



Institut de recherche
Robert-Sauvé en santé
et en sécurité du travail

Le potentiel des centrales inertielles en SST

Xavier Robert-Lachaine, IRSST /Université Laval
Antoine Muller, IRSST

Colloque « La manutention : plus qu'un simple geste »



PRÉVENTION DURABLE EN SST
ET ENVIRONNEMENT
DE TRAVAIL

20 novembre 2019

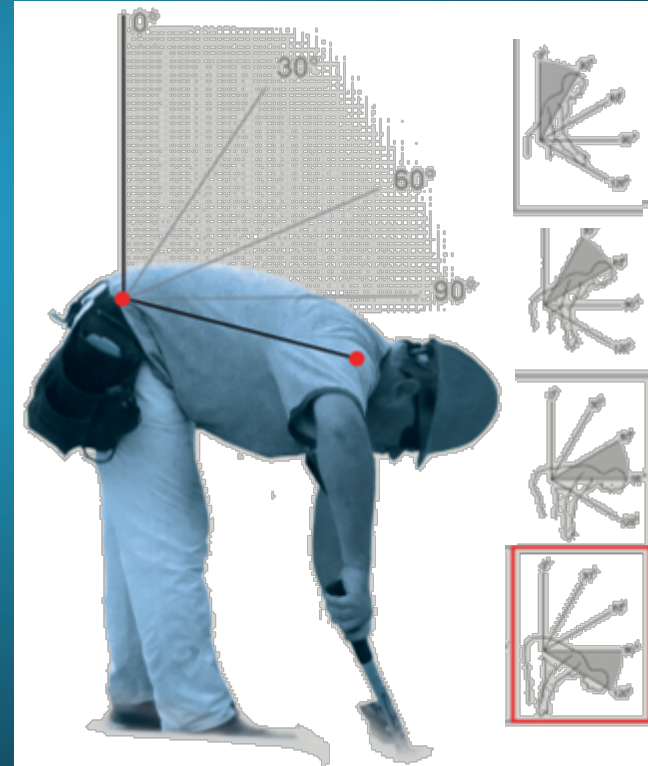
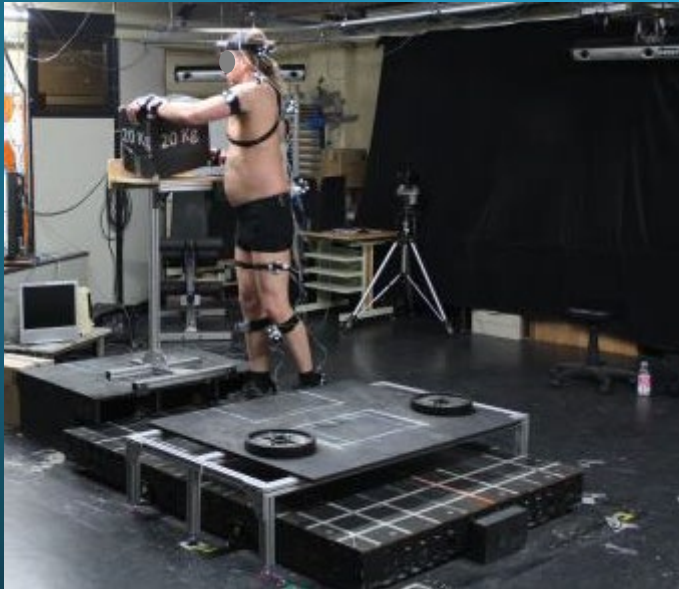
Problématique

- Prévention des troubles musculosquelettiques (TMS)
- Relation entre les TMS et le travail accompli



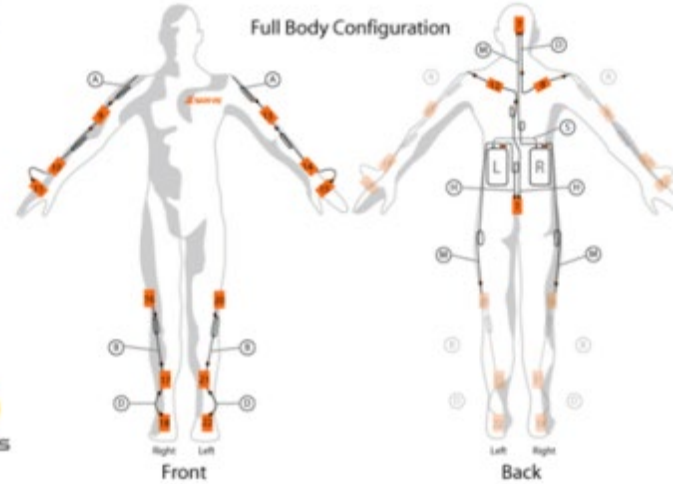
Problématique

- Prévention des troubles musculosquelettiques (TMS)
- Relation entre les TMS et le travail accompli
 - Nouvelles technologies



Technologie

- Centrales inertielles



Technologie

- Centrales inertielles

Accéléromètres
(Inclinomètres)



Gyroscopes
(Vitesses angulaires)

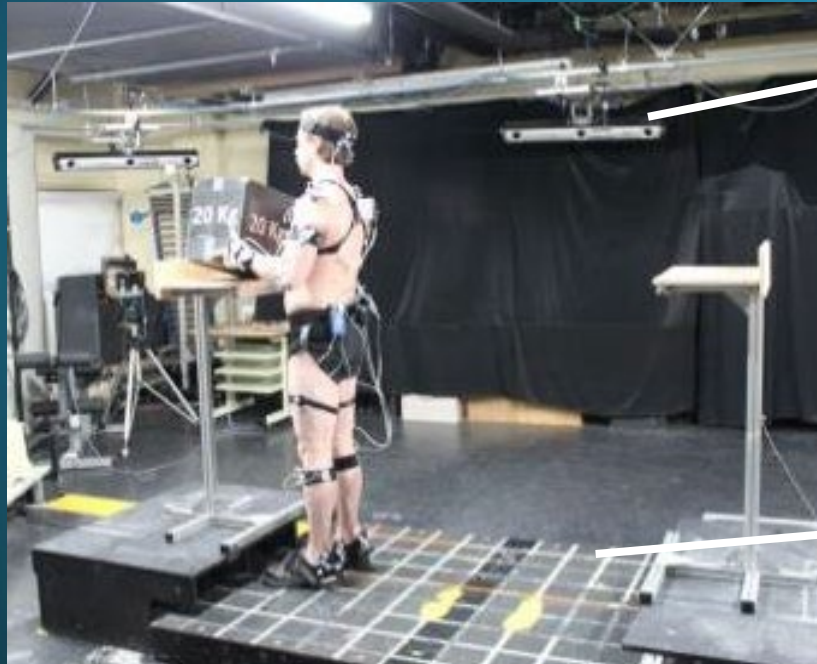


Magnétomètres
(Nord magnétique)



Problématique

Laboratoire



Mouvement

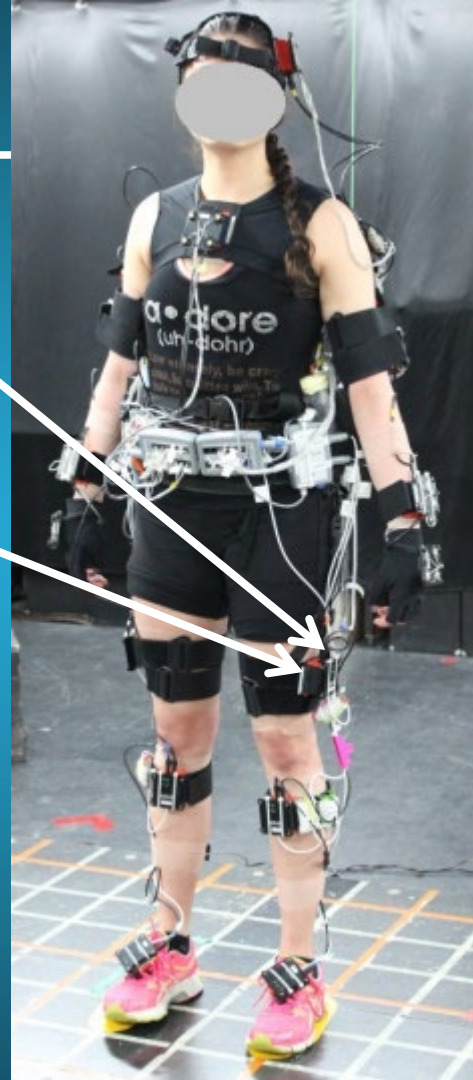
Forces

Terrain



Laboratoire

- Validation du mouvement
Système optoélectronique = étalon
vs
Centrales inertielles



Laboratoire

- Validation des centrales inertielles Xsens



Erreur	Axe	RMSE
Moyenne	Z	2,5°
	X	2,4°
	Y	3,8°

Laboratoire

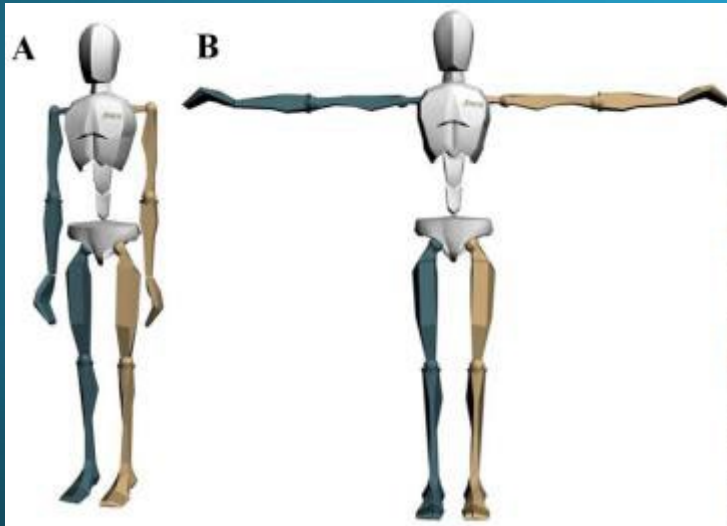
- Validation des centrales inertielles Neuron



Erreur	Axe	RMSE
Moyenne	Z	5,0°
	X	5,7°
	Y	10,5°

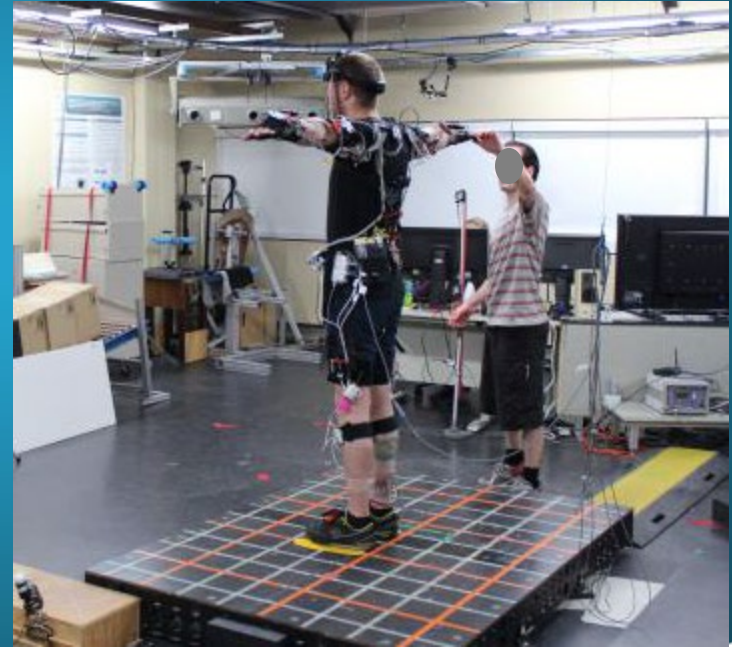
Laboratoire

- Validation du mouvement
- Calibrage



N-pose

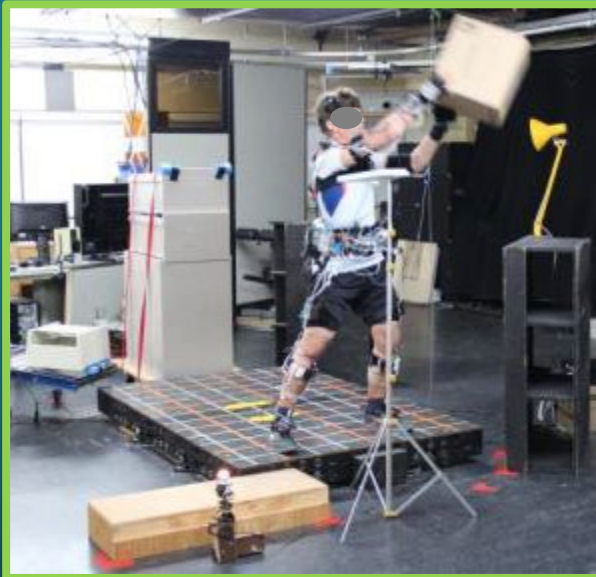
T-pose



Positionnement passif

Laboratoire

- Validation du mouvement
- Calibrage
- Perturbations magnétiques



Laboratoire

- Validation du mouvement
- Calibrage
- Perturbations magnétiques

Moment de la perturbation	Erreur moyenne
Valeur initiale (sans perturbations)	2,3°
Pendant	5,4°
Après (0 à 30 secondes)	3,8°
Délai (30 à 60 secondes)	2,7°

Problématique

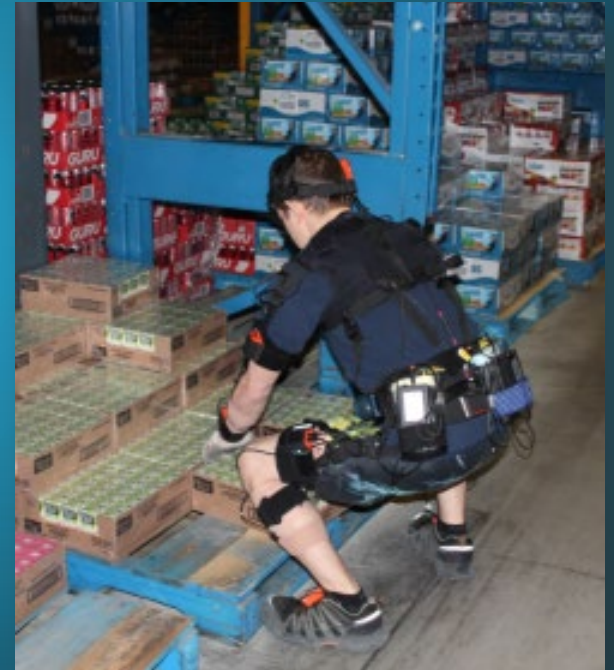
Laboratoire



Mouvement

Forces

Terrain

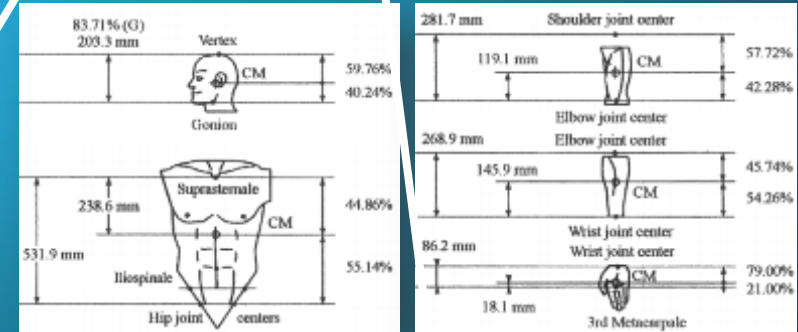


Laboratoire

- Estimation des forces

Équations de la dynamique : $F = f(\text{mouvement}, \text{masse})$

Manutentionnaire :



Charge :

Position de la charge

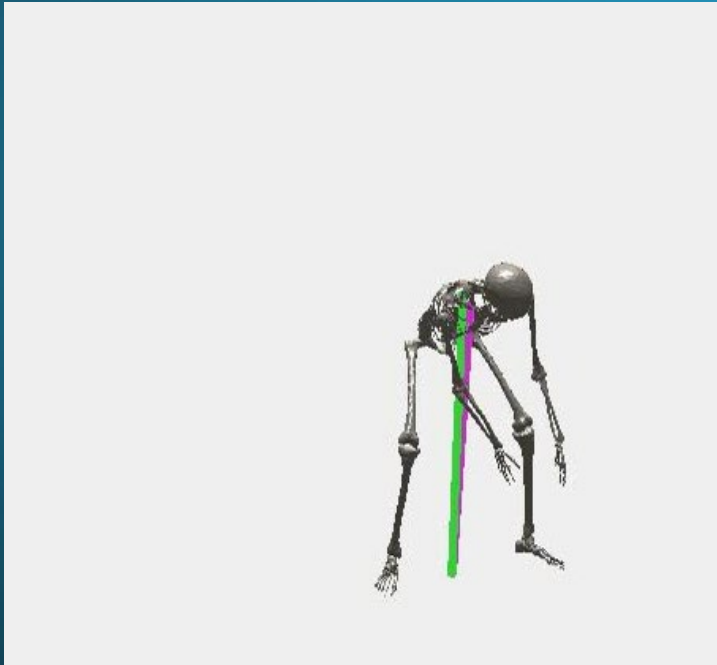
Masse de la charge

Laboratoire

- Validation avec caméras optoélectroniques

Laboratoire

- Validation avec caméras optoélectroniques

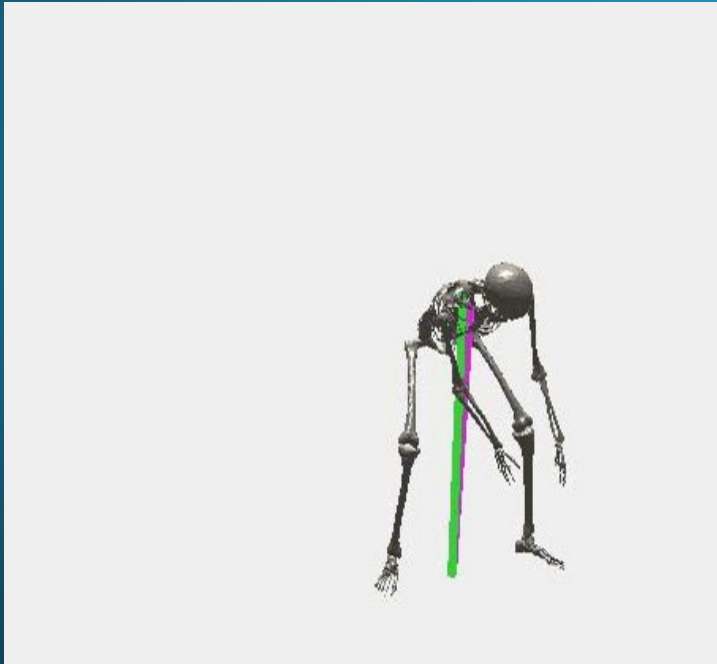


— Plateforme de force

— Estimation à partir du mouvement

Laboratoire

- Validation avec caméras optoélectroniques



— Plateforme de force

— Estimation à partir du mouvement

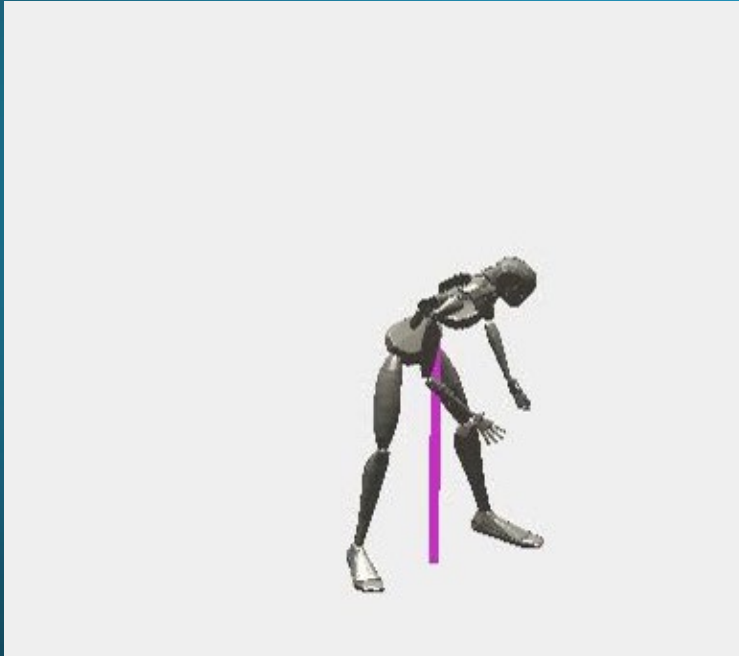
- Forces au sol
 - Corrélation $> 90 \%$
 - Erreur $\sim 5 \%$
- Chargement au dos
 - Erreur $\sim 5 \%$ (15 Nm)

Laboratoire

- Validation avec centrales inertielles

Laboratoire

- Validation avec centrales inertielles

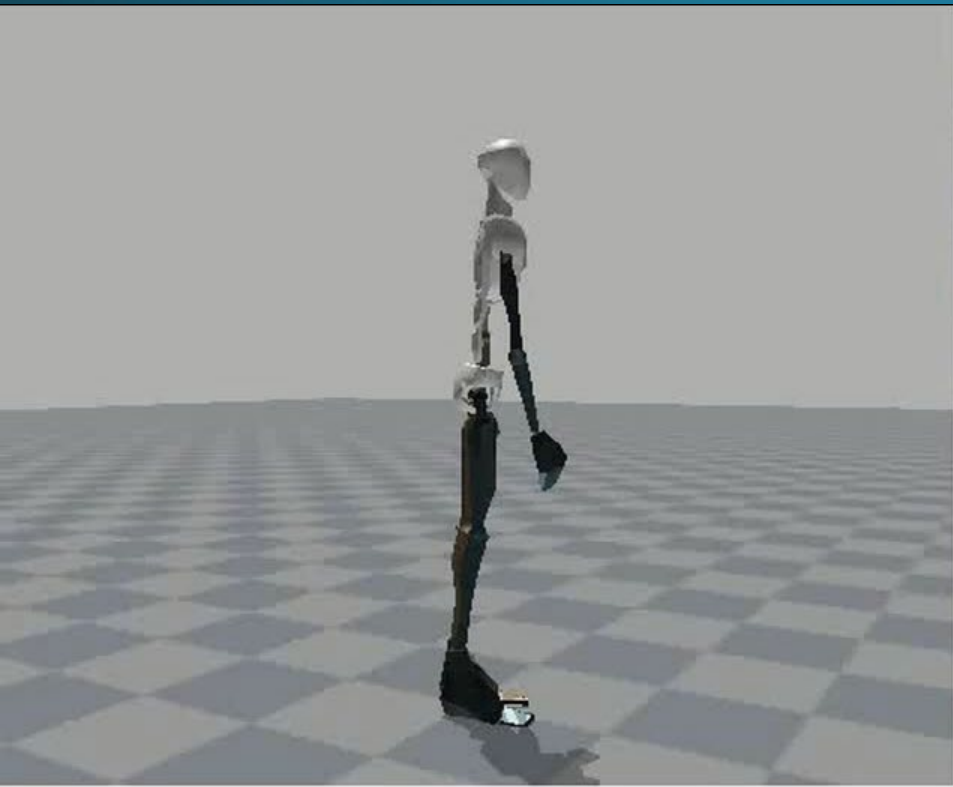


— Estimation à partir du mouvement

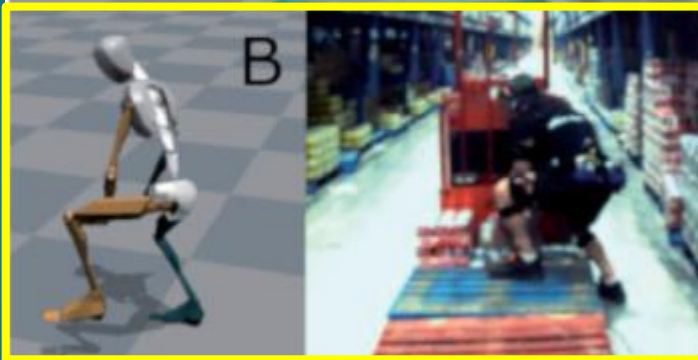
Terrain



Terrain



Terrain



Segment corporel	Vert (C)	Jaune (B)	Rouge (A)
Tête	97%	3%	0%
Bras	100%	0%	0%
Épaules	99%	0%	1%
Tronc & Pelvis	86%	9%	5%
Jambes	92%	5%	3%
Pieds	98%	2%	0%
Quelques segments	97%	0%	3%
Corps complet (tous les segments)	68%	20%	12%

Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture

Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture

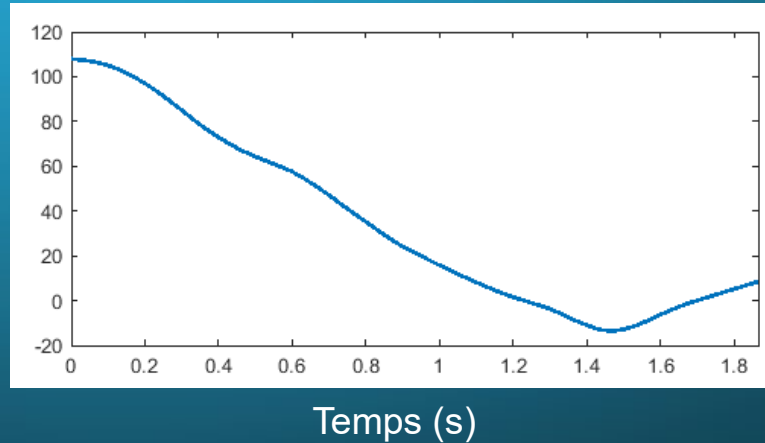


Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture



Inclinaison
du dos
(degrés)



Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture
 - Chargement

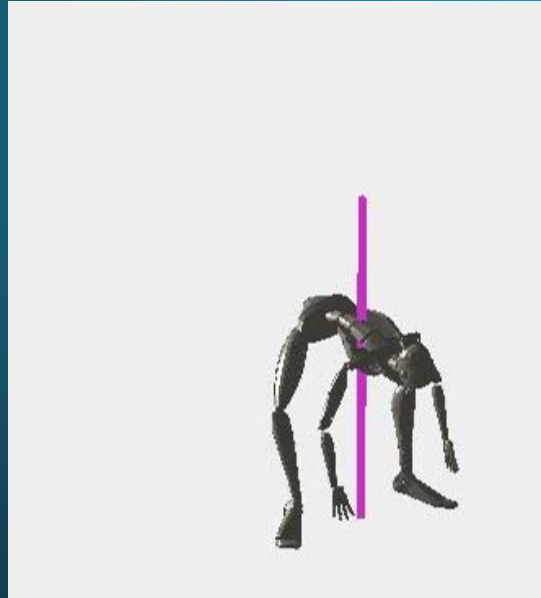
Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture
 - Chargement

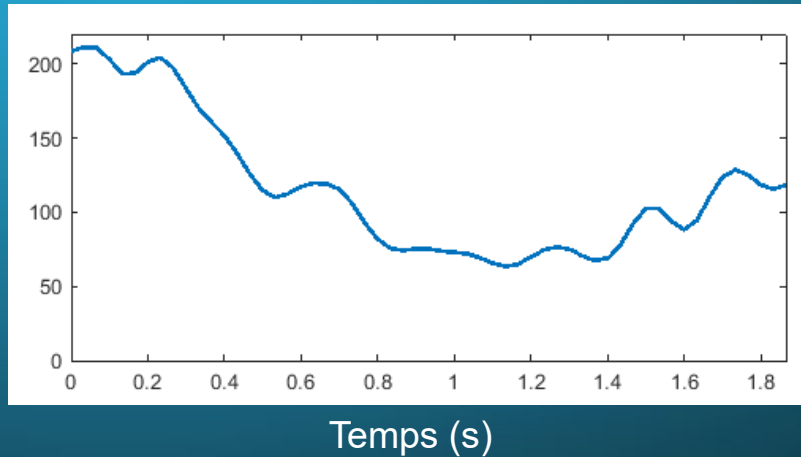


Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture
 - Chargement



Moment
L5 / S1
(Nm)



Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture
 - Chargement
 - Stratégie de déplacement

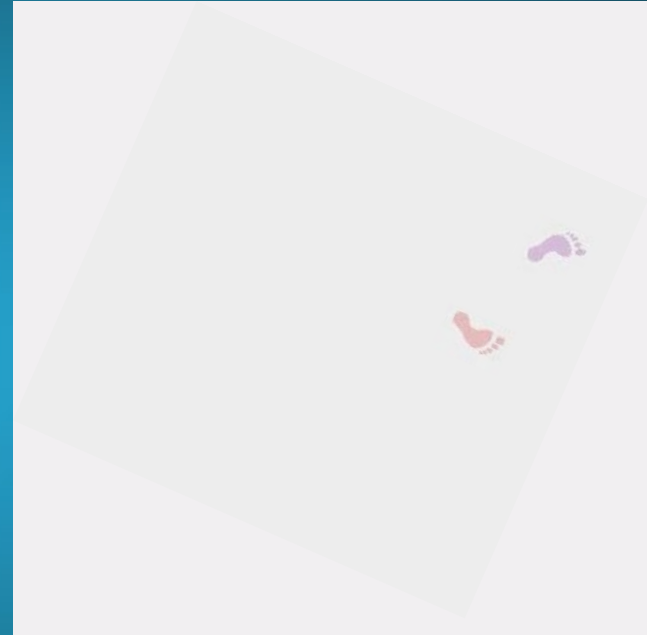
Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture
 - Chargement
 - Stratégie de déplacement



Terrain

- Mesures biomécaniques
 - Posture
 - Chargement
 - Stratégie de déplacement



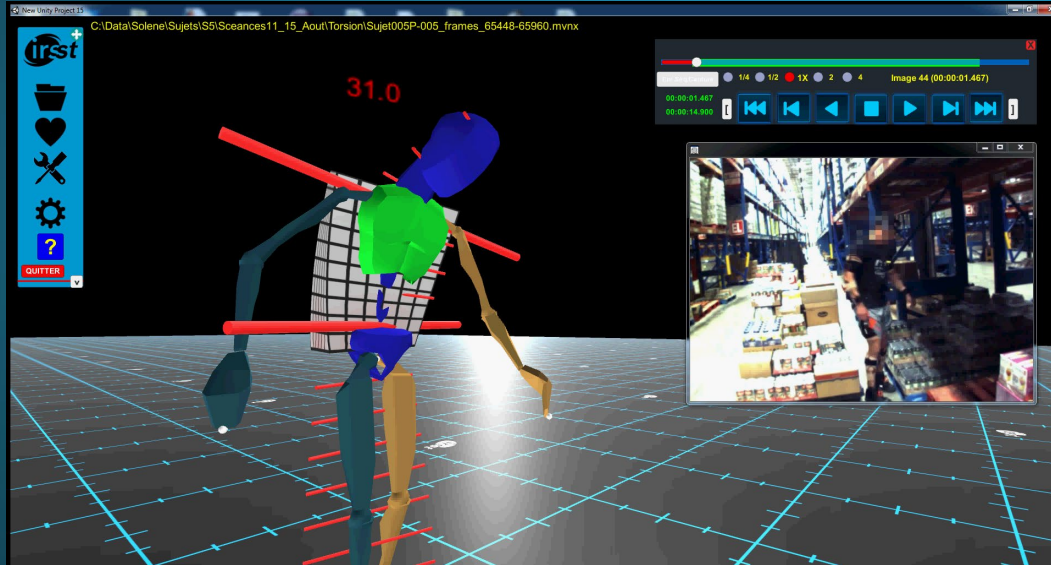
→ Méthode d'analyse automatique

Terrain

- Fournir une rétroaction

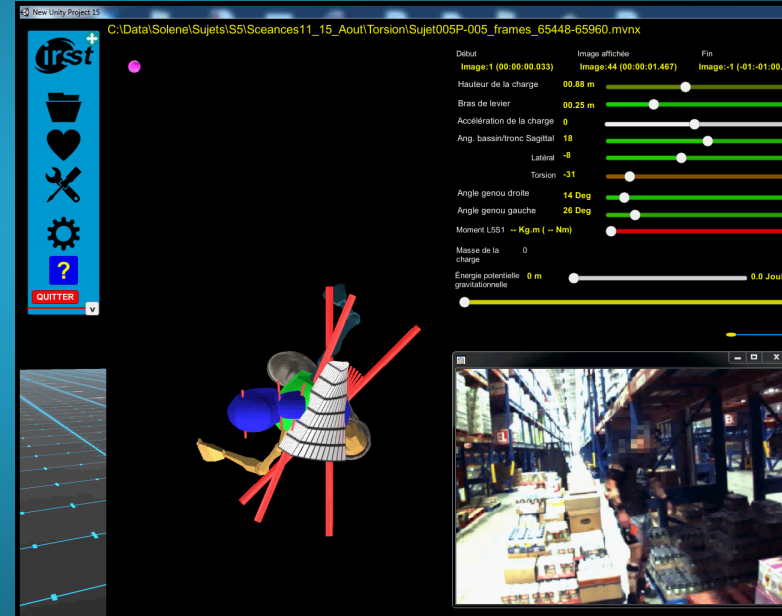
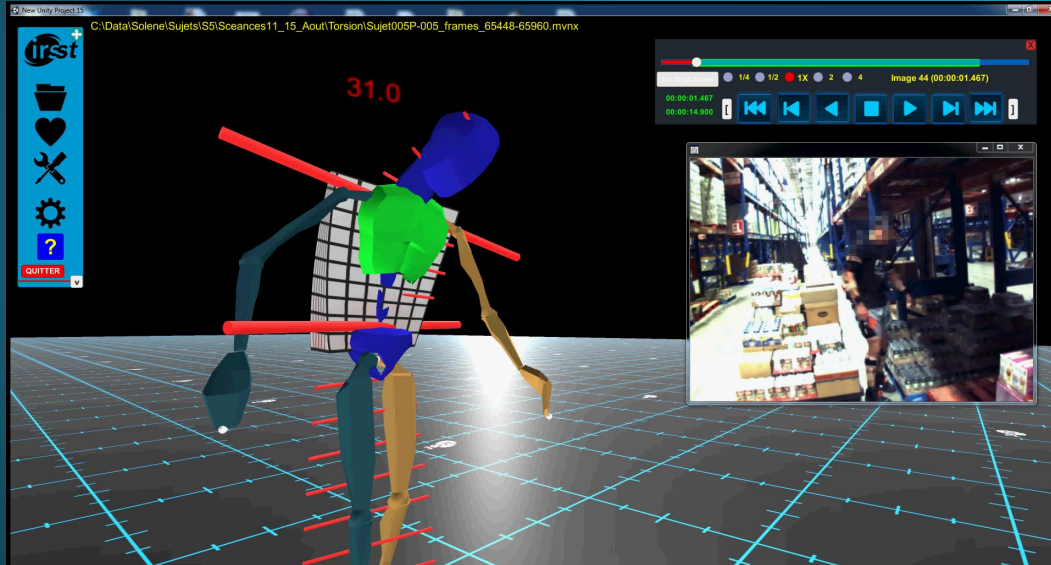
Terrain

- Fournir une rétroaction



Terrain

- Fournir une rétroaction



Terrain

- Fournir une rétroaction augmentée



Conclusion

- Poursuivre l'utilisation terrain
- Évaluation des risques de TMS
- Formation des manutentionnaires



Remerciements

Équipe de recherche

- André Plamondon
- Christian Larue
- Hakim Mecheri
- Sophie Bellefeuille
- Cynthia Appleby
- Alain Delisle
- Denys Denis
- Philippe Corbeil

Participants aux projets

- Entreprises
- Manutentionnaires
- Collaborateurs SST

Organismes subventionnaires

