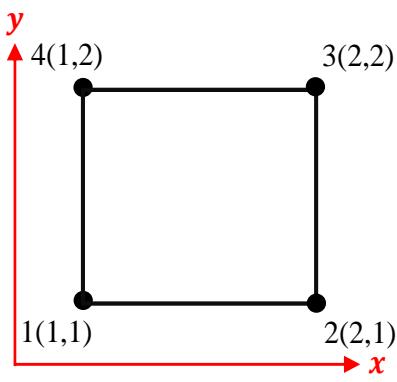
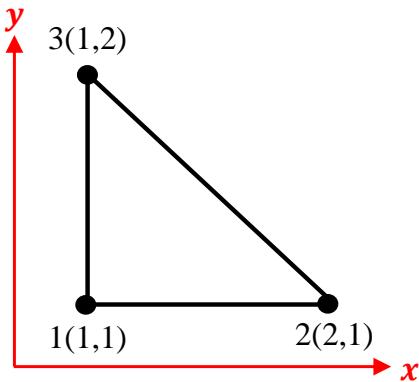
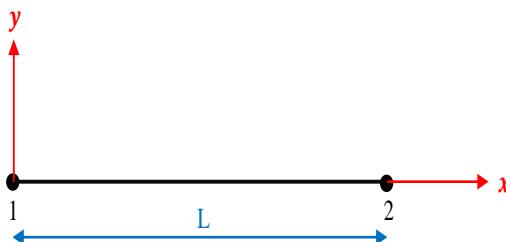


EXERCICE 1

Soit les éléments représentés ci-dessous :



- Pour chaque élément :

1. Ecrire les fonctions de formes relatives aux déplacements de l'élément de référence en fonction des coordonnées intrinsèques(ξ, η).
2. Déduire la transformation géométrique.
3. Écrire les relations déformations-déplacements et contraintes-déformations.
4. Déterminer et calculer par intégration numérique la matrice de rigidité.

➤ **N.B :**

Pour les éléments 2D, considérer un état de déformation plane :

$$E = 20 \text{ GPa} \quad , \quad \nu = 0.2 \quad , \quad e = 1 \text{ m}$$

EXERCICE 2

La formulation isoparamétrique est utilisée pour la modélisation du barrage illustré sur *la figure 2*.

Le barrage présentant une hauteur de 6 m est soumis à une pression hydraulique de forme triangulaire.

Le maillage choisi correspond à quatre (04) éléments à trois (03) nœuds de 3 m de côté. $2 \rho_w g a$

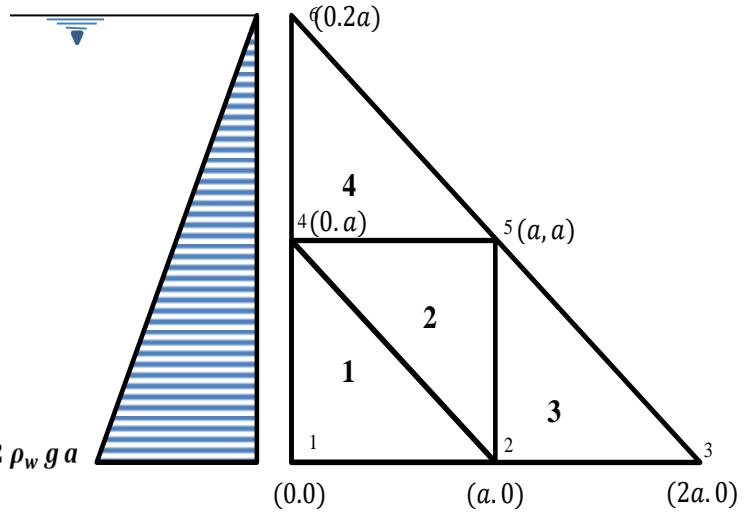


Figure 2

- 1- Quel est le type d'élément utilisé dans cette modélisation ?
- 2- Sélectionner la fonction du déplacement et déterminer les fonctions de forme relatives aux déplacements de l'élément parent en fonction des coordonnées intrinsèques (ξ, η).
En déduire la fonction de transformation géométrique de l'élément 4.
- 3- Écrire les relations déformations-déplacements et contraintes-déformations de l'élément 4.
- 4- Pour un état de déformation plane et un matériau isotrope de *module de Young E* et de *coefficient de Poisson ν*, déterminer et calculer par intégration numérique la matrice de rigidité de l'élément 4.
- 5- Calculer les différents vecteurs des forces nodales équivalentes de l'élément 4.
- 6- Considérons que l'assemblage des éléments est fait pour obtenir la matrice de la structure en intégrant les conditions aux limites, les déplacements sont donnés comme suit :

$$\begin{pmatrix} u_4 \\ v_4 \\ u_5 \\ v_5 \\ u_6 \\ v_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6.02 \\ -5.87 \\ 4.84 \\ -4.78 \\ 7.33 \\ -7.83 \end{pmatrix} \text{ mm}$$

- Déterminer les déformations et les contraintes relatives à l'élément 4.

On donne : $e = 1 \text{ m}$, $a = 3 \text{ m}$, $E = 30 \text{ GPa}$, $\nu = 0.2$,

$$\rho_w = 1 \text{ t/m}^3 , \quad \rho_{BA} = 2.5 \text{ t/m}^3 , \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$