



INSTITUT  
POLYTECHNIQUE  
DE PARIS

s@movar

# ANALYSE QUANTIFIÉE DE LA MARCHE

CARACTÉRISATION DE LA DÉVIATION ASSOCIÉE  
AUX MALADIES NEUROLOGIQUES



s@movar





# SOMMAIRE

- 1) CONTEXTE ET OBJECTIFS
- 2) MATÉRIEL ET DONNÉES
- 3) ÉTUDE PRÉLIMINAIRE



# CONTEXTE ET OBJECTIFS

## CONTEXTE

- Les maladies neurologiques (AVC, traumatisme crânien, traumatisme médullaire, sclérose en plaques) provoquent des troubles de la motricité, dont la marche.
- Ces maladies n'impactent pas la motricité de façon identique.
- Analyse quantifiée de la marche : basée sur la cinématique articulaire.

# CONTEXTE ET OBJECTIFS

## CONTEXTE

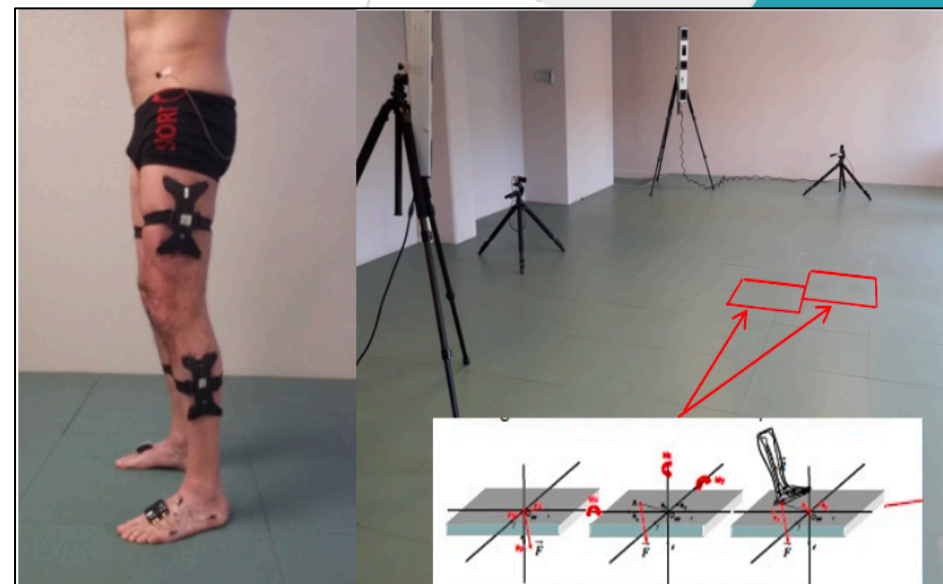
- Les maladies neurologiques (AVC, traumatisme crânien, traumatisme médullaire, sclérose en plaques) provoquent des troubles de la motricité, dont la marche.
- Ces maladies n'impactent pas la motricité de façon identique.
- Analyse quantifiée de la marche : basée sur la cinématique articulaire.

## OBJECTIFS

- Caractérisation de la marche pathologique en termes de déviation par rapport à la marche de sujets sains
- Quantification de l'impact des maladies sur la marche.

# MATÉRIEL ET DONNÉES

- Acquisitions au laboratoire d'analyse du mouvement du centre de réadaptation de Coubert (UGECAM Île-de-France).
- Capture des angles d'articulations des membres inférieurs au cours de la marche.
- Système de capture optoélectronique Codamotion composé de quatre caméras CX1 à 100 Hz.
- Base de données contenant les angles du genou, cheville, pied, bassin et hanche :
  - 52 sujets contrôles jugés sains n'ayant pas de maladie impactant la motricité globale.
  - 38 patients souffrant de maladies neurologiques: 18 patients impactés unilatéralement et 20 patients impactés bilatéralement.



*Figure 1: Illustration du protocole d'acquisition de la marche.*

# ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

- Identification de 3 représentants de la marche normale via une classification non-supervisée (K-médoïds) → 3 médoïds ( $m_1, m_2, m_3$ )
- Calcul des distances par Dynamic Time Warping (DTW) de tous les cycles de marche (sains et pathologiques) aux 3-médoïds ( $m_1, m_2, m_3$ ).
- Chaque cycle  $c_i$  est représenté par un vecteur de distances  $D_i = [D_{i1}, D_{i2}, D_{i3}]$ ;  $= DTW(c_i, m_j) \geq 0$ .
- Application d'un clustering hiérarchique sur les valeurs  $D_i$  obtenues pour analyser la répartition des cycles en termes de déviation à la marche normale.

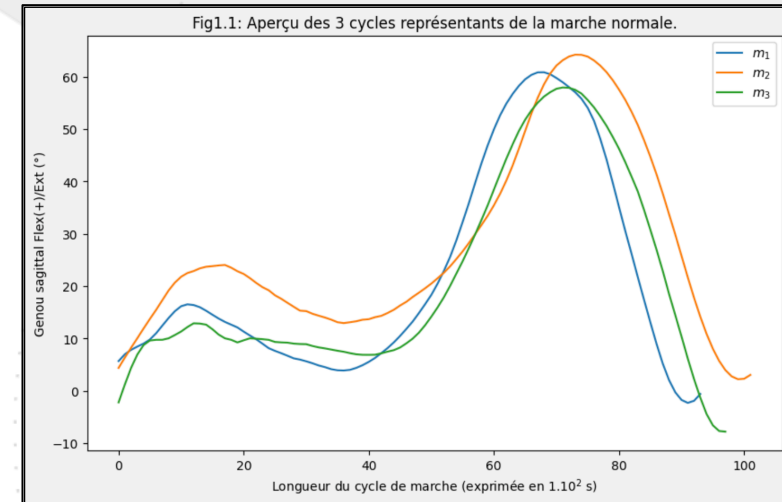


Figure 2: Aperçu des 3 représentants de la marche normale.

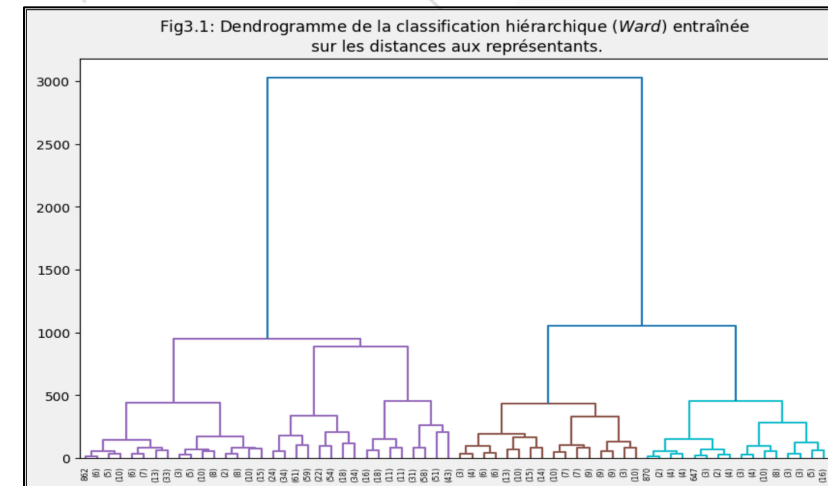


Figure 3: Dendrogramme issue du clustering hiérarchique sur les valeurs  $D_i$

# RÉSULTATS

- **Sujets sains:** 99% de leurs cycles sont regroupés dans un même cluster
- **Sujets malades :** identification de 3 profils de marche
  - 1 profil proche des cycles sains, souvent associé à la jambe non impactée
  - 2 profils caractérisant la sévérité de la pathologie
- Grandes hétérogénéités entre les maladies, au sein d'une même maladie et même au sein d'un même sujet.

Légende: HC: Sujets sains, DP: Diplégie, HP: Hémiplégié, PP: Paraplégie, TP: Tétraplégie et O: Autre

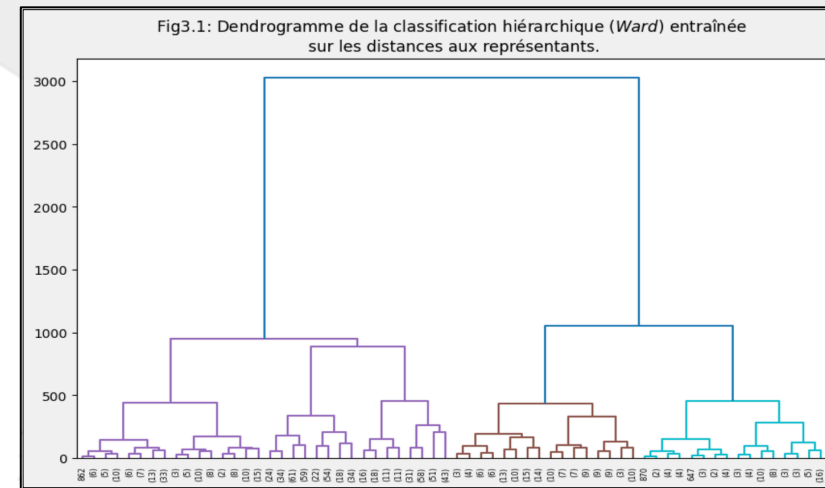


Figure 3: Dendrogramme issue du clustering hiérarchique sur les valeurs  $D_i$

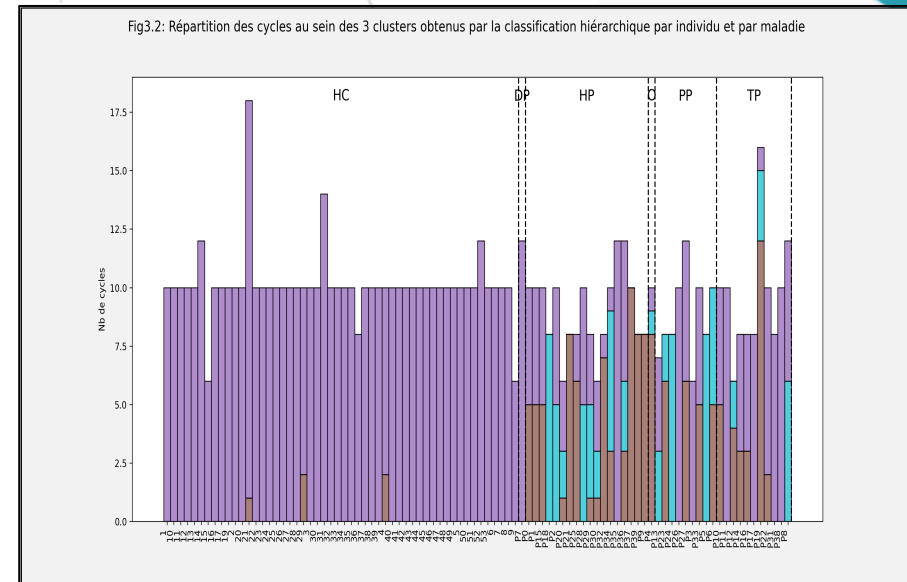


Figure 4: Répartition des cycles de marches au sein des 3 clusters obtenus par le clustering hiérarchique par patient et par maladie.



# MERCI POUR VOTRE ATTENTION !

**DOCTORANT:** LORENZO HERMEZ – C310

**ENCADRANTS:** SONIA GARCIA ET NESMA HOUMANI

