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

EXERCICE 1 ÉTUDE DE LA STABILITÉ DE LONG PAN

La stabilité de long pan étudiée est celle de la **file** 1 schématisée par la **figure 1-a** et la **figure 1-b.**

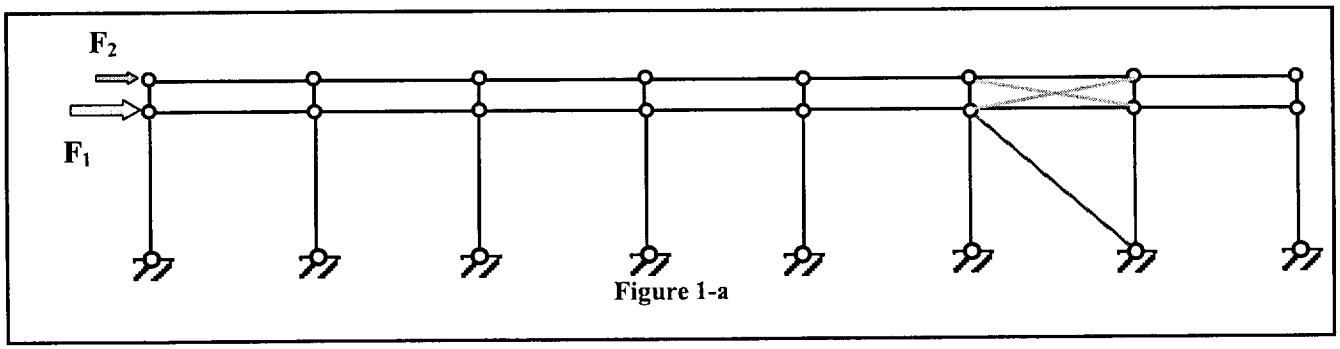


Figure 1-a

Les caractéristiques des sections droites sont les suivantes :

Barre AB, BC, DE, EF :
Rectangle creux - [80 x 40 x 3,2] en mm
Aire = 7,221 cm2
Moments quadratiques : IY = 19,127 cm4
IZ = 58,078 cm4

Barre CD, BE, :
Carré creux – c = 40.0 mm e = 3,2 mm
Aire = 4,661 cm2
Moments quadratiques : IY = 10.438 cm4 -
IZ = 10.438 cm4

Buton BF :
Rond creux – d = 76,1 mm e = 2,9 mm
Aire = 6,669 cm2
Moments quadratiques : IY = 44,738 cm4
IZ = 44,738 cm4

Barre BD, CE :
Rond creux – d =26,9 mm e=2,3 mm
Aire = 1,778 cm2
Moments quadratiques : IY = 1,356 cm4
IZ = 1,356 cm4

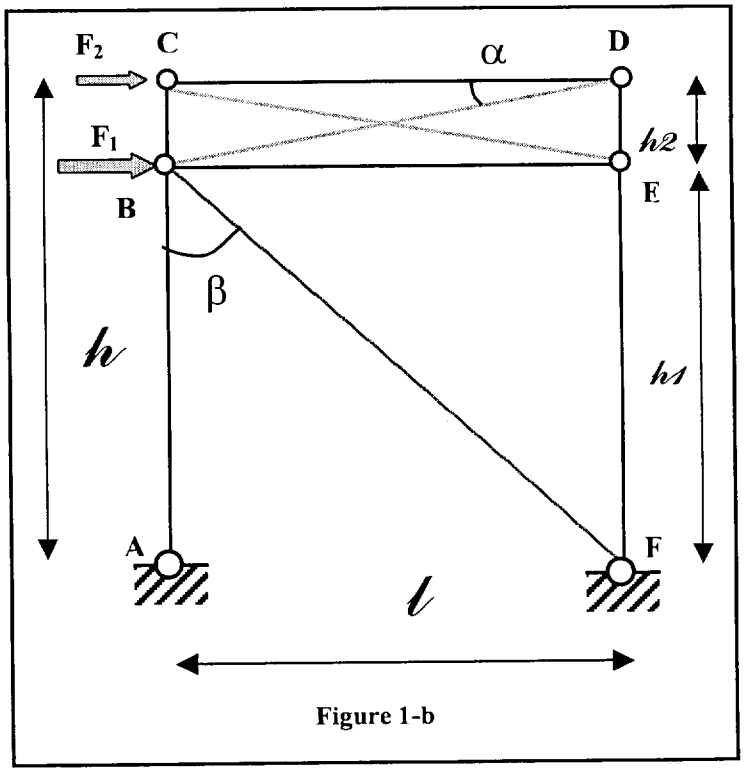


Figure 1-b

Données numériques :

$F_1 = 1250$ daN	$F_2 = 225$ daN	$l = 4$ m
$h = 4,15$ m	$h_1 = 3,4$ m	$h_2 = 0,75$ m
$\alpha = 10,62°$	$\beta = 49,635°$	

TRAVAIL DEMANDÉ :

1-1 : Déterminer le degré d'hyperstatisme de la structure figure 1-b ?

Pour ce qui suit, on néglige la barre de contreventement **CE** de la croix de S^t André.

1-2 : Quelle en est la conséquence sur l'hyperstatisme de la structure figure 1-b ?

1-3 : Calculer les efforts dans toutes les barres en précisant si elles sont en compression ou en traction. Indiquer les résultats dans le tableau du doc. DR1.

1-4 : Calculer les actions aux appuis.

1-5 : Calculer le déplacement horizontal du nœud D à l'aide du tableau sur doc. DR1.
Détailler méthode et calculs sur copie.

EXERCICE 2 ÉTUDE DE LA TRAVERSE PORTIQUE – PILOTIS

L' étude ci dessous porte sur la traverse portique pilotis de la file B

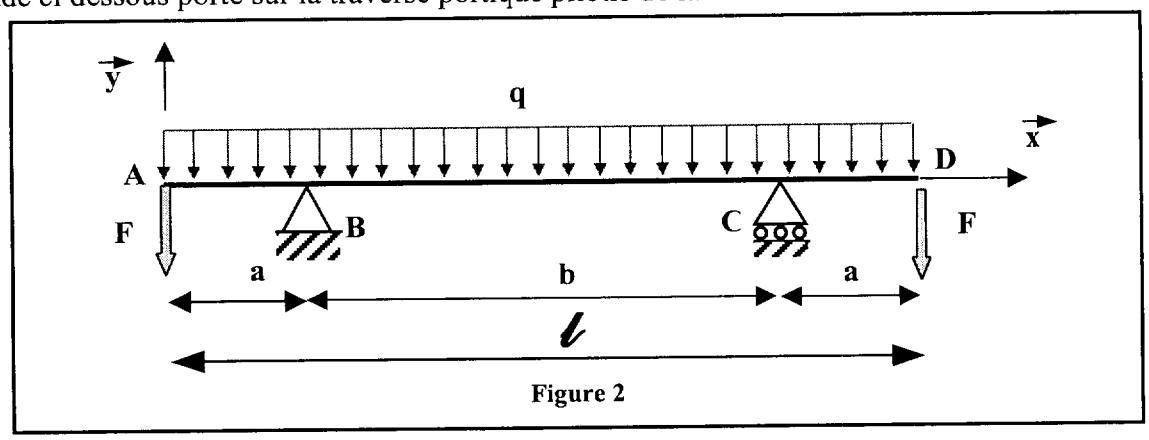


Figure 2

Cette traverse est constitué d'un **IPE 300** et est soumise à une charge répartie q..

Données numériques : **F = 10 kN** **q = 10 kN / m**

ℓ = 10 m **a = 1.5 m** **b = 7 m**

Section droite

IPE – 300 en acier S235.
Aire = 53.812 cm2
Moments quadratiques : IY = 604 cm4 - IZ = 8356. cm4

TRAVAIL DEMANDÉ :

2-1 : Calculer les actions aux appuis

2-2 Effort tranchant.

221 : Etablir les équations de l'effort tranchant V (x) dans le repère (A, x, y).

222 : Tracer le graphe en indiquant les valeurs numériques pour les points caractéristiques.
échelles : force : 1cm = 10 kN longueur : 1 cm = 1m

remarque : On veillera si possible à faire correspondre l'axe des x pour les graphes V(x) et M(x).

231 : Etablir les équations du moment fléchissant M (x) dans le repère (A, x, y).

232 : Tracer le graphe en indiquant les valeurs numériques pour les points caractéristiques.
échelles : moment : 1cm = 10 kN .m longueur : 1 cm = 1m

2-4 : En déduire la valeur maximale de la contrainte normale de flexion dans la barre : σmax

2-5 : La barre est-elle vérifiée en résistance en élasticité ?

EXERCICE 3 ÉTUDE DES PORTIQUES TREILLIS

L'objectif est de déterminer les actions de liaisons entre le treillis et la poutre en IPE 300 du plancher.

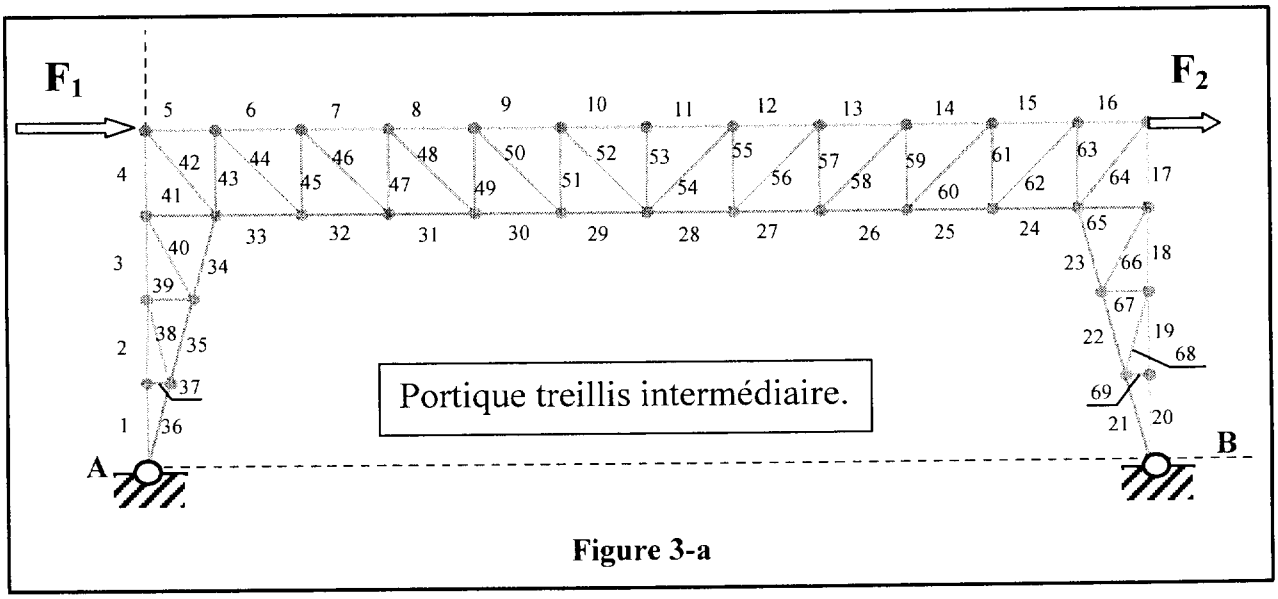


Figure 3-a

hypothèses :

le treillis est articulé sur la poutre IPE aux nœuds A et B, toutes les barres sont articulées entre elles.

données numériques :

Les charges considérées sont $\mathbf{F_1 = 1200\ daN}$ et $\mathbf{F2 = 200\ daN}$.

Les sections des différentes barres sont les suivantes :

Barres 1 à 20 tube rectangulaire 80 x 40 x 3.2	$\mathbf{S_1 = 722.1\ mm^2}$
Barres 21 à 36 + 41+ 65 tube rectangulaire 75 x 35 x 3.2	$\mathbf{S_2 = 626.1\ mm^2}$
Barres 37 à 69 tube carré 40 x 40 x 2.5	$\mathbf{S_3 = 385.7\ mm^2}$

TRAVAIL DEMANDÉ :

3-1 : Quel est le degré d'hyperstatisme de la structure ?

3-2 : Calcul des actions aux appuis A et B.

321 : Calculer l'action d'appui en A en isolant le poteau de portique défini sur la figure 3b du doc. réponse DR2. Les sollicitations dans les barres 5, 33 et 43 sont données dans le tableau du doc. réponse DR2.

322 : Calculer l'action d'appui en B.

3-3 : Calculer les sollicitations dans les barres du poteau figure 3b.
Compléter le tableau du document réponse DR2

L longueur des barres en mm, S section en mm^2

Tableau 3-a

POUTRE	L mm	S mm^2	POUTRE	L	S mm^2	POUTRE	L	S mm^2
1	850	722.1	24	860	626.1	47	850	385.7
2	850	722.1	25	860	626.1	48	1101	385.7
3	850	722.1	26	860	626.1	49	850	385.7
4	850	722.1	27	860	626.1	50	1101	385.7
5	700	722.1	28	860	626.1	51	850	385.7
6	860	722.1	29	860	626.1	52	1101	385.7
7	860	722.1	30	860	626.1	53	850	385.7
8	860	722.1	31	860	626.1	54	1101	385.7
9	860	722.1	32	860	626.1	55	850	385.7
10	860	722.1	33	860	626.1	56	1101	385.7
11	860	722.1	34	881.5	626.1	57	850	385.7
12	860	722.1	35	881.5	626.1	58	1101	385.7
13	860	722.1	36	881.5	626.1	59	850	385.7
14	860	722.1	37	233.33	385.7	60	1101	385.7
15	860	722.1	38	881.5	385.7	61	850	385.7
16	700	722.1	39	466.67	385.7	62	1101	385.7
17	850	722.1	40	969.68	385.7	63	850	385.7
18	850	722.1	41	700	626.1	64	1101	385.7
19	850	722.1	42	1101	385.7	65	700	626.1
20	850	722.1	43	850	385.7	66	969.68	385.7
21	881.5	626.1	44	1101	385.7	67	466.67	385.7
22	881.5	626.1	45	850	385.7	68	881.5	385.7
23	881.5	626.1	46	1101	385.7	69	233.33	385.7

EXERCICE 4 ÉTUDE DU PORTIQUE - PILOTIS

L' étude ci-dessous porte sur le portique pilotis de la file B

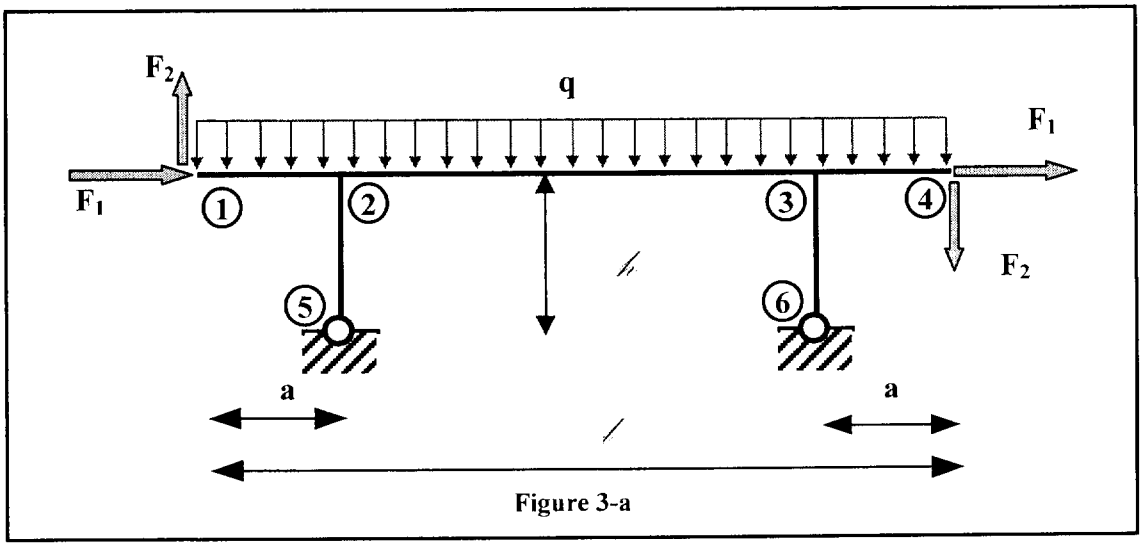


Figure 3-a

Ce portique est constitué d'une traverse en **IPE 300** et de deux pilotis en tube **Ø 273 x 5**.

Données numériques : $F_1 = 700$ daN $F_2 = 476$ daN $q = 1000$ daN / m

$\not{/} = 1{,}95$ m $/ = 10$ m $a = 1.84$ m

Sections droites

IPE – 300 Aire = 53.812 cm2

Moments quadratiques : IY = 603.778 cm4 - IZ = 8356.109 cm4

Rond creux – d=273.0 e=5.0 Aire = 42.097 cm2

Moments quadratiques : IY = 3780.815 cm4 - IZ = 3780.815 cm4

TRAVAIL DEMANDÉ :

4-1 : Quel est le degré d'hyperstatisme de la structure figure 3-a ?

4-2 : Décomposer la structure en une structure symétrique symétriquement chargée nommée **SSSC** et une structure symétrique antisymétriquement chargée nommée **SSAC.**

La réponse sera donnée sous forme de schéma.

4-3 : Étude de la structure symétrique symétriquement chargée nommée **SSSC**

- **431** : Résoudre le système par la méthode des forces(on gardera la structure complète). On choisira l'inconnue hyperstatique $\mathbf{X} = \mathbf{X_6}$

Les déformations dues à l'effort normal et à l'effort tranchant sont négligées.

- **432** : Dessiner la structure isolée en équilibre.

4-4 : Etude de la structure symétrique antisymétriquement chargée nommée **SSAC**

- **441** : Calculer les actions aux appuis dans la demi structure associée à SSAC.
- **442** : Dessiner la structure isolée en équilibre.

4-5 : On donne l'équilibre de la structure sur le document DR3.

Tracer sur ce même document le diagramme **M** du moment fléchissant.

DOCUMENT REPONSE DR1

question 1-3 :

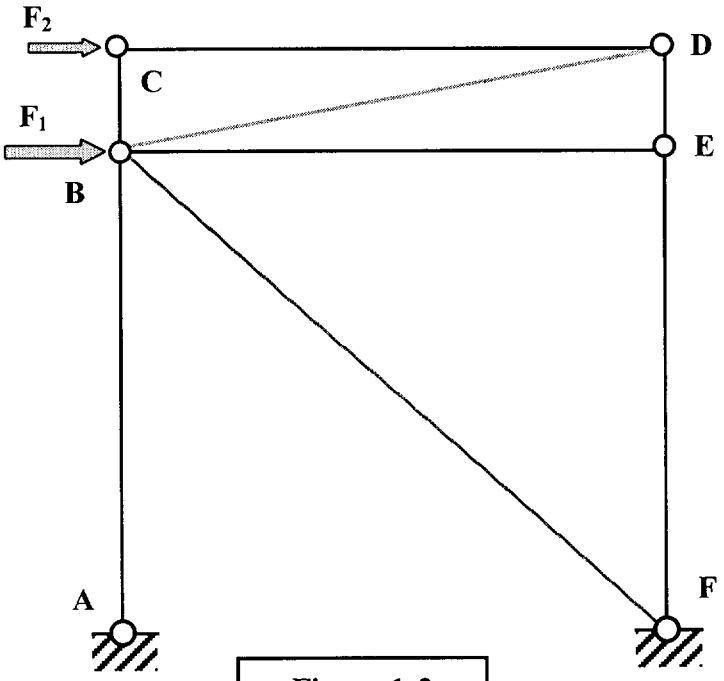


Figure 1-3

barre	Traction	Compression
AB		
BC		
CD		
DE		
EF		
BF		
BE		
BD		

question 1-5 : Déplacement horizontal du nœud D.

barre	N	n	l	S	
AB					
BC					
CD					
DE					
EF					
BF					
BE					
BD					

δ_{DX} = mm.

DOCUMENT REPONSE DR2

question 321 :

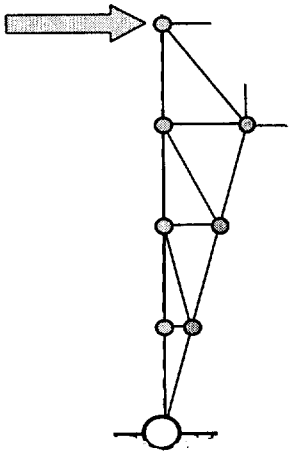


Figure 3-b

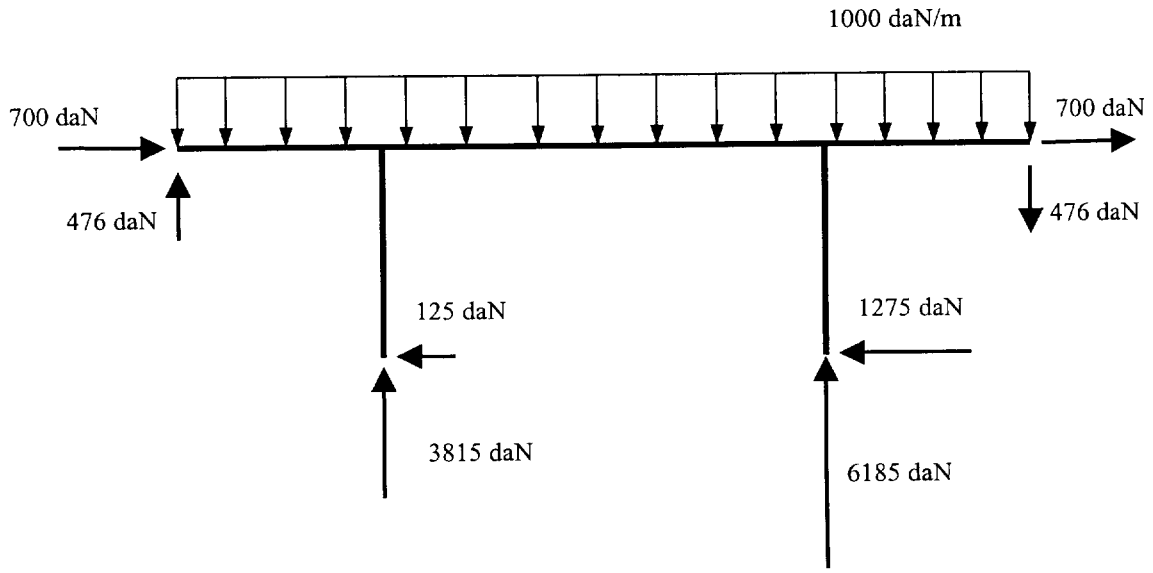
question 3-3 :

Tableau 3-b

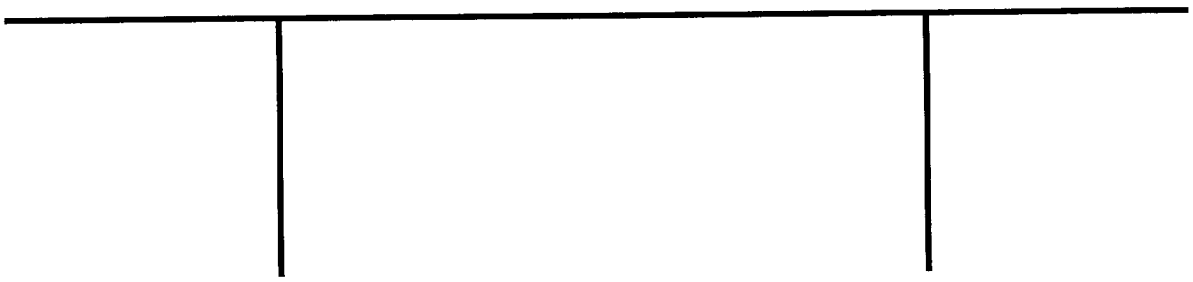
POUTRE	N daN	POUTRE	N daN	POUTRE	N daN	POUTRE	N daN
1		19	-476	37		55	-476
2		20	-476	38		56	677
3		21	-2754	39		57	-476
4		22	-2754	40		58	677
5	-2821	23	-2754	41		59	-476
6	-2339	24	-2524	42	2550	60	677
7	-1858	25	-2042	43	476	61	-476
8	-1376	26	-1561	44	-677	62	677
9	-895	27	-1079	45	476	63	-476
10	-413	28	-597	46	-677	64	-2823
11	-413	29	366	47	476	65	
12	-2118	30	847	48	-677	66	
13	-1637	31	1329	49	476	67	
14	-1155	32	1810	50	-677	68	
15	-674	33	2292	51	476	69	
16	-192	34		52	-677		
17	-476	35		53	0		
18	-476	36		54	677		

DOCUMENT REPONSE DR3

question 4-5 : **Equilibre de la structure**

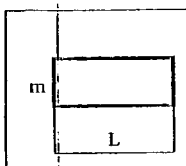
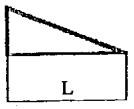
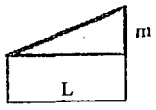
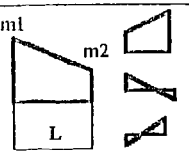
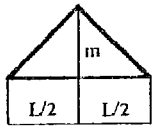
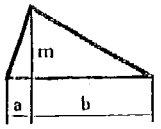
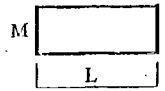
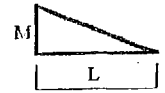
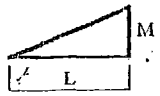
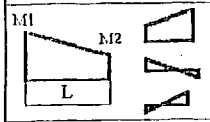
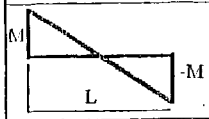
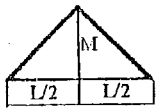
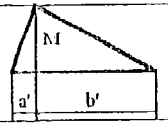


Graphe du moment fléchissant :



Intégrales de Mohr: valeurs de $\frac{1}{L}\int_0^L m.M.dx$

ne pas oublier de multiplier le résultat par $\frac{L}{E.I}$

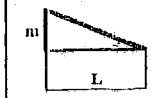
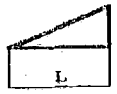
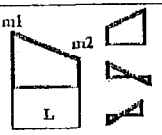
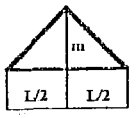
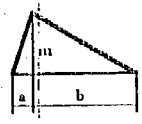
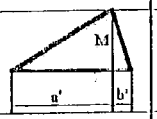
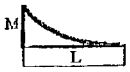
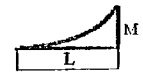
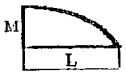
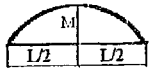
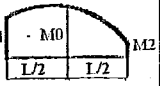
		A	B	C	D	E	F
							
1		m.M	$\frac{1}{2}$ m.M	$\frac{1}{2}$ m.M	$\frac{1}{2}$(m1+m2)M	$\frac{1}{2}$ m.M	$\frac{1}{2}$ m.M
2		$\frac{1}{2}$ m.M	$\frac{1}{3}$ m.M	$\frac{1}{6}$ m.M	$\frac{1}{6}$(2.m1+m2)M	$\frac{1}{4}$ m.M	$\frac{1}{6}$ m.M $(1+\frac{b}{L})$
3		$\frac{1}{2}$ m.M	$\frac{1}{6}$ m.M	$\frac{1}{3}$ m.M	$\frac{1}{6}$ (m1+2.m2)M	$\frac{1}{4}$ m.M	$\frac{1}{6}$ m.M $(1+\frac{a}{L})$
4		$\frac{1}{2}$(M1+M2)m	$\frac{1}{6}$ (2.M1+M2)m	$\frac{1}{6}$ (M1+2.M2)m	$\frac{1}{6}$(2.m1.M1+m1.M2 +m2.M1+2.m2.M2)	$\frac{1}{4}$(M1+M2)m	$\frac{1}{6}$ m.[M1$(1+\frac{b}{L})$ +M2$(1+\frac{a}{L})$]
5		0	$\frac{1}{6}$ m.M	$-\frac{1}{6}$ m.M	$\frac{1}{6}$(m1-m2)M	0	$\frac{1}{6}$ m.M$(1-2\frac{a}{L})$
6		$\frac{1}{2}$ m.M	$\frac{1}{4}$ m.M	$\frac{1}{4}$ m.M	$\frac{1}{4}$(m1+m2)M	$\frac{1}{3}$ m.M	**a < b :** $\frac{1}{12}$ m.M$\frac{3L^2-4a^2}{bL}$
7		$\frac{1}{2}$ m.M	$\frac{1}{6}$ m.M $(1+\frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6}$ m.M $(1+\frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6}$ M[m1$(1+\frac{b'}{L})$ + m2$(1+\frac{a'}{L})$]	**a' < b' :** $\frac{1}{12}$ m.M$\frac{3L^2-4a'^2}{b'.L}$	**a ≥ a' :** $\frac{m.M}{6}[2-\frac{(a-a')^2}{a.b'}]$

ANNEXE 1

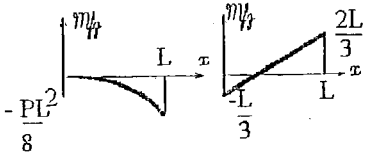
CMMECA

Intégrales de Mohr: valeurs de $\frac{1}{L}\int_0^L m.M.dx$

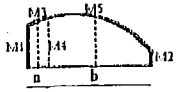
ne pas oublier de multiplier le résultat par $\frac{L}{E.I}$

		A	B	C	D	E	F
							
8		$\frac{1}{2}$ m.M	$\frac{1}{6}$ m.M $(1+\frac{b'}{L})$	$\frac{1}{6}$ m.M $(1+\frac{a'}{L})$	$\frac{1}{6}$ M $[m1(1+\frac{b'}{L})$ $+m2(1+\frac{a'}{L})]$	a' ≥ b' ; $\frac{1}{12}$ m.M $\frac{3L^2-4b'^2}{a'.L}$	a' ≥ a ; $\frac{m.M}{6}[2-\frac{(a'-a)^2}{a'.b}]$
9		$\frac{1}{3}$ m.M	$\frac{1}{4}$ m.M	$\frac{1}{12}$ m.M	$\frac{1}{12}$M.(3m1 + m2)	$\frac{7}{48}$ m.M	$\frac{mM}{12}[1+(\frac{b}{L})+(\frac{b}{L})^2]$
10		$\frac{1}{3}$ m.M	$\frac{1}{12}$ m.M	$\frac{1}{4}$ m.M	$\frac{1}{12}$M.(m1 + 3m2)	$\frac{7}{48}$ m.M	$\frac{mM}{12}[1+(\frac{a}{L})+(\frac{a}{L})^2]$
11		$\frac{2}{3}$ m.M	$\frac{5}{12}$ m.M	$\frac{1}{4}$ m.M	$\frac{1}{12}$M.(5m1 +3m2	$\frac{17}{48}$ m.M	$\frac{mM}{12}[5-(\frac{a}{L})-(\frac{a}{L})^2]$
12		$\frac{2}{3}$ m.M	$\frac{1}{4}$ m.M	$\frac{5}{12}$ m.M	$\frac{1}{12}$M.(3m1 +5m2	$\frac{17}{48}$ m.M	$\frac{mM}{12}[5-(\frac{b}{L})-(\frac{b}{L})^2]$
13		$\frac{2}{3}$ m.M	$\frac{1}{3}$ m.M	$\frac{1}{3}$ m.M	$\frac{1}{3}$M.(m1 + m2)	$\frac{5}{12}$ m.M	$\frac{mM}{3}[1+(\frac{a}{L})-(\frac{a}{L})^2]$
14		$\frac{1}{6}$m.(M1+4M0+M2)	$\frac{1}{6}$m.(M1+2 M0)	$\frac{1}{6}$m.(M2+2 M0)	$\frac{1}{6}$[m1M1+m2M2 +2(m1+m2)M0]	$\frac{m}{24}$(M1+10M0+M2)	$\frac{mL}{6}[M4+\frac{2}{L}(aM3+bM5)]$

dans les formules les valeurs de m et M sont à reporter en valeur algébrique



$\lambda = \frac{1}{12}(-\frac{PL^2}{8})[(-\frac{L}{3})+3.(\frac{2L}{3})]\frac{L}{E.I}$



ANNEXE 2

CMMECA

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.