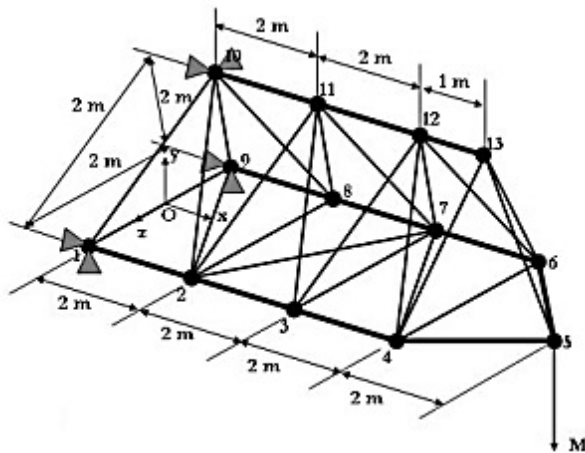


DEFORMATION D'UN TREILLIS TRIDIMENSIONNEL

DESCRIPTION DU PROBLEME



Ce tutorial traite de l'analyse structurale d'une partie de la flèche d'une grue de construction qu'on assimile à un treillis spatial (Cf. figure ci-contre). Il s'agit d'une structure constituée de barres identiques. A son extrémité est appliquée une charge $M=5t$.

Les barres formant la structure sont en acier dont le module d'élasticité $E=210 \text{ GPa}$ et le coefficient de Poisson $\sigma=0.27$. Les barres ont des sections $A1=22 \text{ mm}^2$ et $A2=11 \text{ mm}^2$.

OBJECTIFS

Le but de cette analyse est de déterminer les efforts, les contraintes dans les différents éléments du treillis et le déplacement maximal engendré par la charge appliquée à son extrémité.

RESUME DES DIFFERENTES ETAPES DE L'ANALYSE

1. Prétraitement

- 1.1. Attribution d'un nom de fichier
- 1.2. Définition des différentes constantes du problème
- 1.3. Définition du matériau
 - 1.3.1. Type d'élément et constantes réelles du matériau
 - 1.3.2. Propriétés physiques du matériau
- 1.4. Construction de la géométrie du pylône
 - 1.4.1. Noeuds du treillis
 - 1.4.2. Eléments constitutifs du treillis
- 1.5. Application des conditions limites
 - 1.5.1. Contraintes en déplacement
 - 1.5.2. Charge localisée
 - 1.5.3. Prise en compte du poids de la structure

2. Obtention de résultats

- 2.1. Définition du type d'analyse
- 2.2. Démarrage de la résolution

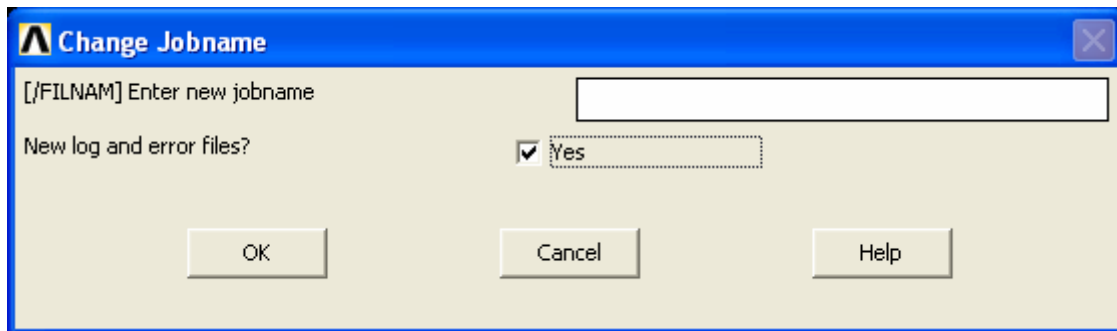
3. Post-traitement

- 3.1. Déformation du treillis
- 3.2. Efforts et contraintes dans les éléments du treillis
 - 3.2.1. Efforts
 - 3.2.2. Contraintes

1. Prétraitement

1.1. Attribution d'un nom de fichier

Utility Menu > File > Change Jobname



Entrez le nom du fichier, cochez le bouton « New log and error files » afin de créer un fichier log et erreur » puis cliquez sur « OK ». Un nom de fichier propre au type d'analyse permettra d'identifier aisément par la suite les fichiers générés par ANSYS.

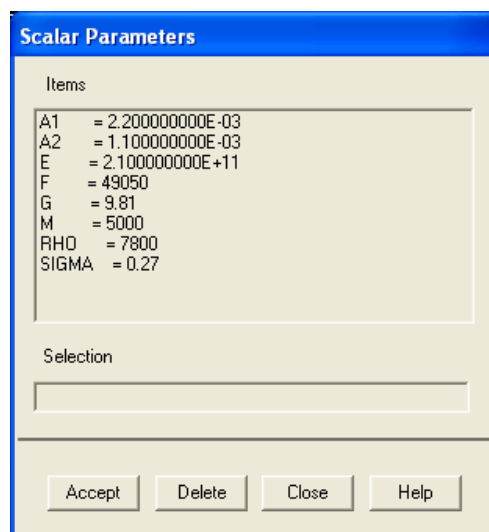
1.2. Définition des différentes constantes du problème

Paramètres scalaires :

Utility Menu > Parameters > Scalar Parameters

Dans la fenêtre qui s'affiche, entrez les paramètres qui suivent les uns après les autres, dans le champ « Selection ». Cliquez sur « Accept » après avoir entré chaque paramètre, et enfin sur « Close » pour fermer cette fenêtre lorsque vous avez fini.

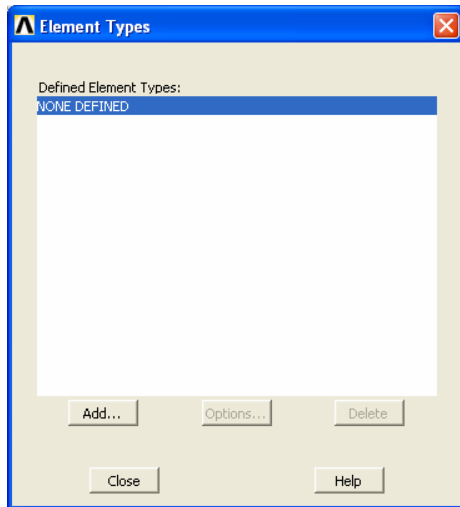
Paramètres	Valeur	Description
M	5000	Masse
G	9.81	Intensité de la pesanteur
F	M*G	Poids
E	$210 \cdot 10^9$	Module d'Young
SIGMA	0.27	Coefficient de Poisson
RHO	7800	Densité
A1	$2.20 \cdot 10^{-3}$	Section du matériau 1
A2	$1.10 \cdot 10^{-3}$	Section du matériau 2



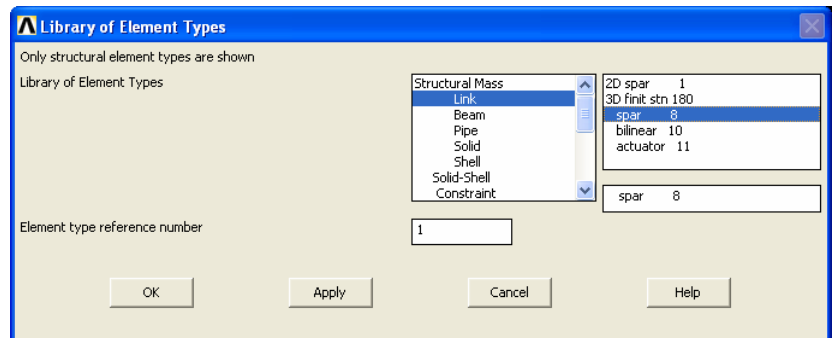
1.3. Définition du matériau

1.3.1. Type d'élément et constantes réelles du matériau

Main Menu>Preprocessor>Element Type>Add/Edit/Delete



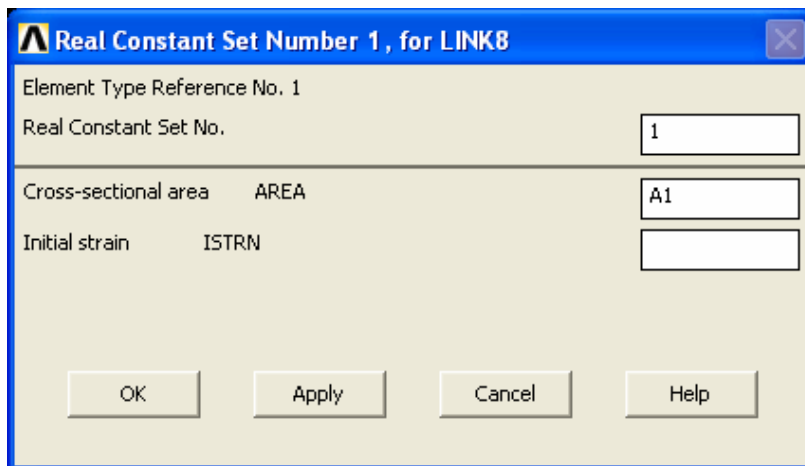
Cliquez sur « ADD » dans la boîte de dialogue qui apparaît. Dans la seconde qui s'affiche, sélectionnez « LINK » et « spar 8 » et validez en cliquant sur « OK ».



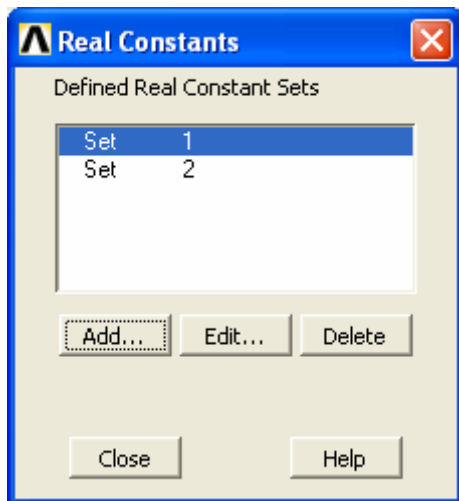
Cliquez enfin sur « Close » pour fermer la fenêtre nommée « Element Types ». Il faut ensuite définir les constantes réelles des deux éléments, il s'agit de leur section. Les matériaux sont identiques mais ont des sections différentes.

Main Menu>Preprocessor>Real Constants

Cliquez sur « ADD » dans la première boîte de dialogue qui apparaît. Dans la seconde, sélectionnez l'élément 1 (élément par défaut) puis cliquez sur le bouton « OK ».



Entrez enfin la valeur de la section dans la troisième fenêtre qui s'affiche, comme indiqué sur la figure ci-contre, puis cliquez sur « Ok ». Cliquez sur « Add » puis sur « Ok ». Tapez A2 dans le champ « AREA » pour définir la deuxième constante du même matériau. Fermez en cliquant sur « Ok ».

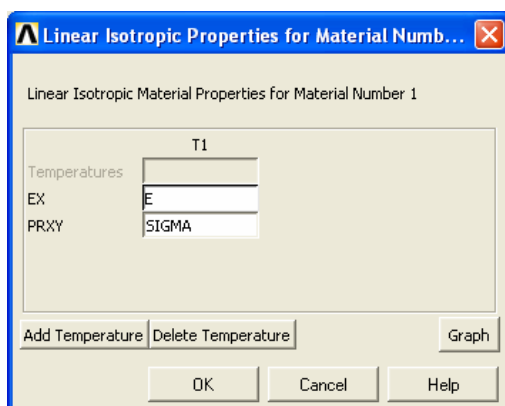
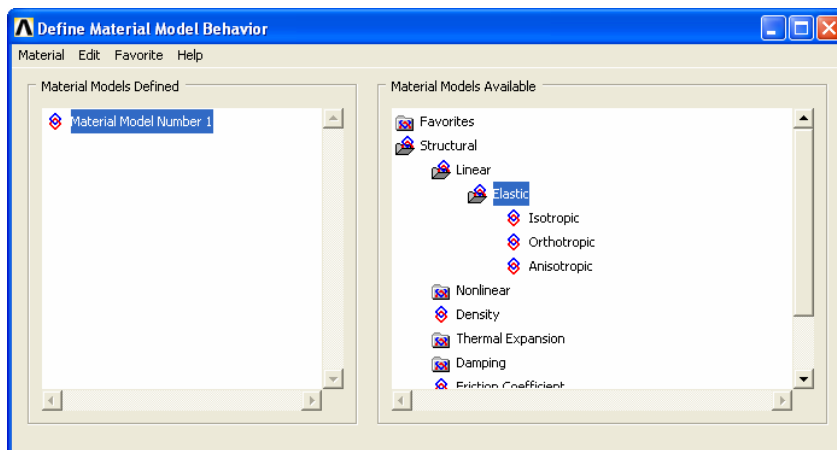


Fermez la dernière boîte de dialogue en cliquant sur « Close ».

1.3.2. Propriétés physiques du matériau

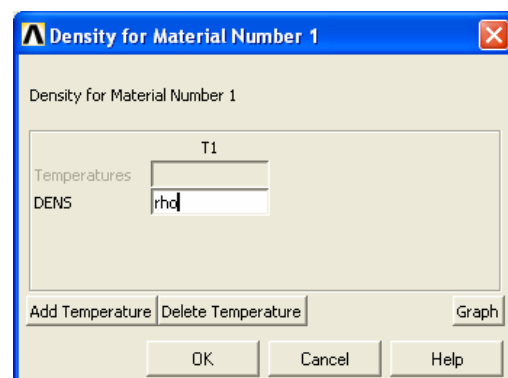
Main Menu>Preprocessor>Material Props>Material Models

Dans la boîte de dialogue qui apparaît sélectionnez « Material Model Number 1 », double-cliquez sur « Structural », « Linear », « Elastic » puis sur « Isotropic ».



Donnez ensuite à EX la valeur E, puis à PRXY la valeur SIGMA. EX et PRXY sont respectivement, le module d'élasticité d'Young et le coefficient de Poisson du matériau 1.

Cliquez sur « OK » pour valider et quitter.



Double-cliquez sur « Density », puis entrez dans la boîte de dialogue qui apparaît la valeur RHO. Après avoir fini, fermez la boîte de dialogue « Define Material Model Behaviour ».

1.4. Construction de la géométrie du treillis

1.4.1. Nœuds du treillis

Dans cette étape, nous allons positionner les nœuds définissant le treillis.

Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Nodes>In Active CS

Entrez ensuite dans la boîte de dialogue, les coordonnées des différents nœuds comme indiqués dans le tableau ci-après. Cliquez plutôt sur « Apply » à chaque fois pour éviter de la fermer.

Noeud	x	y	z
1	0	0	1
2	2	0	1
3	4	0	1
4	6	0	1
5	8	0	0
6	6	0	-1
7	4	0	-1

Noeud	x	y	z
8	2	0	-1
9	0	0	-1
10	1	$\sqrt{3}8$	0
11	3	$\sqrt{3}$	0
12	5	$\sqrt{3}$	0
13	6	$\sqrt{3}$	0

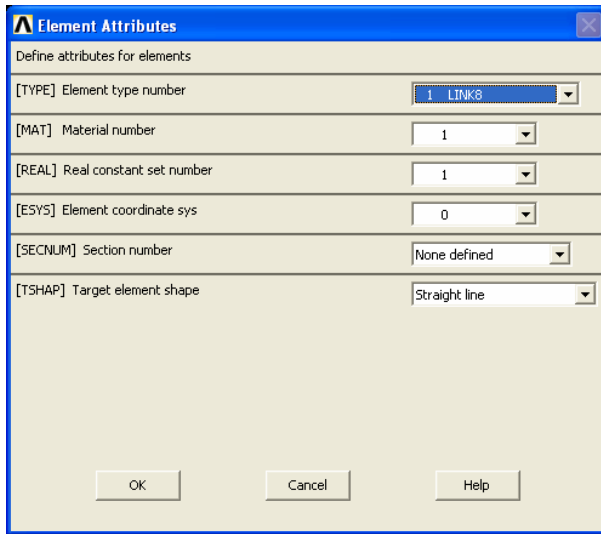
1.4.2. Éléments constitutifs du treillis

Les barres agencées pour former le treillis sont créées en joignant deux nœuds par une ligne droite. Chaque droite forme ainsi un élément de type LINK8. Les barres ont le même type de matériau mais des constantes réelles différentes (voir tableau).

Element	Nœud I	Nœud J	Real
1	1	1	1
2	2	3	1
3	3	4	1
4	4	5	1
5	5	6	1
6	6	7	1
7	7	8	1
8	8	9	1
9	10	11	1
10	11	12	1
11	12	13	1
12	9	1	2
13	9	2	2
14	2	8	2
15	2	7	2
16	7	3	2
17	7	4	2

Element	Noeud I	Noeud J	Real
18	4	6	2
19	1	10	2
20	10	2	2
21	2	11	2
22	11	3	2
23	3	12	2
24	12	4	2
25	5	13	2
26	13	5	2
27	6	13	2
28	6	12	2
29	12	7	2
30	7	11	2
31	11	8	2
32	8	10	2
33	10	9	2

Main Menu>Preprocessor>Modeling>Create>Elements>Elem Attributes



Laissez les éléments sélectionnez par défaut puis cliquez sur « Ok ».

Main Menu > Preprocessor >Modeling > Create > Elements > Auto Numbered > Thru Nodes

Une boîte de dialogue s'affiche vous permettant de sélectionner les nœuds deux par deux (voir tableau précédent). Validez la création de chaque élément en cliquant sur « Apply ». Lorsque tous les éléments ont été créés, faites « OK » pour fermer.

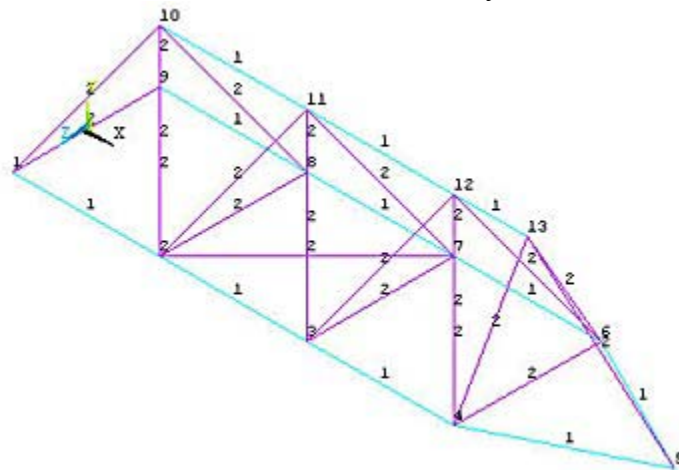
Main Menu > Preprocessor >Modeling > Create > Elements>Elem Attributes

Sélectionnez cette fois-ci la valeur 2 pour le champ « Real constant set number » puis

cliquez sur « Ok ».

Main Menu > Preprocessor >Modeling > Create > Elements > Auto Numbered > Thru Nodes

Créez en vous servant du tableau, les éléments du treillis ayant comme « Real » le numéro 2.

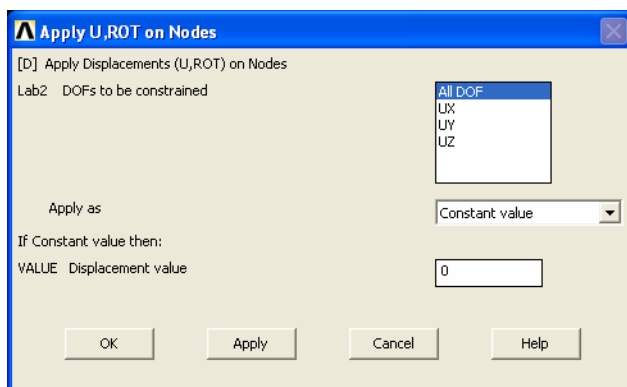


Note : pensez à afficher le numéro de chaque nœud : *Menu Utility>PlotCtrls>Numbering...*

Dans la boîte de dialogue, cochez « NODE Node numbers » et cliquez ensuite sur « OK » pour valider et quitter. Faites ensuite *Menu Utility>Plot>Nodes* pour afficher les différents noeuds.

1.5. Application des conditions limites

1.5.1. Contraintes en déplacement



Les noeuds 1, 9 et 10 ont leurs deux degrés de liberté (UX et UY) nuls.

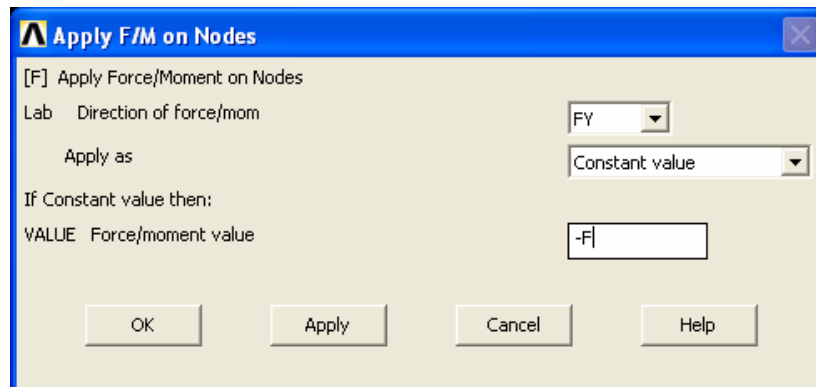
Main Menu> Preprocessor> Loads > Define Loads> Apply>Structural>Displacement>On Nodes

Une fois les noeuds 1, 9 et 10 sélectionnés, cliquez sur « OK ». Une deuxième boîte de dialogue apparaît. Sélectionnez « All DOF » et entrez la valeur 0 dans le champ de texte « Displacement value » puis sur « OK » pour valider et quitter.

1.5.2. Charge localisée

Main Menu > Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Force / Moment > On Nodes

Sélectionnez le nœud 5 puis cliquez sur « Ok » dans la première boîte de dialogue qui s'affiche.

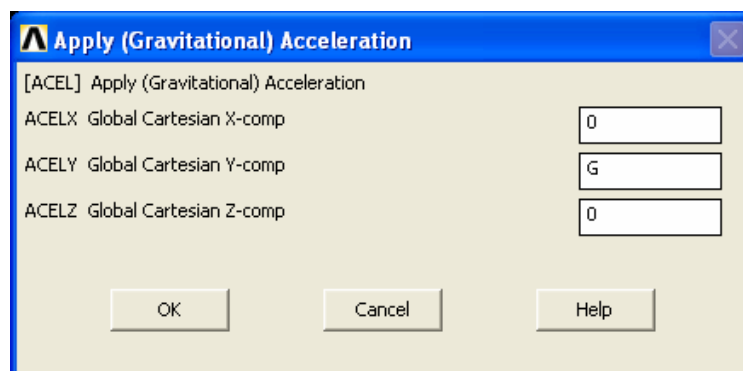


Dans la seconde boîte de dialogue sélectionnez « FY » et tapez dans le champ « Force/moment value », -F puis cliquez sur « Ok ». -F est la composante suivant Y de la charge localisée au nœud 5. Les autres composantes étant nulles.

1.5.3. Prise en compte du poids de la structure

Pour prendre en compte le poids de la structure dans l'analyse, il faut activer la gravité suivant une direction donnée, la direction y dans notre cas.

Main Menu > Preprocessor > Loads > Define Loads > Apply > Structural > Inertia > Gravity > Global

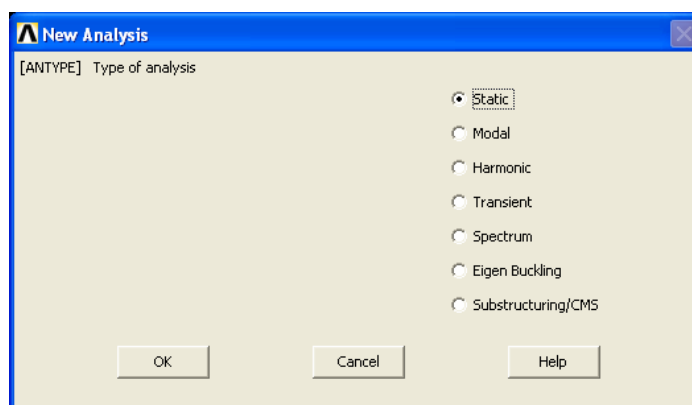


2. Obtention de résultats

2.1. Définition du type d'analyse

L'analyse effectuée est une analyse non transitoire c'est-à-dire indépendante du temps.

Main Menu > Solution > Analysis Type > New Analysis



Sélectionnez « Static » dans la boîte de dialogue puis cliquez sur « OK » pour valider et fermer.

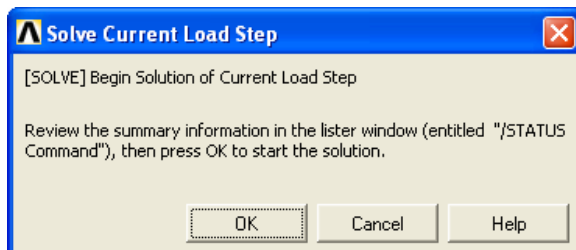
2.2. Démarrage de la résolution

Main Menu>Solution>Solve>Current LS

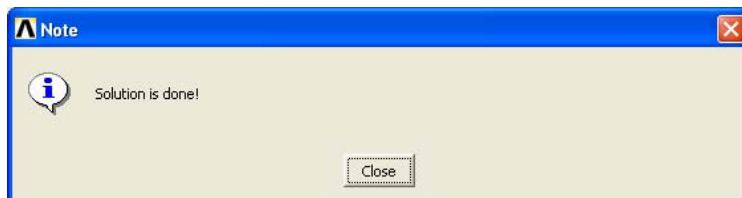


Une fenêtre apparaît dans laquelle sont résumées toutes les informations concernant l'analyse.

Dans la boîte de dialogue qui s'affiche, cliquez sur « OK » pour démarrer la résolution.



Après quelques secondes ou quelques minutes, un message vous informe que la résolution est terminée. Fermer alors la boîte de message pour passer à l'étape de post-traitement.



3. Post-traitement

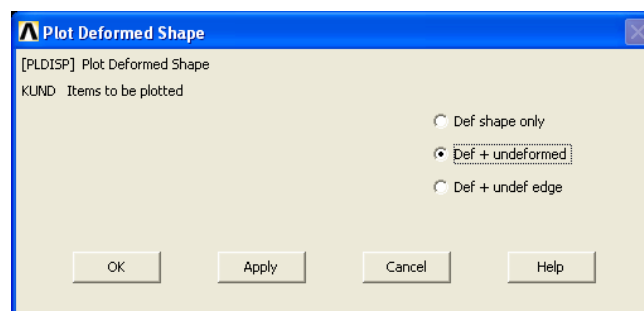
Main Menu> General Postproc> Read Results> Last Set

Pour lire les derniers résultats enregistrés au cours de la résolution.

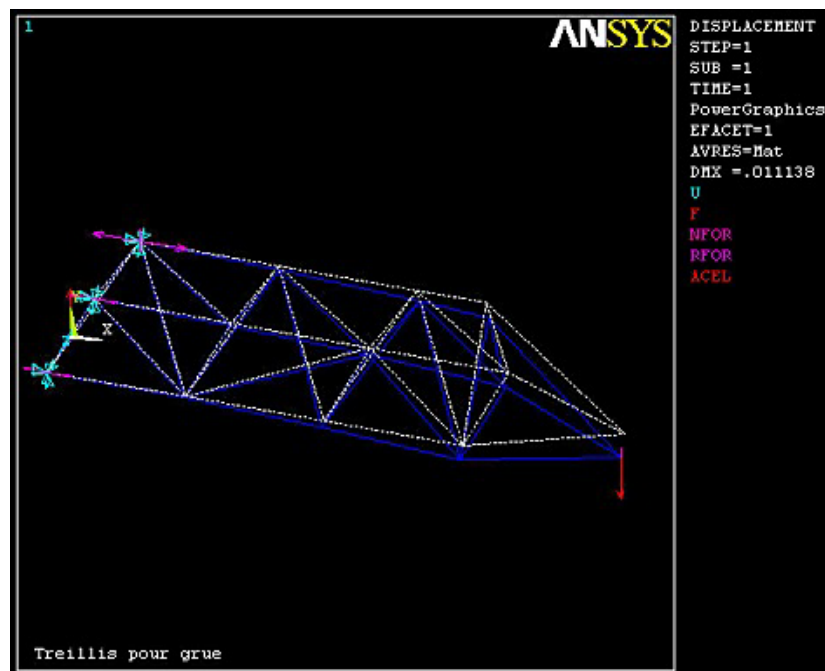
3.1. Déformation du treillis

Nous souhaitons voir la déformation de la structure du treillis sous l'effet de la charge appliquée à son extrémité.

Main Menu> General Postproc>Plot Results>Deformed Shape



Dans la boîte de dialogue, sélectionnez « Def + undeformed » pour visualiser à la fois la structure du treillis avant et après déformation.

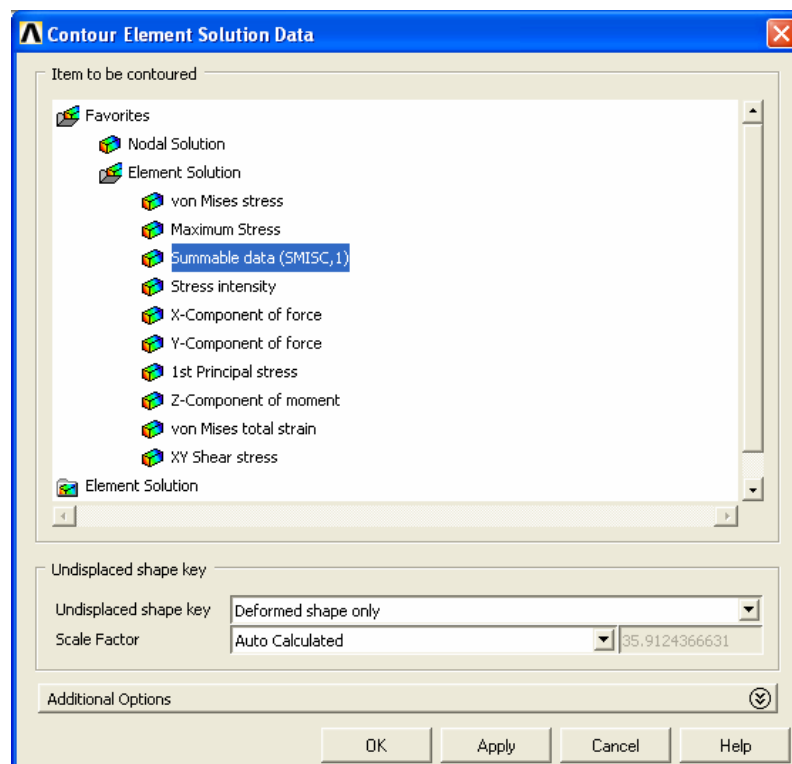


3.2. Efforts et contraintes dans les éléments du treillis

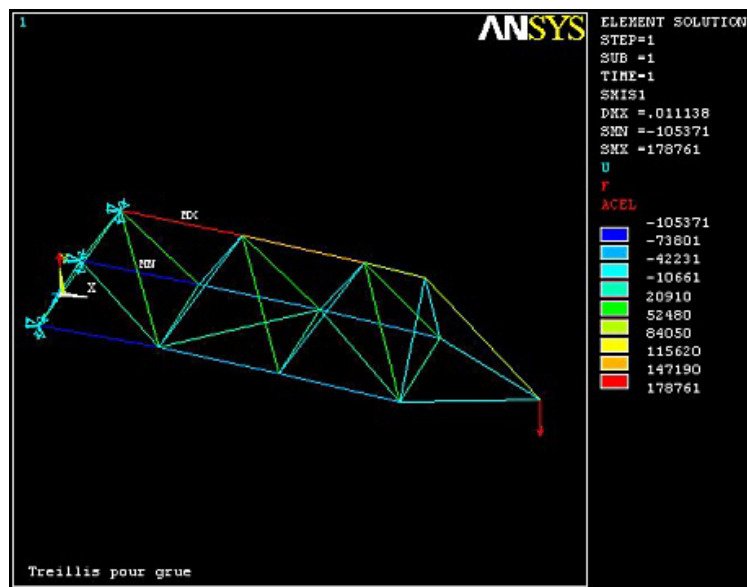
3.2.1. Efforts

Dans cette étape, nous allons visualiser l'intensité des efforts axiaux (traction, compression) dans les différents éléments du treillis.

Main Menu> General Postproc>Plot Results>Contour Plot>Element Solu

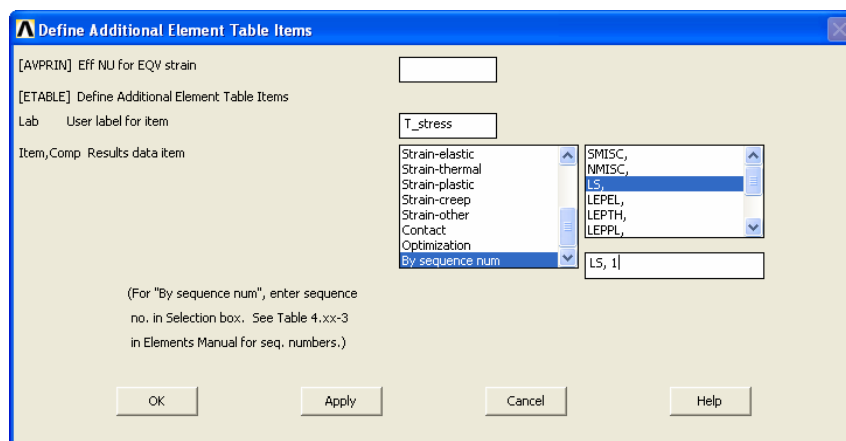


Cliquez sur « Favorites>Element Solution>Summable data (SMISC,1) » puis sur « Ok ».



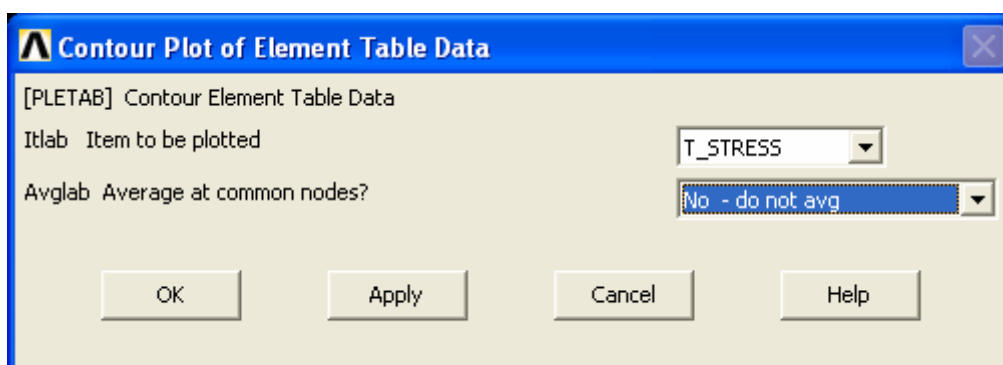
3.2.2. Contraintes

Main Menu> General Postproc>Element Table>Define Table



Entrez le nom du tableau dans le champ « Lab User label item » puis sélectionnez « By sequence num ». Sélectionnez « LS » puis tapez la valeur 1 à sa droite. « LS,1 » représente la contrainte axiale dans l'élément. Cliquez sur « Ok » pour valider et quitter.

Main Menu> General Postproc>Plot Results>Contour Plot>Elem Table



Acceptez les éléments par défaut (il n'y a qu'une seule table créée) et cliquez sur « Ok ».

