

Modélisation avancée de la moelle épinière pour le pronostic des blessés médullaires

Sophie Le Cann, Thibault Lemaire, Vittorio Sansalone
Nicolas Bailly, Morgane EVIN
MSME
Laboratoire de Biomécanique Appliquée
Aix-Marseille Université - Université Gustave Eiffel

7 Juin, 2023



Context: le role biomécanique de liquide céphalo-rachidien

Blessés médullaires (SCI)

250,000 à 500,000 blessés: 10.5
nouv./100.000 pers/an *Kumar et al., 2018*

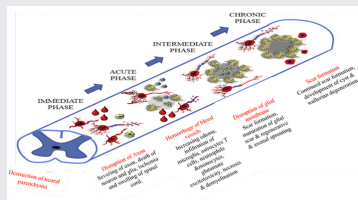
Une problématique sociétale

un coût associé:
0.1-2.19 millions € (UK, Spain)
33 % tétraplegie, paraplégie
Marqueur pronostique, qualité de vie

Chirurgie de décompression

Restorer la pulsation du LCR ou
décompresser la moelle

Mécanismes associés to SCI



Anjum et al., 2020

Treatments de la blessure médullaire

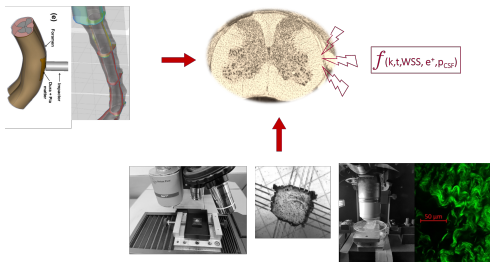
Cellules souches, Electrostimulation,
mobilisation précoce

*SCI fact 2016, World Health Organisation, Witwi et
Fehlings, 2015*

Environment cicatriciel

Caractérisation mécanique de la lésion

WP2: Cicatriciel environment: Quantifying the mechanical action of CSF pulsation



Collaboration, INT, N. Wanaverbecq
Doctorat L. Leblond, début 2022

Question de recherche

Comment prendre en compte la micro-structure dans nos simulations de moelle complète?

Modèle de contusion: souris

- Contrôle de l'impact (pourcentage de compression et vitesse)
- Monitorer l'endommagement au cours du temps

Environnement cicatriciel

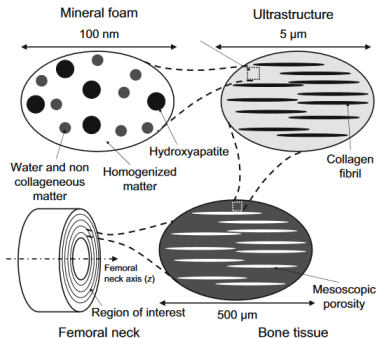
- Caractérisation de la cicatrice
- Etude micro-structurale
- Impact en charge Cheriyan et al., 2014

Mécanismes mecano-biologiques

- Simulation: modifications itérative
- $f(\text{constitutive model coefficients, } t, \text{ stresses})$.

Modélisation Multi-échelle, MSME

Propriétés hétérogène, anisotrope, élastique de l'os fémoral



Sansalone et al., 2010, MSME

Echelles de la problématique

- Ultrastructure - 10^{-3}m
- Mineral foam - 10^{-5}m
- Deeper scale - 10^{-7}m

Homogénéisation

- Etape 1: Propriété effective élastique de la mousse minérale (self-consistent approximation)
- Etape 2: Propriété effective élastique de l'ultrastructure (Moni-Tanaka approximation)