

# Éléments Finis Rapport -LEPL1110

Justin Giles Victor Renkin

May 19, 2023

## 1 Introduction

L'été approche à grand pas et nous avons hâte de retourner à la piscine. C'est pourquoi dans le cadre du cours d'éléments finis, nous avons donc choisi de réaliser un programme qui calcule les contraintes et les déformations sur un plongeur en polycarbonate pour garantir la sécurité des plongeurs. Nous avons résolu un problème d'élasticité linéaire en 2 dimension par la méthode des éléments finis. Nous présentons notre résolution dans ce rapport.

## 2 Problème physique

Notre problème physique consiste à étudier la flexion du plongeur lorsqu'une personne saute à son bout d'une hauteur de 50cm.

### 2.1 Hypothèses

Regardons de plus près à notre matériaux le polycarbonate :

$$E = 2GPa$$

$$\nu = 0.37$$

$$\rho = 1.22 * 10^3 kg/m^3$$

Nous fixons le bas du support du plongeur par la condition *Dirichlet<sub>y</sub>*, et le support gauche par *Dirichlet<sub>x</sub>*. Nous supposons qu'une personne saute sur le bord de notre plongeur de 30 cm pesant 70 kg. Nous appliquons donc une condition de *Neumann<sub>T</sub>*.

### 2.2 Dimensions

Pour les dimensions du plongeur, nous nous sommes basé sur un plongeur existant. Le plongeur est à une hauteur de 1.07m et repose sur une base large de 25cm. Il mesure 1.8m de long, 0.4m de large et est épais de 7cm. Une personne saute sur les derniers 20cm de la planche.

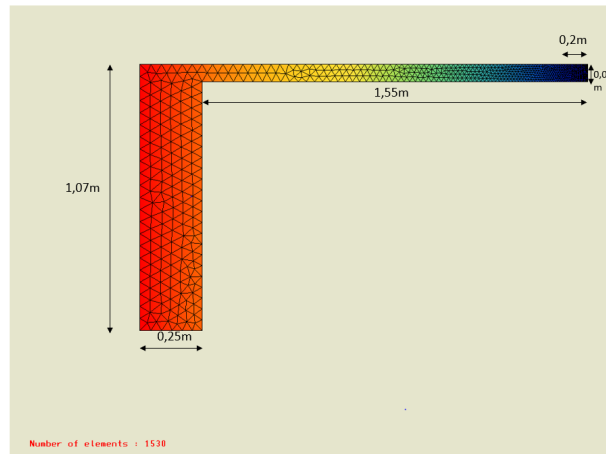


Figure 1: Dimensions du plongeur

## 2.3 Calcul de flèche

### 2.3.1 Cas non-chargé

Nous pouvons calculer le poids propre de notre plongeur :

$$P = b * h * \rho = 0.4 * 0.07 * 1220 = 34.16 \text{ kg/m}$$

Ce qui nous donne une charge répartie de 335.1 N/m. A partir de cette charge, nous pouvons calculer la flèche avec la formule suivante :

$$Fleche = qL^4/8EI = 335.1 * 1.55^4/8 * E * I = 0.0106 \text{ m}$$

Lorsque nous comparons cette valeur à la valeur que nous fournit notre programme, à savoir 0.00634, nous voyons que celle-ci vaut 60 % de notre valeur.

### 2.3.2 Cas chargé

Nous allons maintenant calculer la flèche pour le cas où une personne de 70 kg se tient sur le bout du plongeur.

$$Fleche = 0.0106 + QL^3/3EI = 0.0106 + 686.7 * 1.55^3/3 * E * I = 0.0479 \text{ m}$$

### 2.3.3 Cas lorsque le plongeur saute d'une hauteur de 50cm

Pour ce cas-ci, c'est légèrement différent et un peu plus calculatoire. Nous devons tout d'abord calculer la vitesse à laquelle le plongeur va rentrer en contact avec la planche. Nous calculons d'abord le temps de chute :

$$X(t) = X_0 + v_0 * t + g * t^2/2$$

Ce qui nous donne un temps de 0.32s. Nous calculons donc la vitesse qu'il aura au moment du contact avec la planche :

$$v(t) = v_0 + g * t = 0 + 9.81 * 0.32 = 3.13 \text{ m/s}$$

Nous utilisons ensuite le principe de conservation d'énergie. Nous supposons que le plongeur est un ressort ayant une constante de raideur  $k$  de 18410.2 N.m (cette constante a été calculée en faisant le rapport entre la force poids exercée par la personne et le déplacement causé par cette force).

$$Kc + Up = Ur$$

$$m * v^2 / 2 + m * g * h = k * h^2 / 2$$

$$70 * 3.13^2 / 2 + 70 * 9.81 * h = 18410.2 * h^2 / 2$$

Nous obtenons un déplacement verticale de 0.2339m et donc une flèche de 0.2445m.

### 3 Maillage

#### 3.1 Sans contrainte

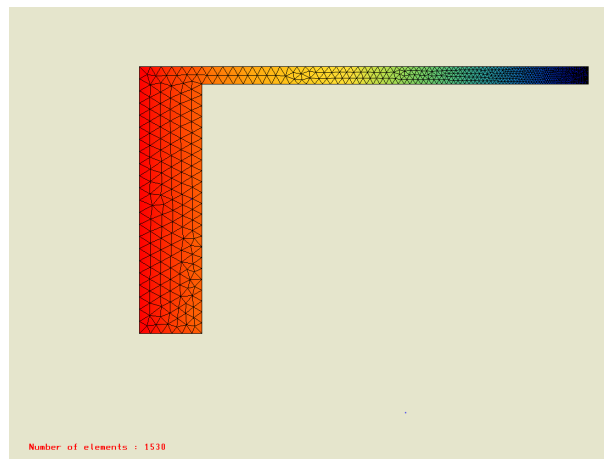


Figure 2: Bilan de puissance en fonction de la tension au stator.

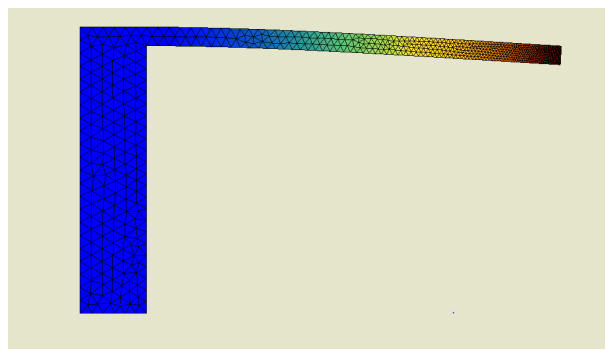


Figure 3: Plongeur soumis à la gravité

Pour bien voir la déformation, celle-ci est multipliée par un facteur 10.

## 4 Performance

Méthode	Temps d'exécution [s]
FemChoeLoskiy	2.73
FemChoeLoskiX	5.48
None	9.19

## 5 Optimisation

Pour l'optimisation de notre code nous avons pensé à la méthode de Cholesky, ce qui est parfait dans le cas de l'élasticité linéaire comme notre matrice est symétrique. Nous avons aussi appliqué une renumérotation des nœuds ce qui nous permet de libérer plus vite de l'espace et en même temps d'aller plus vite.

## 6 Expérience

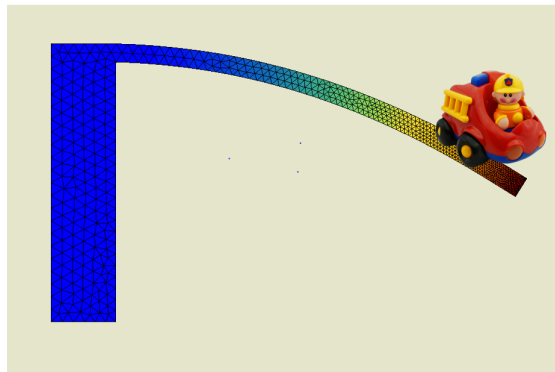


Figure 4: Plongeur sous le poids d'un camion

Voici à quoi la déformation du plongeur ressemble lorsqu'un camion de 44 tonnes est posé dessus. Nous pouvons supposer qu'il se casse.