



<https://simtk.org/home/opensim>

<http://opensim.stanford.edu>

# But de la modélisation et de la simulation

Visualiser des  
mouvements  
complexes

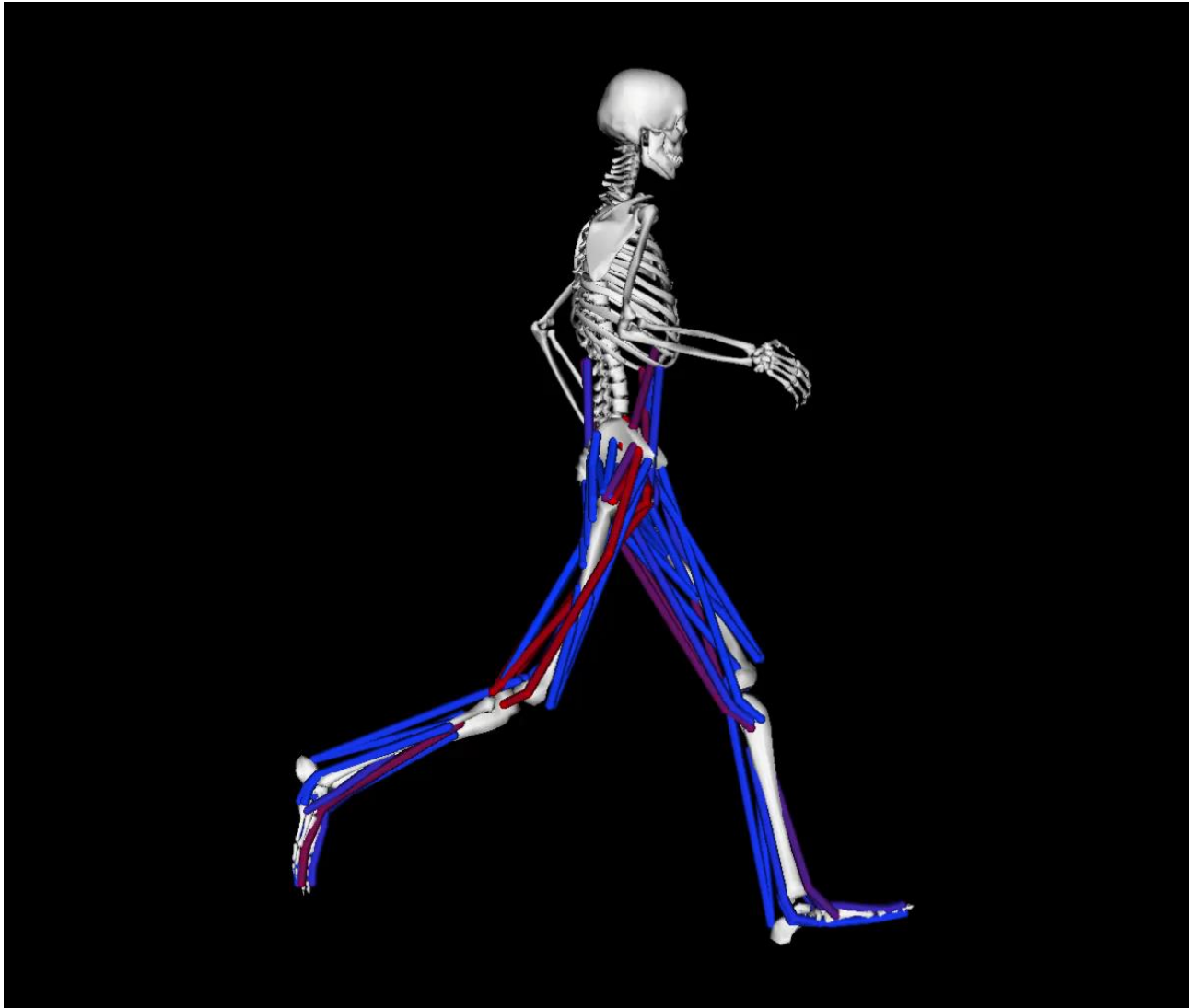
Evaluer des  
paramètres  
difficiles à  
mesurer



Etudier des  
scenarios  
“et si”

Identifier des  
relations de  
cause à effet

## Visualiser la course en détail



# But de la modélisation et de la simulation

Visualiser des  
mouvements  
complexes

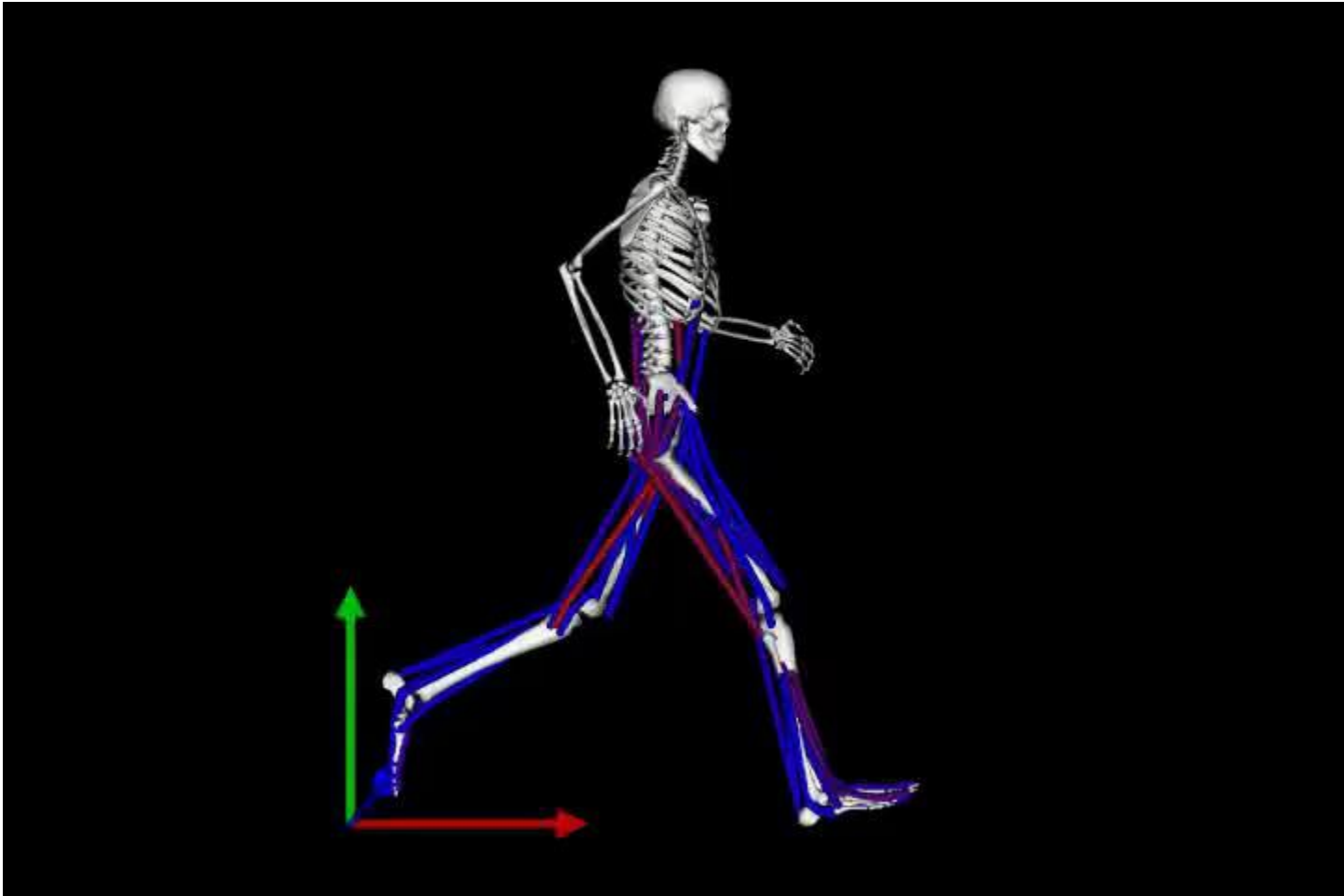
Evaluer des  
paramètres  
difficiles à  
mesurer



Etudier des  
scenarios  
“et si”

Identifier des  
relations de  
cause à effet

# Evaluer la fonction d'un muscle



# But de la modélisation et de la simulation

Visualiser des  
mouvements  
complexes

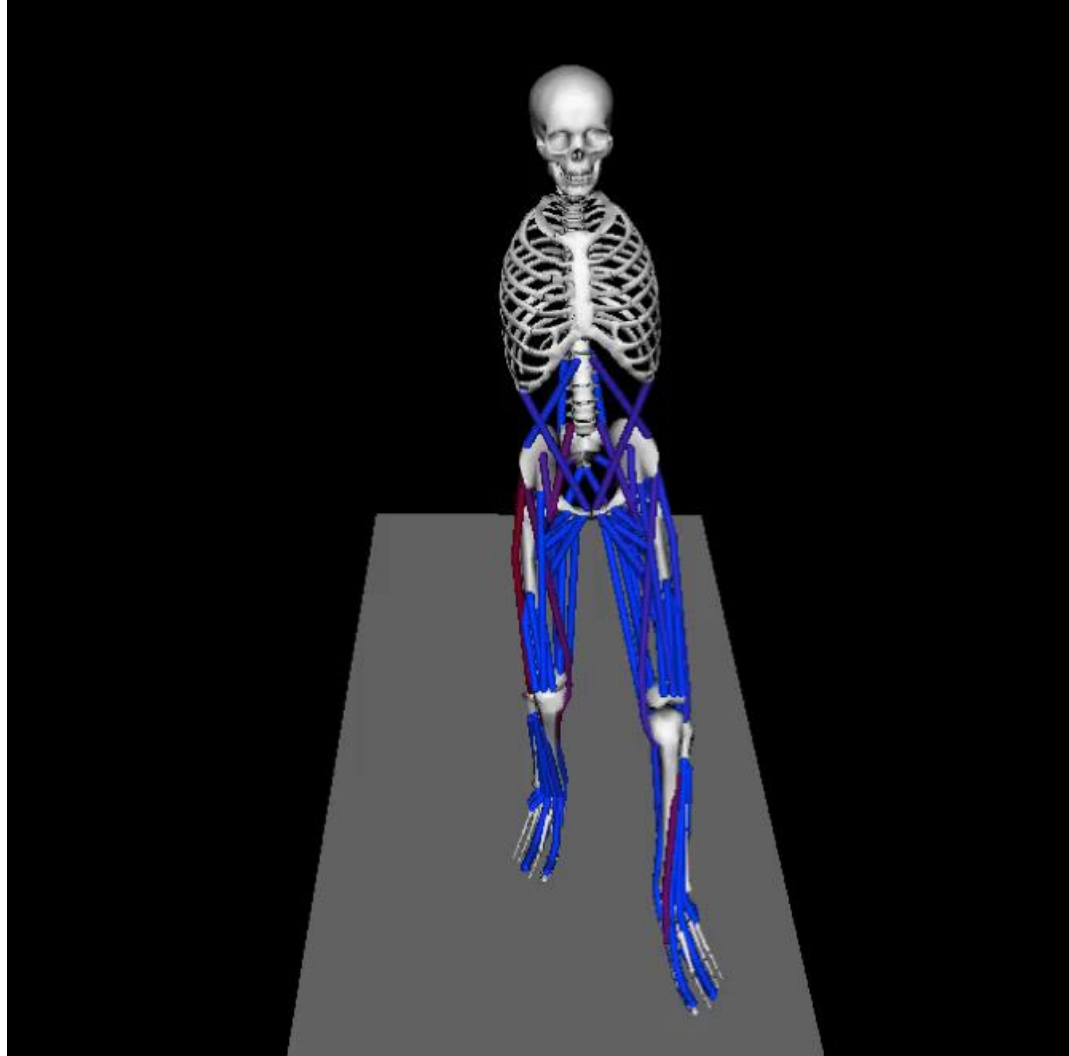
Evaluer de  
paramètres  
difficiles à  
mesurer



Etudier des  
scenario  
“et si”

Identifier des  
relations de  
cause à effet

# Etudier les causes d'une démarche asymétrique



# But de la modélisation et de la simulation

Visualiser des  
mouvements  
complexes

Evaluer des  
paramètres  
difficiles à  
mesurer

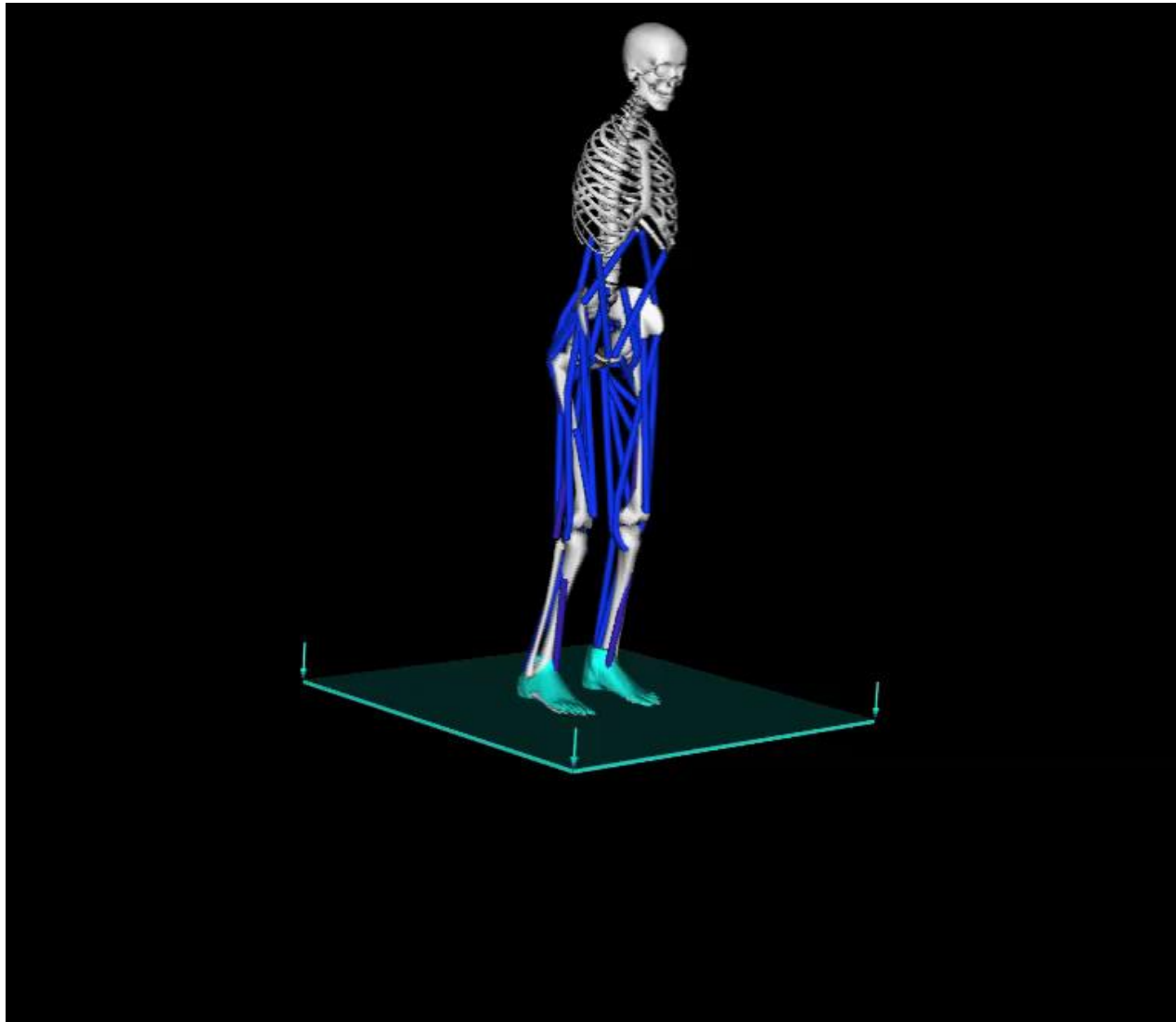


Etudier des  
scenarios  
“et si”

Identifier des  
relations de  
cause à effet



## Qu'arrive-t-il si le sol descend?



# **Problèmes avec le paradigme actuel**

- Difficile de reproduire les résultats de la littérature
- Codes commerciaux intéressants mais non extensibles
- Le coût du code commercial limite l'utilisation pour l'enseignement
- Développer son propre code est un gros challenge
- Il est difficile de partager ses innovations avec la communauté
- Plus de continuité une fois les étudiants diplômés
- Isolation

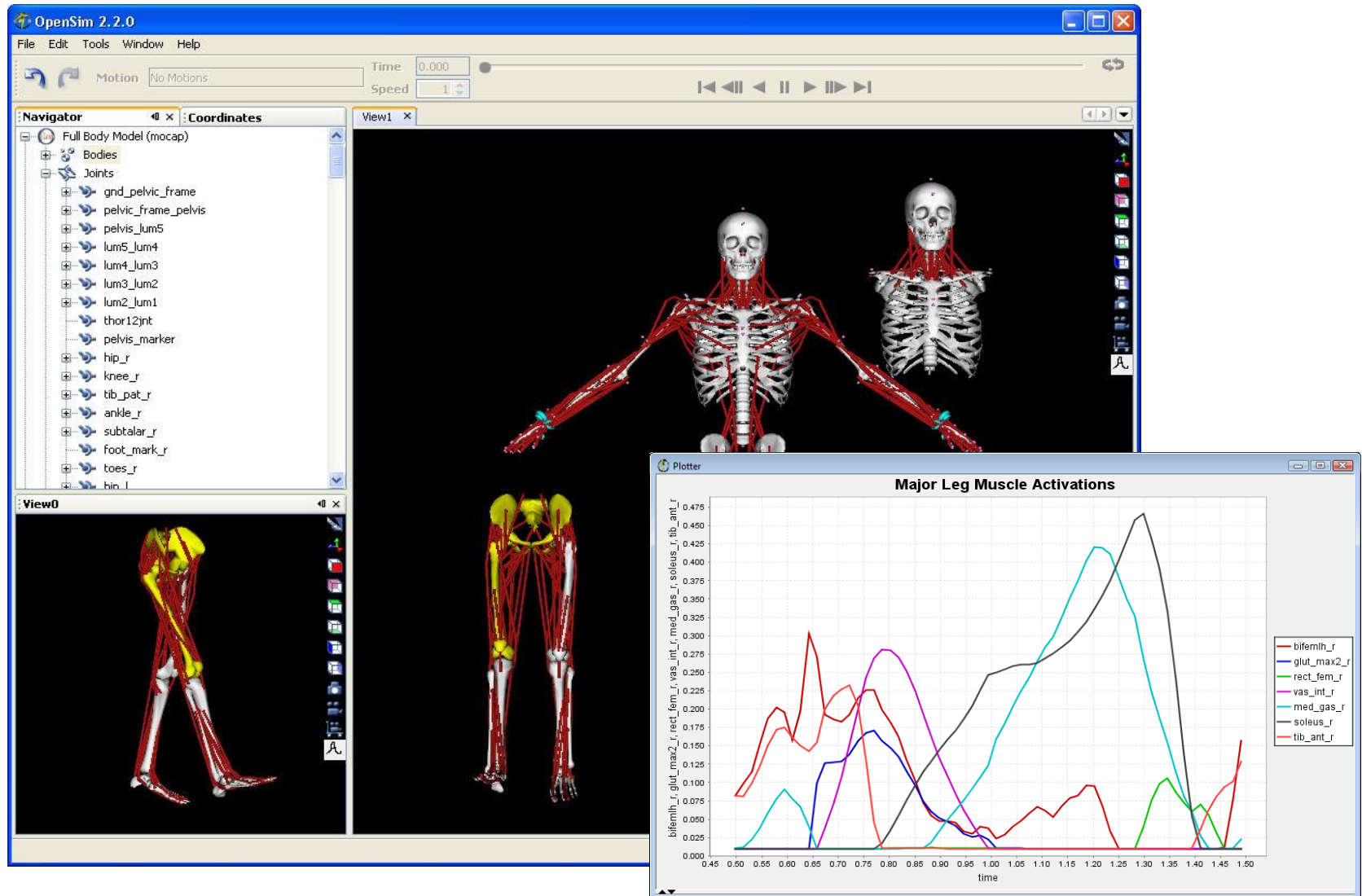
## **Ce qu'OpenSim a à offrir**

- Accès libre- les résultats peuvent être reproduits
- Extensible – possibilité de créer ses propres modules
- Largement disponible – faire profiter la communauté de ses innovations
- Gratuit – support d'enseignement
- Accessible – une communauté d'experts
- Continuité – pour votre labo

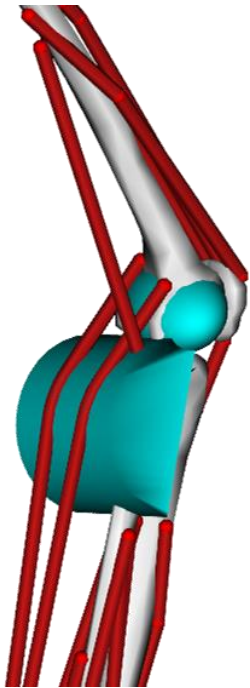
# Quelques propriétés d'OpenSim

- Format standard pour partager des modèles
- But principal: dynamique inverse
- Optimisation pour estimer les efforts musculaires et articulaires
- Méthodes pour créer des simulations à partir de capture de mouvement
- Outils pour analyser les simulations
- Un logiciel rapide et open access pour les calculs de dynamique

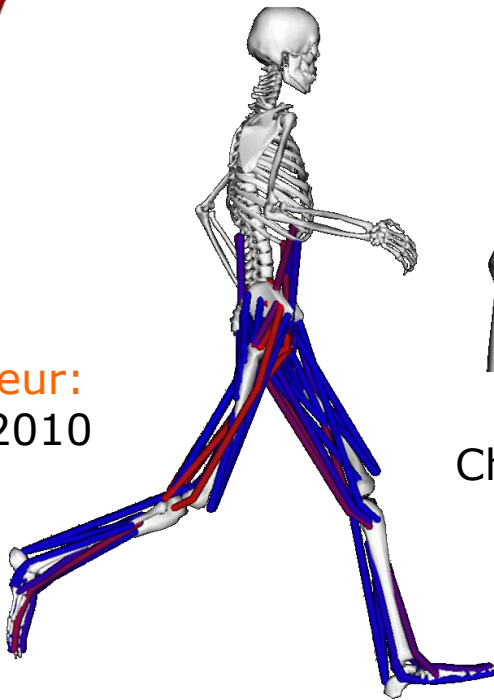
# OpenSim est une application



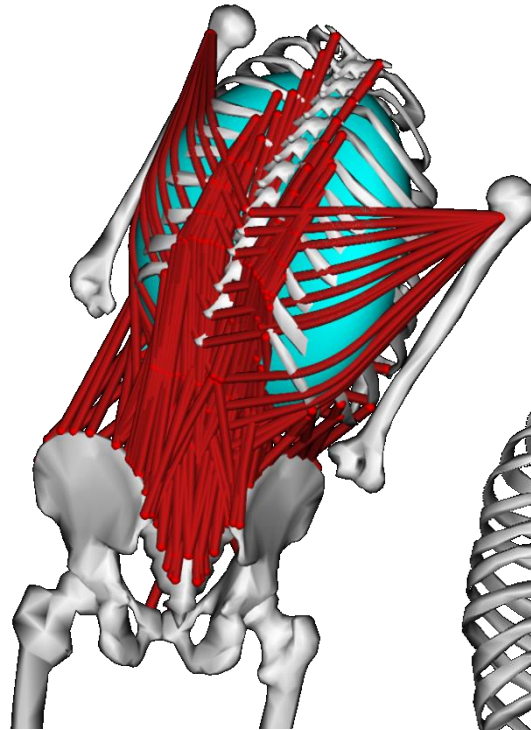
# OpenSim est une librairie de modèles



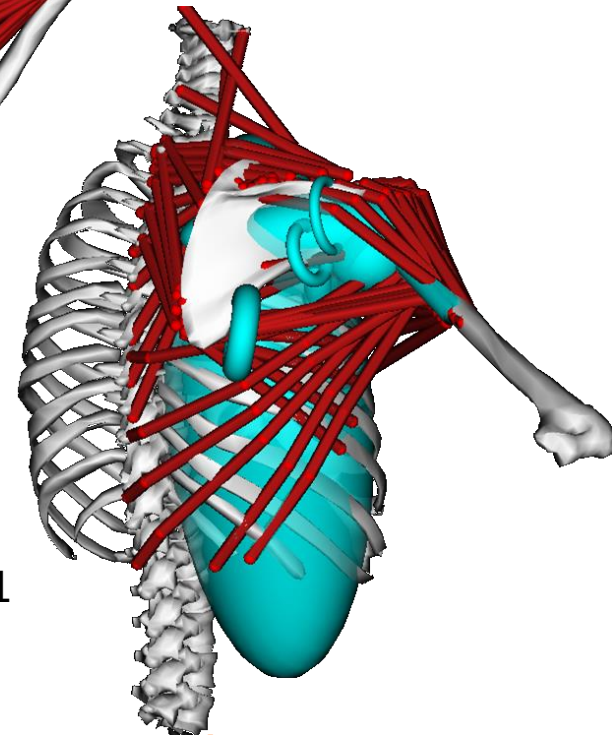
Membre inférieur:  
Arnold et al, 2010



Course à pieds: Hamner et al, 2010



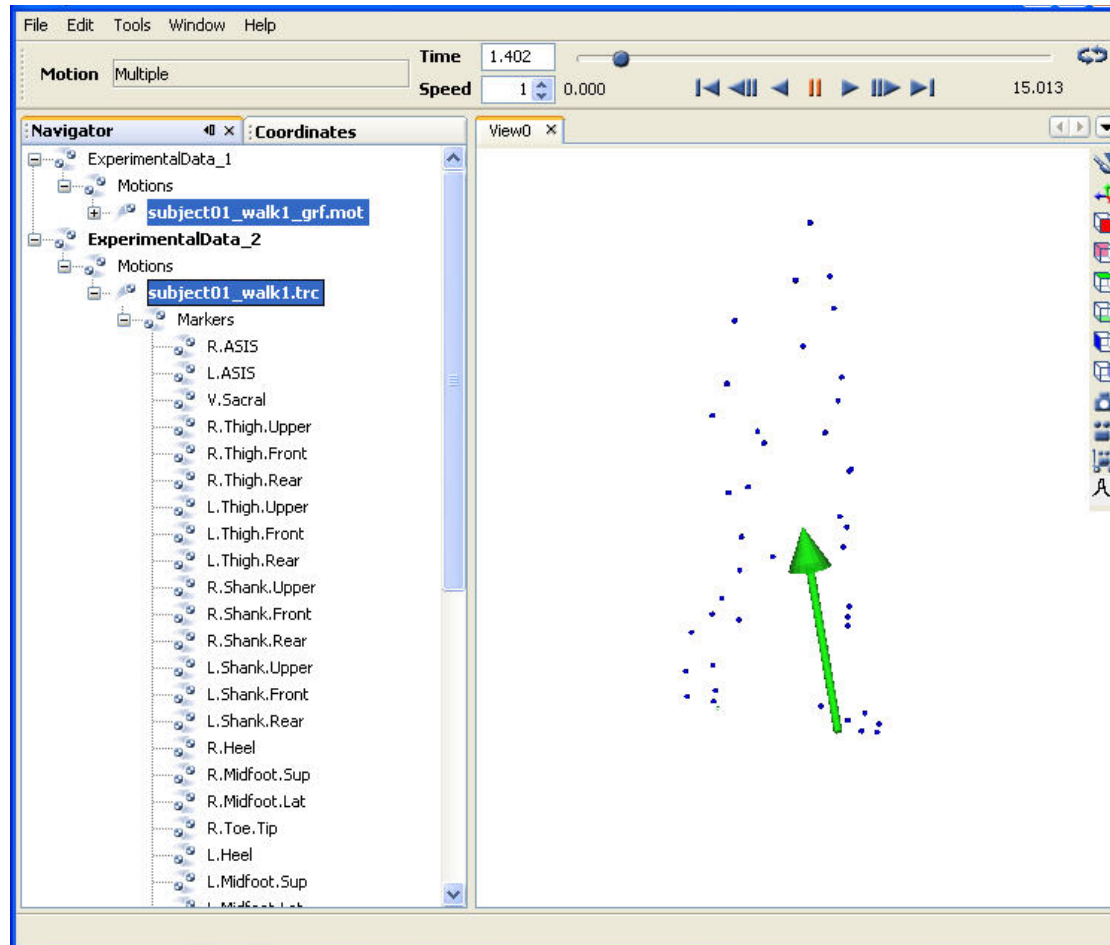
Rachis lombaire:  
Christophy et al, 2011



Épaule:  
Matias et al, 2016

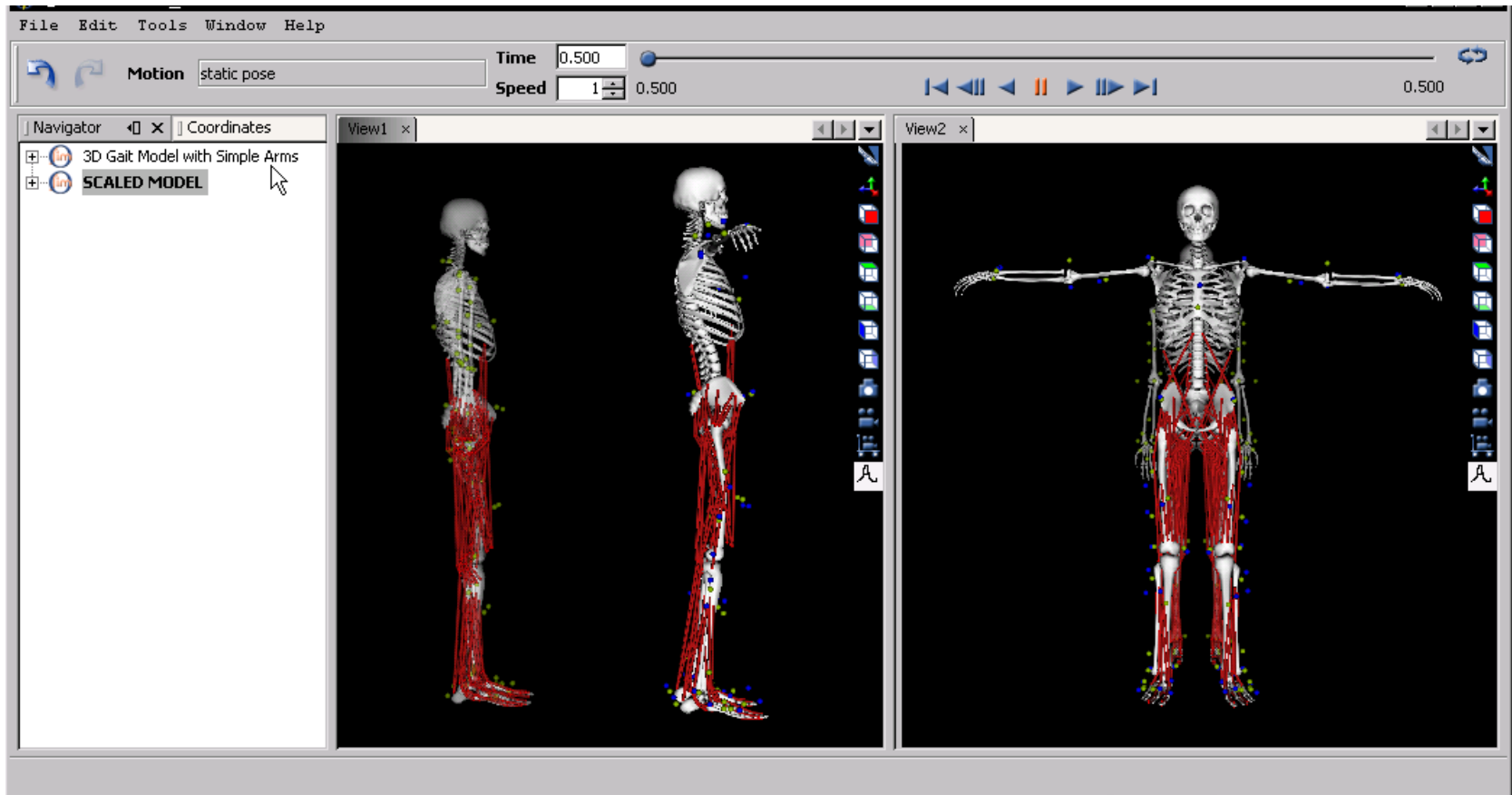
# OpenSim est une boîte à outils

Importer et prévisualiser des données de mouvement



# OpenSim est une boîte à outils

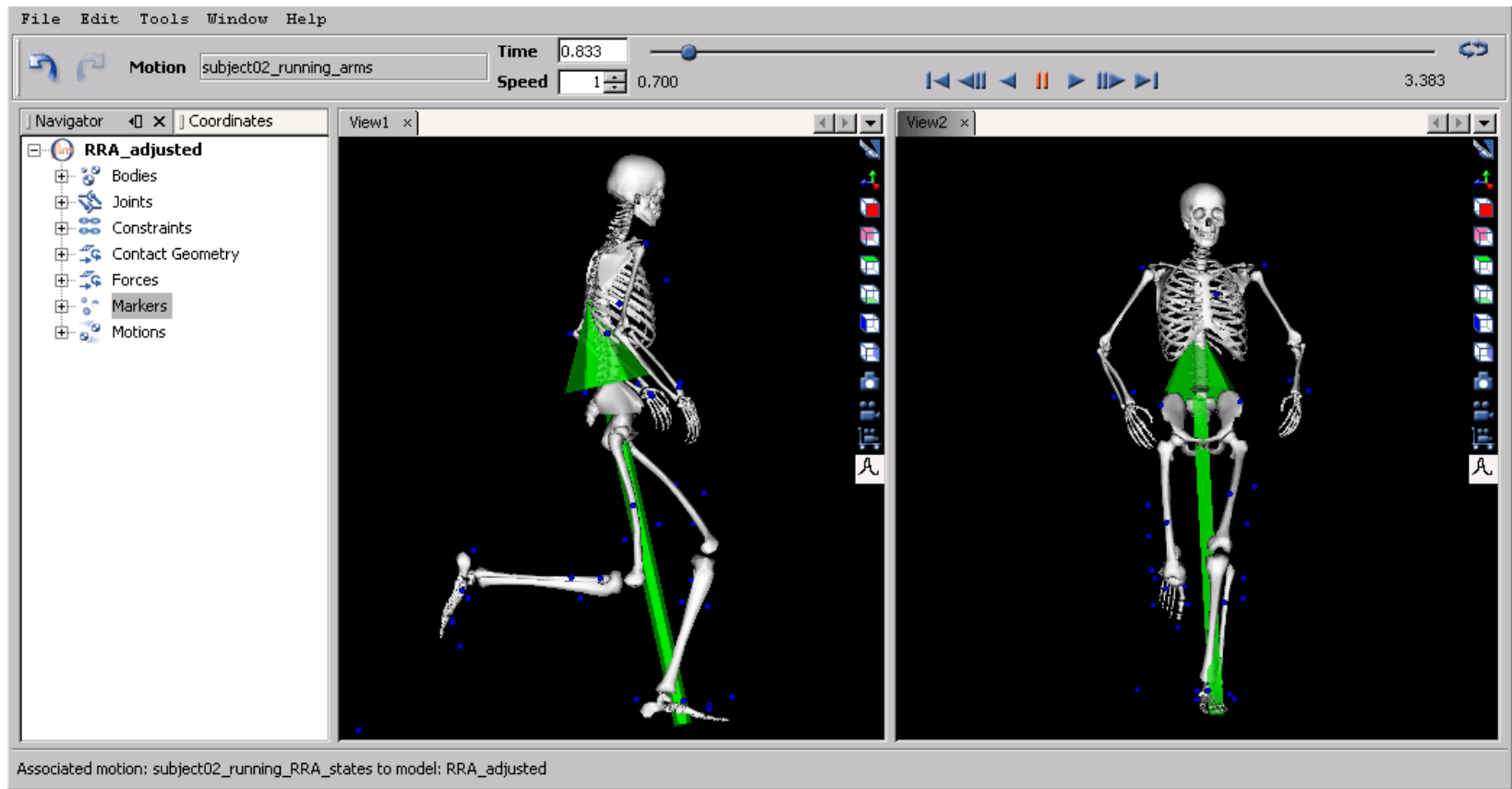
Mettre à l'échelle des modèles musculo-squelettiques





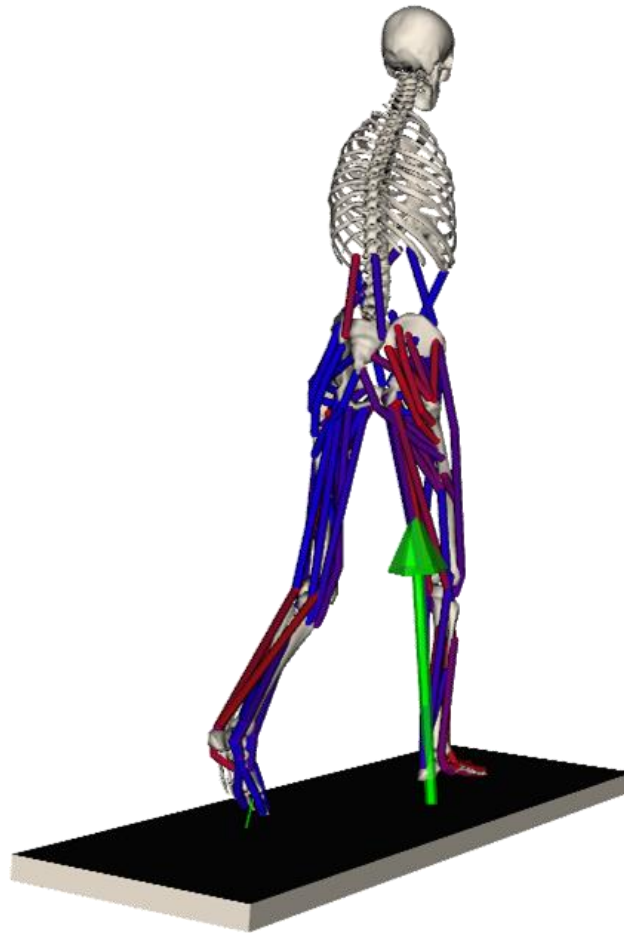
# OpenSim est une boîte à outils

## Cinématique inverse et dynamique inverse



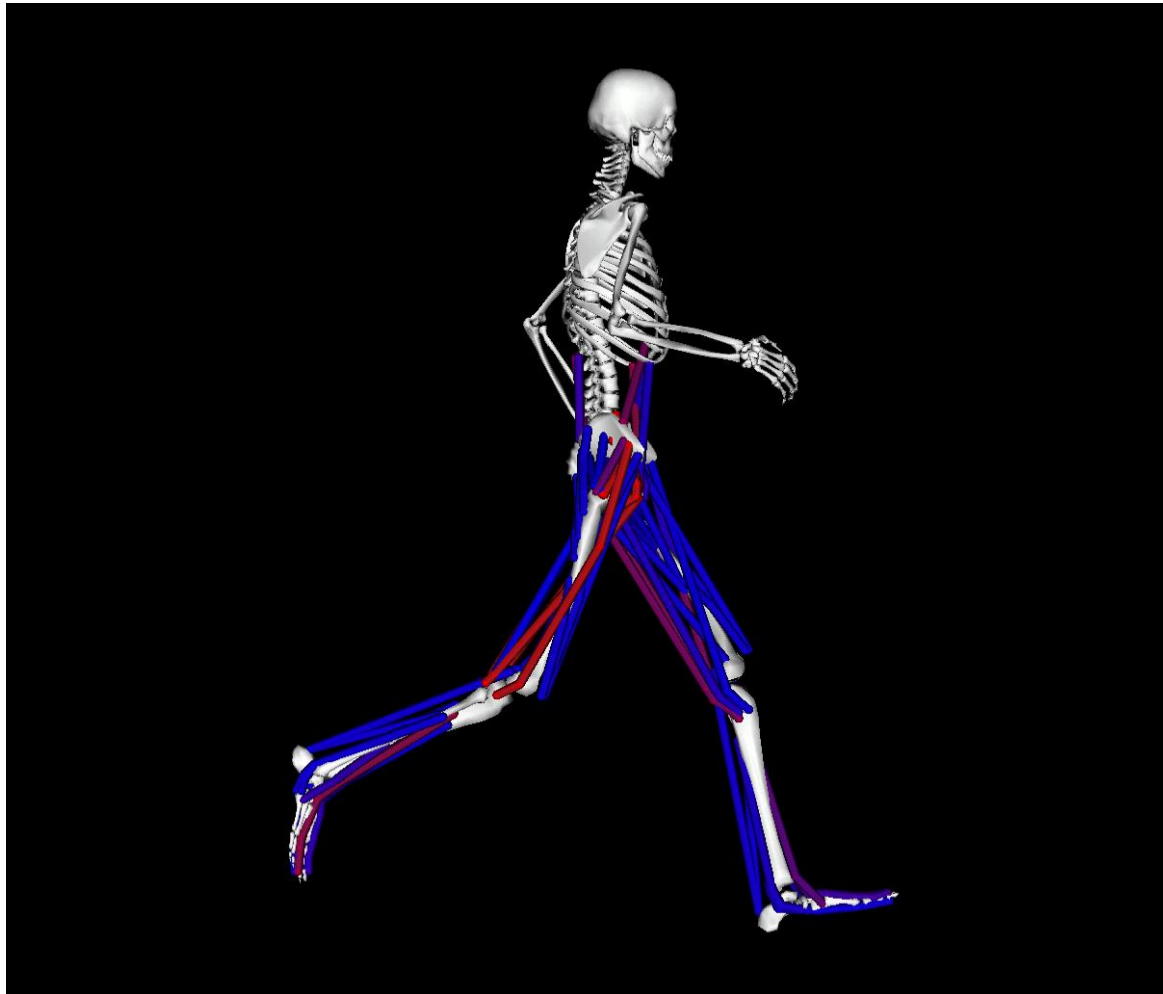
# OpenSim est une boîte à outils

**Estimation des efforts musculaires:  
Optimisation statique et Computed Muscle Control**



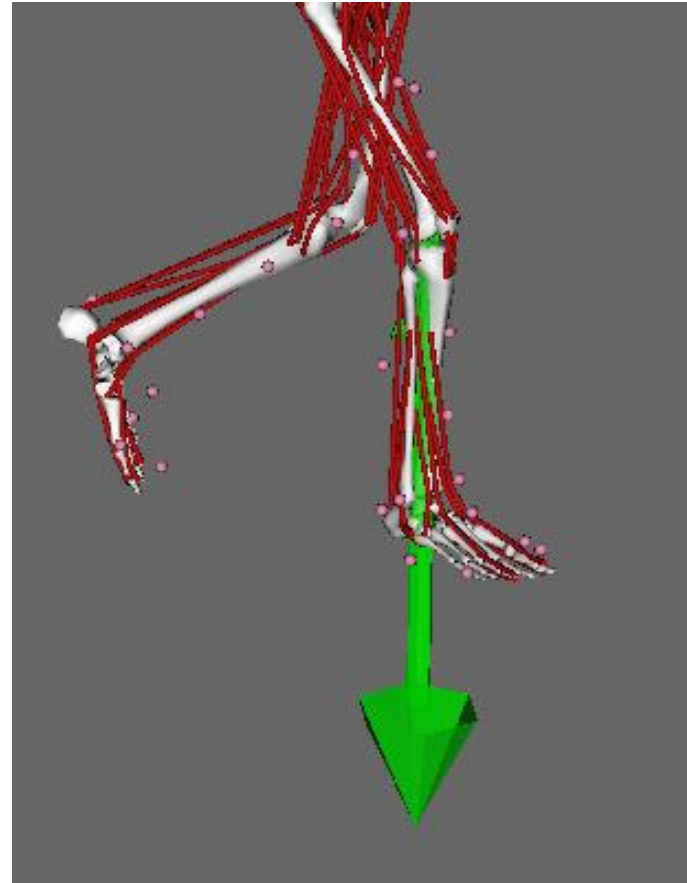
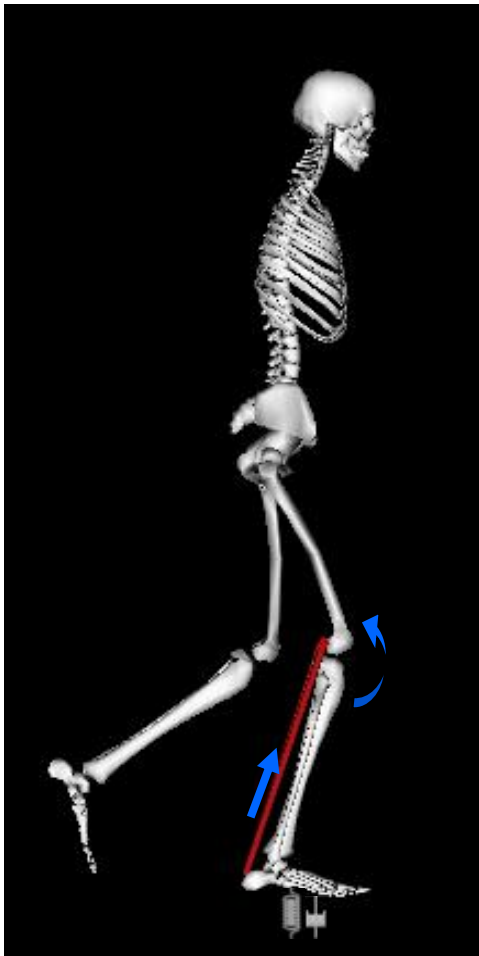
# OpenSim est une boîte à outils

## Forward Dynamics

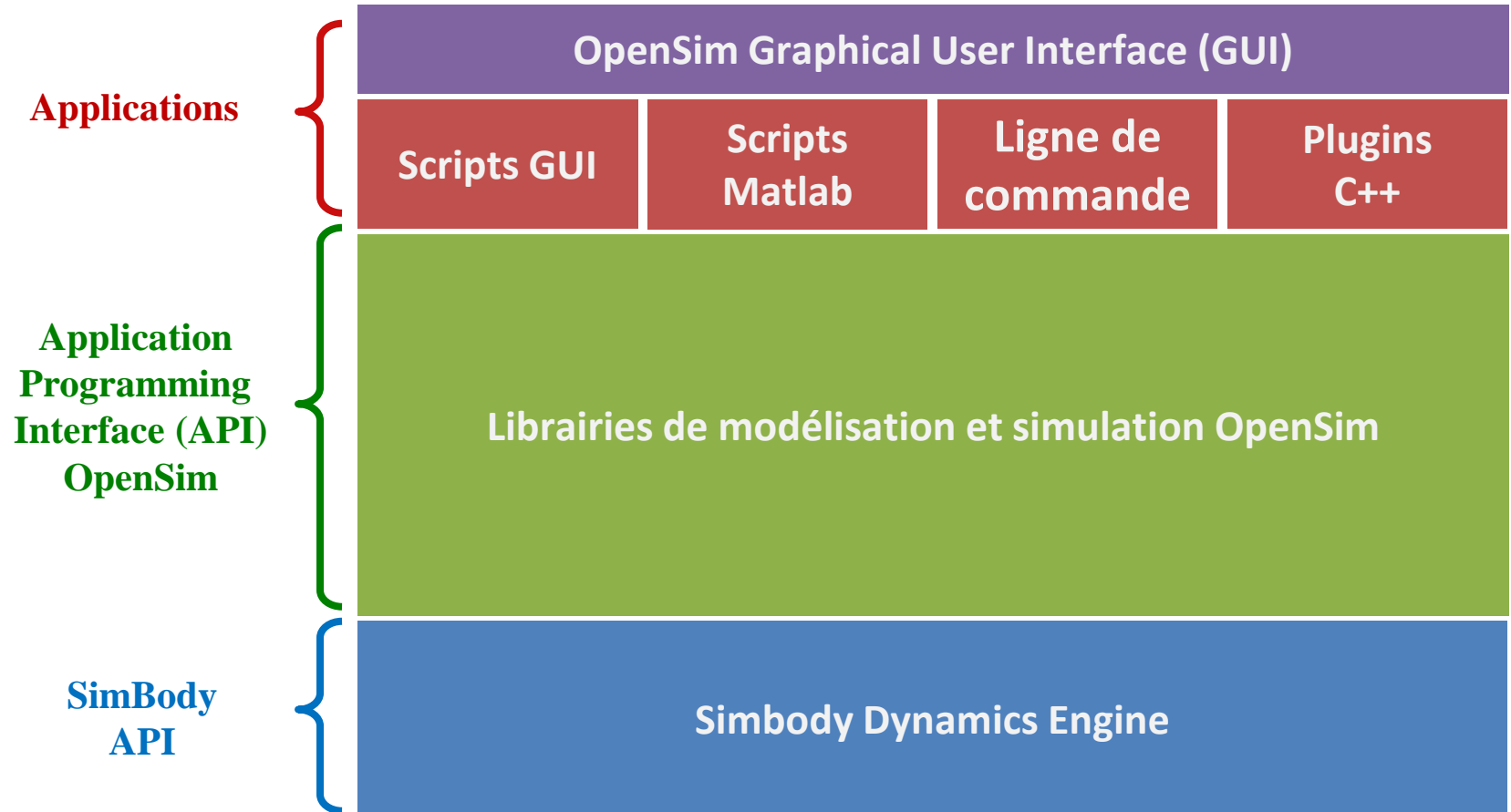


# OpenSim est une boîte à outils

**Analyses: Accélération induites et efforts articulaires**



# OpenSim est un logiciel extensible



# OpenSim est une ressource

***<http://opensim.stanford.edu>***



The banner features a red top section with the NCSRR logo (National Center for Simulation in Rehabilitation Research) and the OpenSim Community logo (a stylized figure in a blue circle). Below the logo, three red squares precede the text: "SEE THE WORK", "JOIN THE COMMUNITY", and "FIND SUPPORT, EVENTS, & RESOURCES". The bottom section is blue with a large, detailed anatomical illustration of a human figure in a running pose, overlaid with mathematical formulas. A white box on the right contains the OpenSim logo and the text: "State-of-the-art simulation software advancing research in rehabilitation science". At the bottom right, bold text reads: "SEE THE GREAT WORK, JOIN THE OPENSIM COMMUNITY TO GET STARTED, AND FIND THE SUPPORT, EVENTS, & RESOURCES YOU NEED TO SUCCEED."

**NCSRR**  
NATIONAL CENTER  
FOR SIMULATION IN  
REHABILITATION  
RESEARCH

**OpenSim Community**

- SEE THE WORK
- JOIN THE COMMUNITY
- FIND SUPPORT, EVENTS, & RESOURCES

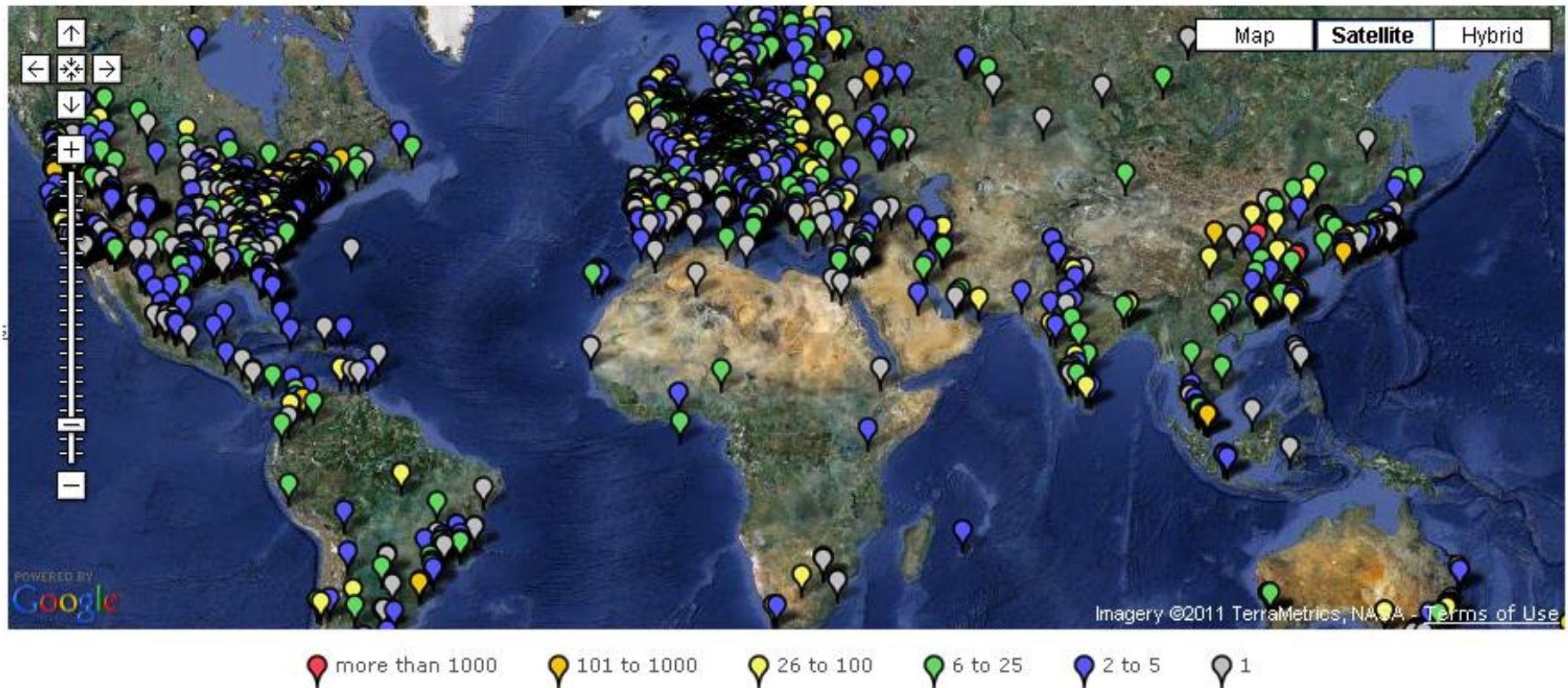
**OpenSim**  
State-of-the-art  
simulation software  
advancing research  
in rehabilitation science

**SEE THE GREAT WORK,  
JOIN THE OPENSIM COMMUNITY  
TO GET STARTED, AND  
FIND THE SUPPORT, EVENTS,  
& RESOURCES YOU NEED  
TO SUCCEED.**



# OpenSim une communauté internationale

86702 Page Hits in the past 180 Days (9742 Unique Visitors)  
2345 Stanford Page Hits (81 Unique Visitors)



# OpenSim une équipe de contributeurs:



**Scott Delp**



**Ayman Habib**



**Jennifer Hicks**



**Jeff Reinbolt**



**Ajay Seth**



**Michael Sherman**



**Edith Arnold**



**Matt DeMers**



**Sam Hamner**



**Chand John**



**Kat Steele**



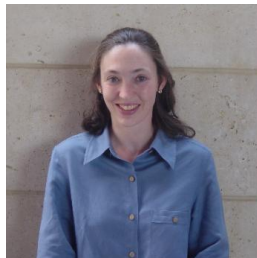
**Melanie Fox**



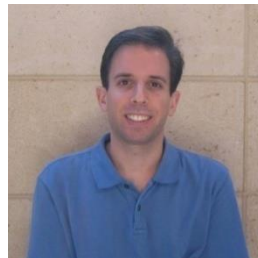
**Peter Eastman**



**Clay Anderson**



**Allison Arnold**



**Eran Guendelman**



**May Liu**



**Peter Loan**



**Darryl Thelen**



**You!**



# Objectifs pour le Workshop

- Se familiariser avec le logiciel OpenSim
- Enrichir ses connaissances sur le fonctionnement d'OpenSim en utilisant les données de capture de mouvement fournies:
  - Apprendre à pré-traiter les données
  - Apprendre à préparer vos modèles
  - Apprendre la théorie de base, les bonnes méthodes, et les trucs et astuces pour la mise à l'échelle, la cinématique inverse et l'analyse musculaire avec des tutoriels pratiques
- Savoir où chercher de l'aide et des ressources si besoin

# Le logiciel du workshop

- OpenSim 3.3



# **Profiter au maximum du workshop:**

- Posez des questions à tout moment
- Entraidez vous
- Consultez les ressources en ligne
- Encore besoin d'aide? Forum en ligne (site web de simtk)
- Soyez patients, amusez vous et prenez des pauses!

## **Ce que nous attendons de vous:**

- Continuez d'utiliser OpenSim dans vos travaux de recherche
- Développez des modèles musculo-squelettiques et partagez les avec la communauté
- Utilisez OpenSim pour l'enseignement et créez de nouveaux supports d'enseignement
- Ajoutez de nouveaux modules au logiciel et partagez les avec la communauté

## **Clauses du workshop**

- Le support de ce workshop et les simulations ont été développés dans un but éducatif uniquement, et ne peuvent être utilisés pour la recherche
- Les données utilisées proviennent de "Grand Challenge competition 5". Vous pouvez trouver plus d'informations sur <https://simtk.org/projects/kneeloads>
- Certains supports ont été adaptés d'un workshop précédent tenu à GCMAS 2015. Nous remercions les auteurs des supports originaux, disponibles ici <https://simtk-confluence.stanford.edu/display/OpenSim/GCMAS+Tutorial+2015>

**WORKSHOP**  
19 octobre 2017

**OPENSIM**



**Faculty introduction**



INSTITUT de  
BIOMÉCANIQUE HUMAINE  
GEORGES CHARPAK



# Luca Modenese

Research Fellow  
Imperial College London



2013: PhD in Biomechanics (Imperial College London)

2013: Visiting Scholar Stanford University

2013-2017: PostDoc at Griffith University and Sheffield University

2017: Imperial College Research Fellow

## Research Interest:

Musculoskeletal models of the lower limb for clinical applications.

## Applications relate to:

Cerebral palsy, juvenile idiopathic arthritis, knee osteoarthritis.

## Goal is to:

Improve clinical practice through pathology identification, discrimination and outcome prediction.

# Clément Favier

PhD student  
Imperial College London



2014: Diplôme d'Ingénieur Mécanique (Polytech Montpellier)  
2015: MSc Biomedical Engineering (ENSAM Paris)  
2015-2017: PhD at Imperial College London

## Research Interest:

Musculoskeletal and finite elements modelling of the spine.

## Applications relate to:

Lower back pain treatments, study of balance recovery.

## Goal is to:

Understand how different activities can influence the loadings applied to the structures of the spine and lead to back pain.



# Florent Moissenet

Ingénieur en biomécanique (PhD)

*Centre National de Rééducation Fonctionnelle  
et de Réadaptation - Rehazenter, Luxembourg*

2008: Diplôme d'Ingénieur Mécanique (IFMA, Clermont-Ferrand)

2011: PhD in Biomechanics (LBMC, Université Lyon 1)

2011-current: Research and clinical supervision of the Rehazenter's gait lab

Research Interest:

Musculoskeletal models of the lower limb for clinical applications

Applications relate to:

Stroke, Cerebral palsy

Goal is to:

Better identify the contribution of each clinical impairment to gait abnormalities