

# 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*

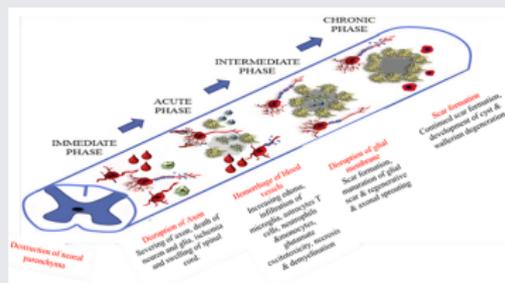
## Une problématique sociétale

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*

## Traitements de la blessure médullaire

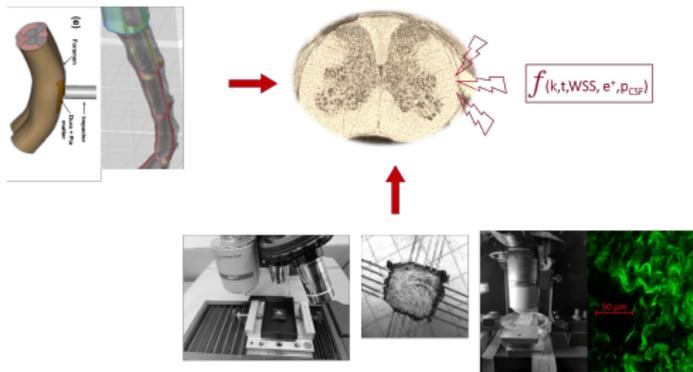
Cellules souches, Electrostimulation,  
mobilisation précoce

*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

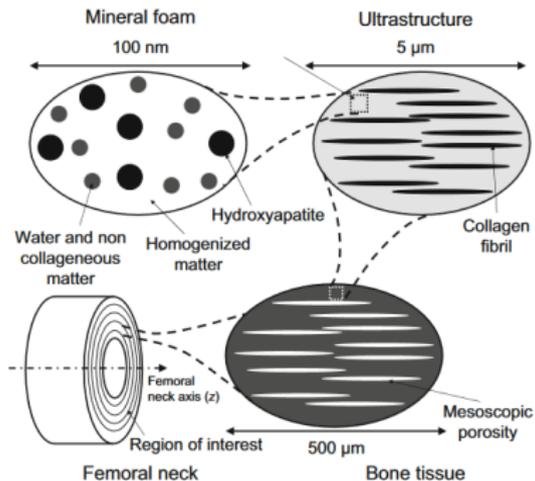
- Caractérisation de la cicatrice
- Etude micro-structurale
- Impact en charge Cheriyan et al., 2014

## 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)