

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONSTRUCTIONS METALLIQUES
SESSION 2012

U 4 .1 Mécanique

Durée : 4h – Coefficient : 3

ELEMENTS DE CORRECTION

CODE ÉPREUVE : 1206CME4MEC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : Constructions Métalliques
SESSION 2012	CORRIGÉ- BARÈME	ÉPREUVE : U4 .1 Mécanique	Autorisation ou non de la calculatrice
Durée : 4h	Coefficient : 3	Corrigé N° BTS/VP/12/3	Page : /

Eléments de corrigé

EXERCICE 1 ETUDE DU PORTIQUE BUREAU FILE D

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

$$n_e = \sum k_e - 3 = (2 + 2 + 1) - 3 = 2$$

$$n_g = 3(b + e) - m = 3(0 + 2) - 6 = 0$$

$$n_i = n_g - n_e = -2$$

bilan : $n_g = 0$ l'application du PFS est possible en étudiant plusieurs systèmes.

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

Equilibre du poteau 1

$$\sum \vec{F}_{ext}^r = \vec{0}$$

$$\vec{x} : X_{0/1} + X_{2/1} + q_1 \cdot h_1 = 0$$

$$\vec{y} : Y_{0/1} + Y_{2/1} = 0$$

$$\sum M_A^r = 0$$

$$\vec{z} : -X_{2/1} \cdot h_1 - q_1 \cdot \frac{h_1^2}{2} = 0 \Rightarrow X_{2/1} = -\frac{q_1 h_1}{2}$$

$$\Rightarrow X_{0/1} = \frac{q_1 h_1}{2}$$

Equilibre de la traverse 2

$$\sum \vec{F}_{ext}^r = \vec{0}$$

$$\vec{x} : X_{1/2} + X_{0/2} = 0$$

$$\vec{y} : Y_{1/2} + Y_{3/2} - q_2 \cdot l = 0$$

$$\sum M_B^r = 0$$

$$\vec{z} : Y_{3/2} \cdot l - q_2 \cdot \frac{l^2}{2} = 0$$

Equilibre du poteau 3

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$$

$$\vec{x} : X_{0/3} + X_{2/3} = 0$$

$$\vec{y} : Y_{0/3} + Y_{2/3} = 0$$

$$\sum M_D = 0$$

$$\vec{z} : -X_{2/3} \cdot h_2 \Rightarrow X_{2/3} = X_{0/3} = 0$$

Résolution

$$eq\ 3 \quad X_{2/1} = -\frac{q_1 g h_1}{2} = X_{0/1}$$

$$eq\ 4 \quad X_{0/2} = -X_{1/2} = X_{2/1} = -\frac{q_1 g h_1}{2}$$

$$eq\ 6 : Y_{3/2} = q_2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$eq\ 8 : Y_{0/3} = q_2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$eq\ 5 : Y_{1/2} = q_2 \cdot \frac{1}{2} = -Y_{2/1}$$

$$eq\ 2 : Y_{0/1} = q_2 \cdot \frac{1}{2}$$

Application Numérique

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

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

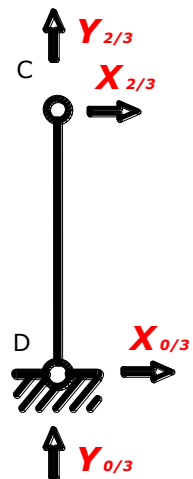
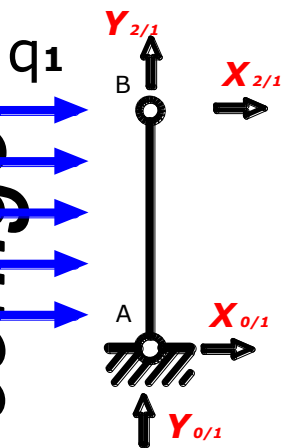
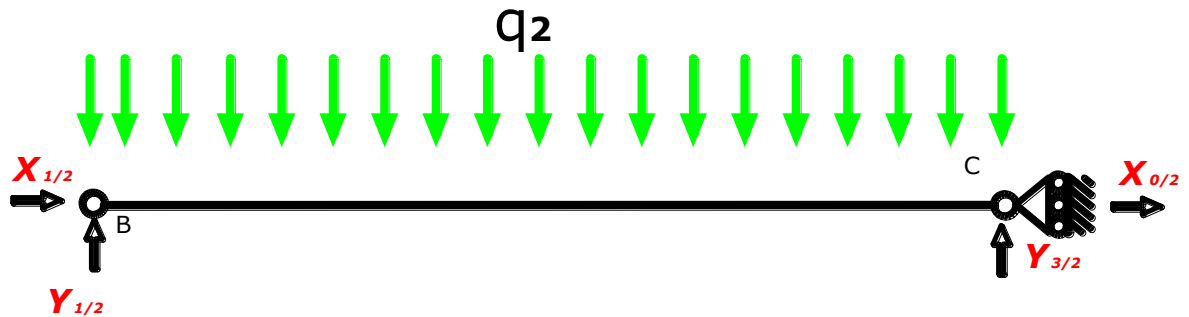
$$Y_{0/1} = 2670 \text{ daN}$$

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

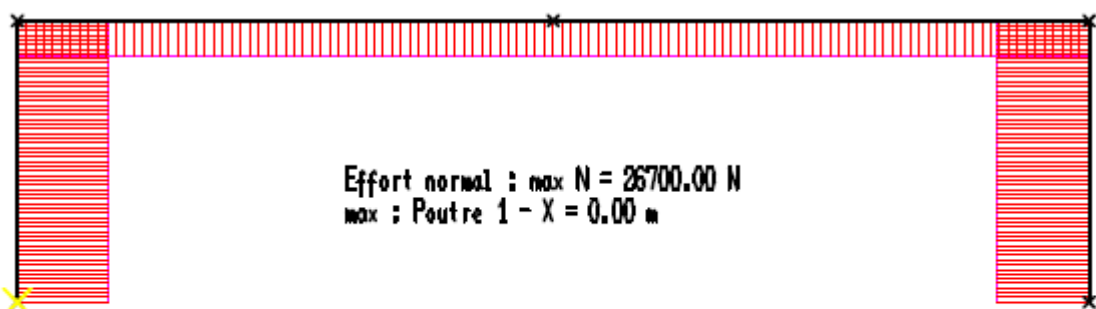
CODE ÉPREUVE : 1206CME4MEC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR	SPÉCIALITÉ : Constructions Métalliques	
SESSION 2012	CORRIGÉ-BARÈME	ÉPREUVE : U4 .1 Mécanique	Autorisation ou non de la calculatrice
Durée : 4h	Coefficient : 3	Corrigé N° BTS/VP/12/3	Page : /

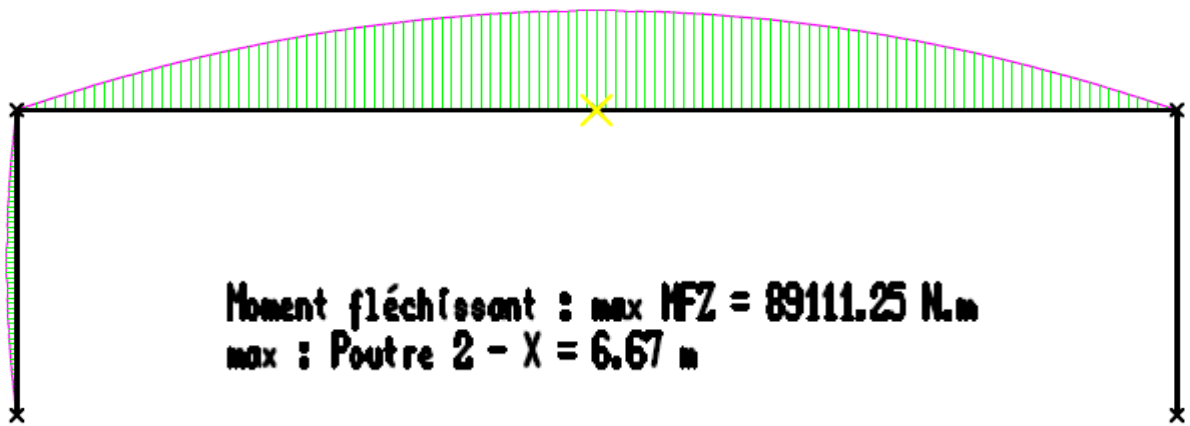
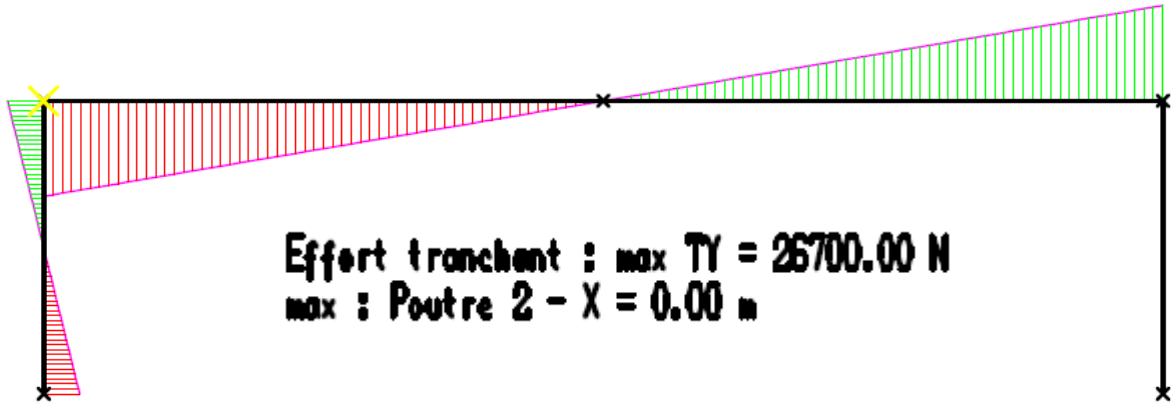
Avec $q_2 = 400 \text{ daN/m}$

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



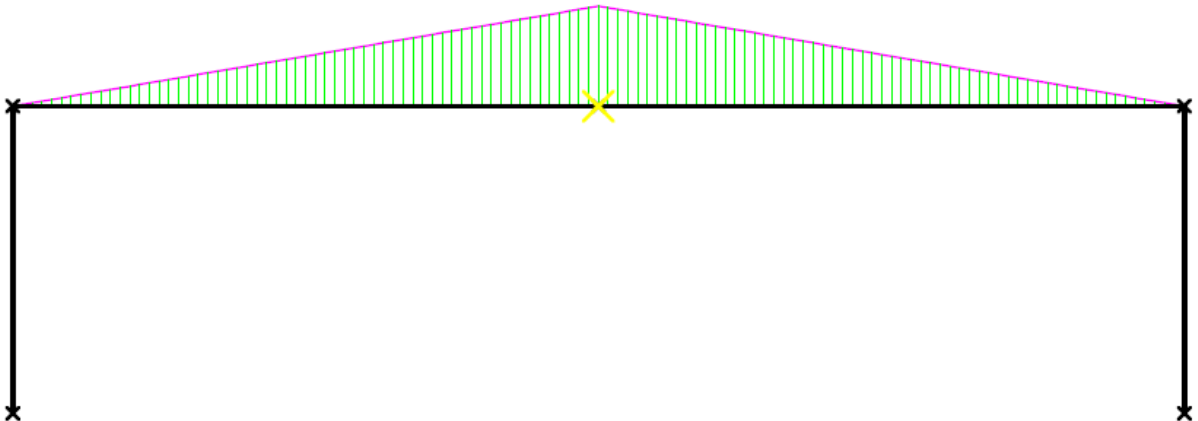
1-4 / Les actions aux appuis étant données sur le document réponse DR1, compléter celui-ci en traçant les diagrammes de l'effort normal $N(x)$, de l'effort tranchant $V(x)$ et du moment fléchissant $M_f(x)$ selon les repères locaux des poutres.





inverse.

Le produit des moments donne :



$$\delta_{My} = \frac{5}{12} \left(\frac{qL^2}{8} \right) \cdot \left(\frac{L}{4} \right) \cdot \frac{L}{E \cdot I}$$

$$\delta_{My} = \frac{5}{12} \left(\frac{-4.13350^2}{8} \right) \cdot \left(\frac{13350}{4} \right) \cdot \frac{13350}{21 \cdot 10^4 \cdot 23130 \cdot 10^4}$$

$$\delta_{My} = \frac{5}{384} \cdot \frac{-4 \cdot 13350^4}{21 \cdot 23130 \cdot 10^8} = -34 \text{ mm}$$

Eléments de corrigé

EXERCICE 2 : Etude des stabilités PARTIE bureau.

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

$$n_e = \sum k_e - 3 = (2 + 2) - 3 = 1$$

$$n_i = b - (2n - 3) = 6 - (2 \times 5 - 3) = -1$$

$$n_g = n_e + n_i = 0$$

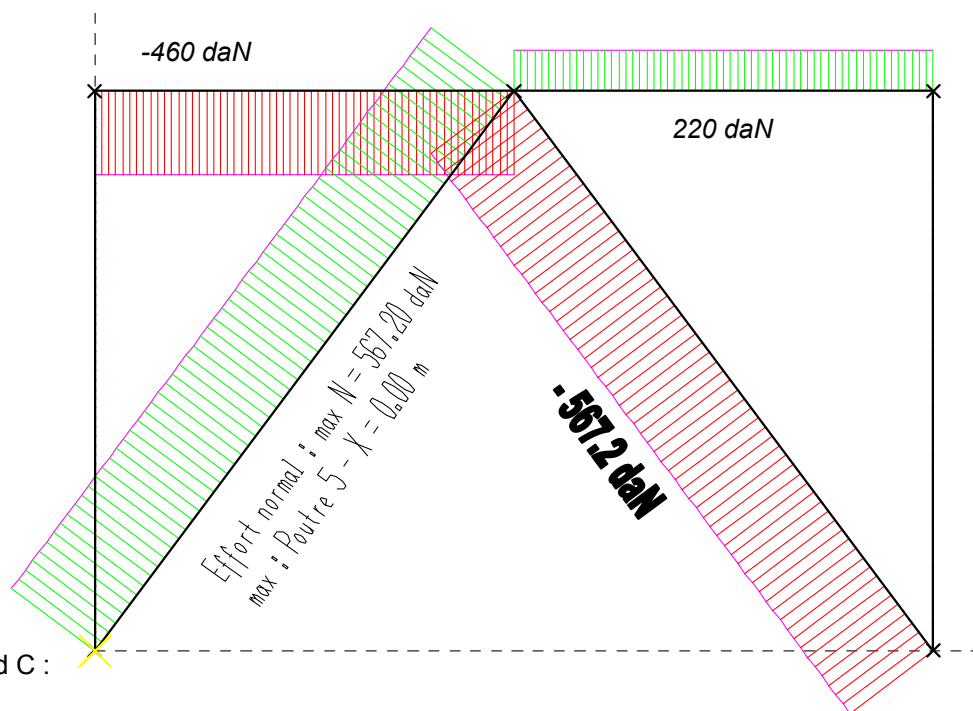
bilan : $n_g = 0$ l'application du PFS est possible en étudiant plusieurs systèmes.

2.1.2 : Calculer les sollicitations dans les barres à partir de l'équilibre successif des nœuds. Tracer le

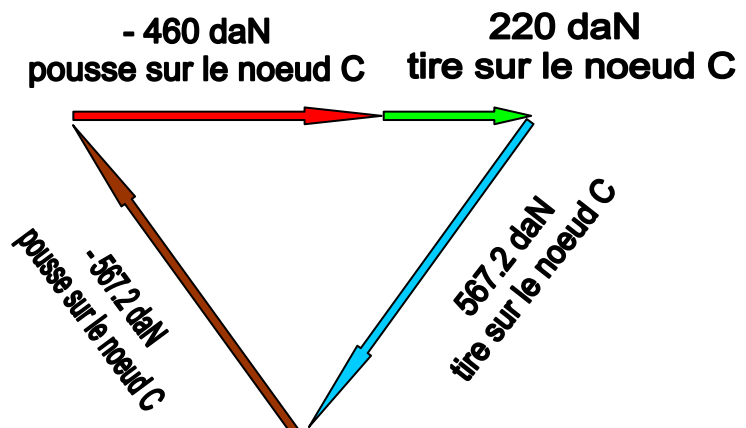
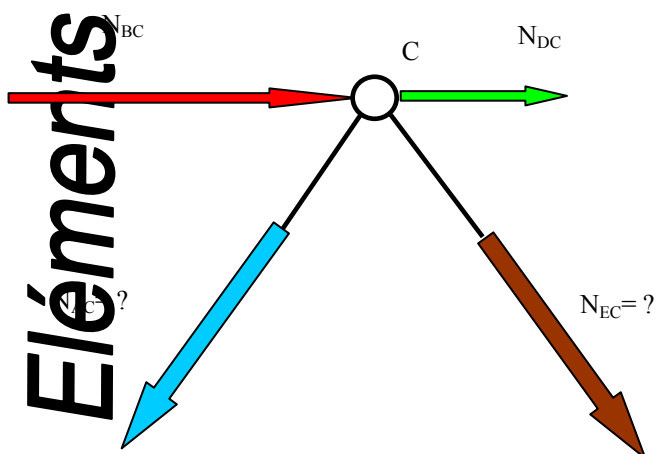
diagramme de $N(x)$ sur le document réponse **DR2**.

2.1 ETUDE DE LA STABILITE FILE 5

N



Equilibre du nœud C :



2.1.3 : Calculer le déplacement horizontal au nœud D.

Décrire la méthode et tracer les figures nécessaires.

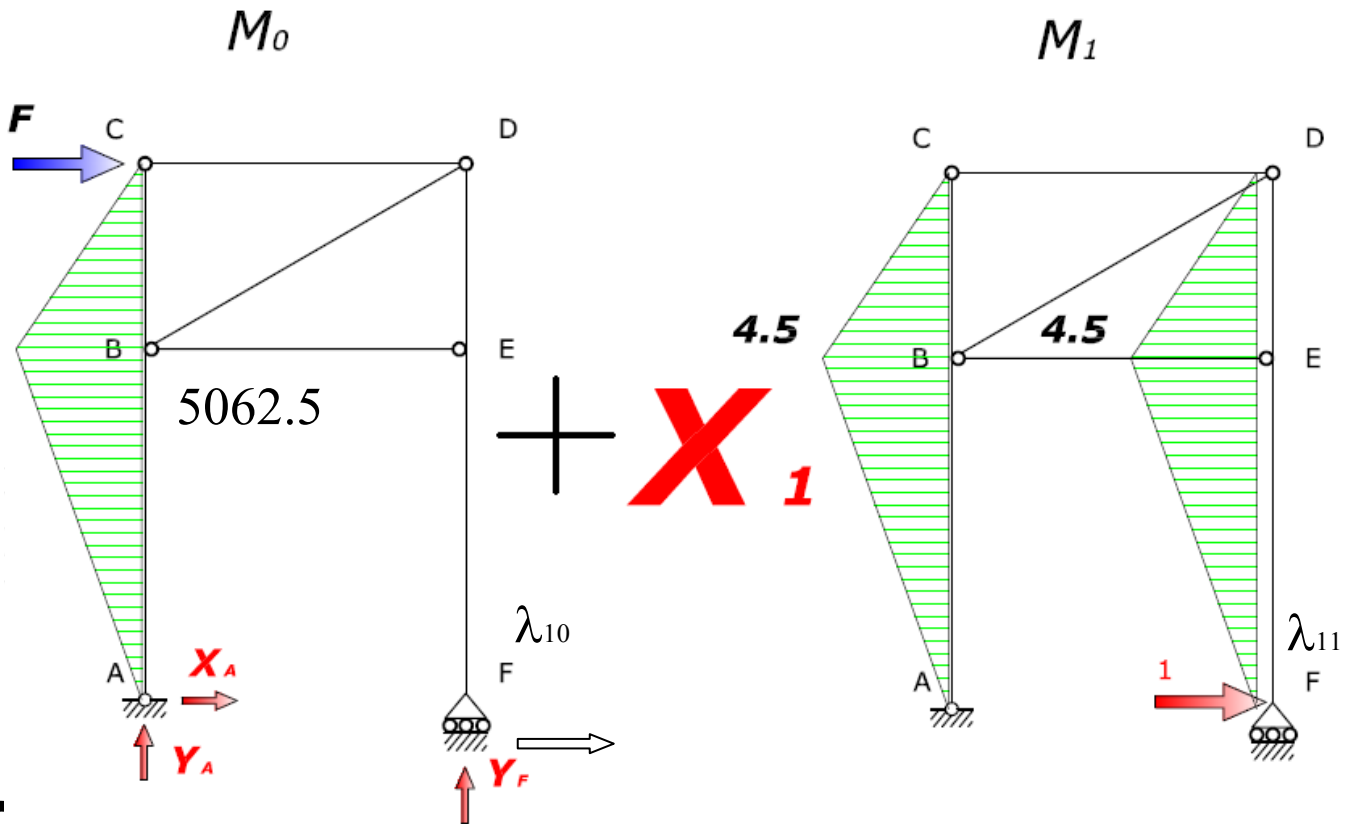
Barres	N_0 (daN)	N_1 Effort n dans le cas de la force unitaire au nœud F	ℓ (mm)	A (mm ²)	δ (mm)
AB	0	0	3405	5380	0
BC	-460	0	2550	1140	0
CD	220	1	2550	1140	
DE	0	0	3405	5380	0
AC	567.2	0.834	4254	720	
CE	-567.2	-0.834	4254	720	

$$\Sigma = 0,29 \text{ mm}$$

Eléments de corrigé

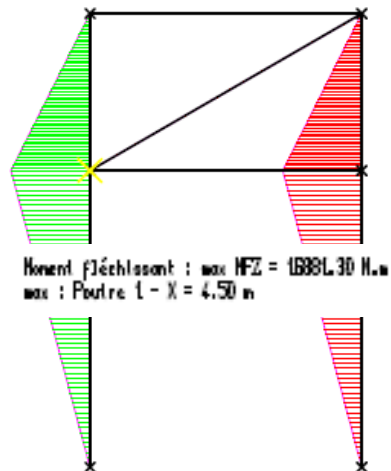
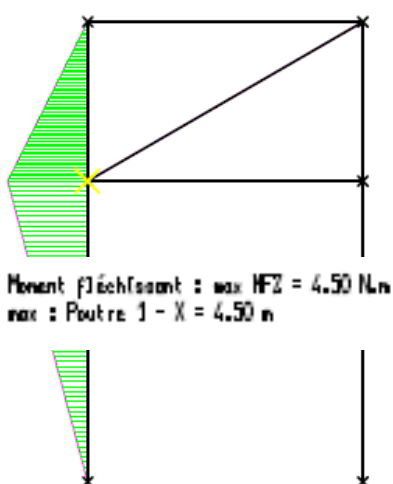
CODE ÉPREUVE : 1206CME4MEC	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : Constructions Métalliques	
SESSION 2012	CORRIGÉ- BARÈME	ÉPREUVE : U4 .1 Mécanique		Autorisation ou non de la calculatrice
Durée : 4h	Coefficient : 3		Corrigé N° BTS/VP/12/3	Page : /

Condition de fermeture : $\lambda_1 = \lambda_{10} + X_1 \lambda_{11} = 0$



$$X_F = -\frac{\lambda_{10}}{\lambda_{11}} = -\frac{\frac{1}{3} \cdot 5062.5 \cdot 4.5 \cdot \frac{6.88}{EI}}{2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 4.5 \cdot 4.5 \cdot \frac{6.88}{EI}} \quad X_F = -562.5 \text{ daN}$$

3.3 : Avec $F = 750 \text{ daN}$ calculez le déplacement en tête de poteau, ce déplacement est-il acceptable ?



$$\delta_{Bx} = \int_{structure} \frac{M \cdot m_{iso}}{EI} ds = \frac{1}{3} \cdot 16881 \cdot 4,5 \cdot \frac{6,880}{21 \cdot 1043,45 \cdot 10^2}$$

$$\delta_{Bx} = 79,5 \text{ mm}$$

EXERCICE 4 : Etude d'une panne continue

4-2 / En développant la méthode des rotations, déterminer 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 ω_1 et ω_2 .

→ Equilibre du nœud 1

$$-M_{12} + \frac{2qL^2}{25} = 0$$

$$M_{12} = M_{12}^0 + \frac{4EI}{L} \omega_1 + \frac{2EI}{L} \omega_2$$

$$M_{12}^0 = \frac{qL^2}{12}$$

$$M_{12} = \frac{qL^2}{12} + \frac{4EI}{L} \omega_1 + \frac{2EI}{L} \omega_2$$

$$\frac{qL^2}{12} - \frac{4EI}{L} \omega_1 - \frac{2EI}{L} \omega_2 + \frac{2qL^2}{25} = 0 \quad (\text{équation 1})$$

→ Equilibre du nœud 2

$$-M_{21} - M_{23} = 0$$

$$M_{21} = M_{21}^0 + \frac{4EI}{L} \omega_2 + \frac{2EI}{L} \omega_1$$

$$M_{21}^0 = -\frac{qL^2}{12} \Rightarrow M_{21} = -\frac{qL^2}{12} + \frac{4EI}{L} \omega_2 + \frac{2EI}{L} \omega_1$$

$$M_{23} = M_{23}^0 + \frac{4EI}{L} \omega_2 + \frac{2EI}{L} \omega_3 \text{ avec } \omega_3 = 0$$

$$M_{23}^0 = \frac{qL^2}{12} \Rightarrow M_{23} = \frac{qL^2}{12} + \frac{4EI}{L} \omega_2$$

$$\frac{qL^2}{12} - \frac{4EI}{L} \omega_2 - \frac{2EI}{L} \omega_1 - \frac{qL^2}{12} - \frac{4EI}{L} \omega_2 = 0$$

$$-8\omega_2 - 2\omega_1 = 0 \Rightarrow \omega_1 = -4\omega_2 \quad (\text{équation 2})$$

Eléments de corrigé

$$-\frac{qL^2}{12} - \frac{4EI}{L}\omega_1 - \frac{2EI}{L}\omega_2 + \frac{2qL^2}{25} = 0 \quad (\text{équation 1})$$

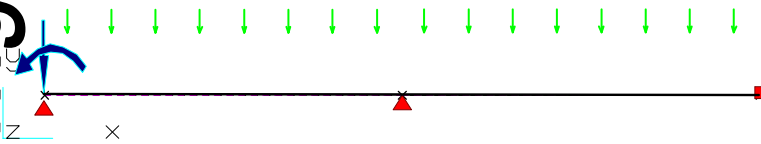
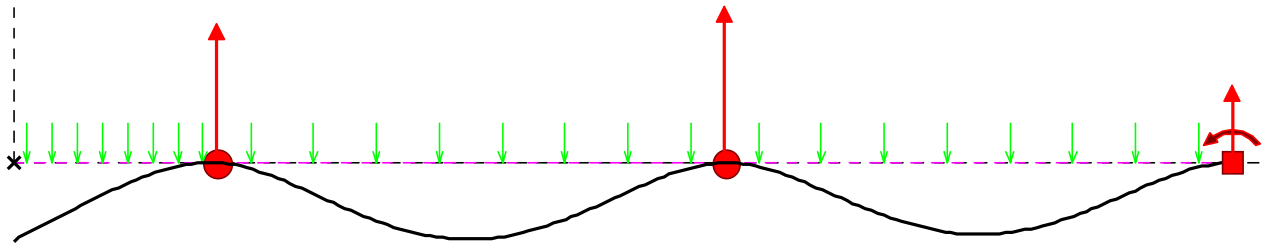
$$-\frac{25qL^2}{300} + \frac{16EI}{L}\omega_2 - \frac{2EI}{L}\omega_2 + \frac{24qL^2}{300} = 0$$

$$\frac{14EI}{L}\omega_2 = \frac{qL^2}{300}$$

$$\omega_2 = \frac{qL^3}{14g300gEI}$$

$$\text{AN: } \omega_2 = \frac{6.(4.10^3)}{14g300g21.10^4g71.10^4} \quad \omega_2 = 0,0002546 \text{ rad}$$

Cas de charges 2



4.3 / Calculer les moments aux extrémités des poutres et tracer le diagramme de $M(x)$.

équilibre des noeuds

$$M_{12} + \frac{2qL^2}{25} = 0 \quad (1)$$

$$-M_{21} - M_{23} = 0 \quad (2)$$

$$M_{32} - M_3 = 0 \quad (3)$$

$$M_{12} = -\frac{2qL^2}{25}$$

$$M_{21} = -\frac{qL^2}{12} + \frac{4EI}{L} \frac{qL^3}{4200EI} - \frac{2EI}{L} \frac{qL^3}{1050EI} = -\frac{177qL^2}{2100}$$

$$M_{23} = \frac{177qL^2}{2100}$$

$$M_{32} = -\frac{qL^2}{12} + \frac{2EI}{L} \frac{qL^3}{4200EI} = -\frac{174qL^2}{2100}$$

$$M_3 = \frac{174qL^2}{2100}$$

Eléments de corrigé

4-4 / Calculer les réactions aux appuis 1, 2, 3.

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

$$T_{Yij} = -\frac{M_{ij} + M_{ji}}{L} + t_{Yij}$$

Tronçon 12

$$\begin{aligned} T_{Y12} &= -\frac{M_{12} + M_{21}}{L} + t_{Y12} = -R_{1y} \\ &= -\frac{2qL}{25} + \frac{177qL}{2100} - \frac{2qL}{5} - \frac{qL}{2} = -R_{1y} = \frac{1881qL}{2100} = 2149.7daN \\ R_{1y} &= \frac{1881qL}{2100} = 2149.7daN \end{aligned}$$

Tronçon 23

$$\begin{aligned} T_{Y23} &= -\frac{M_{23} + M_{32}}{L} + t_{Y23} = -R_{1y} - R_{2y} \\ &= \frac{(-177 + 174)qL}{2100} - \frac{2qL}{5} - qL - \frac{qL}{2} = -\frac{1881qL}{2100} - R_{2y} \\ R_{2y} &= -\frac{2112qL}{2100} = 2413.7daN \end{aligned}$$

Pour R_{3y} application du PFS
 $\sum F_{EXT} \cdot y = 0$

$$R_{3y} = +\frac{2qL}{5} + 2qL - \frac{1881qL}{2100} - \frac{1047qL}{2100} = 1196.6daN$$

$$M_3 = \frac{174qL^2}{2100}$$

Eléments de corrigé