

Performances d'un modèle markerless pour l'analyse du mouvement rachidien lors du port de charge

Célia Dendale^{1,2}, Anne-Laure Simon¹, Laurent Gajny², Samuel Hybois³, Hélène Pillet²

¹ Hôpital Universitaire Robert Debré, Assistance Publique des Hôpitaux de Paris (AP-HP), Paris, France.

² Arts et Métiers Institute of Technology, EPF Engineering School, Université Sorbonne Paris Nord, IBHGC-Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak, F-75013 Paris, France

³ CIAMS, Université Paris-Saclay, 91405 Orsay, France

CONTEXTE

- ✓ Les approches de capture du mouvement sans marqueurs offrent une alternative adaptée à une utilisation en routine clinique (*Lam et al. 2023*).
- ✓ La majorité des publications s'intéressant au markerless se concentrent sur la cinématique des membres inférieurs mais peu s'intéressent au rachis (*Vafadar et al. 2022*).
- L'objectif de cette étude est d'évaluer la précision de la cinématique du segment cervical et thoraco-lombaire obtenue à partir d'un algorithme de détection de pose, comparativement à un système optoélectronique.

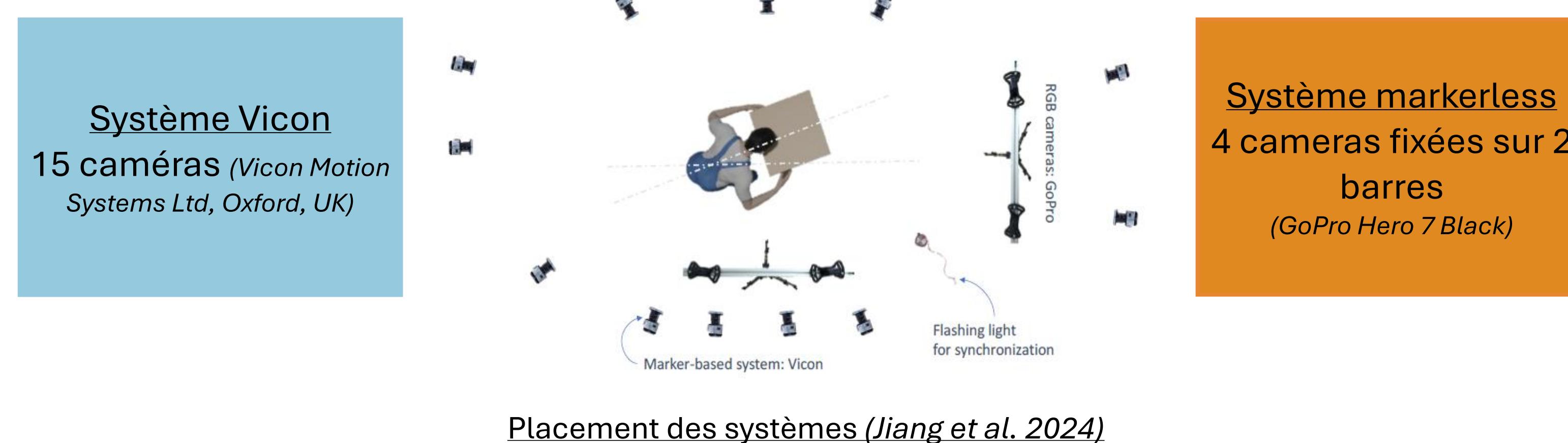
Problématique

Quelles sont les performances d'un modèle fondé sur la capture du mouvement sans marqueurs, pour l'analyse du rachis lors du port de charge ?

MATERIEL & METHODE



Population: Douze participants sains inclus

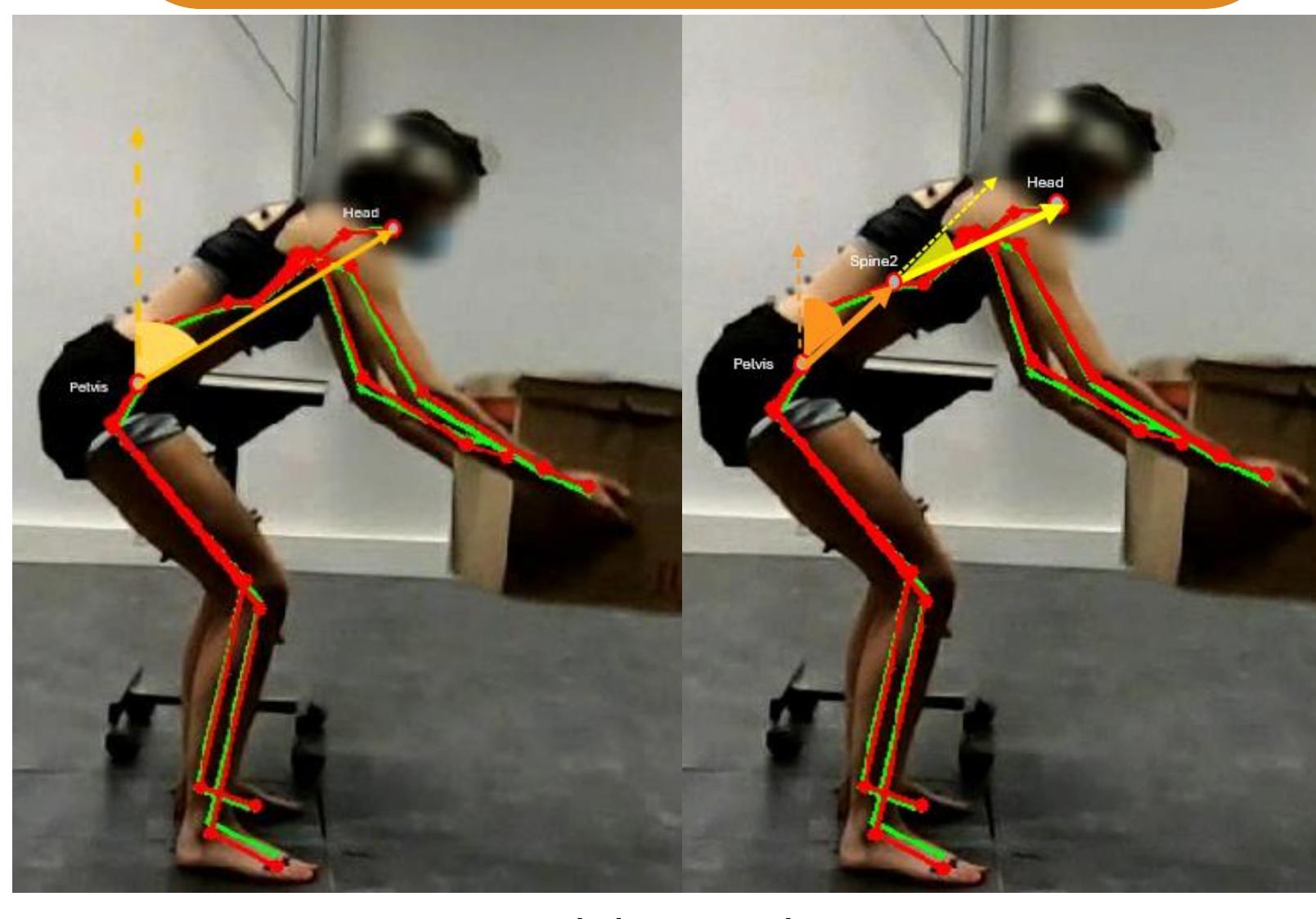
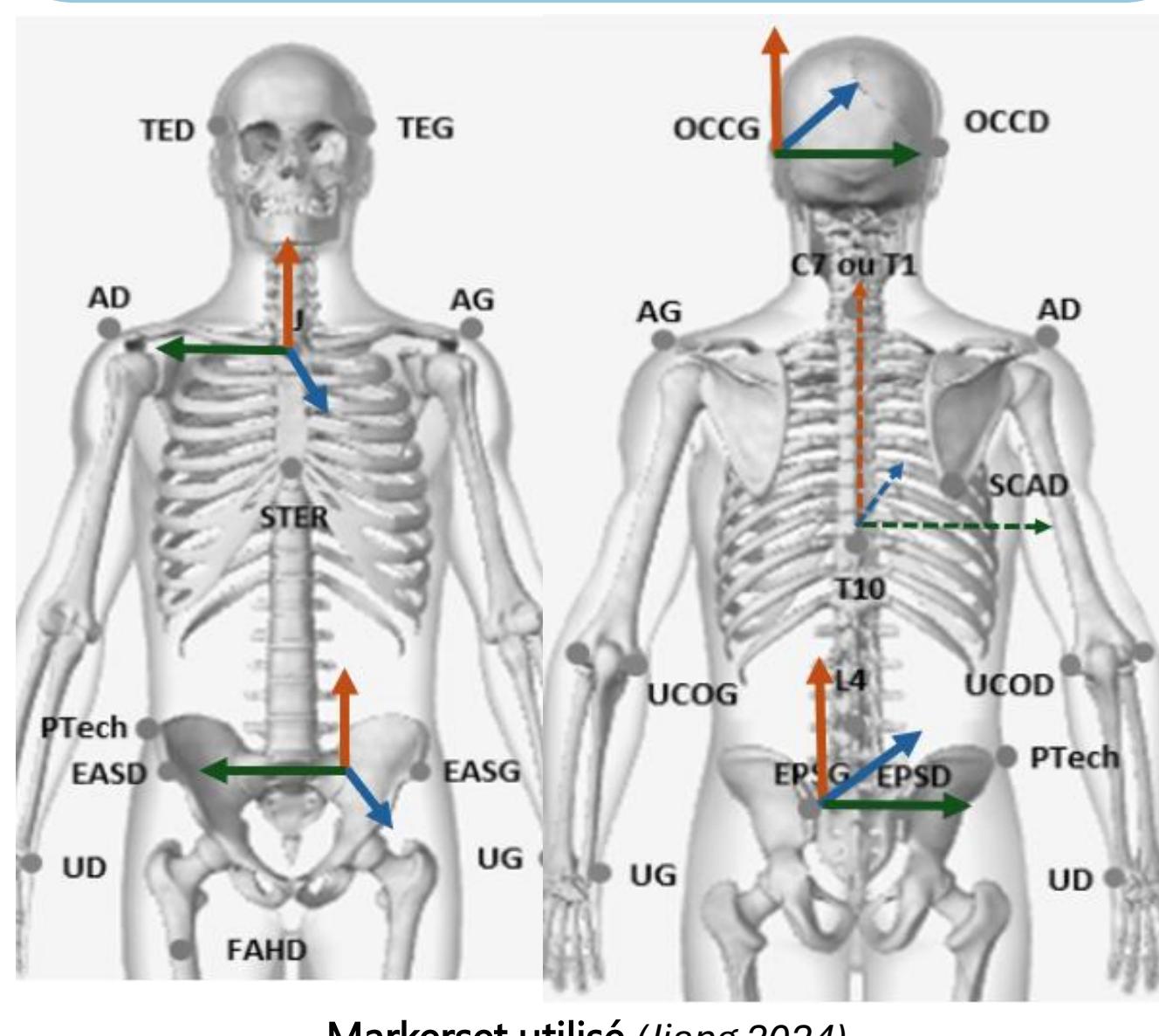


Port de charge et pose de la charge au sol

Calibration et enregistrement simultané

Création des repères pour le calcul des cinématiques

Détection de pose et triangulation (Saràndi et al., 2022)



Trois plans étudiés : Flexion/extension, rotation, inclinaison.

Comparaison des amplitudes articulaires :

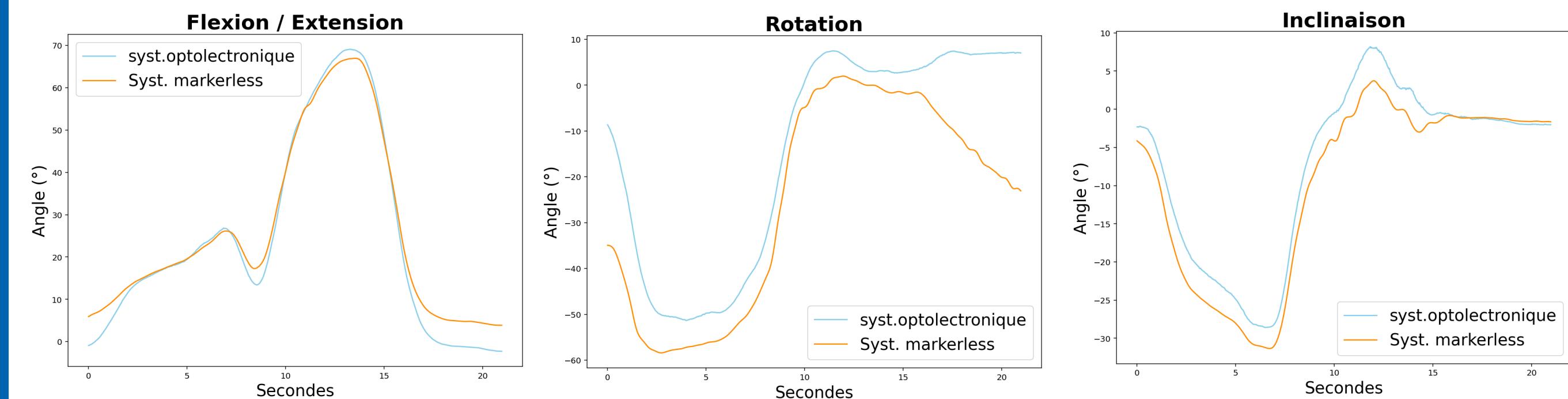
- ✓ Cinématique segmentaire du **rachis entier** par rapport au repère de référence
- ✓ Cinématique segmentaire du **rachis inférieur** par rapport au repère de référence
- ✓ Cinématique inter-segmentaire de la **partie haute du rachis** par rapport à la partie inférieure du rachis

CONCLUSION

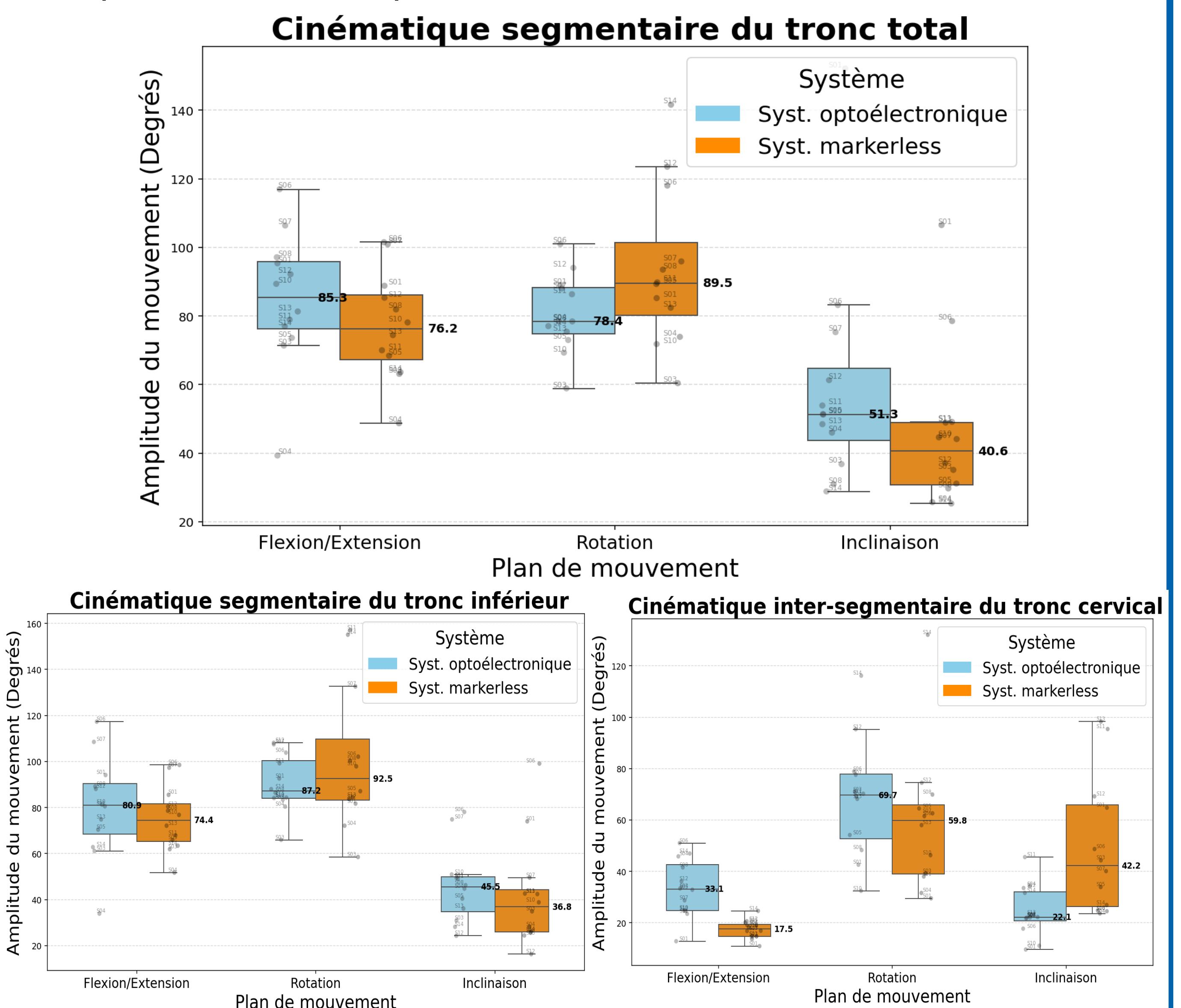
Si la précision des cinématiques reste **sensible aux conditions de l'expérience et à la qualité de la détection**, la capture du mouvement sans marqueurs permet une estimation de la cinématique du tronc, notamment en flexion/extension. Ce travail constitue ainsi une première étape vers une analyse du mouvement du rachis, accessible et intégrable en routine clinique.

RESULTATS

Amplitudes mesurées pour un sujet:



Comparaison des amplitudes obtenues :



DISCUSSION

- ❖ **Hétérogénéité importante des amplitudes entre les participants** pour les deux systèmes. Celle-ci peut être corrélée à la variabilité inter-sujets et aux différentes stratégies adoptées lors du mouvement.
- ❖ **Certaines erreurs apparaissent lors de la détection**, notamment dans les zones floutées et dans les zones proches ou cachées par la charge.
- ❖ **L'analyse des fortes amplitudes ne semblent pas être une limite à l'utilisation du système de détection de pose.** Ces dernières représentent un enjeu pour l'utilisation du markerless en contexte clinique.

Perspectives:

- Un modèle de détection de pose intégrant un nombre plus important de points sur le rachis pourra être étudié (Saràndi et al. 2022). Cette approche nécessitera des marqueurs supplémentaires afin de valider les cinématiques obtenues.
- Etudier d'autres mouvements tel que les bendings du tronc, la rotation simple, ou encore la locomotion.

Références:

- Lam, Winnie W. T., Yuk Ming Tang, et Kenneth N. K. Fong. 2023. « A Systematic Review of the Applications of Markerless Motion Capture (MMC) Technology for Clinical Measurement in Rehabilitation ». *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*.
- Vafadar S, Skalli W, Bonnet-Lebrun A, Assi A, et Gajny L. s. d. « Assessment of a novel deep learning based marker-less motion capture system for gait study. » *Gait Posture*. 2022. May.
- Saràndi, István, Alexander Hermans, et Bastian Leibe. 2022. « Learning 3D Human Pose Estimation from Dozens of Datasets Using a Geometry-Aware Autoencoder to Bridge Between Skeleton Formats ». *Winter Conference on Applications of Computer Vision*.
- Jiang, Jindong, Wafa Skalli, Ali Siadat, et Laurent Gajny. 2024. « Société de Biomécanique Young Investigator Award 2023: Estimation of intersegmental Load at L5-S1 during Lifting/Lowering Tasks Using Force Plate Free Markerless Motion Capture ». *Journal of Biomechanics*.