

**Sujet 1 (7 points) :**

Déterminer le système  $\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{f}$  pour la plaque mince illustrée à la Fig.1. On considère la moitié de la plaque avec un maillage avec 4 éléments à 4 nœuds (éléments carrés de dimension  $a$ ). Tenir compte de la symétrie, et de la numérotation des nœuds et des éléments.

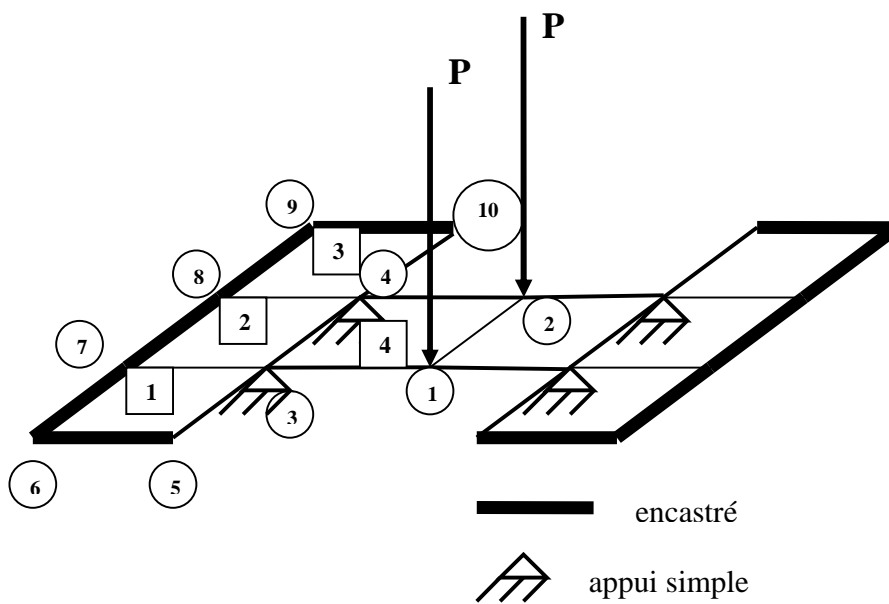


Fig. 1

**Sujet 2 (7 points) :**

Considérons un élément tétraédrique à 4 nœuds et 3 ddl par nœud illustré à la Fig.2 dont les dimensions sont : **a**, **b** et **c** selon les trois axes **x**, **y** et **z**, respectivement.

- Déterminer les quatre fonctions de forme de cet élément. (4pts)

Remarque : utiliser les fonctions de forme sur l'élément de référence données en Cours N°5 ( $N_1=1-\xi-\eta-\zeta$ ,  $N_2=\xi$ ,  $N_3=\eta$ ,  $N_4=\zeta$ ) et faire un changement de repère ( $\xi, \eta, \zeta$ ) en ( $x, y, z$ ).

- On applique une pression constante sur la paroi 1-2-4, suivant la direction **y**, dont la densité par unité de surface est **q** (voir Fig.2). Déterminer les trois forces nodales équivalentes. (3pts)

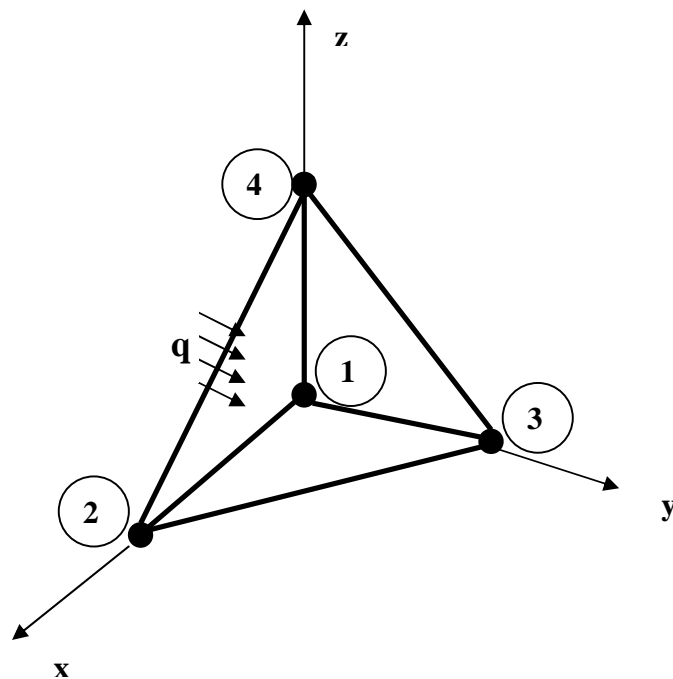


Fig. 2

**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 déplacements sont constants dans l'élément.
  - B. les contraintes sont constantes 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. symétrique.
  - B. diagonale.
  
4. L'élément de plaque à 4 nœuds et 3 ddl par nœud assure la continuité
  - A. des pentes.
  - B. des flèches.
  
5. La méthode implicite d'analyse dynamique est
  - A. inconditionnellement stable.
  - B. conditionnellement stable.
  
6. La méthode de convergence- $h$  concerne
  - A. raffinement du maillage.
  - B. augmentation du degré d'approximation des fonctions de forme.