Éléments finis
Mai 2023

LEPL1110 - Éléments finis
Rapport de projet

groupe 118
Hugo Duvivier 59361900
Victor Schyns 81901900

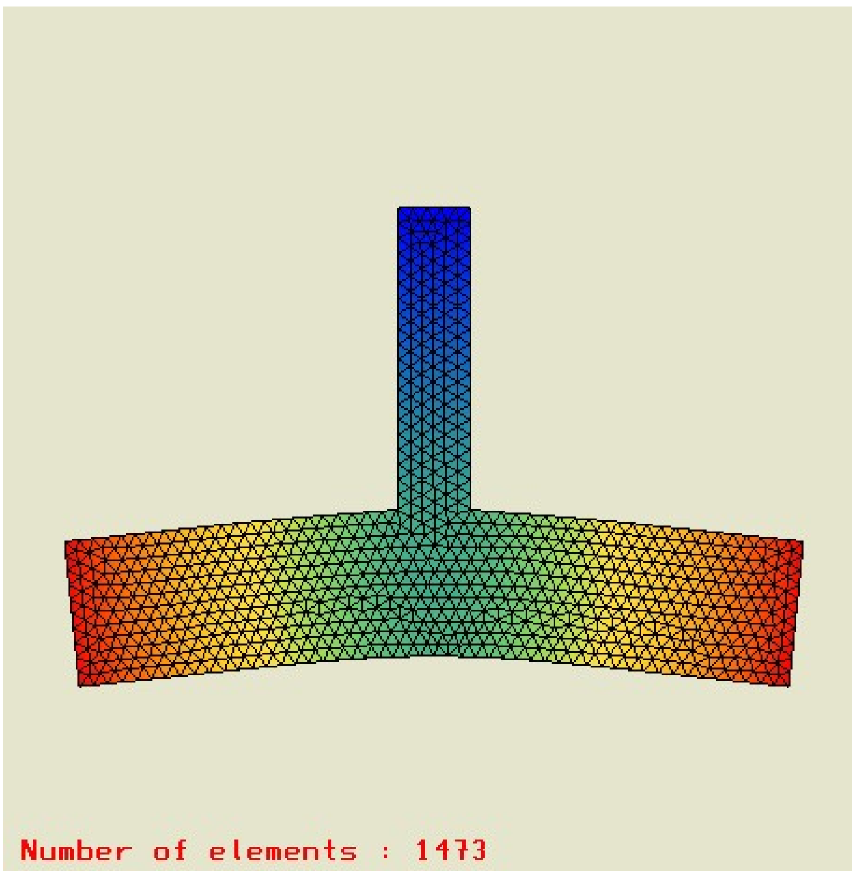


Table des matières

1 Introduction **2**

2 Objectifs **2**

2.1 Géométrie 2

2.2 Contraintes 3

3 Résultats **3**

3.1 Tige 3

3.1.1 Variation des contraintes 3

3.2 Système uni-corps Tige-Projecteur 4

3.2.1 Variation de la densité et du module de young 4

4 Code **5**

5 Conclusion **5**

1 Introduction

Dans le cadre du cours d'éléments finis, nous avons imaginé un problème d'élasticité linéaire original et intéressant à étudier. Pour notre part, nous avons calculé, via la méthode des éléments finis, les contraintes d'élasticité linéaire qui s'applique sur un projecteur pendu au plafond.

Pour notre analyse, nous allons faire varier la densité du matériau utilisé pour construire le projecteur, les dimensions du projecteur pendu au plafond ainsi que la tige qui le maintien au plafond, mais également les contraintes qui s'appliquent sur le projeteur.

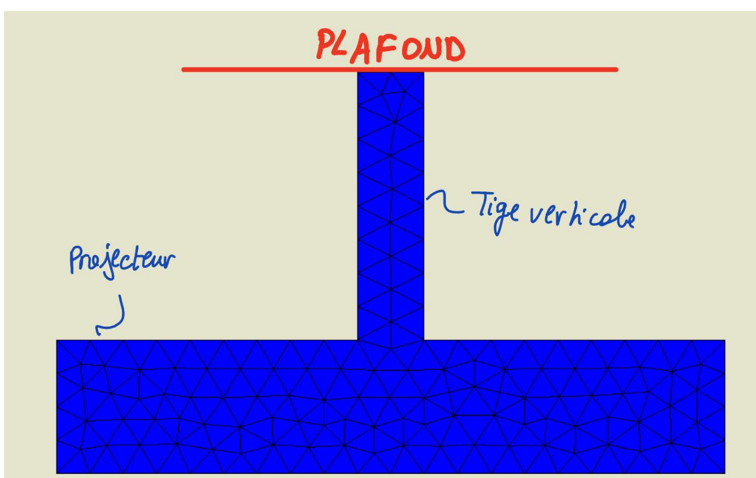
2 Objectifs

L'objectif premier de notre projet est d'appliquer la méthode des éléments finis à un problème qui nous entoure dans la vie de tous les jours. En effet, nous côtoyons tous environ tous les jours un projecteur pendu au plafond. Mais qu'en est-il de sa résistance si quelqu'un vient à s'y pendre ? Comment ses dimensions ainsi que le matériau choisi impactent-elles la résistance du projecteur ? Nous allons donc dans cette étude tenter de répondre à ces différentes questions.

2.1 Géométrie

Pour la géométrie, nous avons fait le choix de représenter le projecteur et la barre comme étant un seul corps. En effet, cette hypothèse nous permet de ne pas devoir prendre en compte les efforts agissant à l'interface des deux corps.

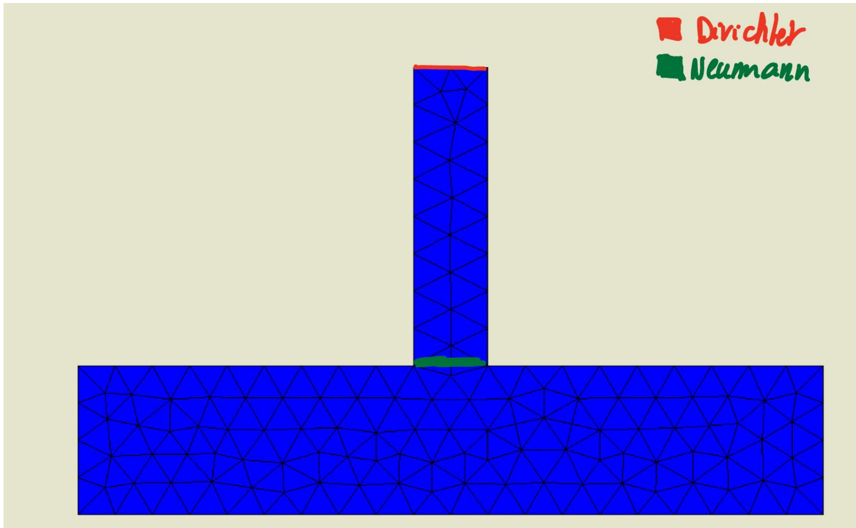
Notre système "projecteur-tige verticale" est donc représenté par un rectangle amputé de deux carrés montré ci-dessous.



Nous pouvons décomposer le problème en deux éléments, nous allons utiliser cette technique pour tenter d'analyser les efforts à l'interface des deux corps.

2.2 Contraintes

Au niveau des contraintes, elles sont de deux types : Dirichlet ou Neumann.



Nos contraintes de Dirichlet dans ce problème se situent à l'interface plafond-tige et sur le haut du projecteur sous l'action de son poids.

Par contre, les contraintes de Neumann se localisent à l'interface Tige-Projecteur, d'où l'intérêt de scinder les deux corps.

3 Résultats

Cette section sera donc scindée en deux parties, une partie pour la tige et une partie consacrée au comportement du système tige-projecteur en entier. Nous ne nous sommes pas attardés sur le projecteur en lui-même, car nous avons remarqué que les efforts subits ne sont pas très pertinents à analyser.

3.1 Tige

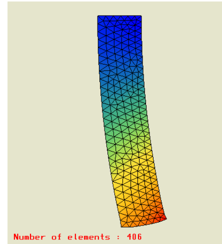
Pour analyser le comportement de la tige, nous allons faire varier les contraintes qui s'appliquent sur celle-ci.

3.1.1 Variation des contraintes

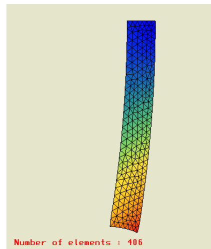
Pour chaque variation de contraintes, nous utilisons la densité et le module de Young moyen du plastique.

Variation des conditions de Neumann à l'interface tige-projecteur pour des conditions de Dirichlet fixées à l'interface sol-tige.

1. 5 Pa dans le sens croissant des abscisses



2. 5 Pa dans le sens décroissant des abscisses



Nous voyons que des conditions de Neumann appliquées selon les abscisses nous montrent le comportement de notre tige (dans des cas plus extrêmes que la réalité). Nous voyons une assez bonne résistance de notre matériau pour une sollicitation selon cet axe. Par contre, lorsque nous essayons d'appliquer des conditions de Neumann selon l'axe des ordonnées, notre tige ne résiste pas bien. Pour avoir des résultats satisfaisants, nous appliquons des contraintes de l'ordre de 10^{-5} Pa.

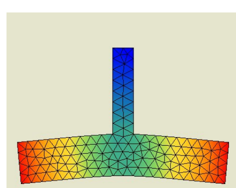
3.2 Système uni-corps Tige-Projecteur

Nous allons maintenant supposer notre tige et notre projecteur comme ne faisant qu'un seul corps. Nous allons pour cette analyse faire varier la densité, le module de Young et les contraintes.

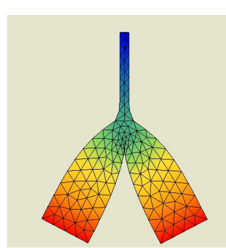
3.2.1 Variation de la densité et du module de young

Nous allons observer la déformation élastique de plusieurs matériaux.

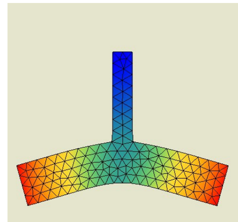
1. Acier : E=211.e9 rho = 7.85e3



2. Plastique : E=1,6e6 rho = 12



3. Béton : E=20e6 rho = 22000



4 Code

Pour faire fonctionner notre code le plus vite possible, nous avons implémenté un solveur frontal et un solveur bande. Ces solveurs prennent les meilleurs partis de la forme de nos matrices pour calculer la solution le plus vite possible. [1]

Nous avons également alloué des espaces de mémoires dynamique pour nos différents objets afin de simplifier la recherche et l'accès en mémoire.

5 Conclusion

Suite à cette application, nous avons non seulement montré que les éléments finis sont une bonne méthode pour résoudre des problèmes d'élasticité linéaire, mais nous avons également analysé un exemple de problème d'élasticité linéaire concret.

Nous voyons que la réponse du projecteur et pour la tige aux différentes contraintes dépendent du matériau utilisé. Le module de Young ou encore la densité du matériau ont un impact significatif sur les choix à faire pour construire un tel objet. Plus le matériau est dense, moins il aura tendance à se déformer, mais plus il sera lourd. Plus le module de Young augmente, plus le matériau est résistant à la déformation élastique, mais est plus fragile.

Avec la méthode des éléments finis, nous pouvons personnaliser notre manière de résoudre le système via différent solveur, mais encore via différentes formes d'éléments pour le maillage.

Pour perfectionner le programme, nous pouvons encore renuméroter les nœuds pour profiter des propriétés (zéro dans les matrices) grâce à notre solveur frontal ou bande. Nous n'avons pas non plus implémenté les conditions en normal-tangentiel, car ce n'était pas utile pour notre application, mais cela peut se révéler très efficace, particulièrement pour les géométries courbe.

1. Lien du git : https ://github.com/LDuve/ProjetELFI.git