BTS CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES | SESSION 2001

E4 : ANALYSE ET CALCUL DES STRUCTURES

Durée : 8 heures | **Coefficient : 6**

Sous-épreuve : MÉCANIQUE

(unité U 41)

Durée : 4 heures | **Coefficient : 3**

Le dossier technique d'étude est commun aux épreuves E4 et E5

Composition du dossier :

- Dossier technique d'étude. Présentation : pages 1/2 et 2/2
  Documentation : pages doc 1/11 à 11/11
- Sujet : pages 1/6 à 6/6
- Annexe : tableau des intégrales de Mohr

Matériels et documents autorisés :

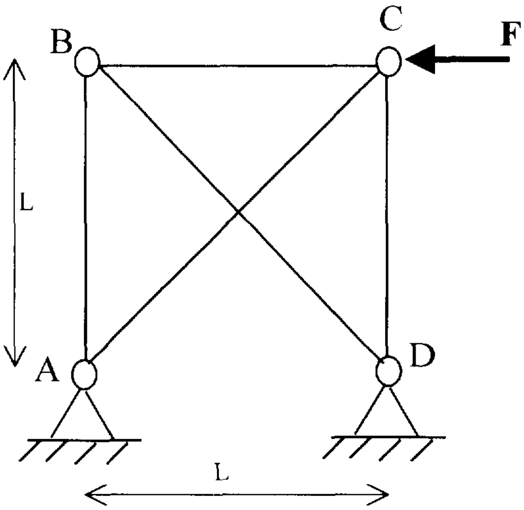
- Calculatrice conforme aux normes en vigueur
- Catalogue de profilés du commerce
- Règlements CM 66 Additif 80
- Règlements NV 65 et N 84 modifié 95
- Normes AFNOR (construction métallique)

Pour toute l'épreuve de mécanique,
les caractéristiques des profilés utilisés sont
E, pour le module de Young et I, pour l'inertie.

QUESTION N°1

ÉTUDE D'UNE PALÉE DE STABILITÉ

Sous l'action du vent, on a le schéma mécanique suivant :



1.1/ En négligeant la barre AC, déterminer les actions de contact en A et D.

1.2/ Calculer les efforts dans toutes les barres et tracer le diagramme de N.

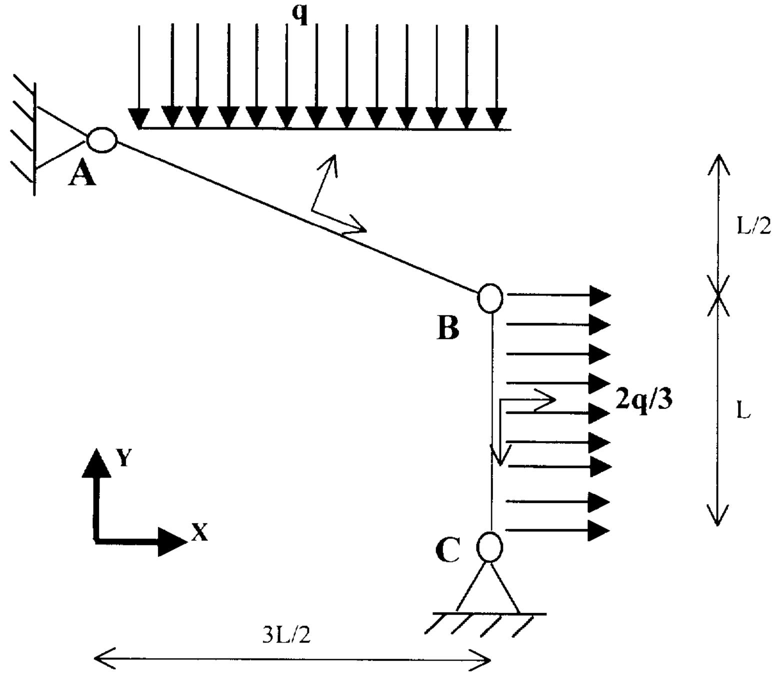
1.3/ Déterminer le déplacement horizontal en B.

barres	section
AB, CD	4A
BC	2A
BD	A

QUESTION N°2

A/ ÉTUDE DE L'APPENTIS ARTICULÉ EN B

Sous l'action de la neige et du vent, on a le schéma mécanique suivant :



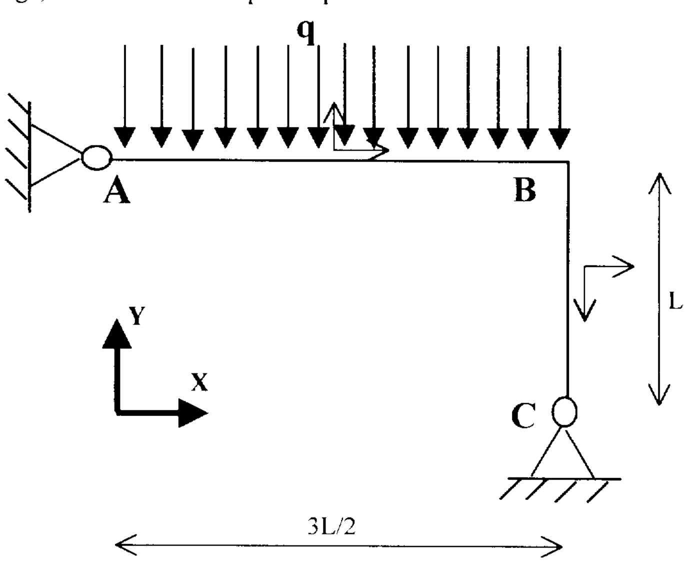
2.1.A/ Déterminer le degré d'hyperstaticité du système.

2.2.A/ Montrer que les actions de contact en A et en C valent : $X_A = -qL/3$ $X_C = -qL/3$
$Y_A = 31qL/36$ $Y_C = 23qL/36$

2.3.A/ Tracer les diagrammes N, V, M.

B/ ÉTUDE DE L'APPENTIS ENCASTRÉ EN B

On envisage un encastrement en B.
On utilisera, dans le cas de la neige, le schéma mécanique simplifié suivant :



2.1.B/ Déterminer le degré d'hyperstaticité du système.

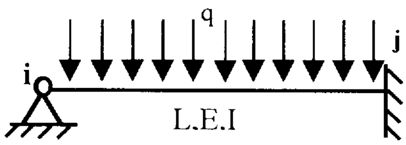
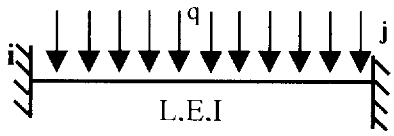
2.2.B/ En appliquant la méthode des déplacements, déterminer les moments Mij exercés par les nœuds sur les barres.
On fera l'hypothèse simplificatrice de longueur invariable des barres.

On donne :

	
$M_{ij} = 0$ **$M_{ji} = m_{ji}° + (3EI/L)\,\omega_j$**	**$M_{ij} = m_{ij}° + (4EI/L)\,\omega_i + (2EI/L)\,\omega_j$** **$M_{ji} = m_{ji}° + (2EI/L)\,\omega_i + (4EI/L)\,\omega_j$**

$m_{ij}°$: moment exercé par le nœud i sur la barre (ij) soumise au chargement seulement :

$m_{ji}°$: moment exercé par le nœud j sur la barre (ij) soumise au chargement seulement :

	
$m_{ji}° = -qL^2/8$	**$m_{ij}° = qL^2/12$** **$m_{ji}° = -qL^2/12$**

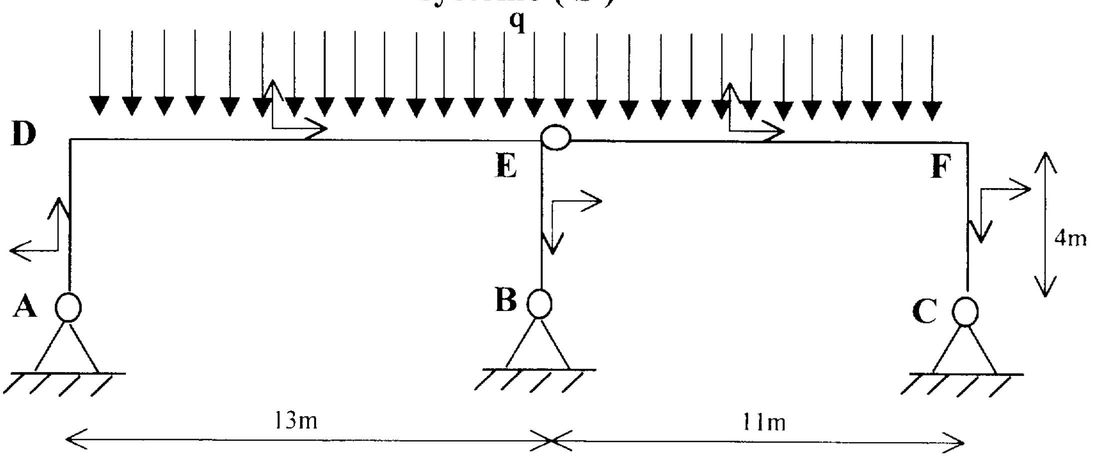
2.3.B/ Tracer les digrammes N, V, M et en déduire les réactions aux appuis.

QUESTION N°3

ÉTUDE DE LA STRUCTURE COMPLÈTE

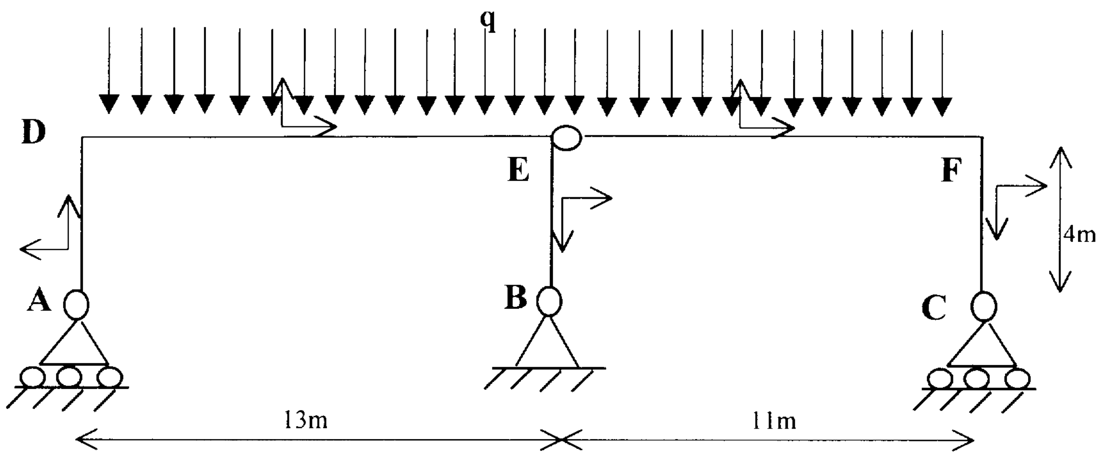
Dans cette partie, on négligera les déformations dues à l'effort tranchant et à l'effort normal.
Sous l'action de la neige et du poids propre, le schéma mécanique simplifié de la structure devient :

système (S)



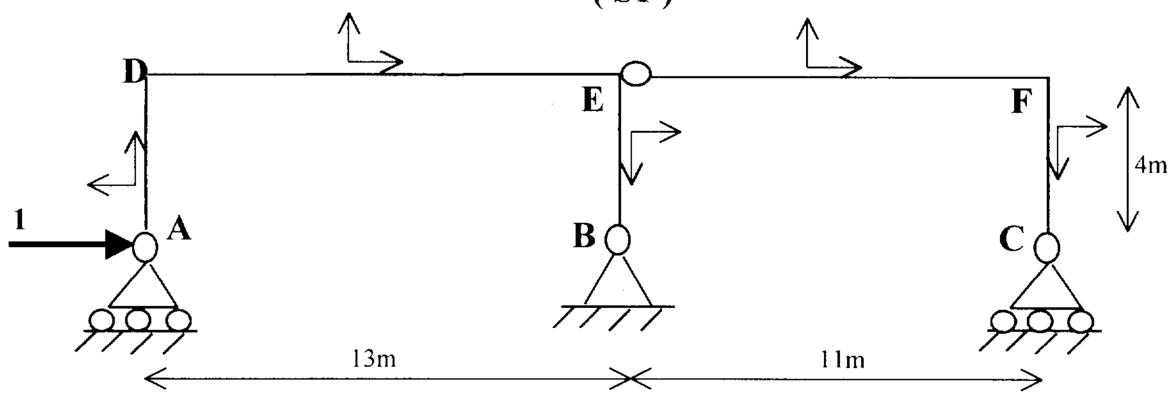
On prendra **q=400 daN/ml**.

Pour la détermination des inconnues hyperstatiques de liaison, on utilisera le système isostatique associé **(S0)** suivant :

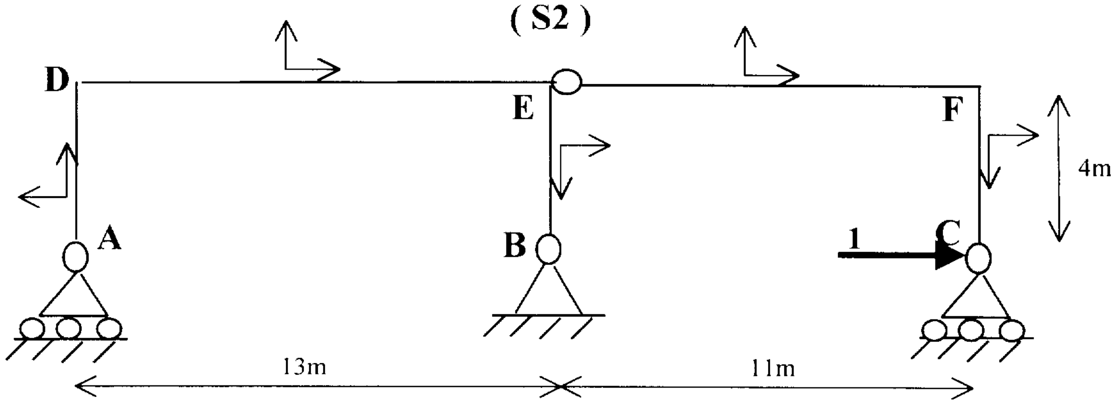


On utilisera, de même, les systèmes complémentaires (S1) et (S2) suivants :

(S1)



(S2)



3.1/ Déterminer le degré d'hyperstaticité de (S).

3.2/ Soient X_A et X_C, les inconnues hyperstatiques choisies, montrer que le système (S) peut se mettre en équation sous la forme :

$$S = S0 + X_A\ S1 + X_C S2$$

$$+$$

$$X_A \delta_{11} + X_C \delta_{12} = -\Delta_{10}$$

$$X_A \delta_{12} + X_C \delta_{22} = -\Delta_{20}$$

Δ_{10} : déplacement en A dans le système (S0)

Δ_{20} : déplacement en C dans le système (S0)

$$\delta_{ij} = \int (MiMj / EI)dx$$

3.3/ Tracer les diagrammes de M pour (S0), (S1) et (S2). En déduire les inconnues hyperstatiques X_A et X_C.

3.4/ Tracer les diagrammes V et M dans le système (S) pour les barres DE et BE. Déterminer la position des points remarquables et donner les valeurs correspondantes de V et M.

<u>Remarque</u> : ces dernières questions (3.3 et 3.4) seront traitées numériquement.

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	$\frac{1}{2}f(g_1+g_2)$	$\frac{1}{6}f(g_1+2g_2)$	$\frac{1}{6}f(2g_1+g_2)$	$\frac{1}{6}(2f_1g_1+2f_2g_2+f_1g_2+f_2g_1)$	$\frac{1}{4}f(g_1+g_2)$	$\frac{1}{6}f[g_1(1+\beta)+g_2(1+\alpha)]$
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.