

Sujet 1 (10 points) :

Considérons une structure 2D illustrée à la Fig.1. Le maillage est fait avec 4 éléments triangulaires (CST) et 1 élément quadrilatéral à 8 nœuds (Q8). On applique une pression linéaire sur le côté 1-2-3-4. Au nœud 1 la pression est 0 et au nœud 4 elle est p .

- Calculer les forces équivalentes nodales aux nœuds 1, 2, 3, 4.
- Vérifier que la somme des forces équivalentes est égale à la pression « continue ».

Faire les calculs sur le brouillon et reporter les solutions sur la feuille réponses (en word), en PJ.

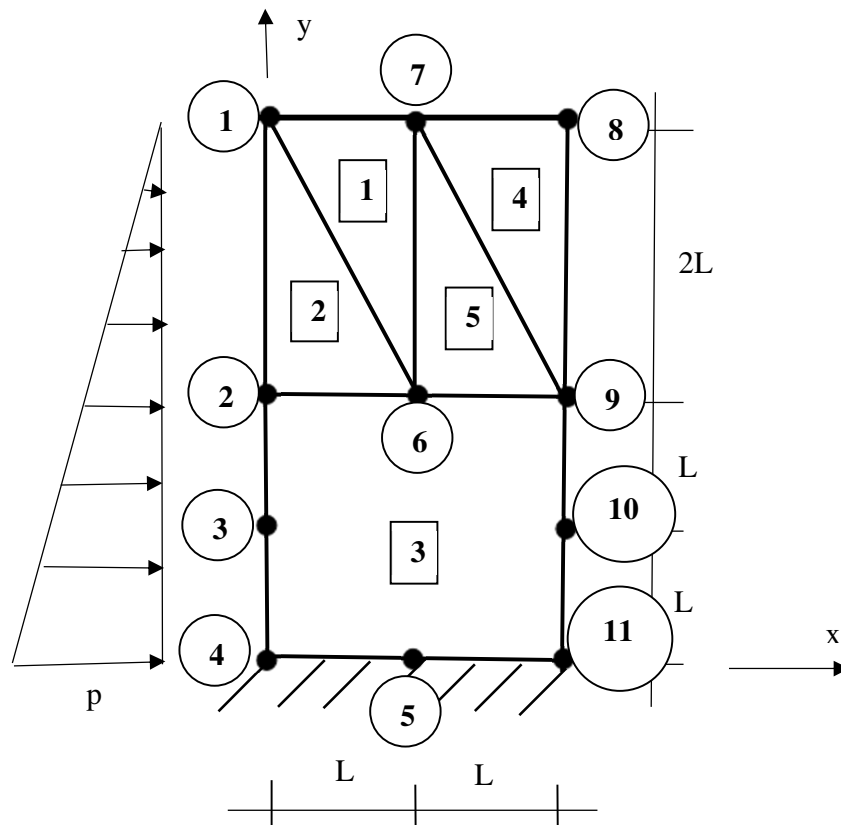
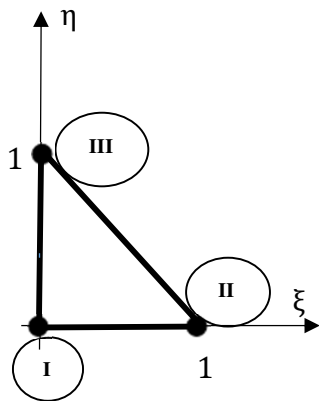


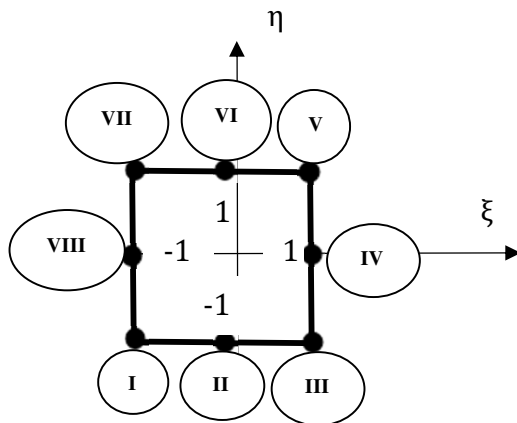
Fig. 1

On rappelle les fonctions de forme des éléments CST et Q8 dans le repère local (ξ, η) , avec la numérotation locale des nœuds (en chiffres romains), voir COURS 5.2.



Élément CST

$$\begin{aligned} N_1 &= 1 - \xi - \eta, \\ N_2 &= \xi, \\ N_3 &= \eta \\ 0 \leq \xi \leq 1, \quad 0 \leq \eta \leq 1 \end{aligned}$$



Élément Q8

$$\begin{aligned} N_1 &= -\frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta)(1+\xi+\eta), \\ N_2 &= \frac{1}{2}(1-\xi^2)(1-\eta), \\ N_3 &= -\frac{1}{4}(1+\xi)(1-\eta)(1-\xi+\eta), \\ N_4 &= \frac{1}{2}(1+\xi)(1-\eta^2), \\ N_5 &= -\frac{1}{4}(1+\xi)(1+\eta)(1-\xi-\eta), \\ N_6 &= \frac{1}{2}(1-\xi^2)(1+\eta), \\ N_7 &= -\frac{1}{4}(1-\xi)(1+\eta)(1+\xi-\eta), \\ N_8 &= \frac{1}{2}(1-\xi)(1-\eta^2) \\ -1 \leq \xi \leq 1, \quad -1 \leq \eta \leq 1 \end{aligned}$$

Sujet 2 (10 points) :

Considérons une plaque à double symétrie illustrée à la Fig. 2. Les contours extérieur et intérieur (trou) sont sur un appui continu. Il n'y a pas de sollicitations appliquées.

Tenir compte de la **double symétrie** et considérer un quart de la plaque ABCDEFGH avec un maillage de 3 éléments carrés de plaque (voir Fig.2).

- Déterminer les conditions aux limites et les conditions de symétrie (voir feuille de réponses)
- Définir les ddl (voir feuille de réponses)
- Déterminer les matrices de rigidité élémentaires et les ddl correspondant (voir feuille de réponses)
- Assembler la matrice de rigidité globale (voir feuille de réponses).

Faire les calculs sur le brouillon et reporter les solutions sur la feuille réponses (en word), en PJ.

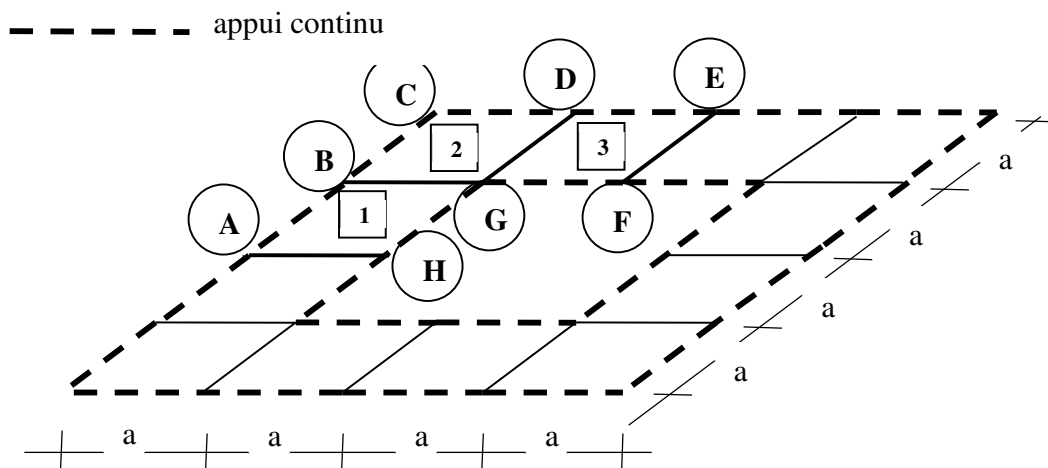


Fig. 2

On rappelle la matrice de rigidité élémentaire de plaque à la page suivante.

