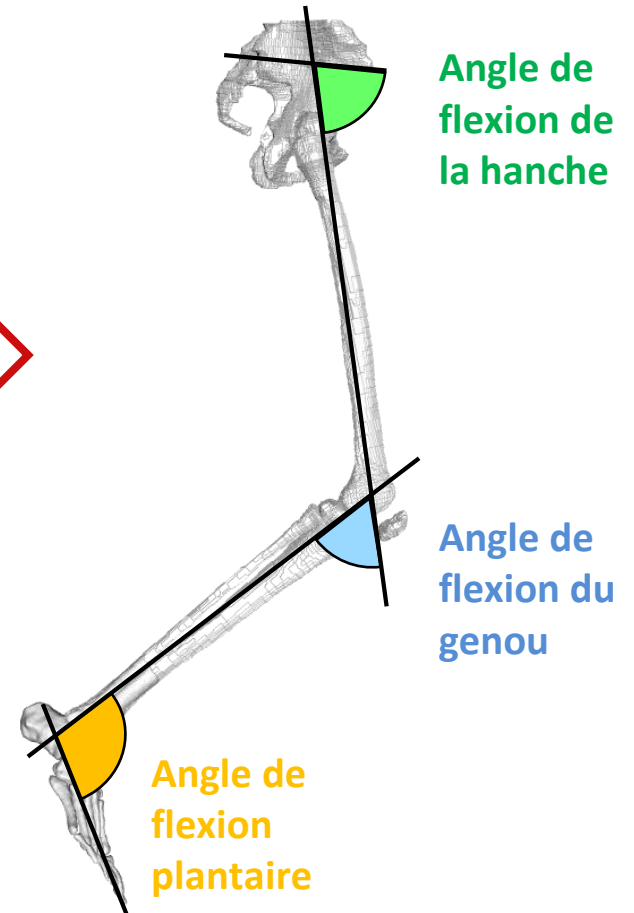
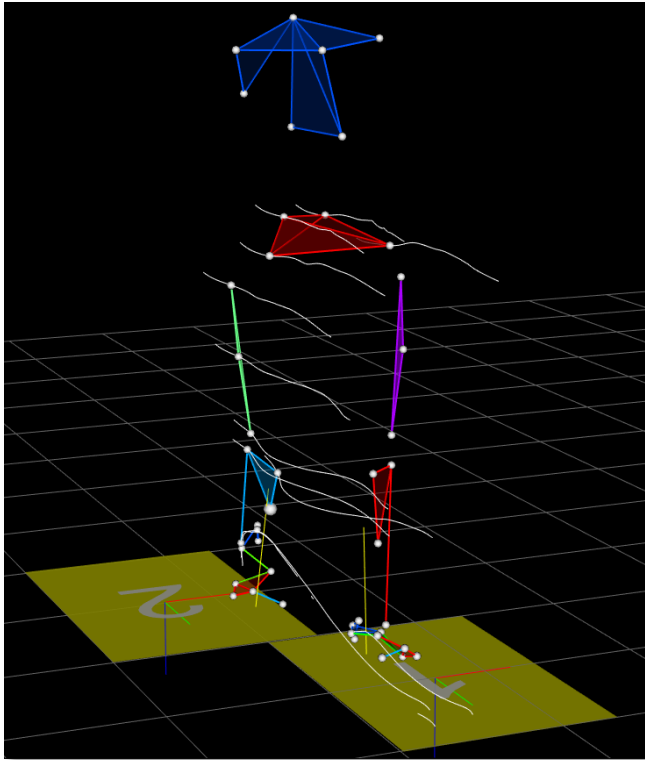


Cinématique inverse

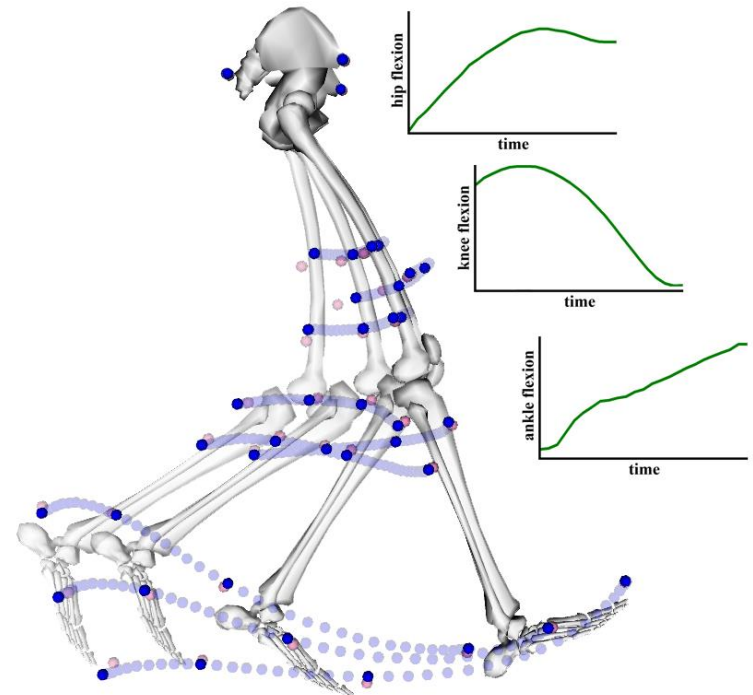
OpenSim Workshop

Analyse cinématique

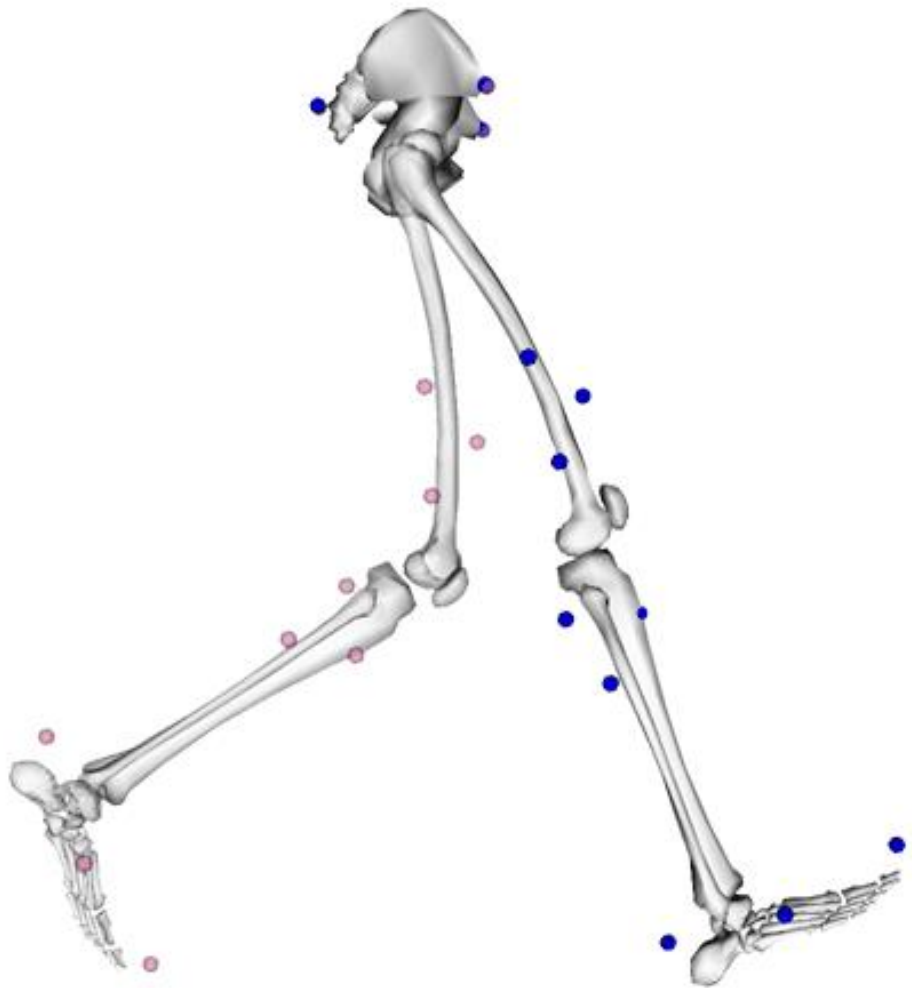


Que fait l'outil de cinématique inverse (IK)?

- Il calcule les coordonnées (angles articulaires) d'un modèle à l'échelle qui correspondent au mieux aux enregistrements cinématiques
- Ce calcul consiste à résoudre un problème de moindres carrés pondérés.



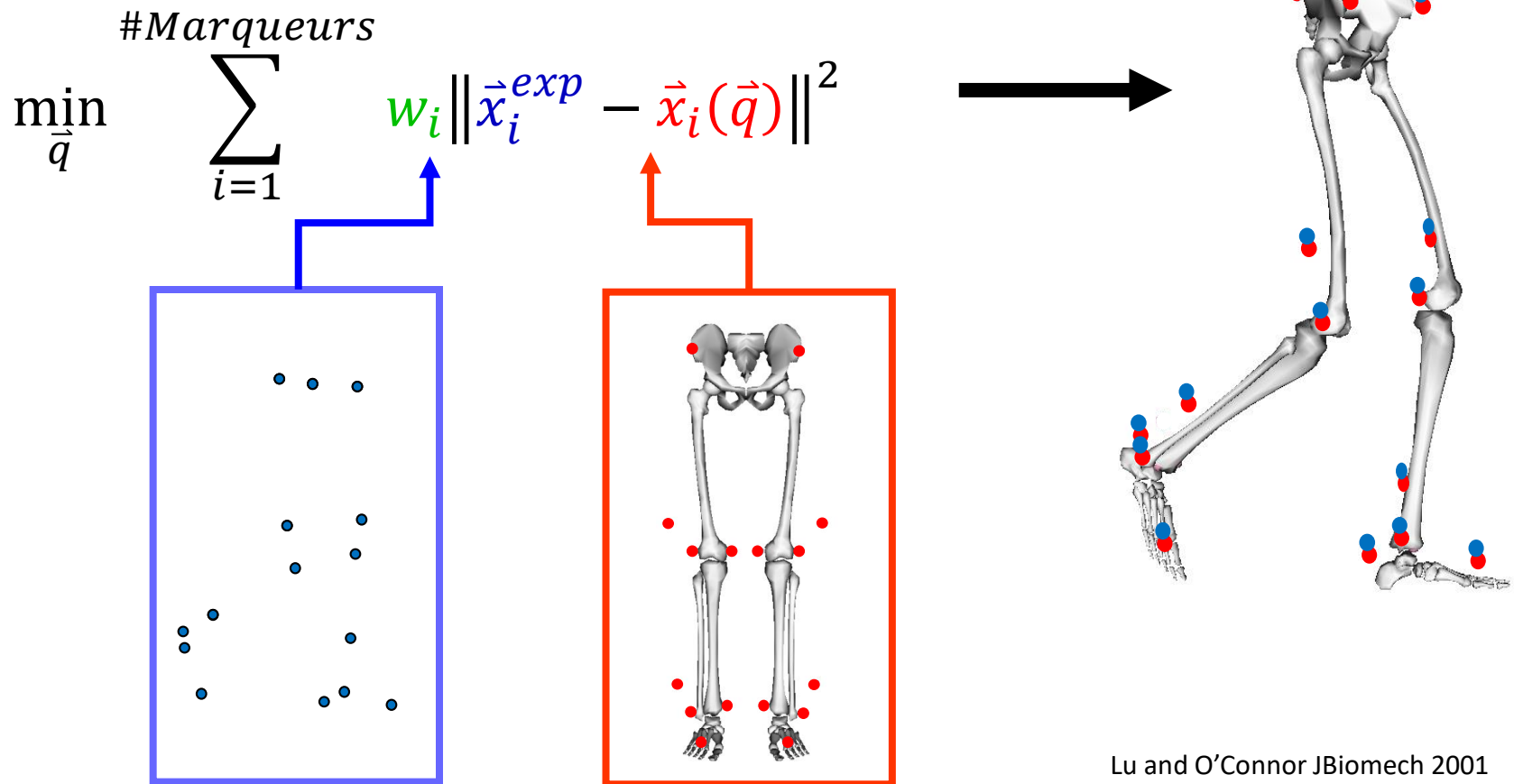
Erreur de suivi des marqueurs



Marker Error

Cinématique inverse (IK)

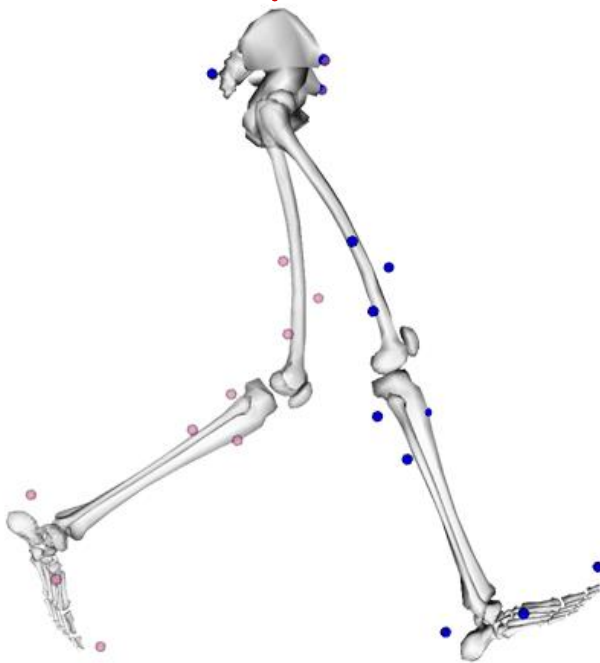
- IK minimise la somme **pondérée** de l'erreur de suivi des marqueurs au carré



Lu and O'Connor JBiomech 2001

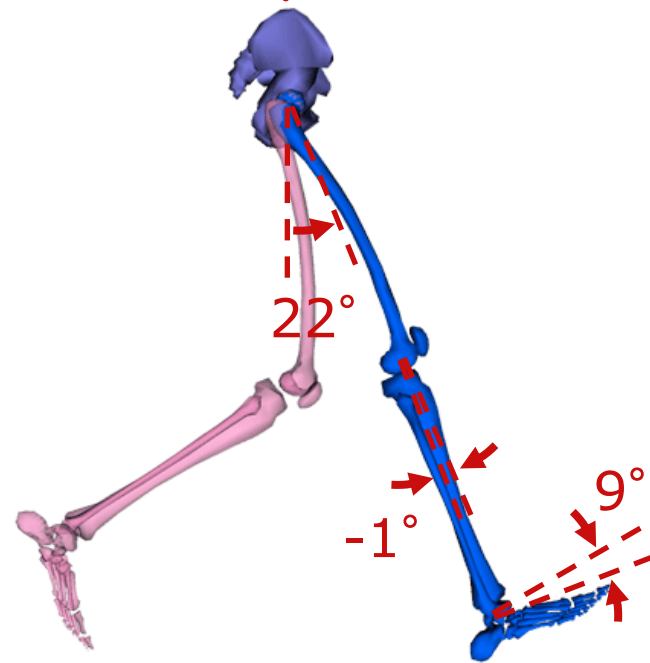
Méthode des moindres carrés étendue

$$\min_{\mathbf{q}} \left[\sum_{m=1}^{\# \text{ marqueurs}} w_m \left\| \mathbf{x}_m^{\text{exp}} - \mathbf{x}_m(\mathbf{q}) \right\|^2 + \sum_{c=1}^{\# \text{ coordonnées}} \omega_c \left(q_c^{\text{exp}} - q_c \right)^2 \right]$$



Marker Error

+

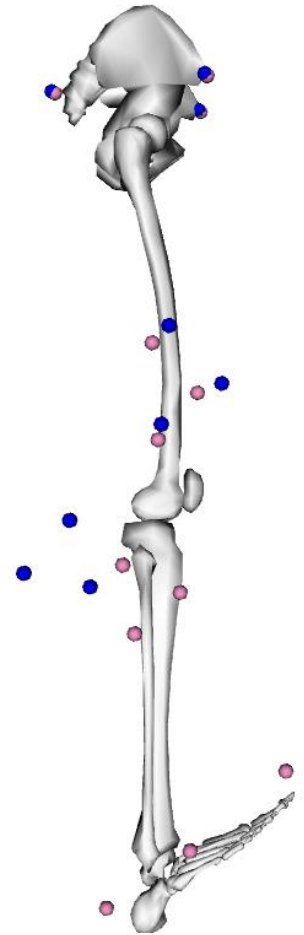


Coordinate Error

Exercice

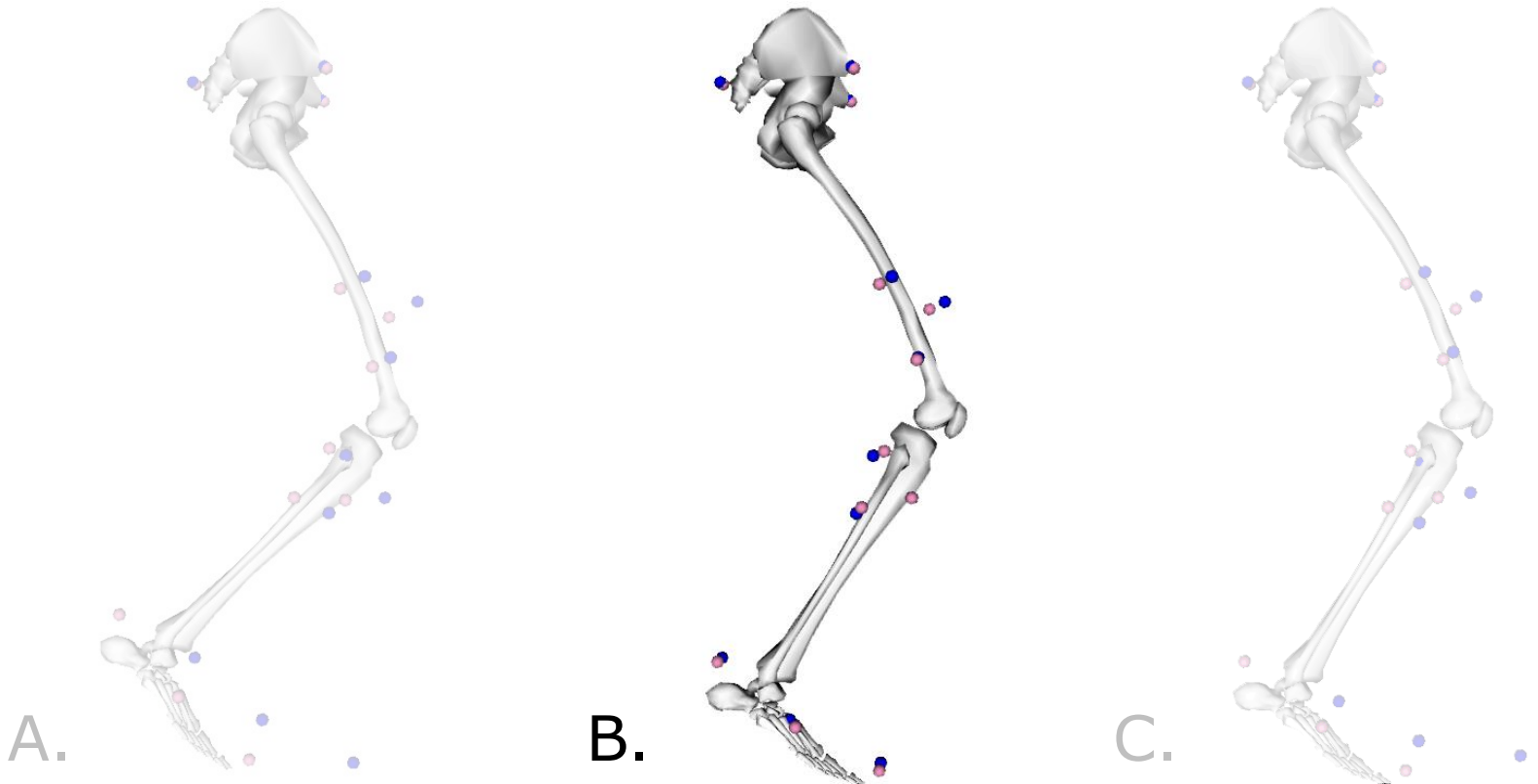
1. Pour le modèle suivant, quelle(s) **coordonnée(s)** doi(ven)t être ***ajustée(s)*** pour que le modèle ***"s'aligne" au mieux*** avec les **marqueurs expérimentaux** montrés ici au début de la phase de swing?

- A. Hanche
- B. Genou
- C. Cheville
- D. Hanche et cheville
- E. Genou et cheville



Exercice

2. Pour les **positions des modèles** et les marqueurs expérimentaux suivants, quelle combinaison a la ***plus petite*** erreur de marqueurs?



Cinématique inverse en deux étapes

1. Sur le sujet: Enregistrer un **essai dynamique** (*.trc)
2. Pour l'outil IK: Créer un **fichier setup** pour IK avec:
 - fichier .trc contenant les **trajectoires des marqueurs**
 - **poids** pour le suivi des marqueurs

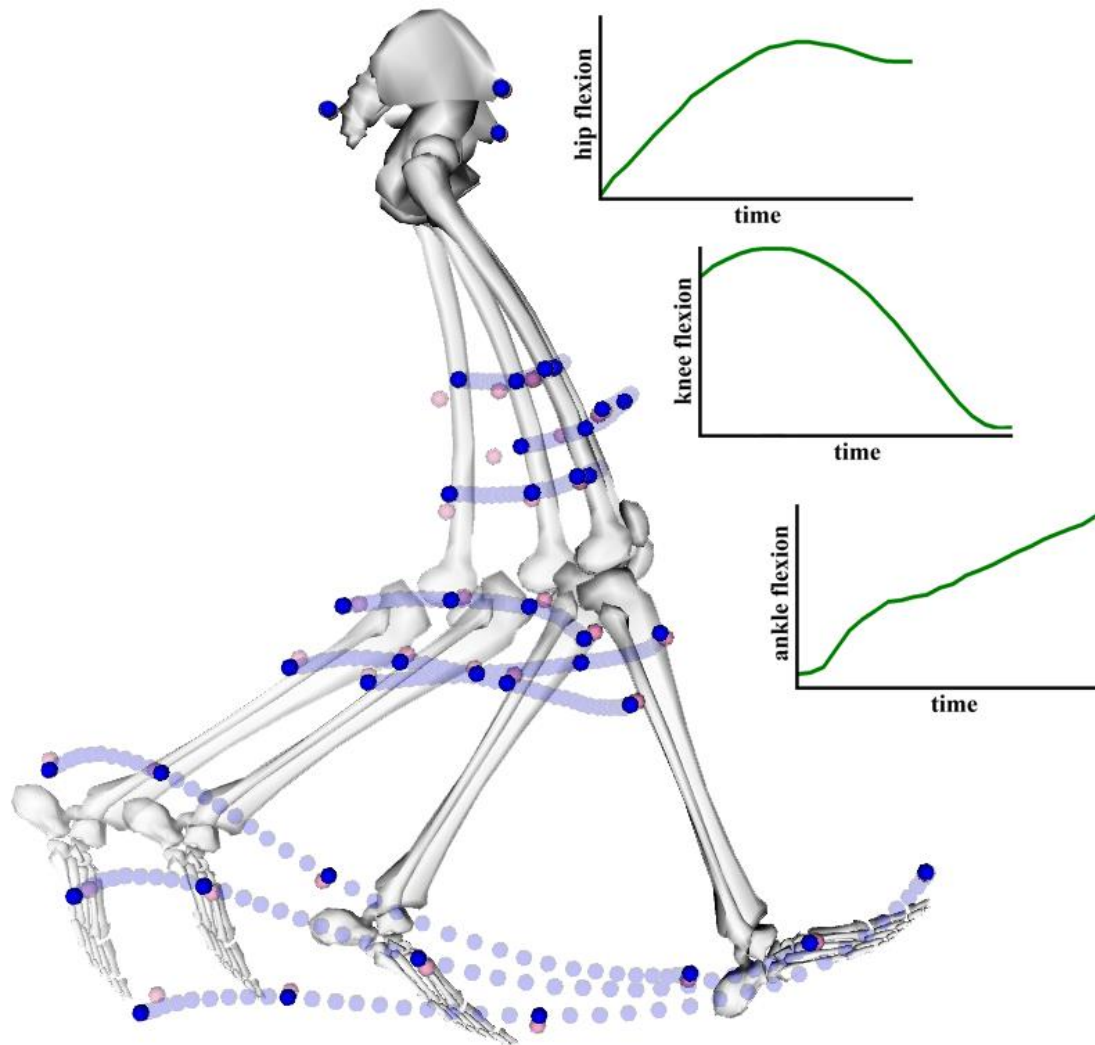
Poids faible pour les marqueurs en lesquels on a moins confiance
(à cause des artefacts de mouvement de la peau par exemple)

Poids fort pour les marqueurs importants (par exemple ceux de la cheville)



Voir le **OpenSim User's Guide** et les **Tutoriels video** pour plus d'informations

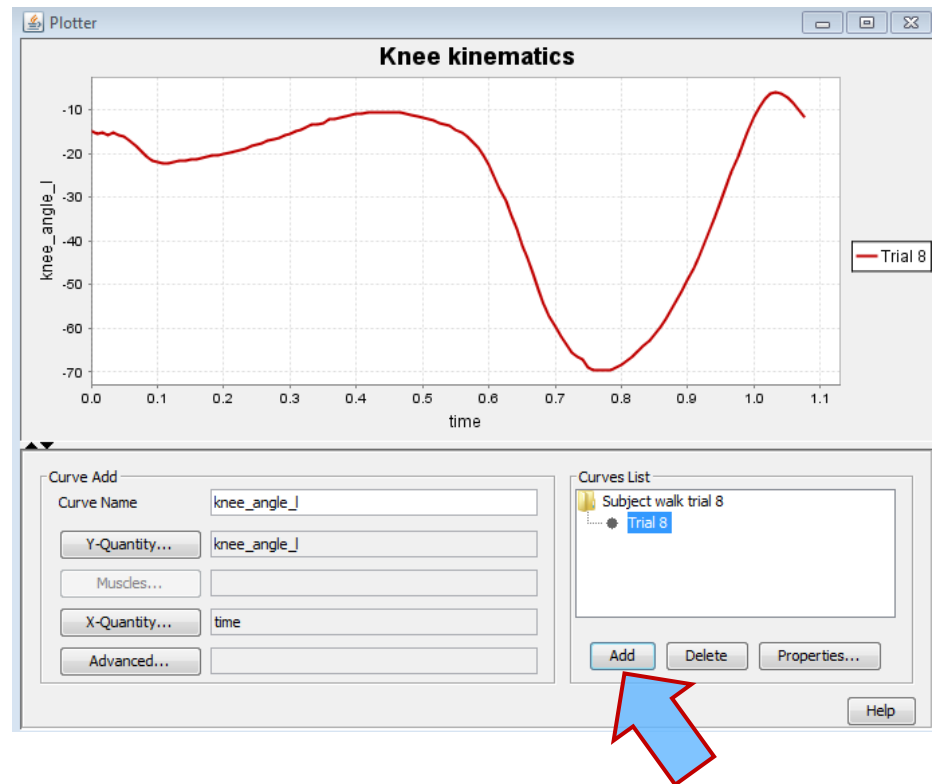
Démo: Utiliser l'outil IK d'OpenSim



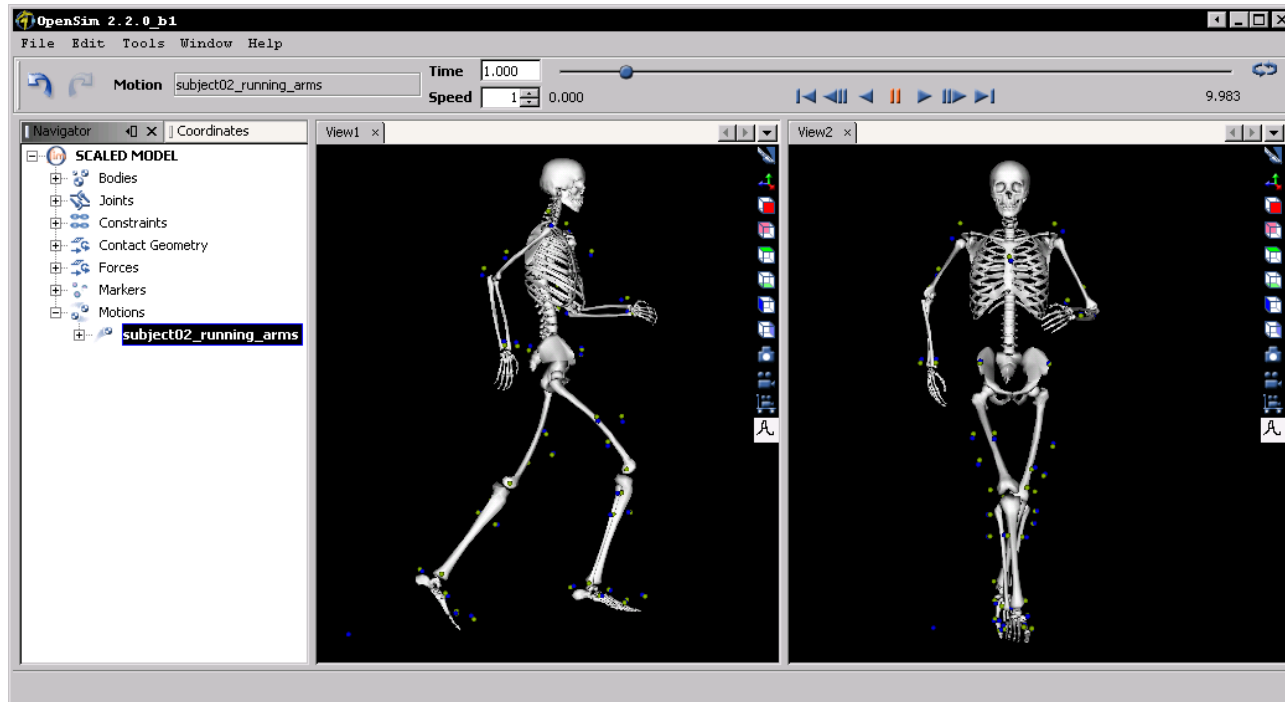
Graphique des résultats IK

Traçons *angle de la cheville* vs *temps*

- Cliquer **Y-Quantity**
Sélectionner **Coordinates**, puis **knee_angle_r**
- Cliquer **X-Quantity**
Sélectionner **time**
- Dans **Curves List**,
éditer **Figure 1** pour nommer
la courbe, par exemple
"Trial 8"
- Cliquer **Add**



Trucs et astuces



Les poids des marqueurs sont relatifs

Surveiller max et RMS marker errors dans la fenêtre “messages”

Assigner un poids plus élevé aux clusters de marqueurs de “mouvement” sur les segments qu’aux marqueurs anatomiques

Max marker error doit être inférieure à 2cm et RMS inférieure à 1 cm