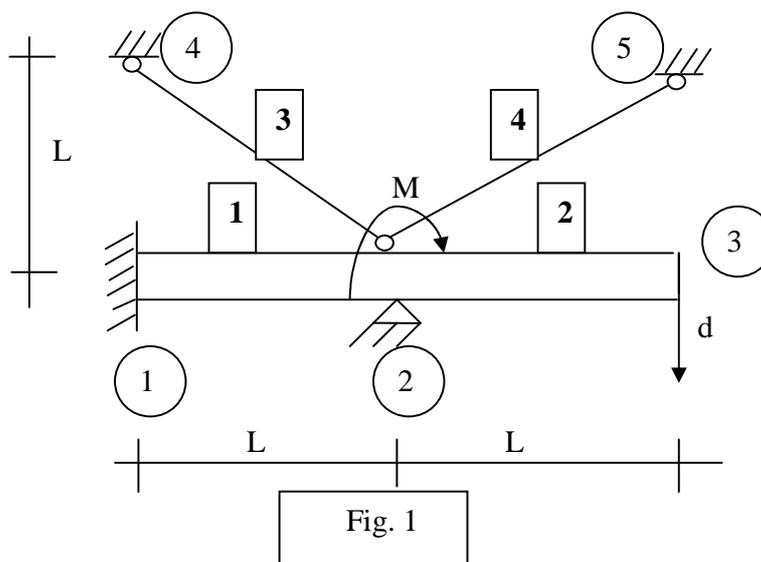


Sujet 1 (9 points) :

Considérons une structure composée d'une poutre 1-2-3 travaillant en flexion simple et de deux barres 2-4 et 2-5 travaillant en traction/compression (Fig.1). On applique un moment de flexion M au nœud 2 à l'appui simple, et on impose un déplacement vertical du nœud 3 égal d (voir Fig.).

- Déterminer le système $\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{f}$
 - a) par assemblage des matrices élémentaires (3 pts)
 - b) par la formule $\mathbf{K} = \mathbf{C}^T \mathbf{D} \mathbf{C}$ (3 pts)
- Calculer les ddl \mathbf{u} . (1 pt)
- Quelle force faut-il appliquer au nœud 3 pour imposer le déplacement d (1 pt)
- Commenter votre solution (1 pt)

Pour application numérique prendre : $EA=1.$, $EI=1.$, $L=1.$, $M=1.$, $d=0.1$



Sujet 2 (7 points) :

Considérons un treillis symétrique à 5 barres (Fig. 2). L'aire de section de chaque barre est égale à A . Une force verticale P est appliquée au nœud 1.

- Déterminer le système $\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{f}$
 - a) par assemblage des matrices élémentaires (3 pts)
 - b) par la formule $\mathbf{K} = \mathbf{C}^T \mathbf{D} \mathbf{C}$ (2 pts)
- Calculer les ddl \mathbf{u} et les forces axiales dans les barres. (2 pts)

Tenir compte de la symétrie de la structure et de la définition suivante des connectivités.

Barre	Nœuds
1	2 - 1
2	3 - 1
3	4 - 1

Pour application numérique prendre : $EA=1.$, $L=1.$, $P=1.$

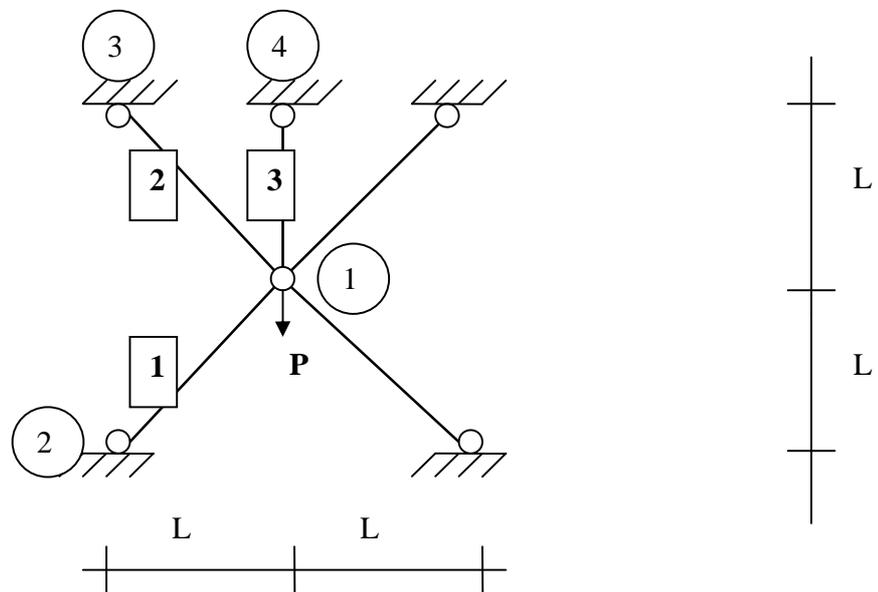


Fig. 2

Sujet 3 (4 points) :

- a) Déterminer le degré d'hyperstaticité d'une structure, illustrée à la Fig. 3, composée des poutres travaillant en flexion et traction/compression. (2pts)
- b) Proposer une numérotation optimale des nœuds de cette structure et schématiser la matrice de rigidité \mathbf{K} . Quelle est la largeur de bande de \mathbf{K} ? (2pts)

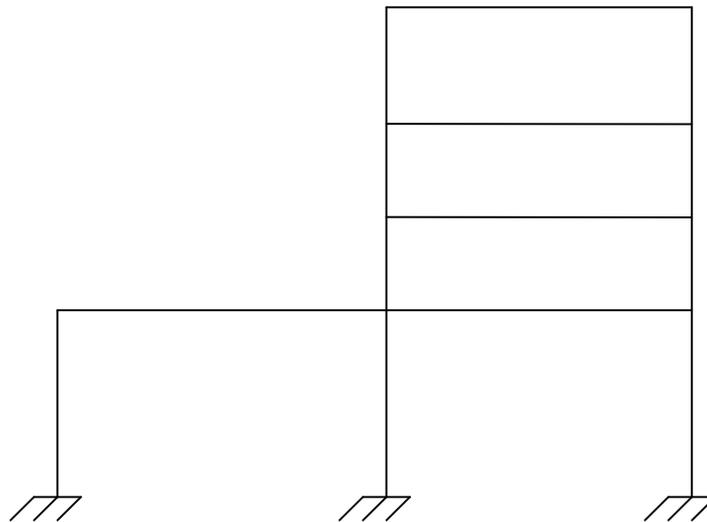


Fig. 3