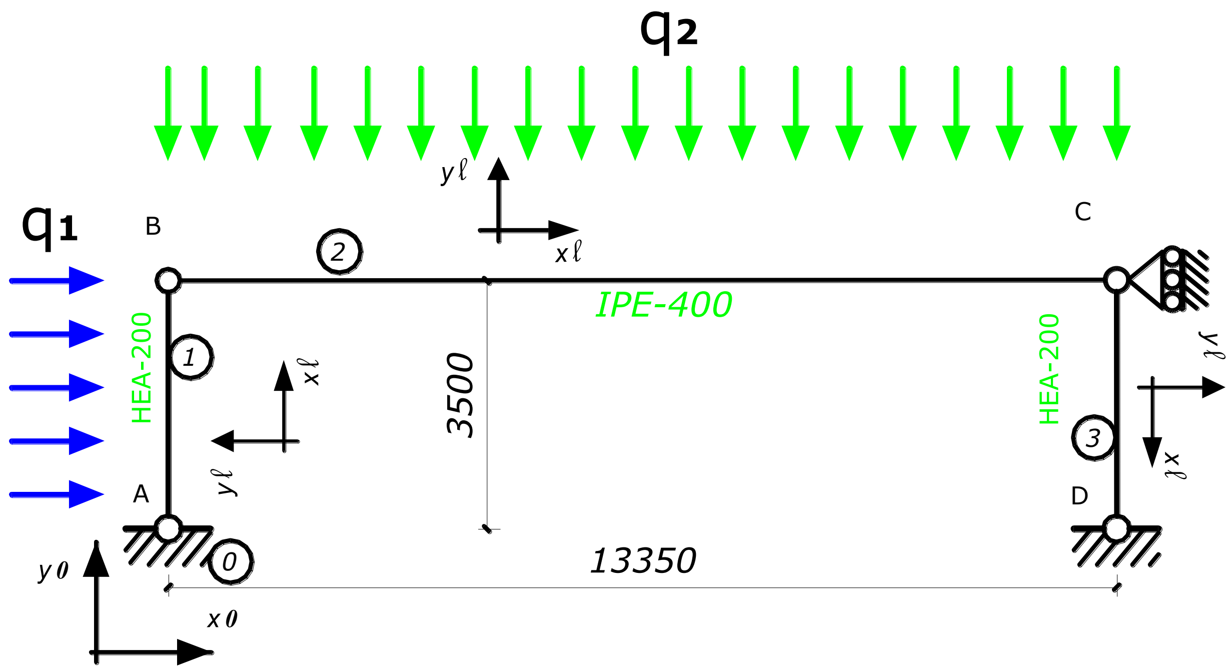


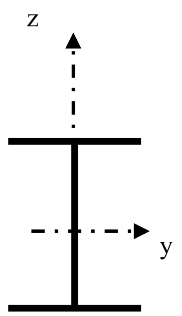
***figure* 1**

Le repère ξ_0, ψ_0 est le repère global terrestre.

Les repères $\xi\ell$, $\psi\ell$ sont les repères locaux attachés aux barres.



Données :



Désignation	*Aire A*	*Valeurs statiques*	
		Iy	*Iz*
	cm²	*cm⁴*	*cm⁴*
IPE 400	***84,5***	***23130***	***1318***
HE 200 A	***53,8***	***3692***	***1336***

TRAVAIL DEMANDE :

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

1-2 / Sur le document DR1 figure 1 tracer les inconnues d'actions aux appuis et de liaisons entre barres.

1-3 / Déterminer les valeurs des actions aux appuis dans le repère global.

1-4 / Les actions aux appuis étant données sur le document réponse DR1, compléter celui-ci en traçant les diagrammes de l'effort normal N(x), de l'effort tranchant V(x) et du moment fléchissant Mf(x) selon les repères locaux des poutres.

1-5 / Calculer la contrainte maximale et identifier la position de cette contrainte sur la traverse , conclure.

1-6 / Déterminer la flèche au milieu de la traverse par (les déformations dues à N et V sont négliger) :

- par le théorème de la charge unitaire

Tracer une figure avec cette charge unitaire et le diagramme de moment unitaire $\mathbf{M_1}$

- ou $f_{\max} = \dfrac{5qL^4}{384EI}$

EXERCICE 2 : Etude des stabilités PARTIE bureau.

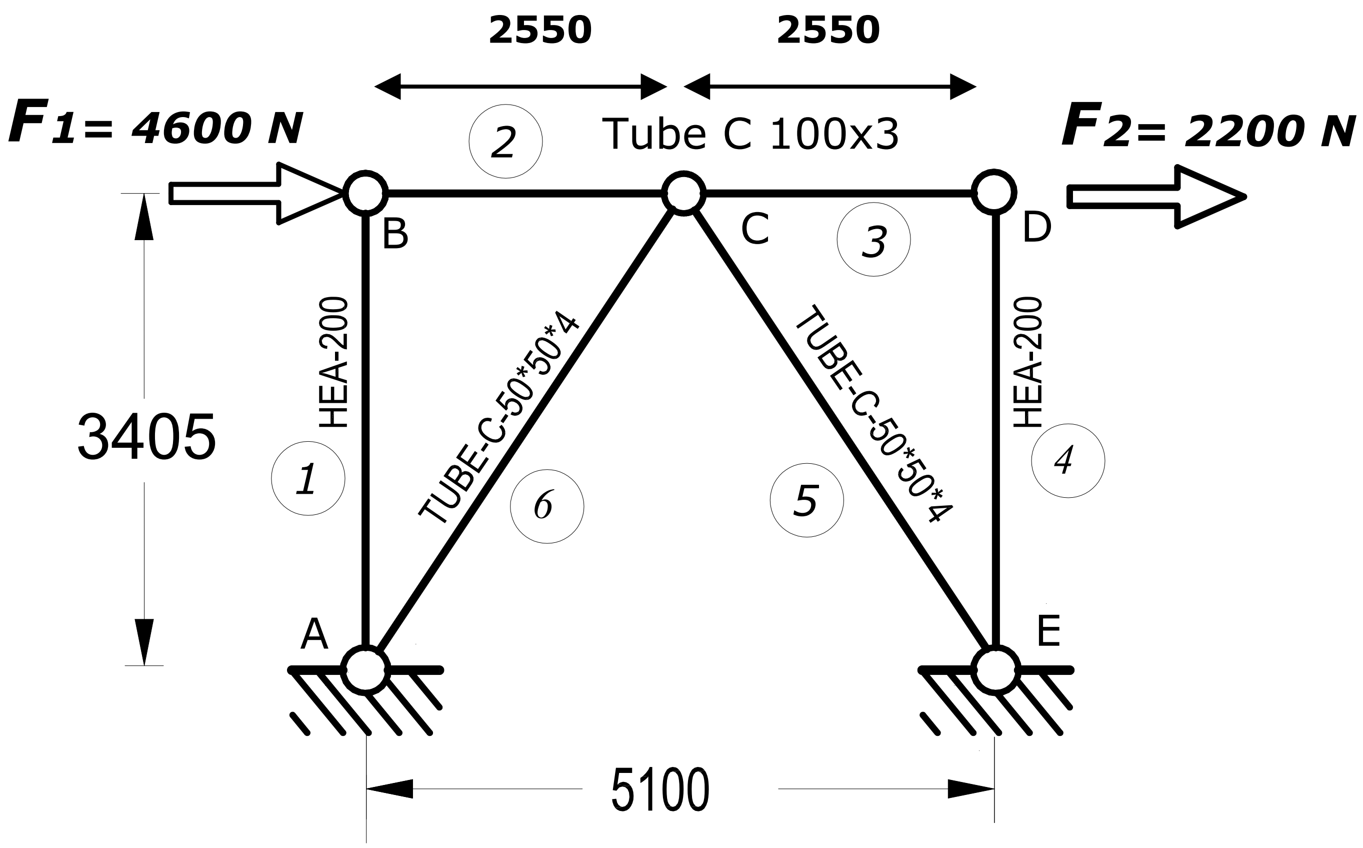
Données :

Les poteaux sont des HEA-200 de section 53,8 cm^2, le buton est en tube carré de 100x3 de section 11,4 cm^2 et les diagonales en tube carré de 50x4 de 7,2 cm^2

2.1 - Etude de la stabilité file 5

On étudie dans ces questions la stabilité de la file 5 sur la partie bureau de la structure.

***figure* 2**



2.1.1 : Déterminer le degré d'hyperstaticité de la structure figure 2

2.1.2 : Calculer les sollicitations dans les barres à partir de l'équilibre successif des nœuds ou par la méthode de Ritter. Tracer le diagramme de N(x) sur le document réponse ***DR2***.

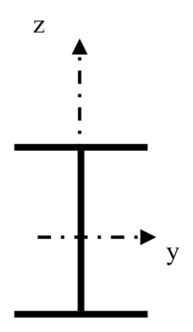
2.1.3 : Calculer le déplacement horizontal au nœud D.

Décrire la méthode et tracer les figures nécessaires

EXERCICE 3 : Etude du long pan A

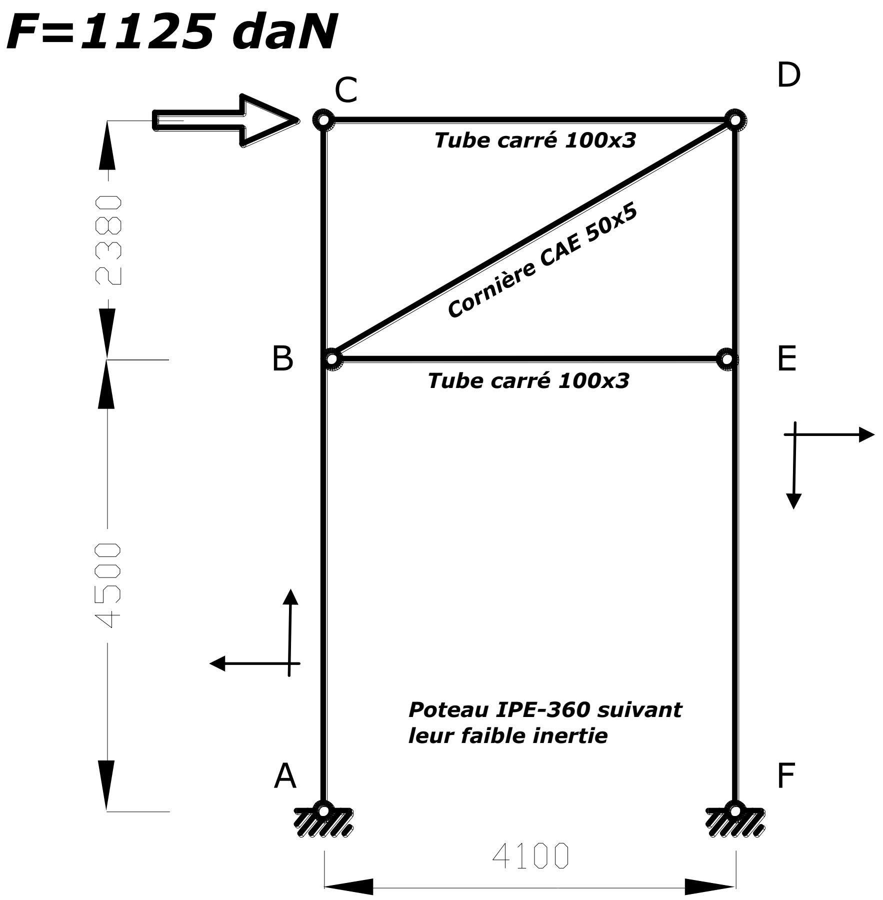
Données :

Les poteaux sont des IPE-360 orientés suivant leurs faibles inerties, les butons sont en tube carré de 100x3 et la diagonale est une cornière à ailes égales CAE 50x5.



Désignation	Aire A	Valeurs statiques	
		I_y	I_z
	cm²	cm^4	cm^4
IPE-360	72,7	16265.6	1043.5
Tube Carré 50 x 3	11,4	177	177
Cornière CAE 50x5	4,8	17,8	4,55

figure 4



REMARQUE : Il ne s'agit pas d'un treillis mais d'une structure principalement sollicitée en flexion.

Dans cette partie on négligera les déformations dues à l'effort normal et à l'effort tranchant.

Sous l'action pondérée du vent la structure est modélisée par la structure ci-contre.

La figure 4 schématise la palée chargée, appelé système (S)

3.1 : Déterminer le degré d'hyperstaticité globale de cette structure. Est-elle stable ?

3.2 : En exploitant la méthode des forces (encore appelée méthode des coupures) déterminer les réactions aux appuis.

(vous choisirez X_F comme inconnue hyperstatiques)

3.2.1 Décomposer la structure : $S = S0 + X_F . S1$
Tracer les structures et identifier les déplacements

3.2.2 Tracer les diagrammes de M pour S0 et S1, en déduire X_F.

3.2.3 Déterminer les réactions aux appuis.

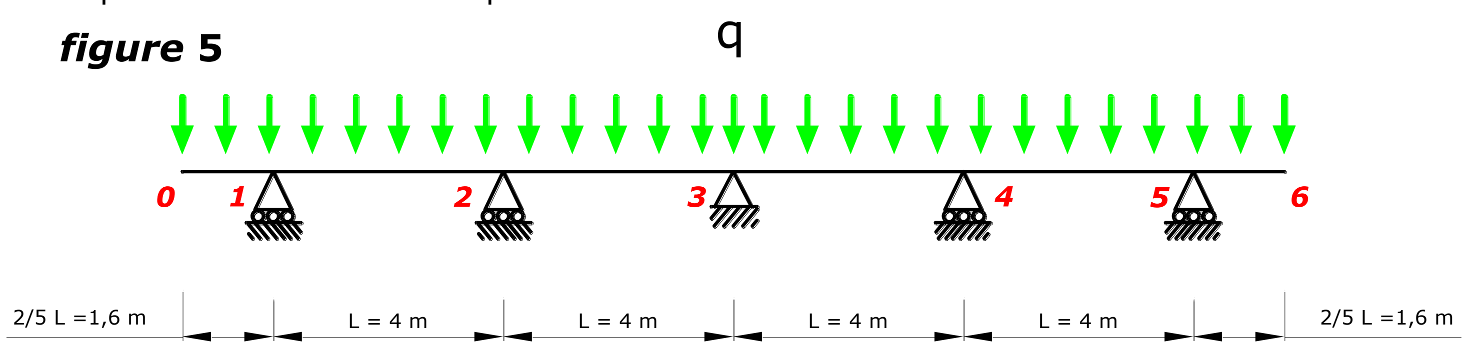
3.3 : Avec la charge non pondérée F= 750 daN calculez le déplacement en tête de poteau, ce déplacement est-il acceptable ?

La condition à vérifier est ***h/150***

EXERCICE 4 : Etude d'une panne continue

Les pannes du bâtiment atelier peuvent être modélisées selon le schéma ci-dessous.

figure 5



Données :

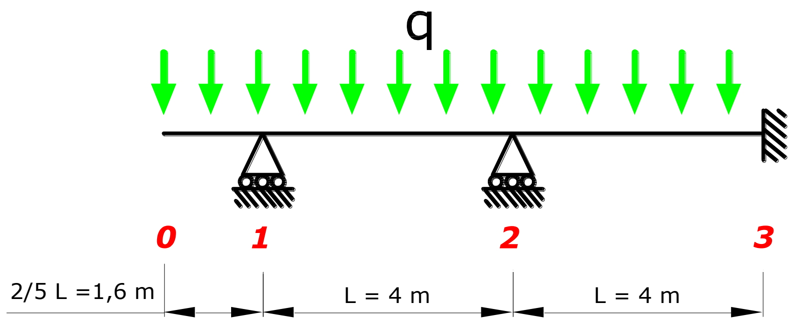
Les pannes simples sont des **IPE-100**.en **S 275**

Aire A = 10,32 cm²   I = 171 cm⁴

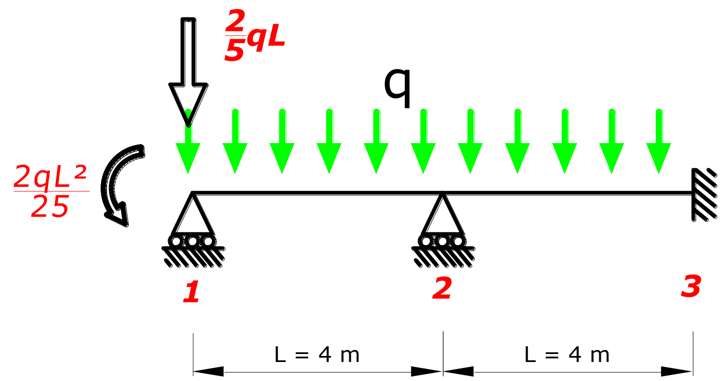
q = 150 daN/m   L = 4 m   E = 210000 Mpa

Pour cet exercice, il est demandé d'utiliser la méthode des déplacements lors de la résolution (méthode des rotations) :

- Soit en adoptant le modèle de la demi-structure simplifiée suivante :



- Soit en adoptant le modèle simplifié suivant :



TRAVAIL DEMANDE :

4-1 / Justifier les simplifications du modèle simplifié en rappelant les propriétés et particularités : de la structure, du chargement, des actions aux appuis, du diagramme de V, du diagramme de Mf, des déformations.

4-2 / En développant la méthode des rotations, quelles sont les inconnues cinématiques.

a- A partir du modèle choisi, tracer la déformée de la poutre.

b- Placer les inconnues cinématiques.

c- Calculer littéralement la valeur de ω1 et ω2.

En cas de non réussite à la question 4.2.c, on prendra :

$$\omega_2 = \frac{qL^3}{4200 \cdot E \cdot I} \qquad \text{et} \quad \omega_1 = -\frac{qL^3}{1050 \cdot E \cdot I}$$

4-3 / Calculer les moments aux extrémités des poutres et tracer l'allure du diagramme de M(x).

$$Mf(x) = \frac{Mji + Mij}{L} \cdot x + (-Mij) + m_{ij}(x)$$

Conditions :

- Les moments d'action des nœuds sur les barres Mij sont connus.
- Les charges propres sur travée (pas aux nœuds) sont connus.

Le moment fléchissant Mf sur une barre est obtenu par ***superposition*** :

- du moment fléchissant provoqué par la charge propre sur la travée de la barre isostatique noté : $\boldsymbol{m_{ij}(x)}$.
- du moment provoqué par les moments d'actions aux nœuds noté :***Mij***

4-4 / Calculer les réactions aux appuis 1, 2, 3 **(points bonus pour les étudiants ayant traités la question)**

Recherche des inconnues aux appuis (on fait l'étude par tronçon)

$$T_{Yij} = -\frac{Mij + Mji}{L} + t_{Yij}$$

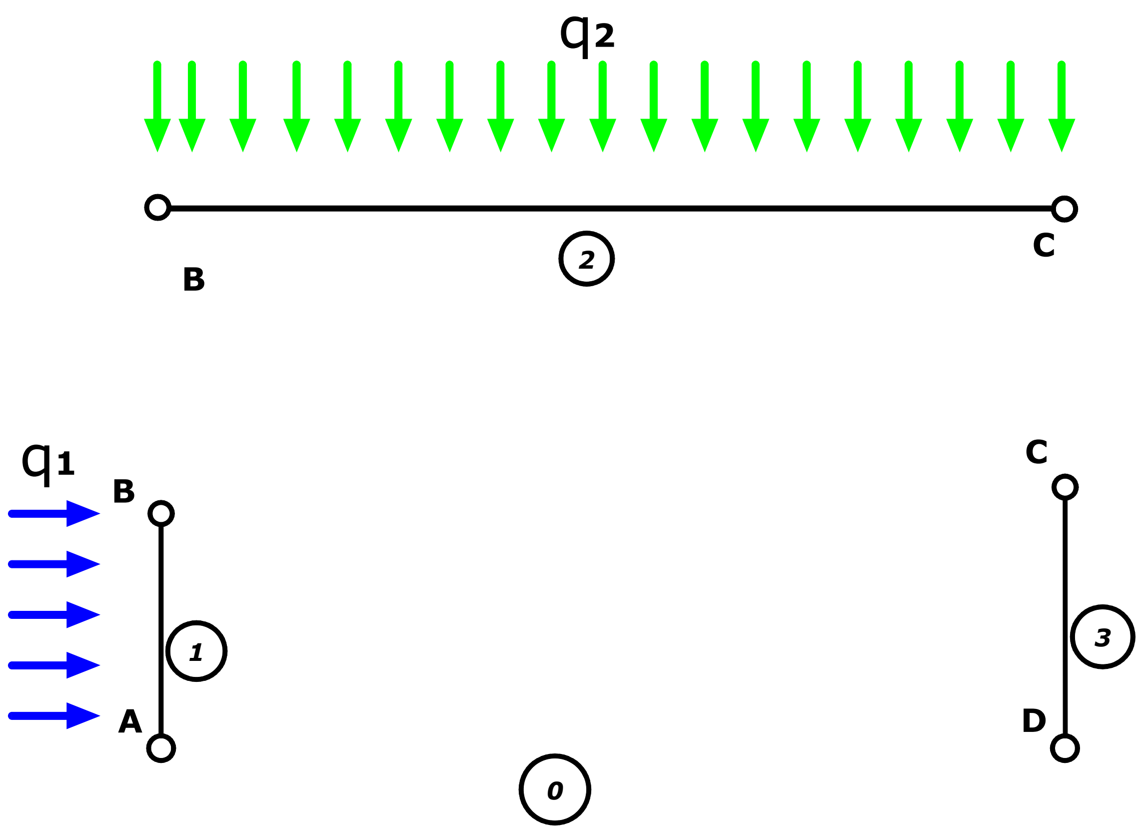
Document réponse DR1

Questions 1-4

à agrafer en bas à droite sur la copie

ETUDE DU PORTIQUE BUREAU FILE D

Questions 1-2



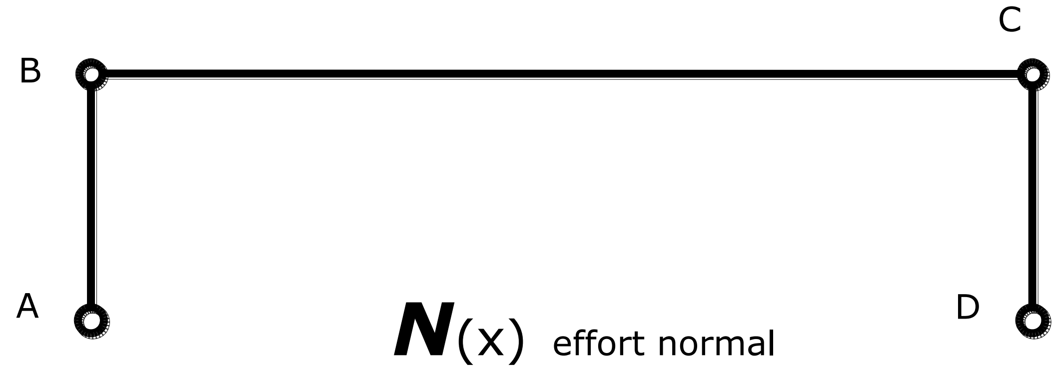
Application Numérique

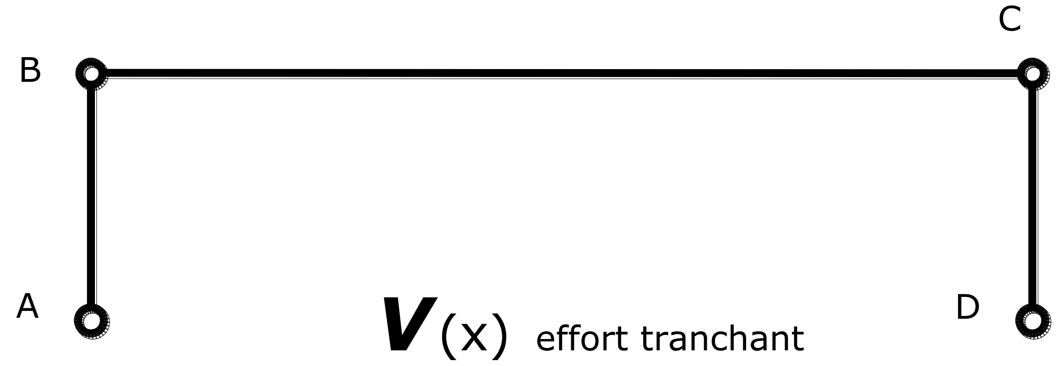
$X_A = X_{0/1} = -1006.25\ daN$

$X_C = X_{0/2} = -1006.25\ daN$

$Y_A = Y_{0/1} = 2670\ daN$

$Y_D = Y_{0/3} = 2670\ daN$

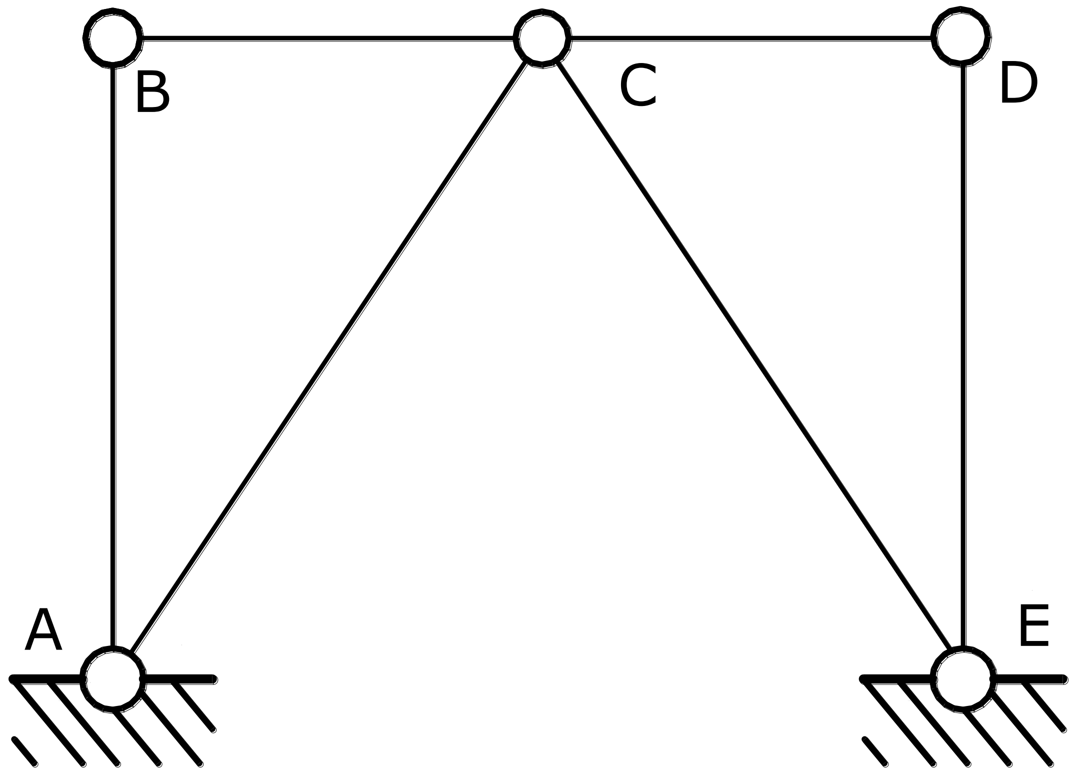




DOCUMENT REPONSE DR2

2.1 ETUDE DE LA STABILITE FILE 5

N



Barres	N_0 (daN)	N_1 Effort n dans le cas de la force unitaire au nœud F	ℓ (mm)	**A** (mm²)	δi (mm)
AB					
BC					
CD					
AC					
CE					
DE					
δDx = mm					

Par convention, N>0 pour une barre en traction

N<0 pour une barre en compression

E = 210000MPa

à agrafer en bas à droite sur la copie

ANNEXES

Intégrales de MOHR : $\frac{1}{\ell}\int_0^{\ell} f(x)g(x)dx$

à multiplier par $\frac{\ell}{EI}$ pour M_f, $\frac{\ell}{EA}$ pour N, $\frac{\ell}{GA_r}$ pour V ou $\frac{\ell}{GJ}$ pour M_t

avec : ℓ = longueur du tronçon d'intégration

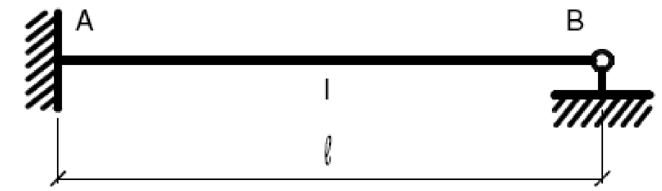
$\alpha = a/\ell$ et $\beta = b/\ell$

g(x) \ f(x)	f ; ℓ	f	f	f_1 ; f_2	f ; $\ell/2$ $\ell/2$	f ; a b
g ; ℓ	fg	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}(f_1+f_2)g$	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{2}fg$
g ; g	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{6}fg$	$\frac{1}{6}(f_1+2f_2)g$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{6}fg(1+\alpha)$
g ; g	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{6}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{6}(2f_1+f_2)g$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{6}fg(1+\beta)$
g_1 g_2 ; g_1 g_2 ; g_1 g_2 ; g_1 g_2	$\frac{1}{2}f(g_1+g_2)$	$\frac{1}{6}f(g_1+2g_2)$	$\frac{1}{6}f(2g_1+g_2)$	$\frac{1}{6}(2f_1g_1+2f_2g_2+f_1g_2+f_2g_1)$	$\frac{1}{4}f(g_1+g_2)$	$\frac{1}{6}f[g_1(1+\beta)+g_2(1+\alpha)]$
g ; $\ell/2$ $\ell/2$; g	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{4}(f_1+f_2)g$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{12}fg(3-4\alpha^2)/\beta$
g ; a b ; g	$\frac{1}{2}fg$	$\frac{1}{6}fg(1+\alpha)$	$\frac{1}{6}fg(1+\beta)$	$\frac{1}{6}[f_1(1+\beta)+f_2(1+\alpha)]g$	$\frac{1}{12}fg(3-4\alpha^2)/\beta$	$\frac{1}{3}fg$
g ; g	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{3}(f_1+f_2)g$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{3}fg(1+\alpha\beta)$
g	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{12}(5f_1+3f_2)g$	$\frac{17}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(5-\alpha-\alpha^2)$
g	$\frac{2}{3}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{12}(3f_1+5f_2)g$	$\frac{17}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(5-\beta-\beta^2)$
g	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{12}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{1}{12}(3f_1+f_2)g$	$\frac{7}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(1+\beta+\beta^2)$
g	$\frac{1}{3}fg$	$\frac{1}{4}fg$	$\frac{5}{12}fg$	$\frac{1}{12}(f_1+3f_2)g$	$\frac{7}{48}fg$	$\frac{1}{12}fg(1+\alpha+\alpha^2)$
g_1 g_0 g_2 ; $\ell/2$ $\ell/2$	$\frac{1}{6}f(3g_1+3g_2+4g_0)$	$\frac{1}{6}f(g_1+2g_2+2g_0)$	$\frac{1}{6}f(2g_1+g_2+2g_0)$	$\frac{f_1}{6}(2g_1+g_2+2g_0)+\frac{f_2}{6}(g_1+2g_2+2g_0)$	$\frac{1}{4}f(g_1+g_2+\frac{5}{3}g_0)$	$\frac{1}{6}f[g_1(1+\beta)+g_2(1+\alpha)+2g_0(1+\alpha\beta)]$

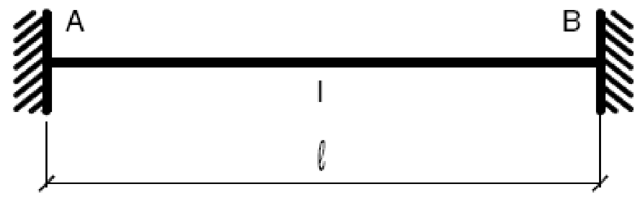
Nota : f, f_1, f_2, g, g_0, g_1 et g_2 sont à prendre en valeur algébrique.

FORMULAIRE METHODE DES DEPLACEMENTS

Equations de Wilson & Maney : structure à nœuds fixes

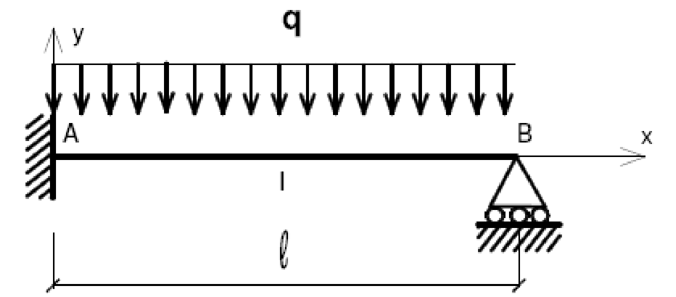


$$M_{AB} = M^0_{AB} + \frac{3EI}{\ell}\omega_A$$
$$M_{BA} = 0$$

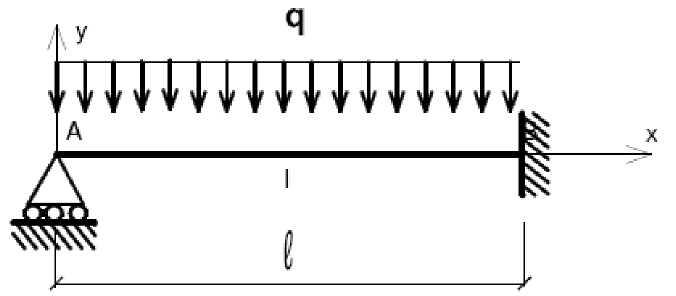


$$M_{AB} = M^0_{AB} + \frac{4EI}{\ell}\omega_A + \frac{2EI}{\ell}\omega_B$$
$$M_{BA} = M^0_{BA} + \frac{2EI}{\ell}\omega_A + \frac{4EI}{\ell}\omega_B$$

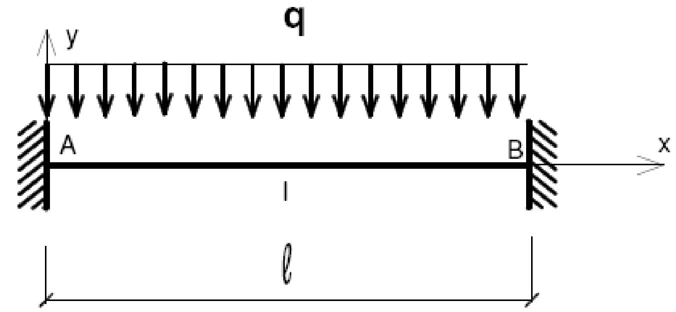
Moments d'encastrements parfaits :



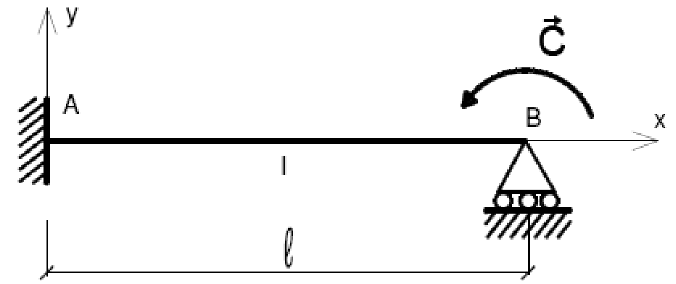
$$M^0_{AB} = \frac{q\ell^2}{8}$$
$$M^0_{BA} = 0$$



$$M^0_{AB} = 0$$
$$M^0_{BA} = -\frac{q\ell^2}{8}$$



$$M^0_{AB} = \frac{q\ell^2}{12}$$
$$M^0_{BA} = -\frac{q\ell^2}{12}$$



$$M^0_{AB} = \frac{C}{2}$$