

## Texte des TP avec MEFlab

### Avant les TP

Il est conseillé d'avoir lu le chapitre suivant de présentation des scripts *MEFlab*.

Pour ceux qui souhaitent travailler avec leur ordinateur personnel

Installer Octave, et télécharger le dossier MEftave.zip pour vérifier votre installation

Une page sur le site peut vous aider pour ce travail.

### TP1 Prise en main de *MELlab* et application aux treillis et portiques

#### Objectifs du TP

L'objectif du TP est la prise en main des scripts *MEFlab* pour calculer des treillis ou des portiques plans.

#### Étapes de travail

- **1h 20 : Étude et compréhension des scripts**
- **1h 30 : réalisation d'un script pour un treillis en ayant posé les calculs à la main**
- **1h : réalisation d'un script pour calculer une poutre supportant un chargement non uniforme**
- Utiliser les fichiers exemples du cours pour comprendre le fonctionnement du logiciel (les fichiers sont dans le dossier \DATA). **(20 minutes)**

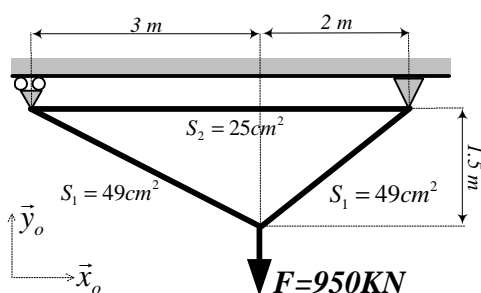
Pour les treillis : *treillis\_cours.m*, *treillis\_exo10.m*, *colonne.m*.

Pour les portiques : *portique\_cours.m*, *poutre\_exo15.m*, *portique\_exo17.m*.

Étudier le mode d'emploi des scripts fourni dans ce document **(1H)**. Identifier les étapes de calcul vues en TD et les différentes variables, en examinant notamment les programmes *barre\_ke.m*, *poutre\_ke.m* et *statiqueUR.m*.

- Réaliser un script permettant de calculer le treillis suivant, en ayant posé préalablement les calculs à la main **(1H30)**.

L'objectif de l'étude est de vérifier le dimensionnement de la structure. Les barres doivent rester dans le domaine élastique sans flamber.



Déterminer la déformée statique.

Calculer les efforts aux appuis

Vérifier l'équilibre global, et la précision numérique de vos calculs

Calculer les efforts sur chaque élément.

Vérifier l'équilibre du nœud chargé, pour la précision numérique.

En déduire la charge limite élastique.

La structure peut-elle flamber, si oui quelle est la charge limite de flambement ?

Les tests de plastification et de flambement des barres devront faire parti du script de calcul de cette structure.

**Données :** Les barres sont de section circulaire pleine en acier

$$E = 210 \text{ GPa} \quad \rho = 7800 \text{ Kg} / \text{m}^3 \quad R_e = 350 \text{ MPa}$$

$$\text{La charge critique d'Euler est définie par } F_c = \pi^2 \frac{EI}{\ell_c^2}$$

Le compte rendu présentera le début des calculs effectués à la main et les résultats du script pour ce treillis

- Réaliser un script permettant de calculer la poutre du TA2 avec un maillage automatique de la poutre en N éléments. (1H)

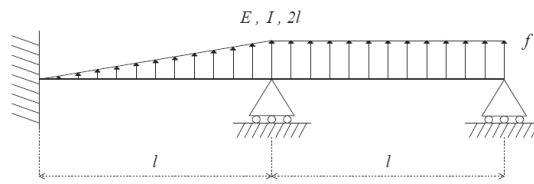


FIG. 1 – Poutre en flexion

Le compte rendu présentera les résultats des calculs avec une analyse de la précision du modèle numérique.

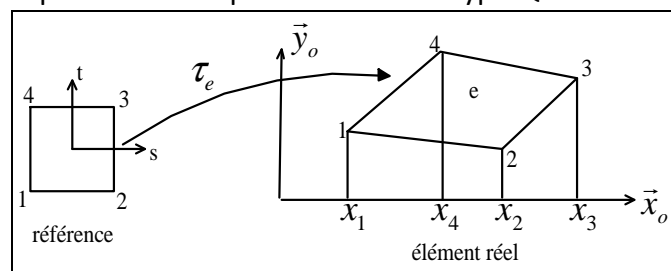
## TP2: Illustration des méthodes numériques avec MEFlab

### Objectifs

*Calculs d'élasticité plane avec MEFlab,  
Comprendre la transformation géométrique et l'intégration numérique,  
Analyse du script Q4\_ep de MEFlab.*

### Première partie (1H30).

Soit l'élément de référence quadrilatère à quatre nœuds de type Q4.



Rappeler :

la base polynomiale de l'approximation.  
le principe de construction de l'approximation nodale.

l'expression de  $[N_{(s,t)}]$  telle que :  $\begin{Bmatrix} u \\ v \end{Bmatrix} = [N_{(s,t)}] \{U_e\}$

### Transformation géométrique du Q4

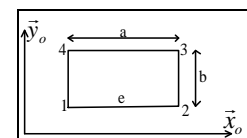
Appliquez la transformation au centre du carré puis au point de coordonnées  $s = t = 0,5$

Donner l'expression de la matrice Jacobienne de cette transformation géométrique en fonction de  $s, t$  et  $x_i, y_i$

Que pensez-vous du calcul de l'inverse de la matrice Jacobienne ?

Dans le cas particulier où l'élément réel est un rectangle

Montrer que la matrice Jacobienne est :  $[J] = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 2a & 0 \\ 0 & 2b \end{bmatrix}$



En déduire l'expression de  $[J]^{-1}$

Calculer la dérivée première par rapport aux coordonnées réelles des fonctions d'interpolation.

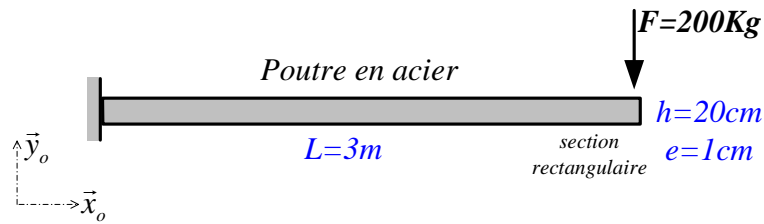
En déduire l'expression de la matrice  $[B]$  en fonction de  $s$  et  $t$

Est-il possible de calculer analytiquement la matrice raideur d'un élément rectangulaire ?

### Calculs numériques

Analyser le script « Q4\_ke » qui utilise l'intégration numérique

[Le diaporama Q4 proposé sur le site vous aidera à faire le lien avec le cours.](#)



Le script qui permet de réaliser un maillage automatique en éléments rectangulaires de type Q4 de la structure ci-dessous est téléchargeable sur le site.

Les paramètres du script sont

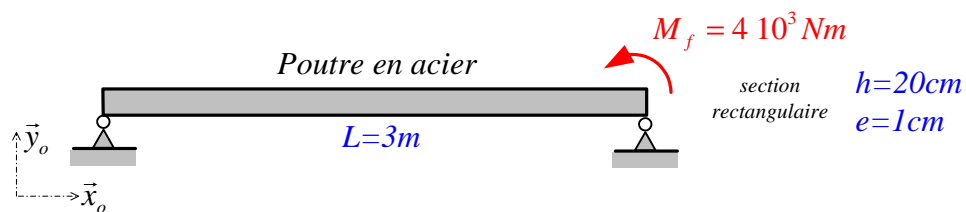
$nex$  : nombre d'éléments sur la longueur

$ney$  : nombre d'élément sur la hauteur

*Le script effectue alors le calcul en élasticité plane de cette poutre console et compare la solution obtenue à celle donnée par le modèle monodimensionnel poutre*

- 1- Analyser ce script pour comprendre les résultats qui sont affichés
- 2- Réaliser une étude de convergence, poussez l'étude jusqu'à un maillage de (100 par 10)
- 3- Qu'en pensez-vous :  
 Pourquoi les deux modèles donnent des résultats identiques ?  
 Comment expliquez-vous les résultats sur les contraintes au voisinage de l'encastrement ?
- 4- Traitez le cas de la même poutre mais de longueur 30cm, qu'en pensez-vous ?

## Seconde partie (2H30).



Modifier le script fourni dans la première partie du TP pour pouvoir calculer cette structure et comparer les résultats obtenus pour différentes modélisations du chargement :

Le moment de flexion est modélisé par deux forces ponctuelles appliquées à l'extrémité droite de la poutre

*Analyser l'erreur commise*

Le moment de flexion est modélisé par la répartition de contrainte du modèle.

Soit par des charges nodales aux nœuds de la section droite.

Soit par des pressions linéiques uniformes sur chaque élément de la section droite.

*Analyser l'erreur et comparer les résultats*

**Le compte rendu de ce TP** présentera une analyse des résultats obtenus pour les différents modèles de chargement en fonction de la discrétisation (maillage) utilisée.

*À envoyer par mail dans un fichier PDF à votre nom.*