

BACHELIER INGÉNIEUR CIVIL

MECA0025 | MÉCANIQUE DES FLUIDES

---

## **Projet de Simulation**

### **Etude préliminaire**

---

*Professeur*  
Eric Delhez

*Auteurs*

Tom BEAUVE (S224331)  
Robby IRAKIZA (S224337)  
Lilian STEIMETZ (S224403)

Année académique 2024-2025

## 1) Introduction

Ce projet a pour but de réaliser l'étude d'un écoulement sanguin bidimensionnel dans une artère comportant un anévrisme. Comme étude préliminaire, nous étudierons un écoulement dans une artère sans déformation, modélisée par une conduite rectiligne section constante.

Les simulations et différents résultats seront extraits du logiciel *Siemens NX*.

Afin de réaliser cette étude préliminaire, différentes hypothèses et conditions limites constantes ont été posées :

- Fluide newtonien incompressible
- Écoulement laminaire
- Densité du sang :  $1050 \text{ kg/m}^3$
- Vitesse d'entrée uniforme :  $0,5 \text{ m/s}$
- Largeur de la section :  $2 \text{ cm}$
- Longueur du segment étudié :  $20 \text{ cm}$
- Viscosité du sang :  $38 \text{ mPo}$
- Pression :  $80 \text{ mmHg}$

## 2) Maillage

Le maillage utilisé pour la simulation est repris à la Figure 1. Il est constitué d'éléments de type *QUAD4*, avec un raffinement sur les bords de la section, où se développe la couche limite, afin de capturer avec une meilleure précision les variations locales du champ de vitesse et des gradients de pression, tout en gardant un maillage relativement grossier sur la zone centrale de la section, moins susceptible à de grandes variations de conditions, dans le but de ne pas alourdir la simulation inutilement. Aucune optimisation ni comparaison des résultats issus de différents maillages n'ont cependant été faites.

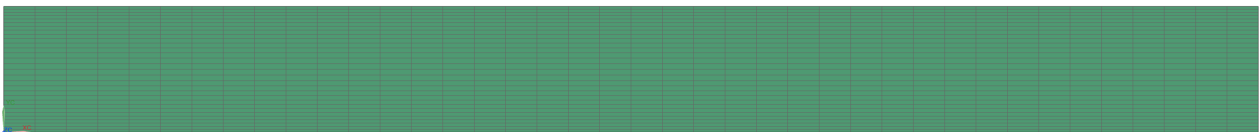


Figure 1: Maillage utilisé pour la simulation de l'étude préliminaire

## 3) Champ de vitesse

Le champ de vitesse obtenu via une simulation reprenant les conditions initiales et hypothèses mentionnées dans l'introduction se trouve à la Figure 2. Ce champ de vitesse montre un profil symétrique qui se développe le long du segment, sans toutefois atteindre un régime établi en fin de segment, ce

qui se traduit par des gradients de vitesse non-nuls longitudinalement en fin de domaine, comme mis en évidence à la Figure 3. On vérifie théoriquement que l'écoulement n'atteint pas un régime établi par le calcul de la longueur d'entrée d'un écoulement laminaire via l'équation

$$L_d \approx 0,05 \cdot Re \cdot D \quad (3.1)$$

où  $L_d$  est la longueur d'entrée,  $Re$  est le nombre de Reynolds de l'écoulement et  $D$  la largeur de la section. On calcule  $Re = 2763,16$  et  $L_d \approx 2,763m$ , en effet bien supérieure à la longueur du segment étudié.

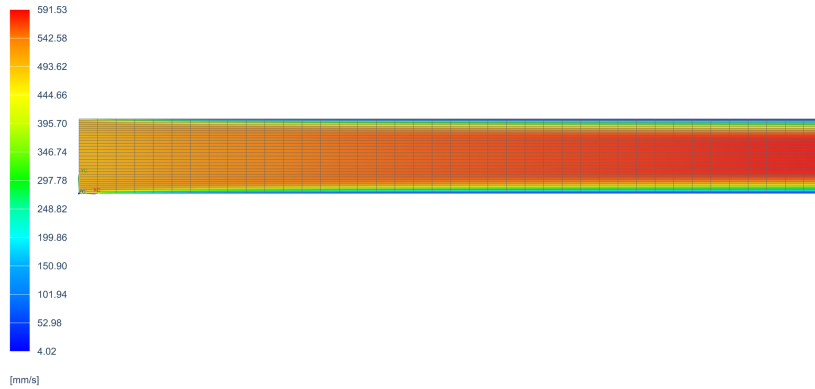


Figure 2: Champ de vitesse issu de la simulation de l'étude préliminaire

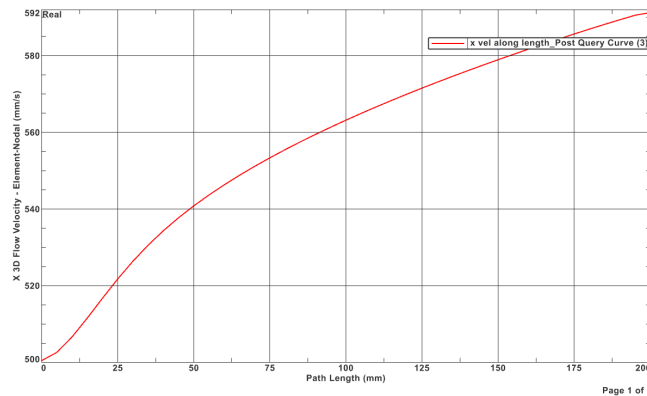


Figure 3: Evolution de la vitesse longitudinale le long de l'écoulement

## 4) Tension de cisaillement

L'évolution de la tension de cisaillement le long d'une des parois du segment d'aorte étudié se trouve à la Figure 4. La distribution de la tension de cisaillement à la paroi n'est pas uniforme, ce qui est cohérent avec l'évolution du profil de vitesse. Tant que l'écoulement n'a pas atteint un régime établi, les contraintes de cisaillement varient en fonction de la distance à l'entrée du domaine. En particulier, elles diminuent avec la distance depuis l'entrée, car la couche limite se développe et le gradient de vitesse à la paroi s'atténue progressivement, suivant ainsi bien l'équation théorique

$$\tau = \mu \left. \frac{\partial u}{\partial y} \right|_{y=\text{paroi}} \quad (4.1)$$

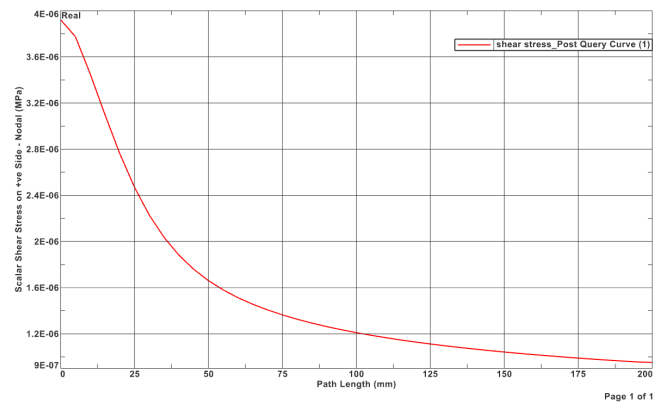


Figure 4: Évolution de la contrainte de cisaillement le long de la paroi latérale

Les tensions de cisaillement dans la Figure 4 sont de l'ordre de  $10^{-6}$ MPa, soit de l'ordre du Pascal.