

**Sujet 1 (8 points) :**

Déterminer le système  $\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{f}$  pour une plaque illustrée à la Fig.1. Tenir compte de la double-symétrie et considérer un quart de la structure maillée avec trois éléments carrés de côté  $a$ . Respecter la numérotation des nœuds et des éléments.

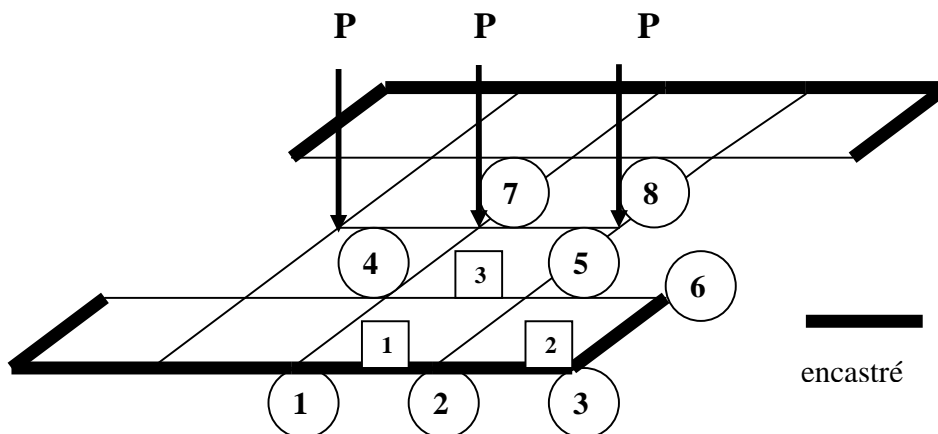


Fig. 1



**Sujet 2 (6 points):**

Considérons une poutre épaisse, encastree à gauche et sollicitée par un chargement réparti constant  $q$ , avec deux maillages (Fig. 2a et Fig. 2b) avec un élément à 4 nœuds Q4 et deux éléments à 3 nœuds CST.

- Calculer les forces nodales équivalentes pour deux maillages. Respecter la numérotation des nœuds et des éléments, et les dimensions des éléments.

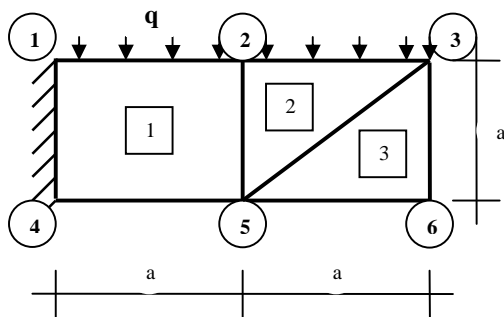


Fig. 2a

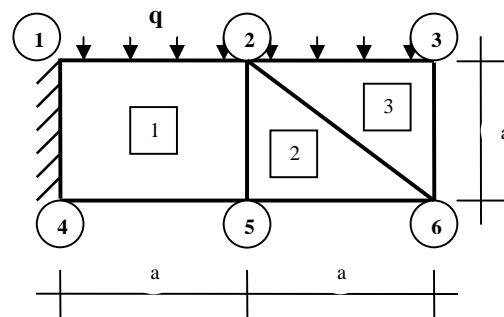


Fig. 2b

On rappelle les fonctions de forme :

Elément Q4

$$N_1 = (1/4)(1 - \xi)(1 - \eta), \quad N_2 = (1/4)(1 + \xi)(1 - \eta), \quad N_3 = (1/4)(1 + \xi)(1 + \eta), \quad N_4 = (1/4)(1 - \xi)(1 + \eta)$$

$$-1 \leq \xi \leq 1, \quad -1 \leq \eta \leq 1$$

Elément CST

$$N_1 = 1 - \xi - \eta, \quad N_2 = \xi, \quad N_3 = \eta, \quad 0 \leq \xi \leq 1, \quad 0 \leq \eta \leq 1$$

**Sujet 3 (6 points) :**

Choisir la bonne réponse :

1. L'élément CST pour les problèmes d'élasticité 2-D possède une caractéristique suivante :
  - A. les contraintes sont constantes dans l'élément.
  - B. les déplacements sont constants dans l'élément.
  
2. Dans l'élément de solide de révolution à 3 nœuds et 2 ddl par nœud, les contraintes
  - A. ne sont pas constantes dans l'élément.
  - B. sont constantes dans l'élément.
  
3. La matrice de masse cohérente  $\mathbf{M}^e$  est
  - A. diagonale.
  - B. symétrique.
  
4. La méthode implicite d'analyse dynamique est
  - A. inconditionnellement stable.
  - B. conditionnellement stable.
  
5. Dans la méthode de condensation de Guyan, il est recommandé de retenir en priorité les ddl pour lesquels les rapports  $K_{ii} / M_{ii}$  sont
  - A. plus grands.
  - B. plus petits.
  
6. La méthode de Newmark pour les problèmes dynamiques est une méthode
  - A. explicite.
  - B. implicite.