

# GUIDE D'UTILISATION DE MECHANICAL APDL

## Utilisation sous WINDOWS

- Dans le menu démarrer, dans la rubrique Ansys, lancer : '**Mechanical APDL Product Launcher**'
- Vérifier les différents paramètres, et modifier éventuellement le '**Répertoire de travail**' ainsi que le '**Nom de tâche**' (jobname, en anglais).
- Cliquer sur '**Exécuter**' pour lancer l'interface graphique et le code.
- Pour exécuter un fichier de commandes : **menu file** → **read input from**.
- Pour changer le nom de tâche : **menu file** → **change jobname**.

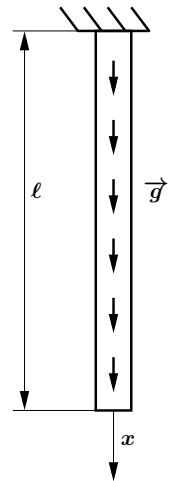
## Ex00 : Exemple d'énoncé

Soit une barre de section constante  $A$  et de longueur  $\ell$  soumise à son poids propre (masse volumique  $\rho$ , accélération du champ de pesanteur  $g$ ). La barre a un comportement élastique linéaire (module d'Young  $E$ ).

1. Calculer les déplacements aux nœuds et les réactions en utilisant **un seul élément fini** de type barre.
2. Calculer les efforts internes (c'est-à-dire les contraintes axiales).
3. Comparer avec la solution analytique (voir également courbes ci-dessous) :

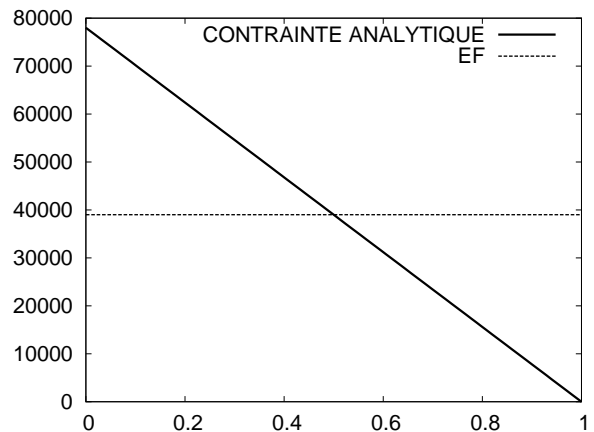
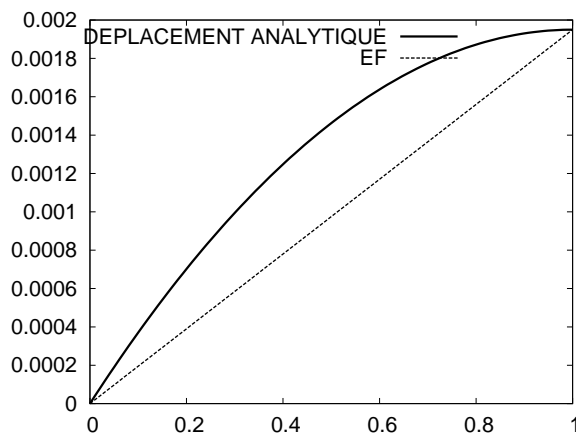
$$\begin{aligned} u(x) &= -\frac{\rho g}{2E} x^2 + \frac{\rho g \ell}{E} x, \\ \sigma_x(x) &= E \varepsilon_x(x) = -\rho g x + \rho g \ell. \end{aligned}$$

4. Proposer et mettre en œuvre une stratégie afin d'améliorer la solution par éléments finis.



Données :  $A = 2 \text{ m}^2$ ,  $\ell = 1 \text{ m}$ ,  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ,  $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ ,  $E = 2 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ .

type



**Résoudre ce problème (petit guide)**

Étapes pour modéliser via l'interface interactive de Mechanical APDL le problème ci-dessus.

remarque : les unités utilisées sont conformes au système MKS.

### 1. Pré-processeur :

- Choix du type d'analyse (**Preferences, Structural**).
- Choix du type d'élément (**Preprocessor, Element type, Add/edit/delete**), ici un élément de barre (**Structural Mass, Link, 3d finit stn 180**), la documentation de l'élément indique que la section est renseignée au niveau des paramètres **Real Constants**.
- Affectation de la section de la barre (**Preprocessor, Real constants, Add/edit/delete**)
- Création de deux nœuds (**Preprocessor, Modeling, Create, Nodes, In active CS**) de coordonnées ( $x = 0, y = 0, z = 0$ ) et ( $x = 1, y = 0, z = 0$ ).
- Création d'un élément entre ces deux nœuds (**Preprocessor, Modeling, Create, Elements, Auto numbered, Thru nodes**).
- Déclaration des constantes décrivant le matériau (**Preprocessor, Materials props, Materials models, Structural, Linear, Elastic, Isotropic**) sans oublier la masse volumique ou densité (**Materials props, Materials models, Structural, Density**).
- Définition des conditions aux limites, l'encastrement se traduit par un blocage de l'ensemble des degrés de liberté d'un nœud, à savoir ( $U_x = 0, U_y = 0, U_z = 0$ ) (**Preprocessor, Loads, Define loads, Apply, Structural, Displacement, On nodes**).
- Définition du chargement, ici l'action de la pesanteur, on indique alors l'accélération du champ de pesanteur (**Preprocessor, Loads, Define loads, Apply, Structural, Inertia, Gravity**). **ATTENTION** : il faut rentrer  $-g$  et non  $+g$ .
- Le menu **menu list** permet de vérifier à tout moment les caractéristiques du modèle (type d'éléments finis, caractéristiques des matériaux, ...) : **menu list** → **Properties**, **menu list** → **Loads**, **menu list** → **Elements** → **Nodes + Attr + RealConst**

### 2. Solution

- Préparation de la résolution, ici résolution d'un problème linéaire statique (**Solution, Analyse type, New analysis**)
- Résolution (**Solution, Solve, Current LS**)

### 3. Post-traitement, dépouillement des résultats :

- Visualisation de la déformée (**General Postproc, Plot results, Deformed shape**)
- Affichage des valeurs des déplacements aux nœuds (**General Postproc, List results, Nodal solution, Dof solution**)
- Affichage des réactions (**General Postproc, List results, Reaction Solu**)
- Contrainte normale dans la barre (SAXL, Axial stress in the element), pour atteindre cette quantité, la documentation de l'élément précise (tableau à la fin de la page de l'aide) qu'il faut créer au préalable une table (**General Postproc, Element table, Define table, Add**), il faut alors donner un nom (arbitraire) à cette table (**Label**) et indiquer le contenu de cette table (**By sequence num, LS**) et indiquer (**LS,1**). On affiche ensuite le contenu de cette table (**General Postproc, Element table, ListElem table**).  
Cette manipulation permet d'obtenir la contrainte dans le repère local de la barre.

## Exemple de compte rendu

Marcel LEBON

L3GM groupe1

Cet exercice consiste à modéliser par la méthode des éléments finis une structure encastree à une extrémité et soumise à son poids propre. La structure est assimilable à une poutre et ne travaille qu'en traction, des éléments finis de type barre seront donc utilisés.

## Schéma paramétré

**I/ Description du modèle EF :**

- **Type d'analyse** : élasticité linéaire (*Preferences, Structural*).
- **Type d'éléments finis** : Eléments 1D de type barre à deux nœuds (référence ANSYS : LINK180). (*Preprocessor, Element type, Add/edit/delete*).
- **Degrés de liberté** : en chaque nœud : trois degrés de liberté (notés  $U_x$ ,  $U_y$ ,  $U_z$  dans ANSYS). Les chargement possibles sur les nœuds sont :  $F_x$ ,  $F_y$  et  $F_z$ .
- **Construction du maillage** : La structure étudiée étant très simple, il n'est pas nécessaire de construire un modèle géométrique à l'aide d'un logiciel de CAO ou du modeler d'Ansys, le maillage est directement construit en créant les nœuds (*Preprocessor, Modeling, Create, Nodes, In active CS*) et les éléments (*Preprocessor, Modeling, Create, Elements, Auto numbered, Thru nodes*) puis en indiquant la valeur de la section des éléments (*Preprocessor, Real constants, Add/edit/delete*).
- **Description du modèle** : le maillage comporte 2 nœuds (soit 6 degrés de liberté) et 1 élément fini (*menu list* → *Elements* → *Nodes + Attr + RealConst*).

**II/ Matériaux :**

- La structure est en acier, masse volumique :  $\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$ , module d'Young :  $E = 2.10^7 \text{ Pa}$ . (*Preprocessor, Materials props, Materials models, Structural,...*).

**III/ Chargement et conditions aux limites :**

- Chargement extérieur : champ de pesanteur (force volumique). (*Preprocessor, Loads, Define loads, Apply, Structural, Inertia, Gravity*).
- Conditions aux limites en déplacement : nœud 1 :  $U_x = U_y = U_z = 0$ . (*Preprocessor, Loads, Define loads, Apply, Structural, Displacement, On nodes*).

**IV/ Résolution :**

- Résolution du système linéaire  $[K]\{u\} = \{f\}$  dans le cadre d'une analyse statique. (*Solution, Solve, Current LS*).

**V/ Résultats obtenus et commentaires :**

- Déplacements nodaux (*General Postproc, List results, Nodal solution, Dof solution*) :

nœud 1 :  $U_x = 0, U_y = 0, U_z = 0$ .

nœud 2 :  $U_x = 0, 195 \cdot 10^{-2} \text{ m}, U_y = 0, U_z = 0$ .

Au niveau de l'encastrement, on retrouve les conditions aux limites ( $U_x = 0, U_y = 0, U_z = 0$ ) et pour l'autre nœud, on trouve  $U_x = 0, 195 \cdot 10^{-2} \text{ m}$  ce qui correspond à la solution analytique en  $x = \ell$ .

□ Réactions

Valeur de la réaction au niveau de l'encastrement (*General Postproc, List results, Reaction Solu*). Ansys donne :  $156 \cdot 10^3 \text{ N}$ .

**Vérifions ce résultat** : le problème est bien posé, c'est-à-dire que la structure est en équilibre. Cet équilibre s'écrit :

$$\{\text{torseur dynamique(barre/R)}\} = \{0\} = \{\text{Torseur des actions extérieures} \rightarrow \text{barre}\}$$

Ainsi, les réactions au niveau de l'encastrement doivent s'opposer au chargement. Pour ce problème la résultante des forces de pesanteur est égale à la masse multipliée par l'accélération du champ de pesanteur soit :  $\rho A \ell g = 156 \cdot 10^3 \text{ N}$ .

□ Contrainte dans la barre  $\sigma_{xx}$  :

(*General Postproc, Element table, Define table, Add*)  $\rightarrow$  (*label : Nom*)  $\rightarrow$  (*By sequence num, LS*)  $\rightarrow$  (*LS, 1*) puis (*General Postproc, Element table, ListElem table*).

On obtient une **valeur constante** dans l'élément ( $39\,000 \text{ N/m}^2$ ) alors que la solution analytique ne l'est pas. Toutefois, le modèle éléments finis donne **indirectement** cette valeur, en utilisant la réaction au niveau de l'encastrement  $156 \cdot 10^3 \text{ N}$ . En divisant par la section  $A$ , on obtient la contrainte à l'encastrement qui est égale à la contrainte théorique, soit  $78\,000 \text{ N/m}^2$ .

## VI/ Conclusions :

**Pour cet exemple** la discrétisation avec un seul élément fini permet d'atteindre les principales informations pour la conception de la structure. À savoir, le déplacement maximum, la valeur de la réaction à l'encastrement et la valeur de la contrainte maximale.

Pour **améliorer le modèle**, il faut augmenter le nombre d'éléments finis, mais pas n'importe comment, en tenant compte des propriétés (voir courbes ci-avant) de l'élément qui sont :

- le déplacement dans l'élément est linéaire (car interpolation linéaire).
- la contrainte est constante dans l'élément.

En particulier, pour obtenir **directement** une **bonne approximation** de valeur de la contrainte axiale maximale, il faut mettre des éléments très petits près de l'encastrement (avec deux éléments finis, l'élément près de l'encastrement aura une longueur très petite, par exemple  $\ell/100$ ).