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

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

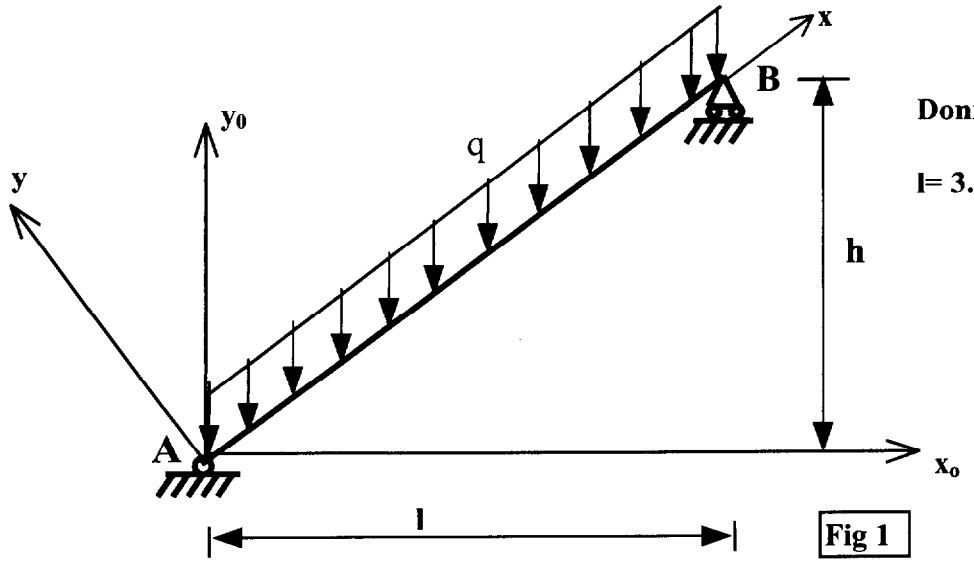
Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

<u>Remarque</u> : les parties peuvent être traitées séparément.

1) ETUDE D'UN ESCALIER

L'étude porte sur un escalier destiné à la communication entre RDC et plancher supérieur, situé entre les files C et D. Le schéma mécanique retenu tient compte des conditions aux limites imposées par la conception technologique : la poutre est articulée à sa base en A et repose sur un appui simple vertical au point B. **(voir figure 1)**

La poutre est uniformément chargée par une charge q verticale.



Données numériques :

l= 3.50m h=2.60 m

Fig 1

<u>Travail demandé</u> :

1.1) Déterminer l'expression littérale des réactions d'appuis en fonction de q dans le repère global (A, x0 , y0)

1.2) **Etude des sollicitations : q = 2,6 kN/m**
Déterminer les diagrammes d'Efforts Normaux N(x), d'Efforts Tranchants V(x) et de Moments Fléchissants M(x) dans le repère local de la poutre (A,x,y).

1.3) **Calcul de flèche : q = 1,8 kN/m**
Déterminer la flèche maximale de la poutre suivant y.

2) ETUDE DU CONTREVENTEMENT PAR PORTIQUE

La mise en place de fenêtres dans les trois travées AB, BC et CD du 1er niveau impose un contreventement par portique encastré en pied situé dans la 2ème travée.
Le schéma mécanique peut alors se résumer à une force ponctuelle F_1 due au vent en surpression, associée à une force ponctuelle F_2 due au vent en dépression. **(figure 2)**

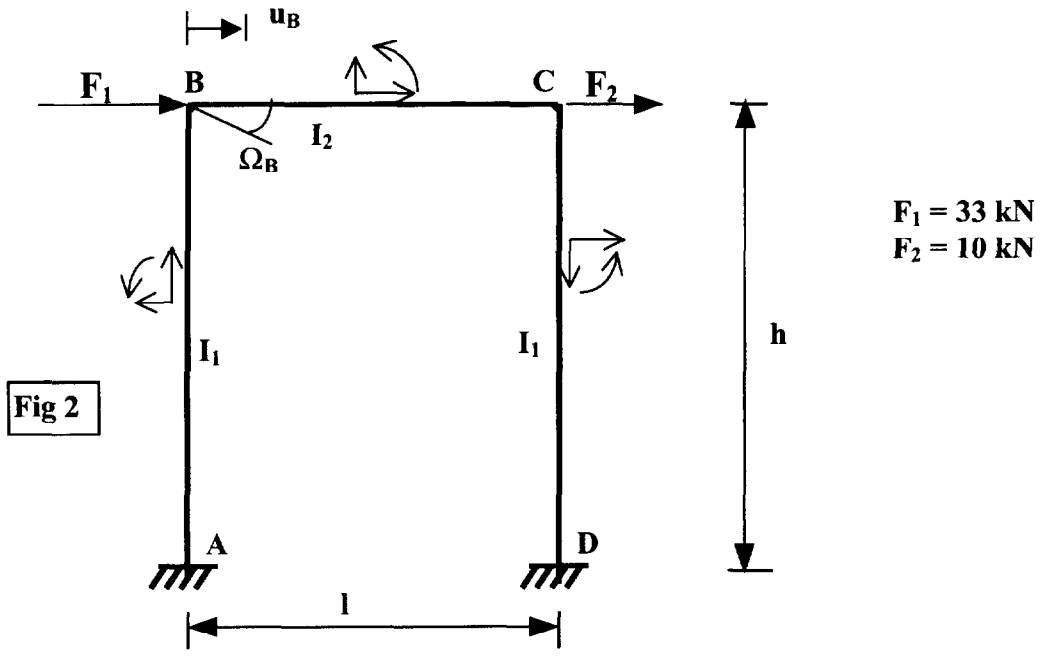


Fig 2

Travail demandé :

2.1) Donner le nombre de degrés de liberté de la structure .
Justifier l'hypothèse que $\Omega_B = \Omega_C$.
On conservera pour la suite les 2 inconnues cinématiques Ω_B et u_B.

2.2) Ecrire les équations de rigidité élémentaires de <u>toutes</u> les barres : M_{AB} , M_{BA} , M_{BC} , M_{CB} , M_{CD} , M_{DC}.

<u>Equations intrinsèques pour une barre i-j</u>

Les moments (action aux nœuds sur la barre) dans le repère local d'une barre i-j, fe longueur L, de moment quadratique I et supposée bi-encastrée sont :

$M_{ij}=\frac{4EI}{L}\omega_i+\frac{2EI}{L}\omega_j+\frac{6EI}{L}(v_i-v_j)+M_{ij}^0$ $M_{ji}=\frac{2EI}{L}\omega_i+\frac{4EI}{L}\omega_J-\frac{6EI}{L^2}(v_j-v_i)+M_{ji}^0$	ω_i et ω_j sont les rotations des nœuds i et j Vi et Vj sont les déplacements verticaux des nœuds i et j M_{ij}^0 et M_{ji}^0 sont les moments dus aux chargements extérieurs.

Dans le tableau des équations intrinsèques, **par convention**, les moments, les rotations et les déplacements verticaux sont donnés positifs dans les formules par rapport au repère local de la barre i-j

2.3) Ecrire l'équation d'équilibre du nœud B relative à Ω_B.
Ecrire l'équation d'équilibre relative à u_B.

2.4) Déduire des 2 équations d'équilibre de la question 2.3), le système d'équations en Ω_B et u_B de la structure.
Résoudre alors ce système.
Données numériques : l = 5 m h = 5.80 m F_1 = 33 kN F_2 = 10 kN
Montants AB,CD : HEA 340 suivant l'inertie forte
Traverse BC : IPE 360 suivant l'inertie forte

2.5) **On prendra pour la suite du problème : Ω_B = - 0.001222 rad u_B= 9.55 mm**
Le sens positif en rotation est le sens trigonométrique.
En déduire les réactions d'appuis et tracer le diagramme des moments fléchissants dans la structure.

3) INFLUENCE DU PLANCHER SUR LE PORTIQUE DU RDC

On se propose d'étudier le portique de la file 2 du RDC sous l'action du poids propre du plancher et de la surcharge sur ce plancher.
Le modèle mécanique retenu est donné à la **figure 3.**
On suppose que les montants ont même moment d'inertie I_2 (IPE 360) et les traverses ont même moment d'inertie I_1.(IPE 500).

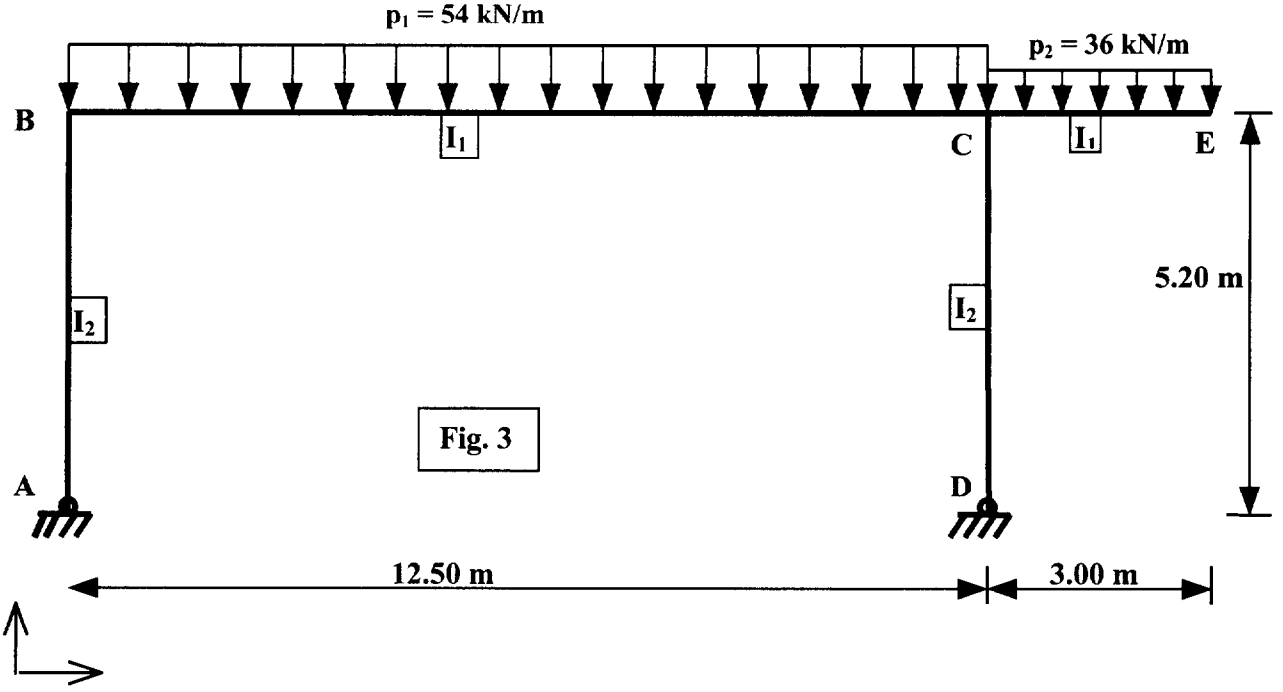


Fig. 3

Travail demandé :

On veut calculer les réactions d'appuis par la méthode des forces (ou des coupures). On impose comme système isostatique, le même système qu'en figure 3, en remplaçant la liaison rigide en C par l'articulation donnée sur la figure 4.
L'inconnue hyperstatique sera alors le moment dans la traverse au point C : M_C.notée X_1
(voir fig 4)

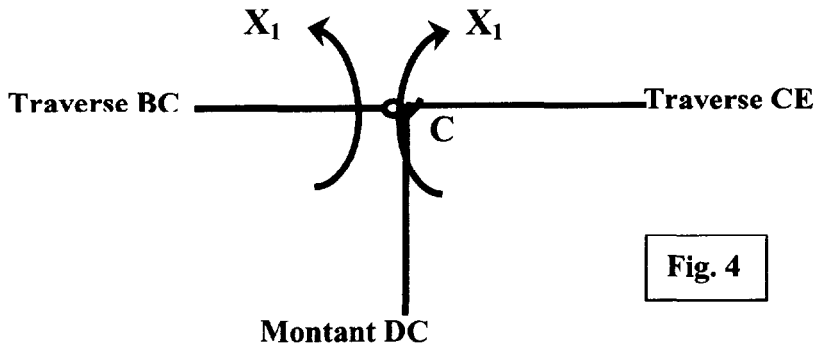


Fig. 4

On retient donc l'inconnue hyperstatique X_1 (moment en C dans la traverse BC).

3.1) Déterminer le degré d'hyperstaticité de la structure.

3.2) Effectuer le schéma de la structure isostatique associée **(S_0)** avec le chargement extérieur.
Tracer alors le diagramme des moments fléchissants de cette structure isostatique associée.

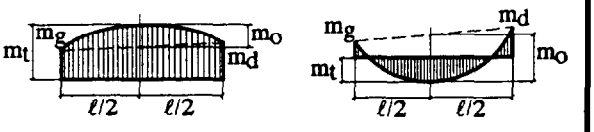
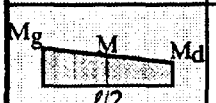
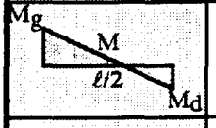
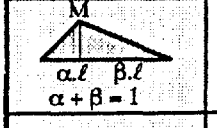
3.3) Tracer le diagramme des moments fléchissants de la structure **S_1 (Système auxiliaire)** chargée par un moment unitaire **$X_1 = 1$.**

3.4) En négligeant les déformations d'efforts tranchants et d'efforts normaux, calculer l'inconnue hyperstatique à l'aide des tableaux d'intégrales de Mohr données en **annexes 1 et 2.**
En déduire la valeur des réactions d'appuis.

3.5) Tracer les diagrammes de moments fléchissants, efforts tranchants et efforts normaux pour le chargement étudié.

INTÉGRALES DE MOHR résultat x ℓ/EI	m m	m_g m_d	m_g m_d	m_g	m_d	m $\alpha.\ell$ $\beta.\ell$ $\alpha+\beta=1$	m_g	m_d	m_g	m_d	m
M M	M.m	1/2 M.(m_g+m_d)	1/2 M.(m_g+m_d)	1/2 M.m_g	1/2 M.m_d	1/2 M.m	1/3 M.m_g	1/3 M.m_d	2/3 M.m_g	2/3 M.m_d	2/3 M.m
M_g M_d	1/2 m.(M_g+M_d)	1/6 ($2M_g.m_g+M_g.m_d+M_d.m_g+2M_d.m_d$)	1/6 ($2M_g.m_g+M_g.m_d+M_d.m_g+2M_d.m_d$)	1/6 m_g.($2M_g+M_d$)	1/6 m_d.(M_g+2M_d)	1/6 m.[$M_g(1+\beta)+M_d(1+\alpha)$]	1/12 m_g.($3M_g+M_d$)	1/12 m_d.($3M_d+M_g$)	1/12 m_g.($5M_g+3M_d$)	1/12 m_d.($3M_g+5M_d$)	1/3 m.(M_g+M_d)
M_g M_d	1/2 m.(M_g+M_d)	1/6 ($2M_g.m_g+M_g.m_d+M_d.m_g+2M_d.m_d$)	1/6 ($2M_g.m_g+M_g.m_d+M_d.m_g+2M_d.m_d$)	1/6 m_g.($2M_g+M_d$)	1/6 m_d.(M_g+2M_d)	1/6 m.[$M_g(1+\beta)+M_d(1+\alpha)$]	1/12 m_g.($3M_g+M_d$)	1/12 m_d.($3M_d+M_g$)	1/12 m_g.($5M_g+3M_d$)	1/12 m_d.($3M_g+5M_d$)	1/3 m.(M_g+M_d)
M_g	1/2 M_g.m	1/6 M_g.($2m_g+m_d$)	1/6 M_g.($2m_g+m_d$)	1/3 $M_g.m_g$	1/6 $M_g.m_d$	1/6 M_g.m.($1+\beta$)	1/4 $M_g.m_g$	1/12 $M_g.m_d$	5/12 $M_g.m_g$	1/4 $M_g.m_d$	1/3 M_g.m
M_d	1/2 M_d.m	1/6 M_d.(m_g+2m_d)	1/6 M_d.(m_g+2m_d)	1/6 $M_d.m_g$	1/3 $M_d.m_d$	1/6 M_d.m.($1+\alpha$)	1/12 $M_d.m_g$	1/4 $M_d.m_d$	1/4 $M_d.m_g$	5/12 $M_d.m_d$	1/3 M_d.m
M $\alpha.\ell$ $\beta.\ell$ $\alpha+\beta=1$	1/2 M.m	1/6 M.[$m_g(1+\beta)+m_d(1+\alpha)$]	1/6 M.[$m_g(1+\beta)+m_d(1+\alpha)$]	1/6 M.m_g.($1+\beta$)	1/6 M.m_d.($1+\alpha$)	1/3 M.m	1/12 M.m_g.($1+\beta+\beta^2$)	1/12 M.m_d.($1+\alpha+\alpha^2$)	1/12 M.m_g.($5-\alpha-\alpha^2$)	1/12 M.m_d.($5-\beta-\beta^2$)	1/3 M.m.($1+\alpha\beta$)
M_g	1/3 M_g.m	1/12 M_g.($3m_g+m_d$)	1/12 M_g.($3m_g+m_d$)	1/4 $M_g.m_g$	1/12 $M_g.m_d$	1/12 M_g.m.($1+\beta+\beta^2$)	1/5 $M_g.m_g$	1/30 $M_g.m_d$	3/10 $M_g.m_g$	2/15 $M_g.m_d$	1/5 M_g.m
M_d	1/3 M_d.m	1/12 M_d.(m_g+3m_d)	1/12 M_d.(m_g+3m_d)	1/12 $M_d.m_g$	1/4 $M_d.m_d$	1/12 M_d.m.($1+\alpha+\alpha^2$)	1/30 $M_d.m_g$	1/5 $M_d.m_d$	2/15 $M_d.m_g$	3/10 $M_d.m_d$	1/5 M_d.m
M_g	2/3 M_g.m	1/12 M_g.($5m_g+3m_d$)	1/12 M_g.($5m_g+3m_d$)	5/12 $M_g.m_g$	1/4 $M_g.m_d$	1/12 M_g.m.($5-\alpha-\alpha^2$)	3/10 $M_g.m_g$	2/15 $M_g.m_d$	8/15 $M_g.m_g$	11/30 $M_g.m_d$	7/15 M_g.m
M_d	2/3 M_d.m	1/12 Md($3m_g+5m_d$)	1/12 M_d($3m_g+5m_d$)	1/4 $M_d.m_g$	5/12 $M_d.m_d$	1/12 M_d.m.($5-\beta-\beta^2$)	2/15 $M_d.m_g$	3/10 $M_d.m_d$	11/30 $M_d.m_g$	8/15 $M_d.m_d$	7/15 M_d.m
M	2/3 M.m	1/3 M(m_g+m_d)	1/3 M(m_g+m_d)	1/3 M.m_g	1/3 M.m_d	1/3 M.m.($1+\alpha\beta$)	1/5 M.m_g	1/5 M.m_d	7/15 M.mg	7/15 M.m_d	8/15 M.m

Annexe n° 2

INTÉGRALES DE MOHR résultat x ℓ/EI	$\frac{1}{\ell}\int M^2.dx$	
	M^2	$1/6\ M(m_g + 4m_t + m_d)$
	$1/3\ (M_g^2 + M_g.M_d + M_d^2)$	$1/6\ (M_g.m_g + 4M.m_t + M_d.m_d)$
	$1/3\ (M_g^2 + M_g.M_d + M_d^2)$	$1/6\ (M_g.m_g + 4M.m_t + M_d.m_d)$
	$1/3\ M_g^2$	$1/6\ M_g(m_g + 2m_t)$
	$1/3\ M_d^2$	$1/6\ M_d(2m_t + m_d)$
	$1/3\ M^2$	Dans le cas particulier:  $1/24\ M(m_g + 10m_t + m_d)$
	$1/5\ M_g^2$	$1/60\ M_g[5(3m_g + m_d) + 12m_o]$
	$1/5\ M_d^2$	$1/60\ M_d[5(m_g + 3m_d) + 12m_o]$
	$8/15\ M_g^2$	$1/60\ M_g[5(5m_g + 3m_d) + 28m_o]$ ou $1/60\ M_g(11m_g + m_d + 28m_t)$
	$8/15\ M_d^2$	$1/60\ M_d[5(3m_g + 5m_d) + 28m_o]$ ou $1/60\ M_d(m_g + 11m_d + 28m_t)$
	$8/15\ M^2$	$1/15\ M[5(m_g + m_d) + 8m_o]$

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.