

# L'Homme virtuel dans ses différentes déclinaisons biomécaniques et physiologiques

Colloque en Sciences Numériques et Intelligence Artificielle  
pour la Santé à Aix-Marseille Université

Claire Bruna-Rosso, chercheuse post-doctorale, Laboratoire de Biomécanique Appliquée

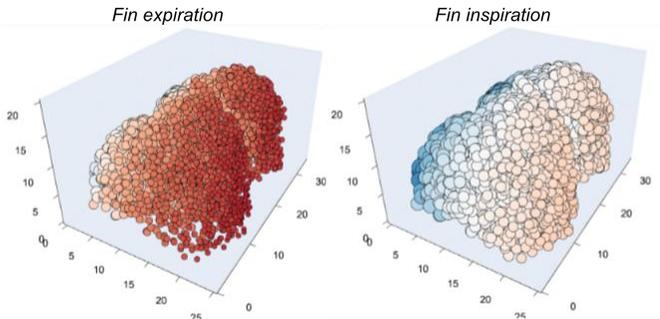
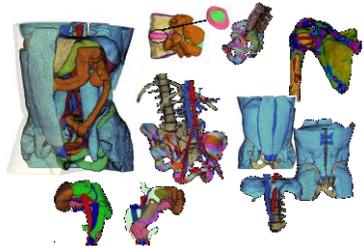
26 Novembre 2021



# Qu'est-ce que l'Homme virtuel?

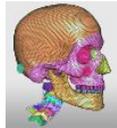


# L'Homme virtuel au LBA



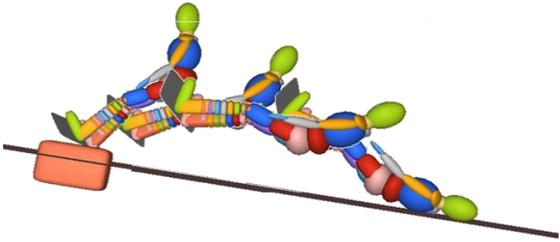
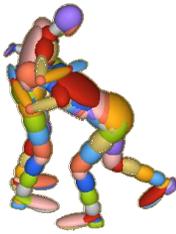
Modèles multi-compartiments

- Modèles par éléments finis
- Corps complet
  - Segmentaire
  - Organe isolé

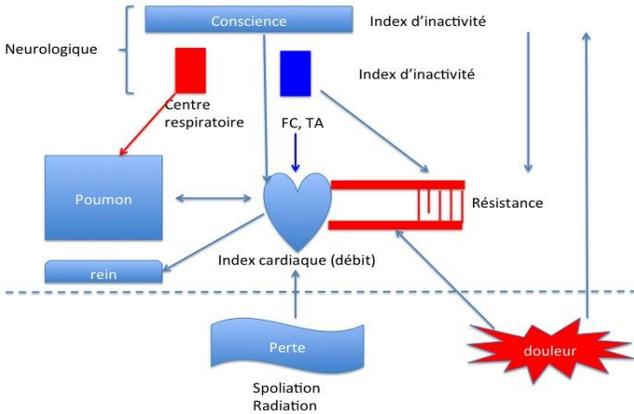


Ensemble de modèles permettant l'étude de phénomènes mécaniques et/ou physiologiques du corps humain

Modèles multi-corps



Modèles OD

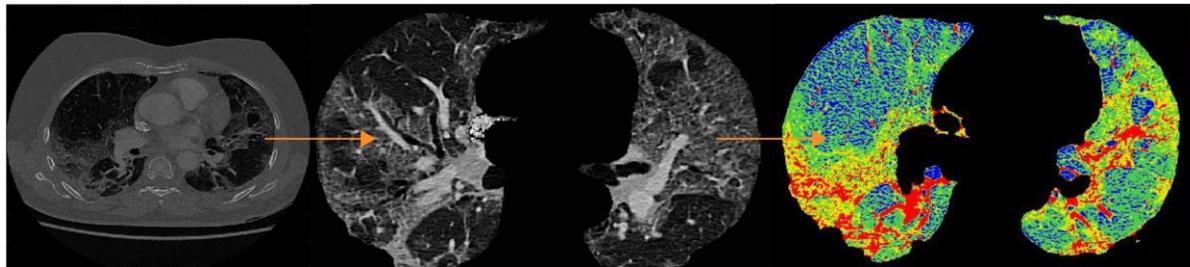


# Quels verrous scientifiques pour l'Homme virtuel?

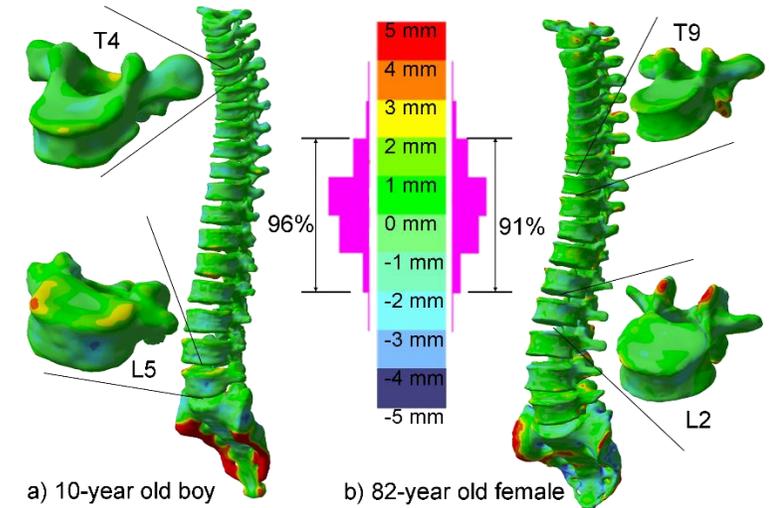


# Quelle géométrie ?

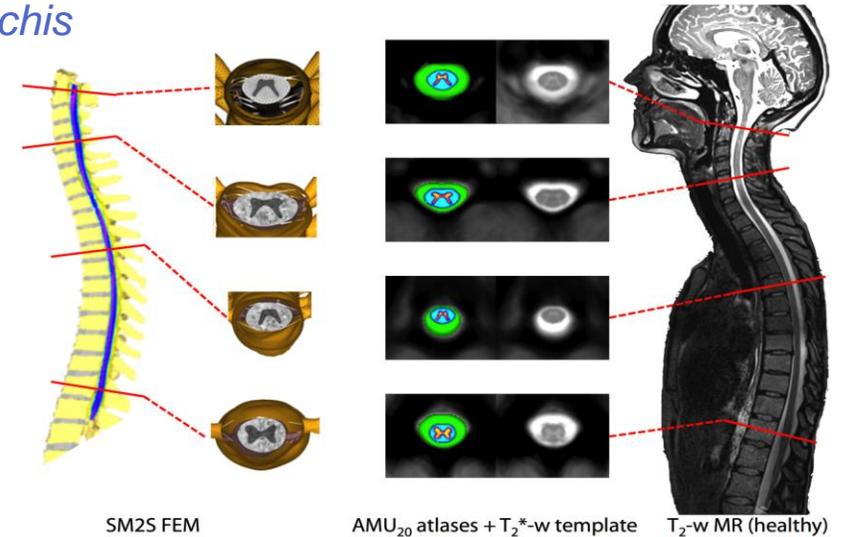
- Personnalisation des modèles?
  - Prise en compte de l'âge
  - Prise en compte de pathologies
- Caractérisation détaillée de structures internes ?



Segmentation et analyse de l'oxygénation du poumon à partir de CT-scan



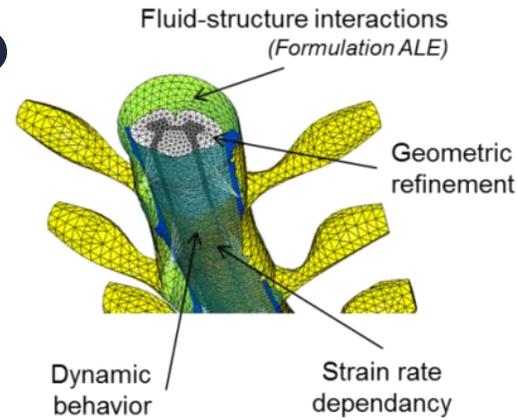
Krigeage d'un modèle par éléments finis de rachis



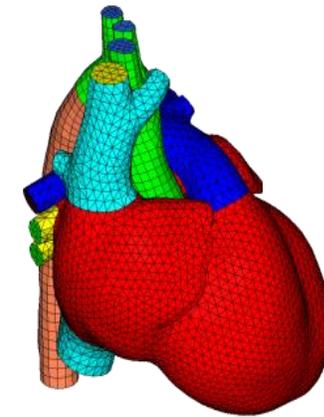
Développement d'un modèle personnalisé de moelle épinière à partir d'IRM (partenariat CRMBM)

# Quelle(s) physique(s) ?

- Couplage fluide-structure ?
  - Interaction sang – vaisseaux sanguins/cœur
  - Interaction air – voies respiratoires
  - Interactions moelle épinière – fluide céphalo rachidien
- Action des muscles ?



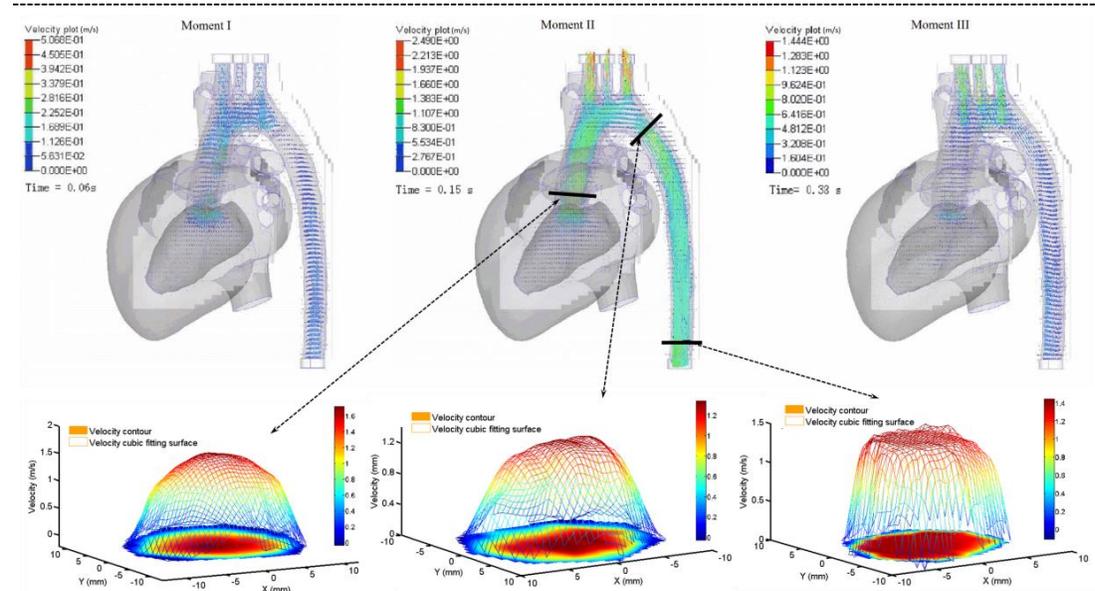
*Modèle du canal rachidien et des méninges incluant le fluide céphalo-rachidien*



*Modèle de cœur et simulation de la circulation sanguine*

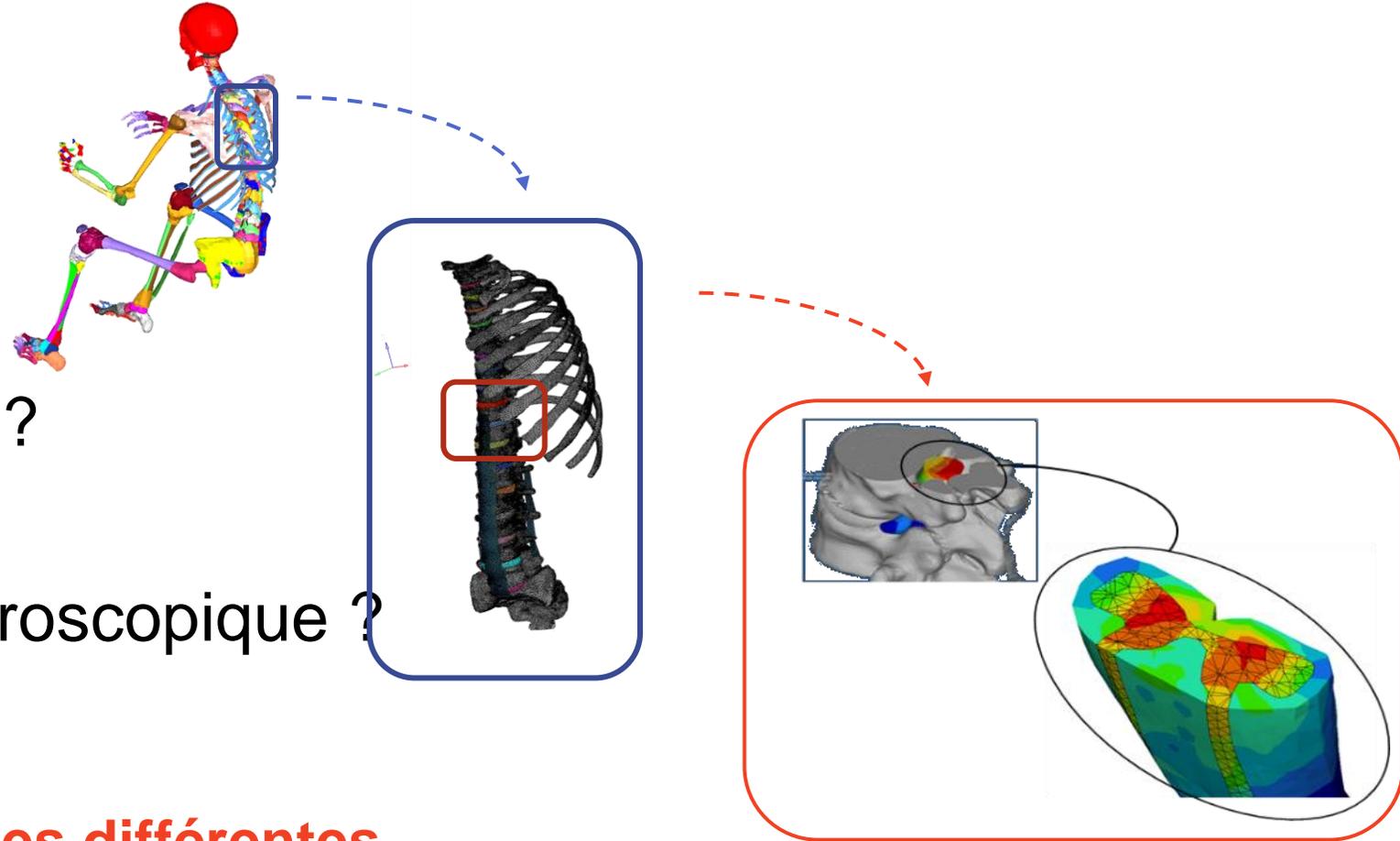


*Simulation de la flexion du bras par activation musculaire*



# Quelle(s) échelle(s) ?

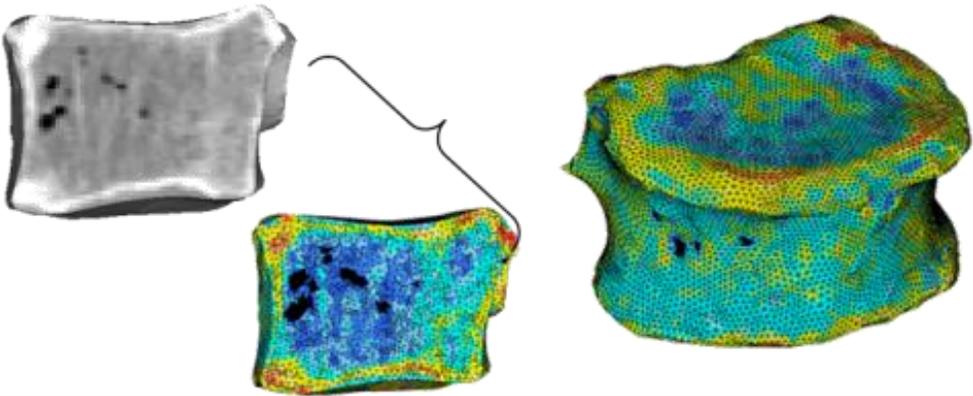
- Corps-humain complet ?
- Segment corporel ?
- Tissu isolé, échelle microscopique ?



→ Quels couplages entre ces différentes échelles ?

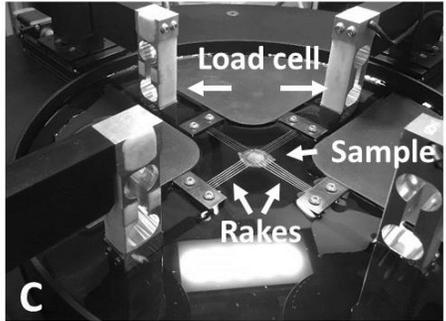
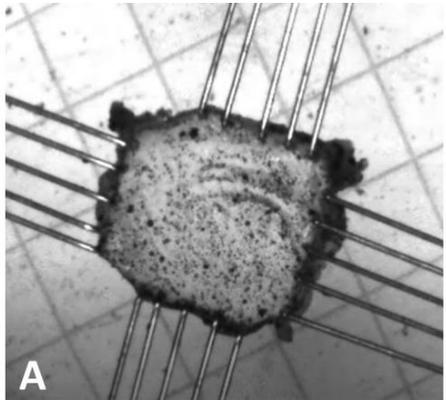
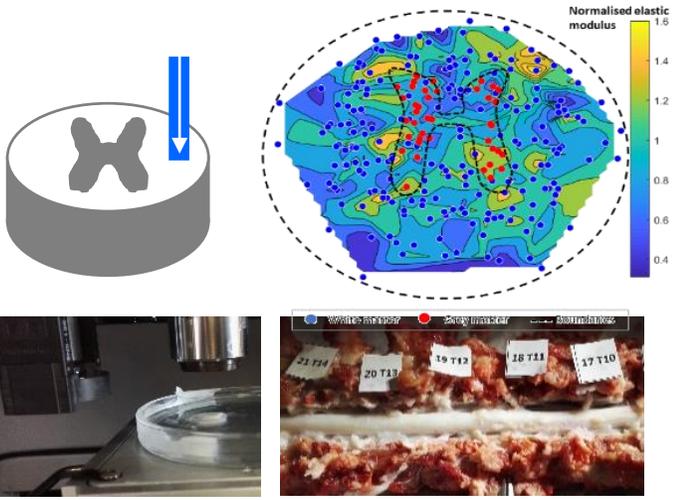
# Quelles propriétés mécaniques ?

- Comportement mécanique des tissus et des structures
  - Effet des pathologies ?
  - Effet du vieillissement ?



Personnalisation des propriétés mécaniques à partir de CT-Scan :  $(E, \rho) = f(\text{Hounsfield})$

Micro-indentation de la moelle épinière



Caractérisation mécanique bi-axiale des méninges

# Applications de l'humain virtuel en santé



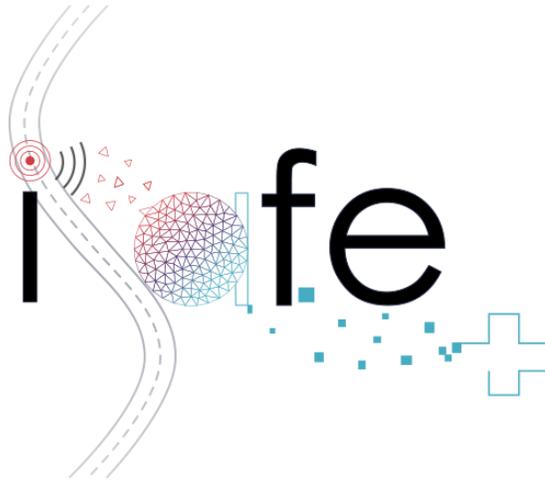
# Traumatologie

## Systeme d'alerte et d'optimisation des secours

Mesurer pour connaitre l'accident  
**Alerter en temps réel**



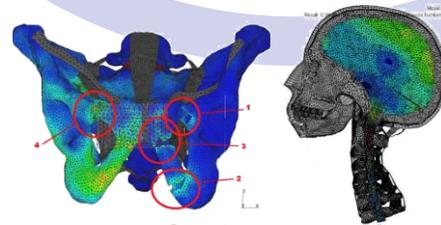
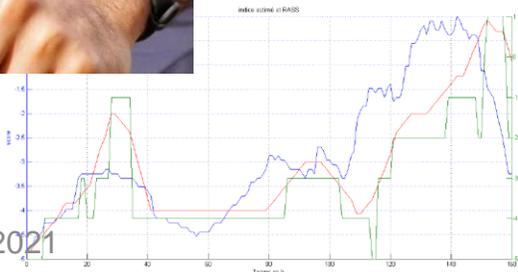
**Informer** les équipes de secours  
**Optimiser** la prise en charge



Evaluer les conditions du choc

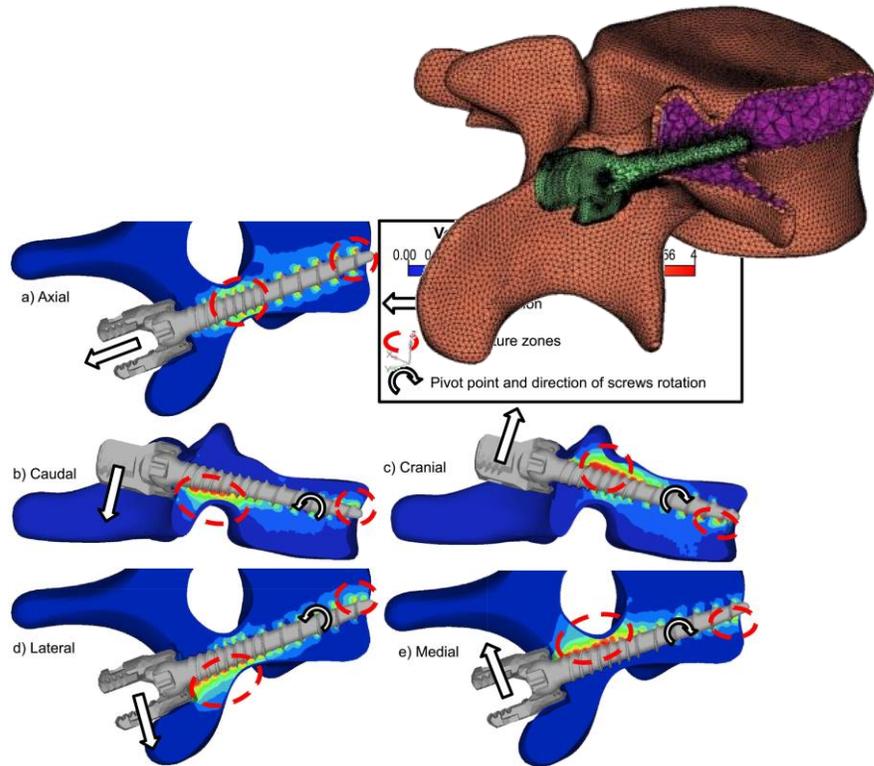
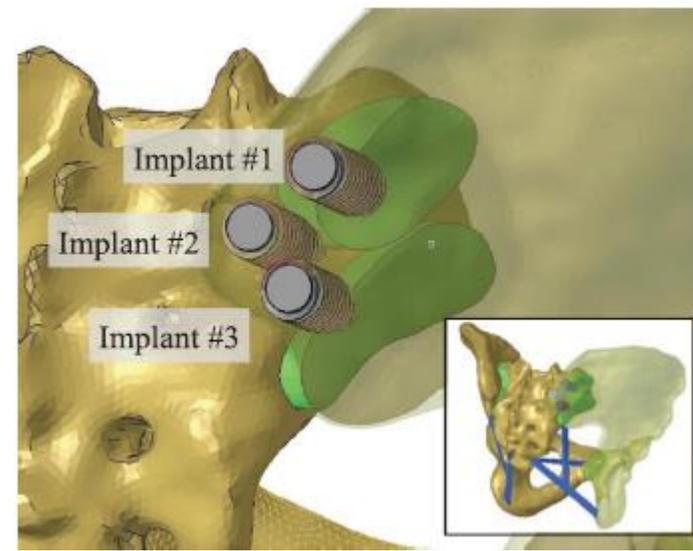


**L'Homme Virtuel** : Estimer la sévérité du trauma  
Anticiper l'évolution des constantes physiologiques

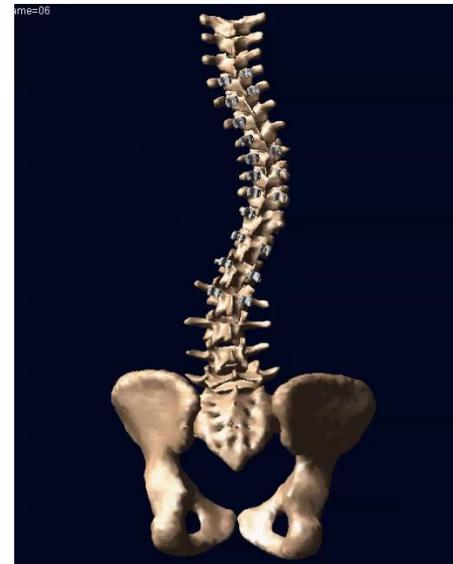


# Chirurgie

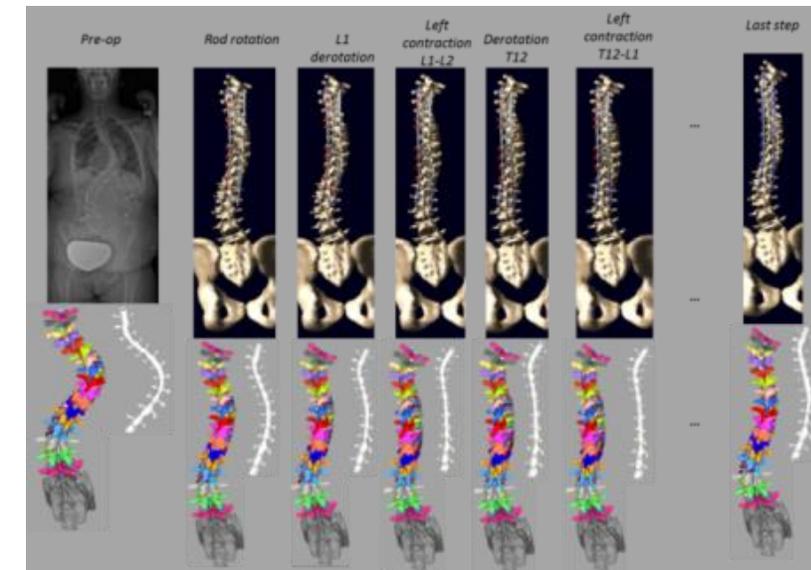
*Simulation de la fusion de la jonction sacro-iliaque*



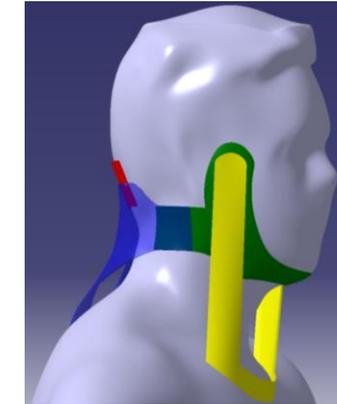
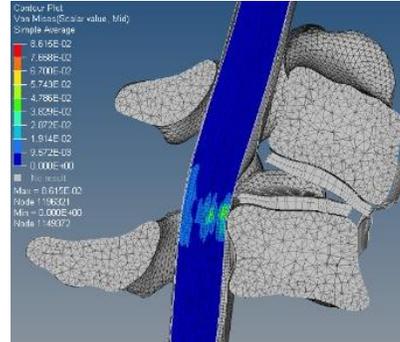
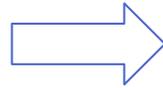
*Simulation de l'insertion de vis pédiculaires et des manœuvres de correction de la scoliose*



*Evaluation du risque médullaire pendant des différentes étapes d'une chirurgie du rachis*

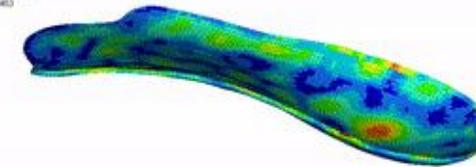
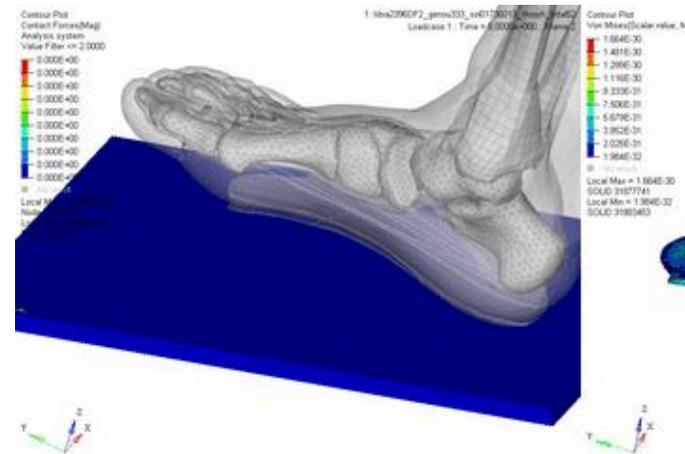


# Développement d'orthèses/prothèses



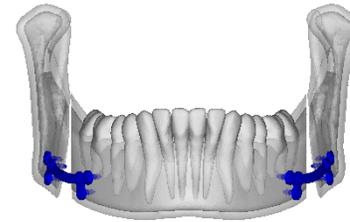
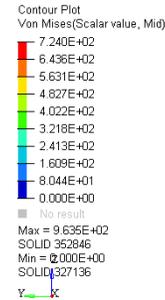
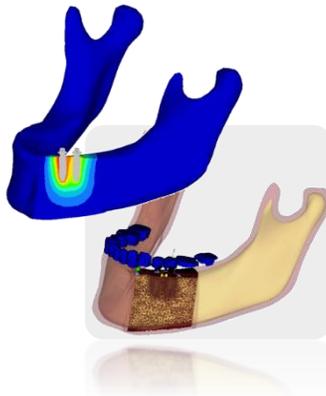
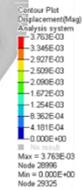
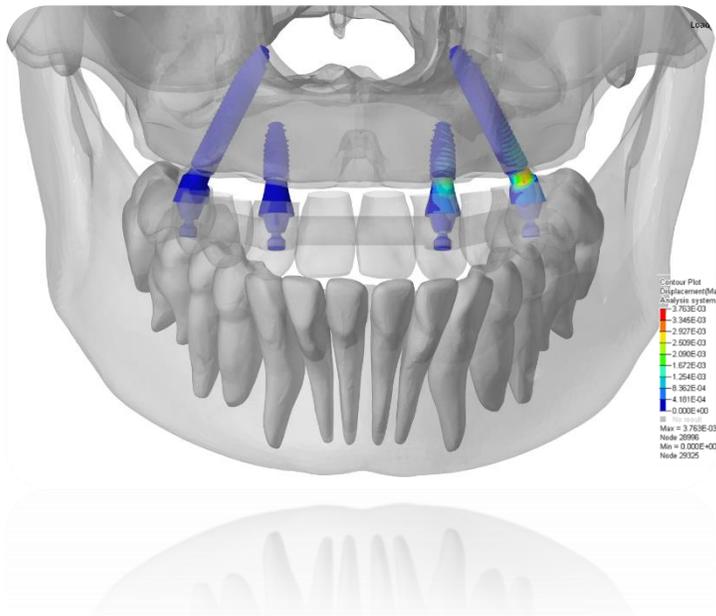
*Développement et optimisation de minerve pour la prise en charge de blessés cervicaux*

*Modélisation du pied et simulation de la marche pour le design de semelles orthopédiques personnalisées*

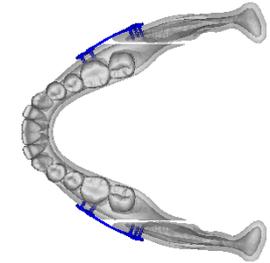
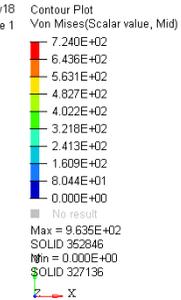


# Dispositifs médicaux implantables

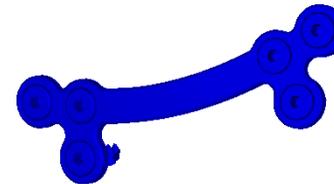
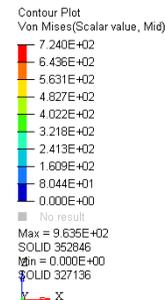
## Implantologie dentaire



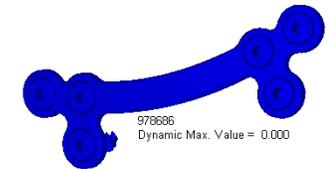
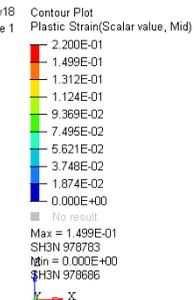
1: Modele\_osteotomie\_v18  
Loadcase 1 : Time = 0.0000e+000 : Frame 1



1: Modele\_osteotomie\_v18  
Loadcase 1 : Time = 0.0000e+000 : Frame 1



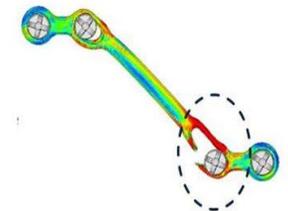
1: Modele\_osteotomie\_v18  
Loadcase 1 : Time = 0.0000e+000 : Frame 1



1: Modele\_osteotomie\_v18  
Loadcase 1 : Time = 0.0000e+000 : Frame 1



10 mm



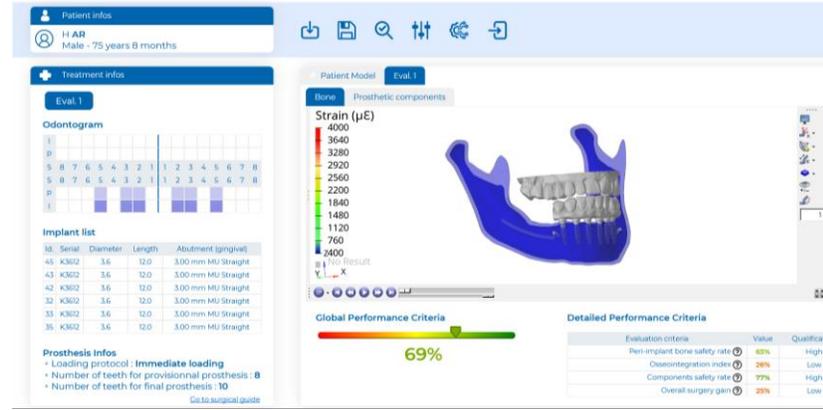
## Dispositif d'osteosynthese en chirurgie maxillo-faciale

# Des sciences numériques vers une utilisation de l'IA ?

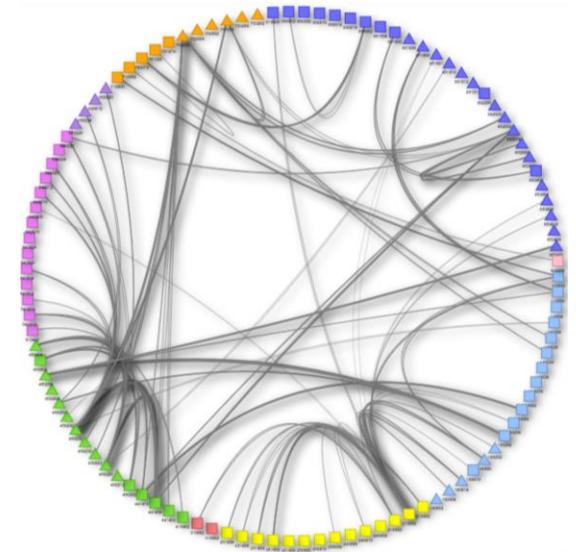


# Les sciences numérique au LBA : au-delà de la modélisation

- Optimisation topologique
- Planification chirurgicale
- Couplage avec des bases de données
- Développement de modèle réduits
- Plan d'expérience de simulation



*Optimisation et planification de chirurgie en implantologie dentaire*



*Analyse d'associations de blessures chez les accidentés de la route*



# Vers une utilisation de l'IA ?

- Automatisation des processus de segmentation
- Automatisation des techniques de krigeage
- Développement de modèles temps-réel à partir de base de données de simulations

# Merci pour votre attention

