



Journée GT8 - 2011

La modélisation du mouvement humain et assistance à la personne.

P. Fraise, IDH/DEMAR

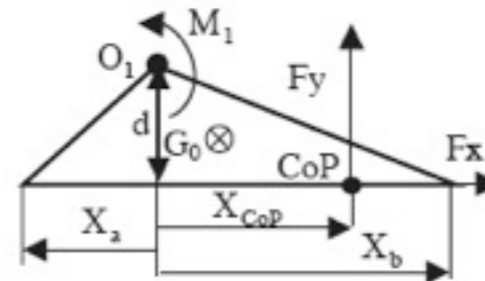


Modélisation de la coordination posturale

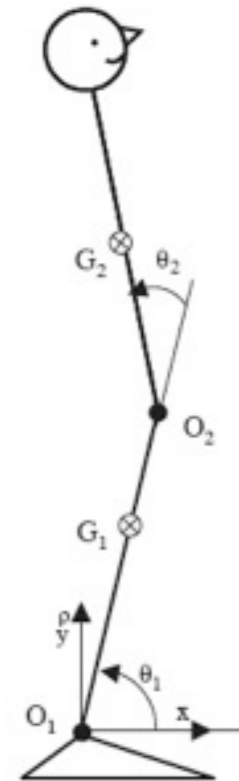


$$J = \int_0^T \left(\left(\frac{d\Gamma_1}{dt} \right)^2 + \left(\frac{d\Gamma_2}{dt} \right)^2 \right) dt$$

Minimum des variations des couples [Uno89]



Contrainte sur l'équilibre dynamique



Modèle biomécanique

Contraintes :

$$\left\{ \begin{array}{l} X_{Head}(0) - X_{Head}(T/2) = A_{Head} \\ X_a \leq X_{CoP}(t) \leq X_b \end{array} \right.$$

$$K_p J(\theta)^+ (X_d - X) + K_d (J(\theta)^+ (\dot{X}_d - \dot{X})) + \dot{J}(\theta)^+ (X_d - X) = M(\theta) \ddot{\theta} + C(\theta, \dot{\theta}) \dot{\theta} + G(\theta) + K(\theta - \theta_0)$$

V. Bonnet, S. Ramdani, P. Fraisse, N. Ramdani, J. Lagarde, B. G. Bardy, A structurally optimal control model for predicting and analyzing human postural coordination, *Journal of Biomechanics*, 2011, in press.

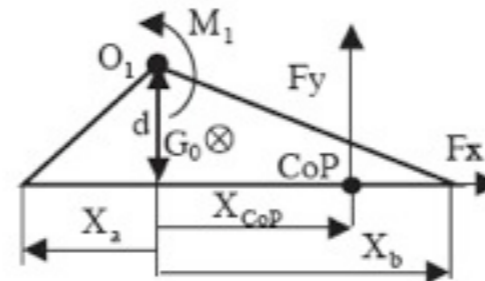


Modélisation de la coordination posturale

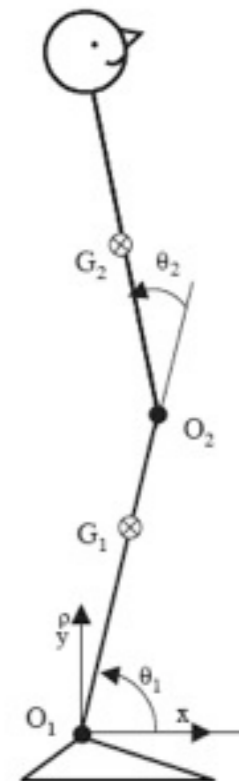


$$J = \int_0^T \left(\left(\frac{d\Gamma_1}{dt} \right)^2 + \left(\frac{d\Gamma_2}{dt} \right)^2 \right) dt$$

Minimum des variations des couples [Uno89]



Contrainte sur l'équilibre dynamique



Modèle biomécanique

Contraintes :

$$\begin{cases} X_{Head}(0) - X_{Head}(T/2) = A_{Head} \\ X_a \leq X_{CoP}(t) \leq X_b \end{cases}$$

$$K_p J(\theta)^+ (X_d - X) + K_d (J(\theta)^+ (\dot{X}_d - \dot{X})) + \dot{J}(\theta)^+ (X_d - X) = M(\theta) \ddot{\theta} + C(\theta, \dot{\theta}) \dot{\theta} + G(\theta) + K(\theta - \theta_0)$$

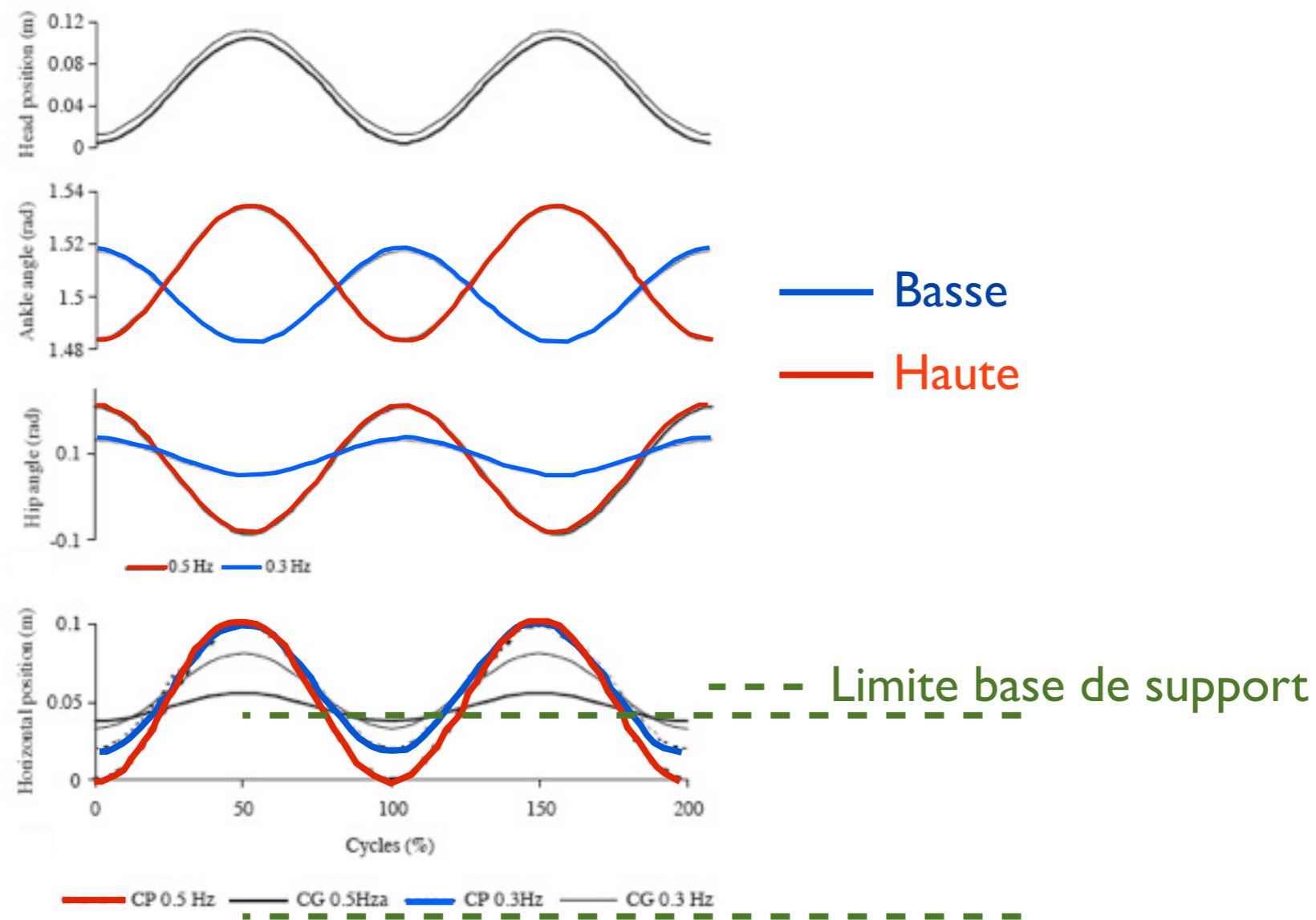
V. Bonnet, S. Ramdani, P. Fraisse, N. Ramdani, J. Lagarde, B. G. Bardy, A structurally optimal control model for predicting and analyzing human postural coordination, Journal of Biomechanics, 2011, in press.



Modélisation de la coordination posturale

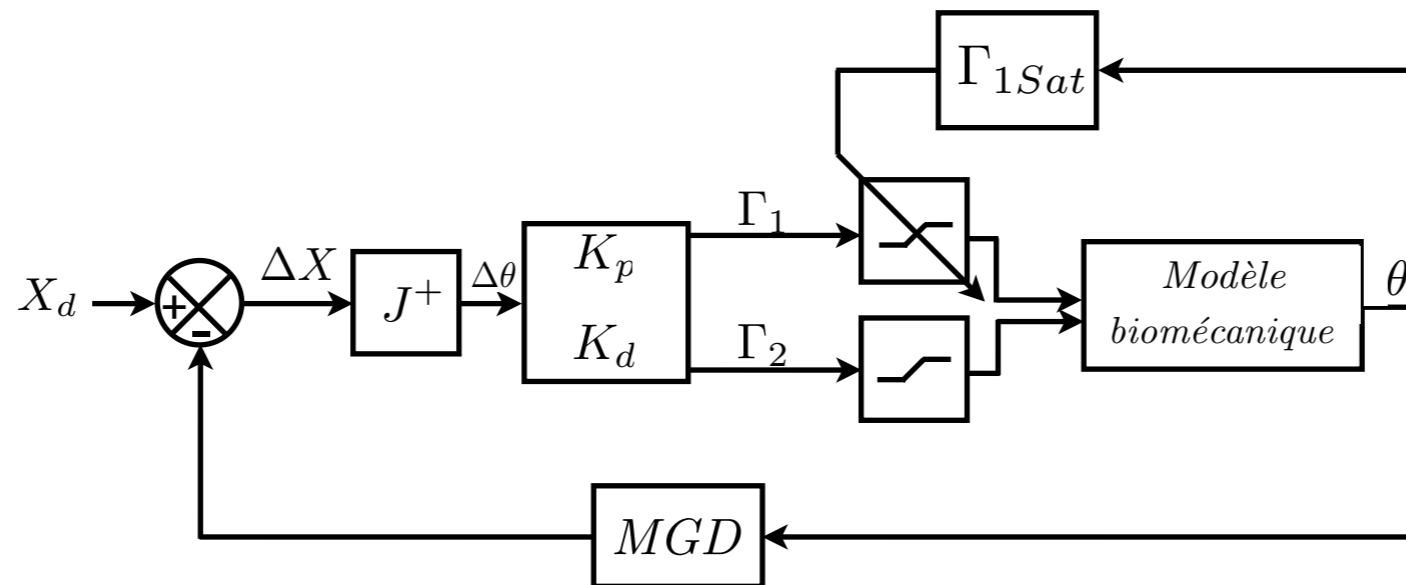
Reproduction qualitative des modes de coordinations posturale

Mode en anti-phase lorsque la contrainte de l'équilibre est activée





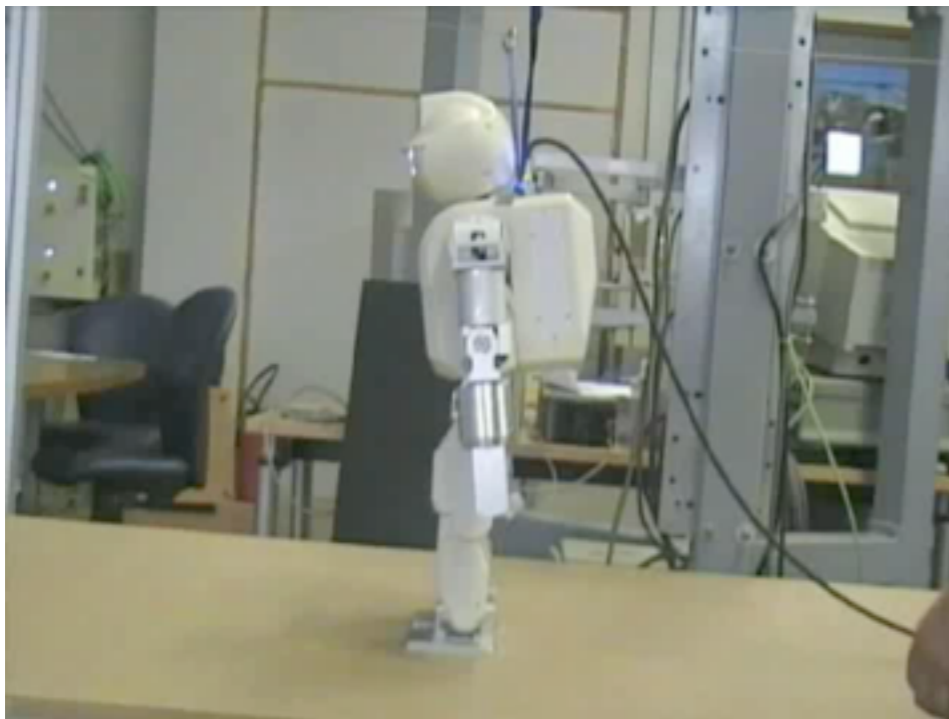
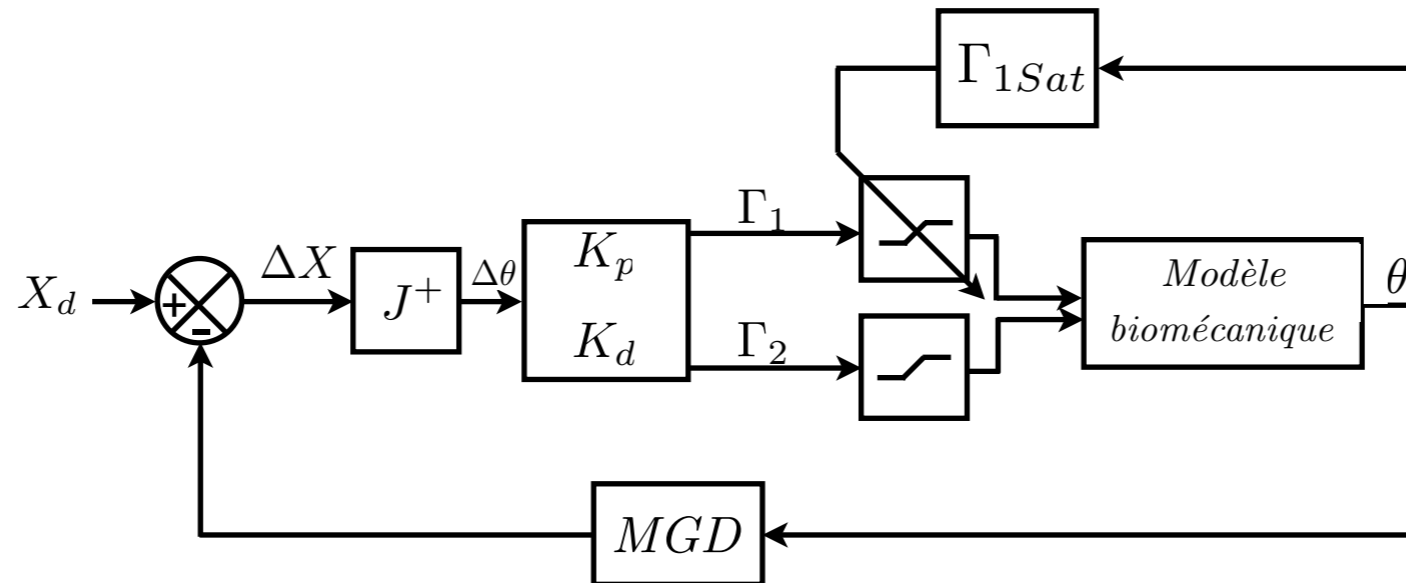
Le modèle





Le modèle

$$K_p J(\theta)^+(X_d - X) + K_d(J(\theta)^+(\dot{X}_d - \dot{X}) + \dot{J}(\theta)^+(X_d - X)) = M(\theta)\ddot{\theta} + C(\theta, \dot{\theta})\dot{\theta} + G(\theta) + K(\theta - \theta_0)$$



L'application à l'analyse du mouvement chez le patient hémiplégique



- ▶ L'hémiplégie est un défaut de commande centrale complète ou partielle affectant une moitié du corps.
- ▶ Lésion des centres moteurs dont la cause est le plus souvent un accident vasculaire cérébral.



Les expérimentations



Les expérimentations



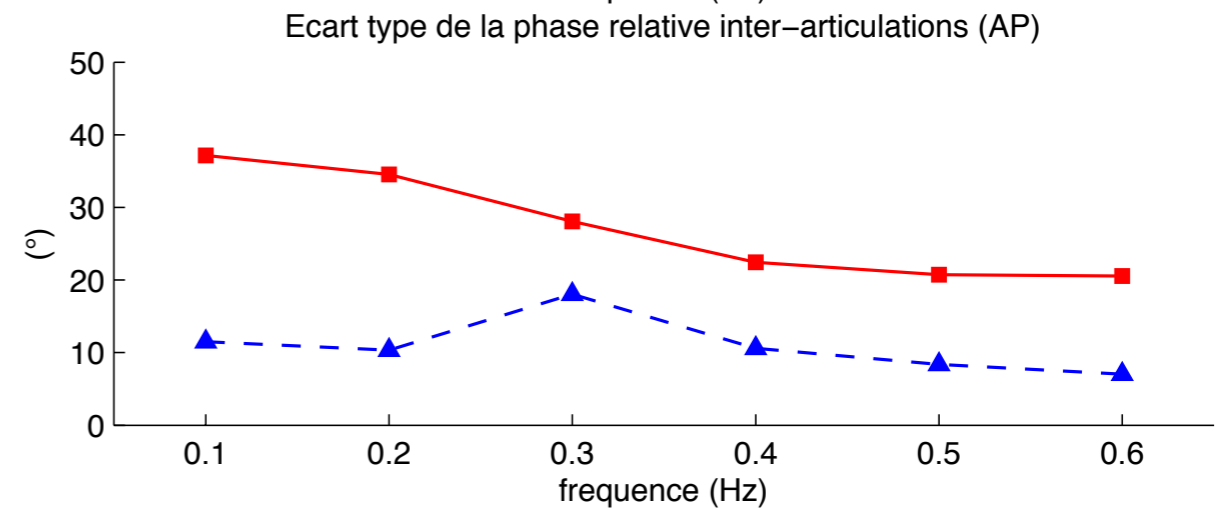
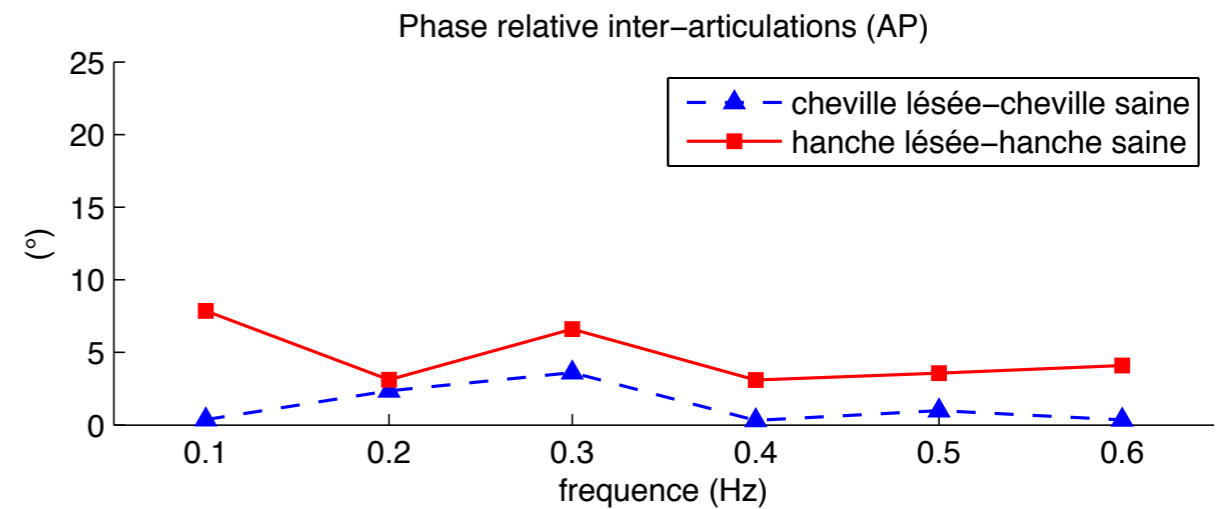
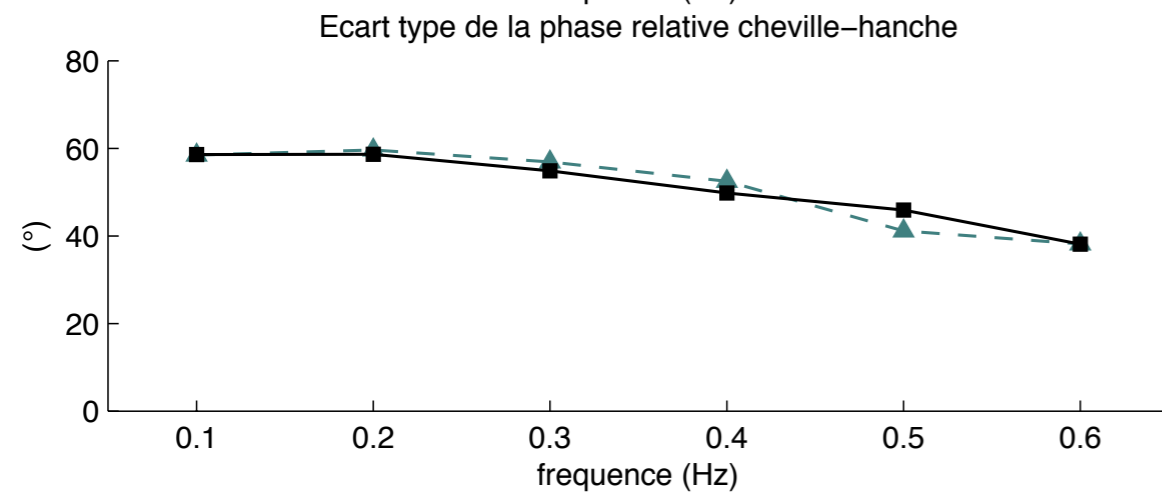
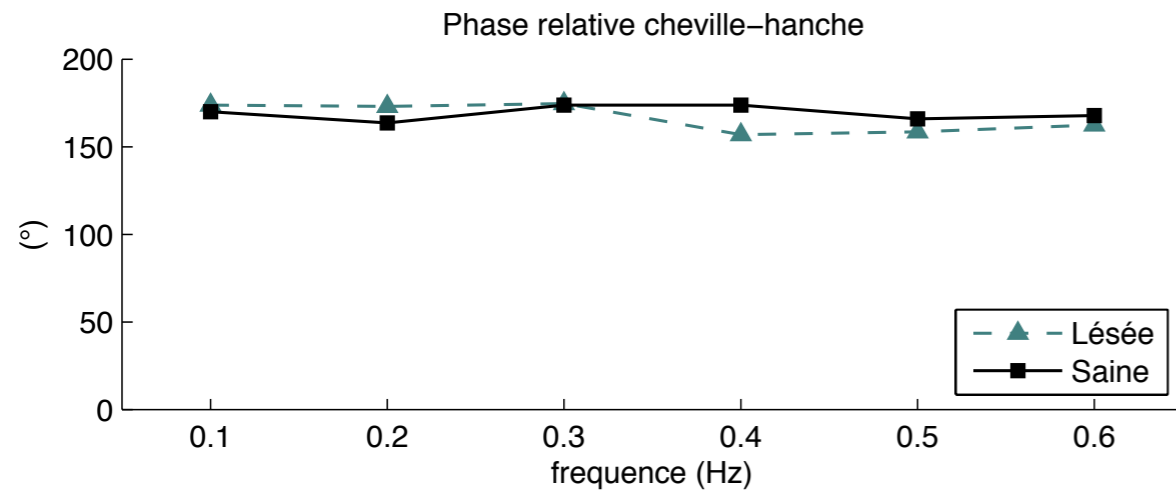


Les expérimentations





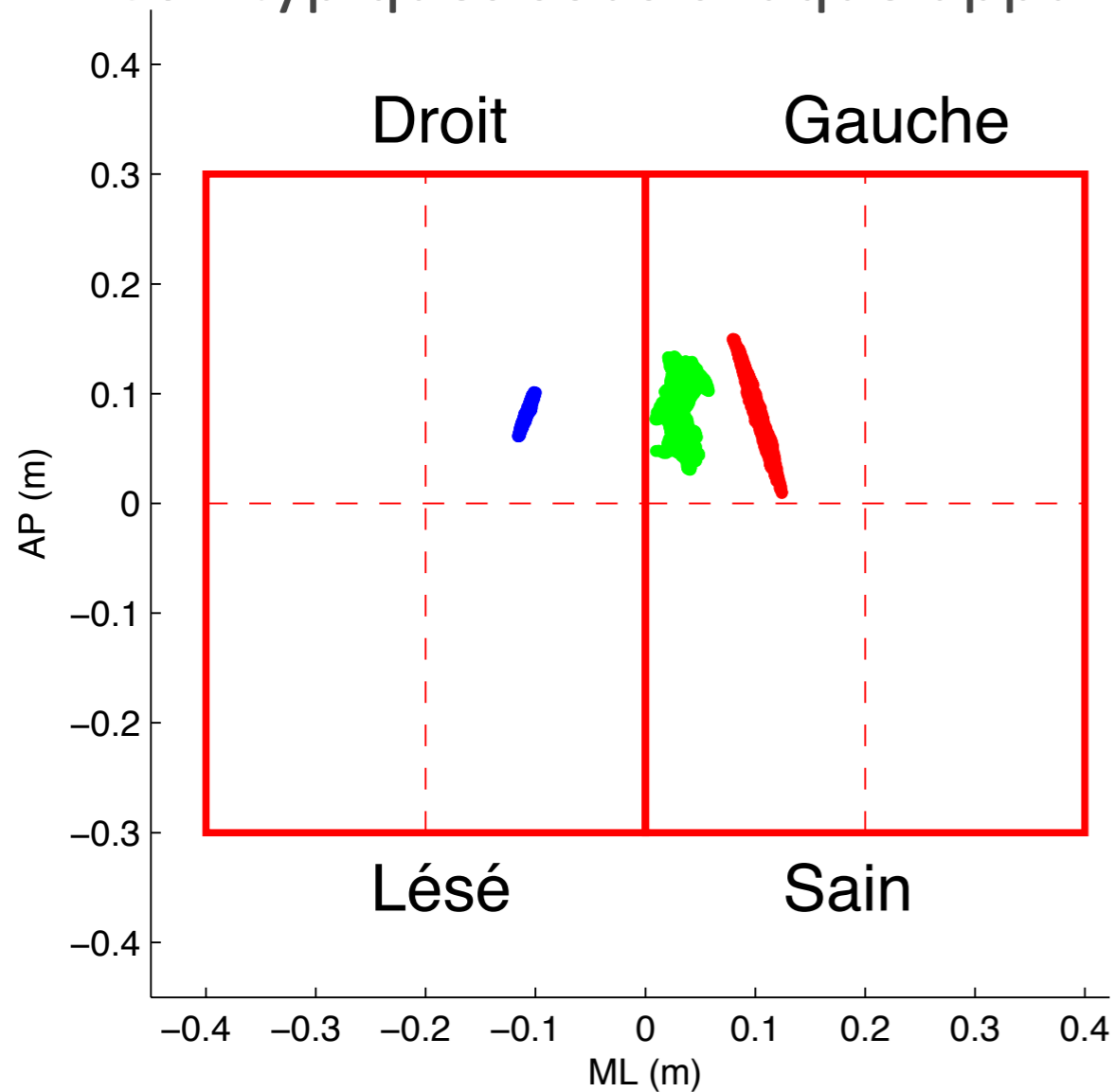
Les résultats expérimentaux



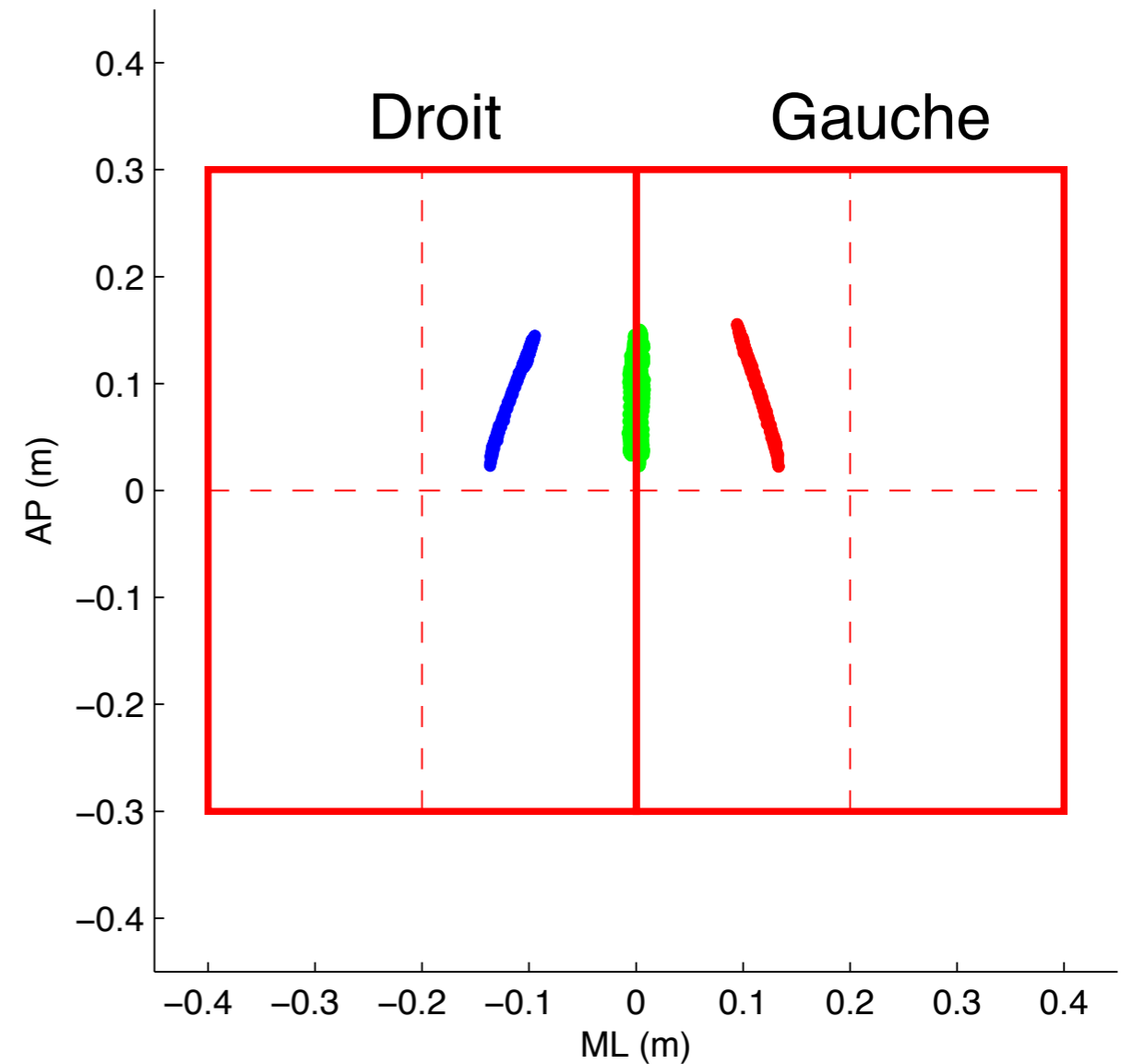


Résultats expérimentaux

► CoP typiques sous chaque appui



Patients hémiplésiques

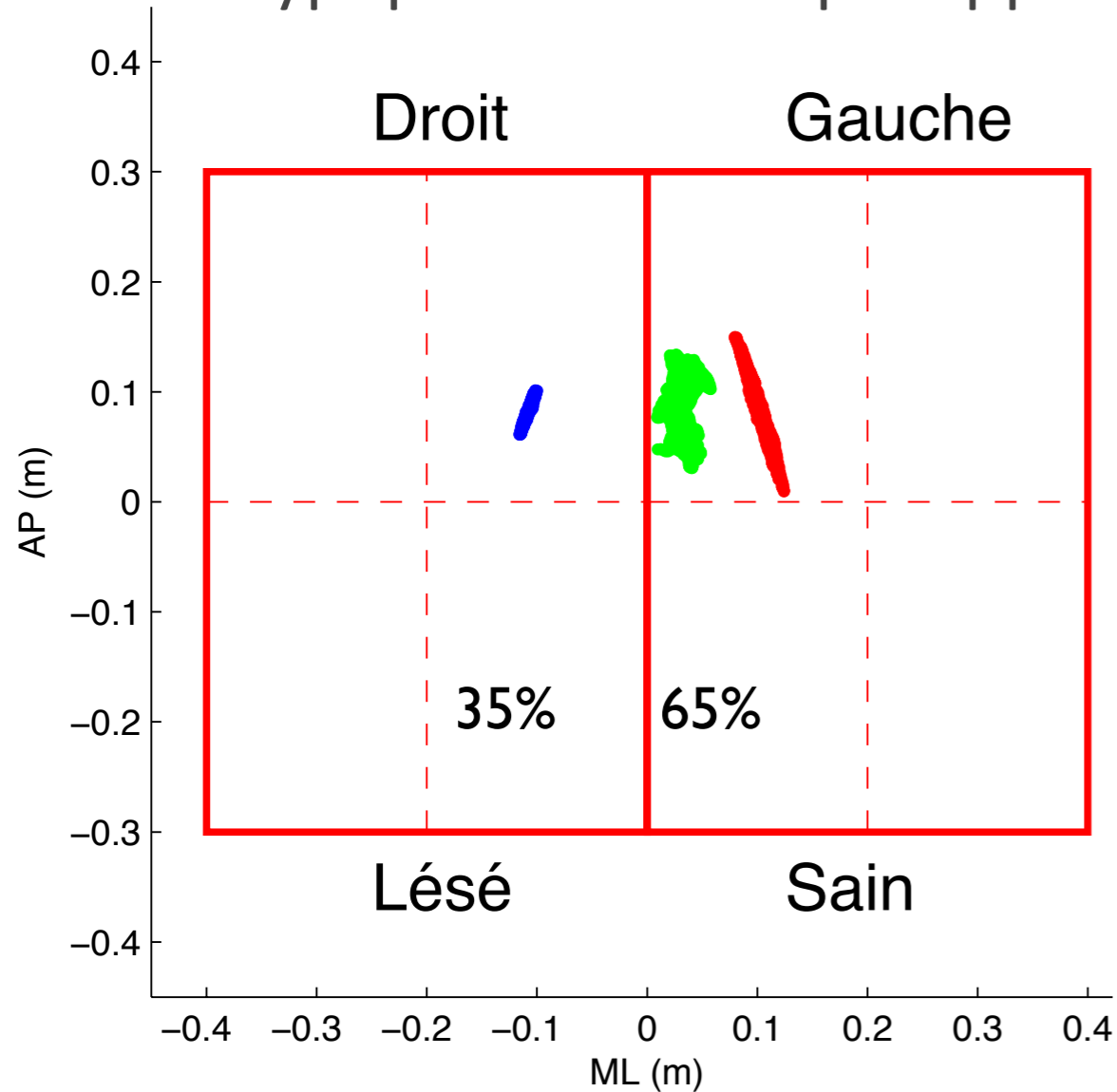


Sujets sains

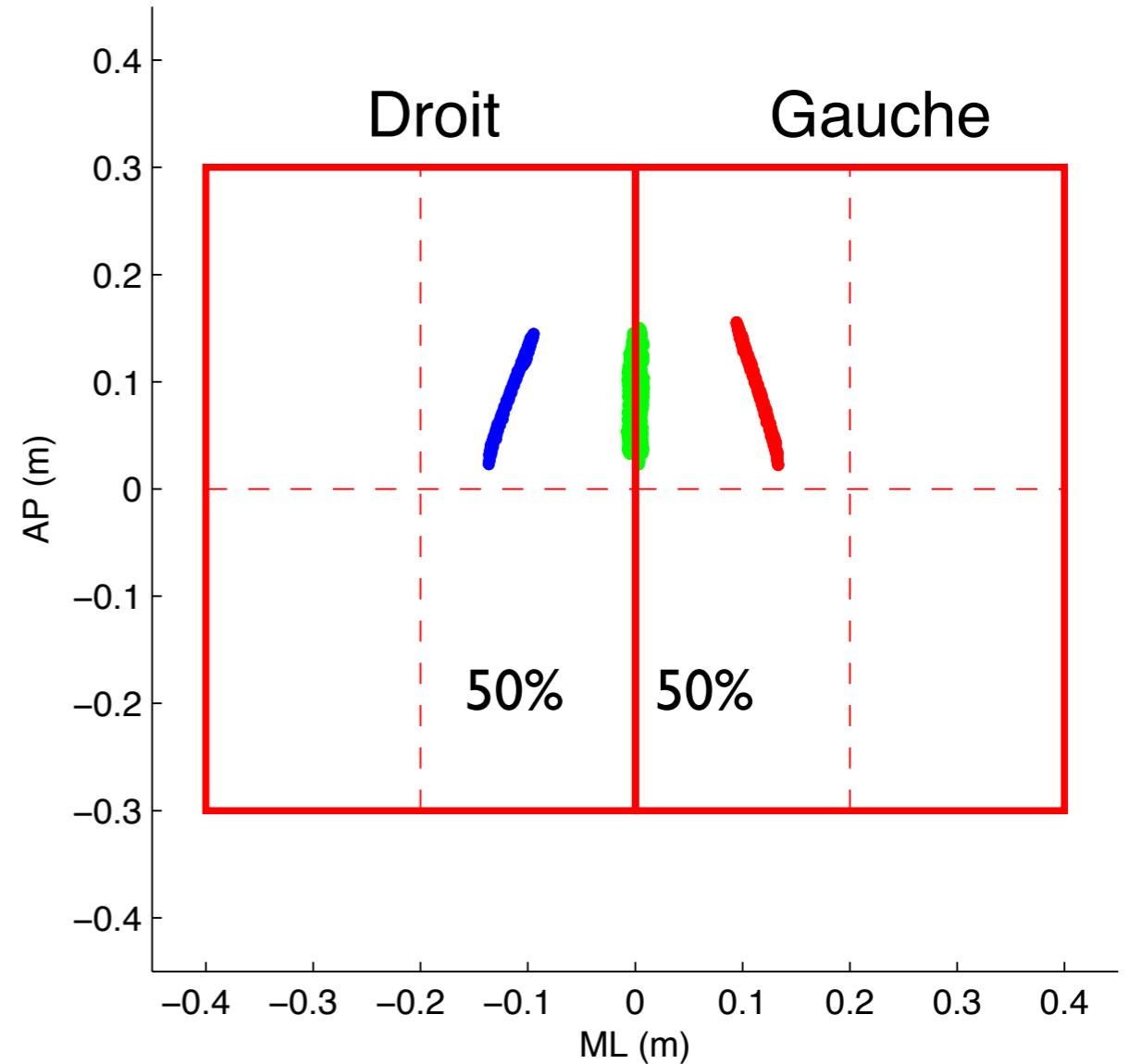


Résultats expérimentaux

► CoP typiques sous chaque appui



Patients hémiplésiques



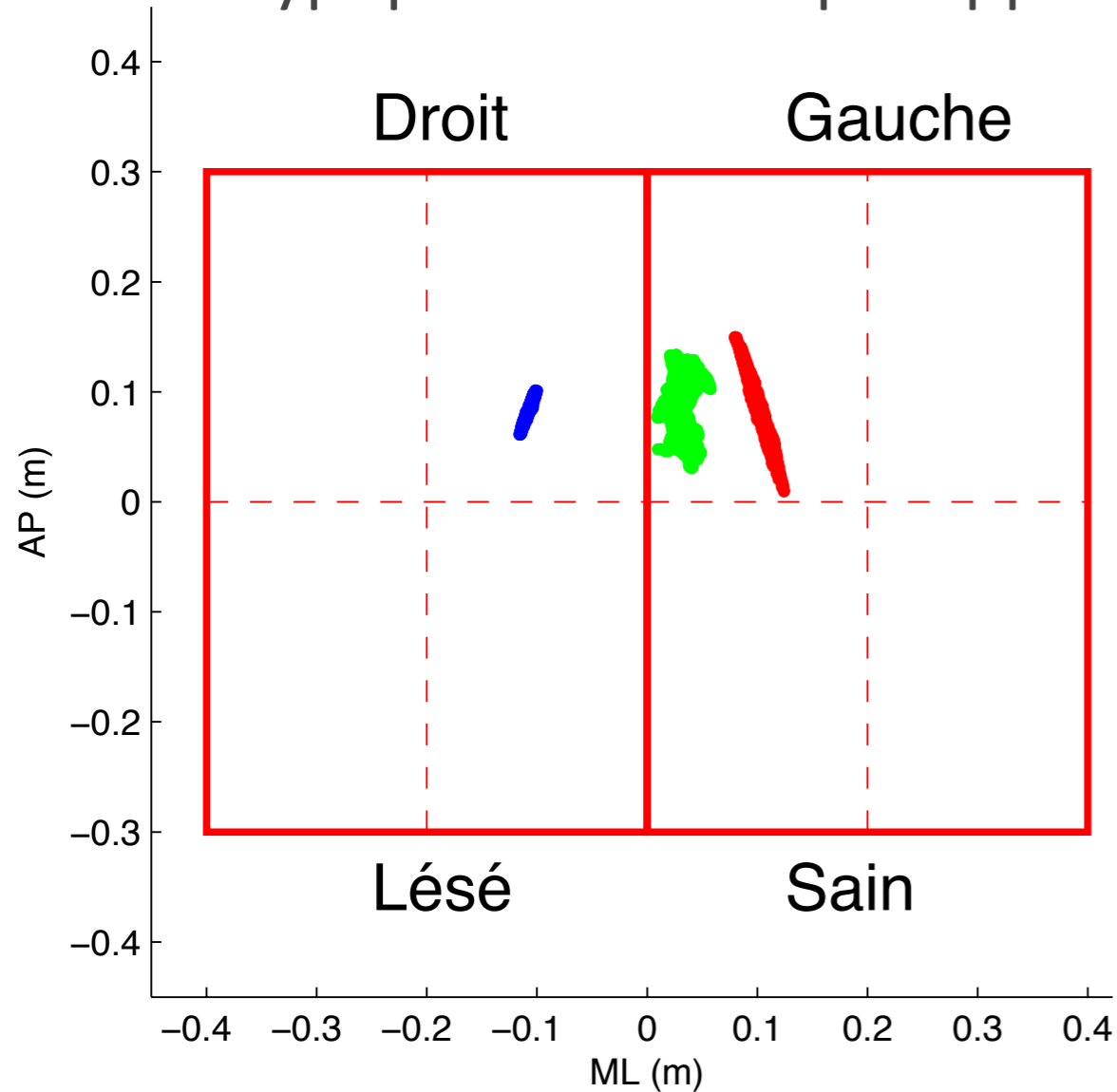
Sujets sains

► Asymétrie de la répartition des forces de réactions verticales

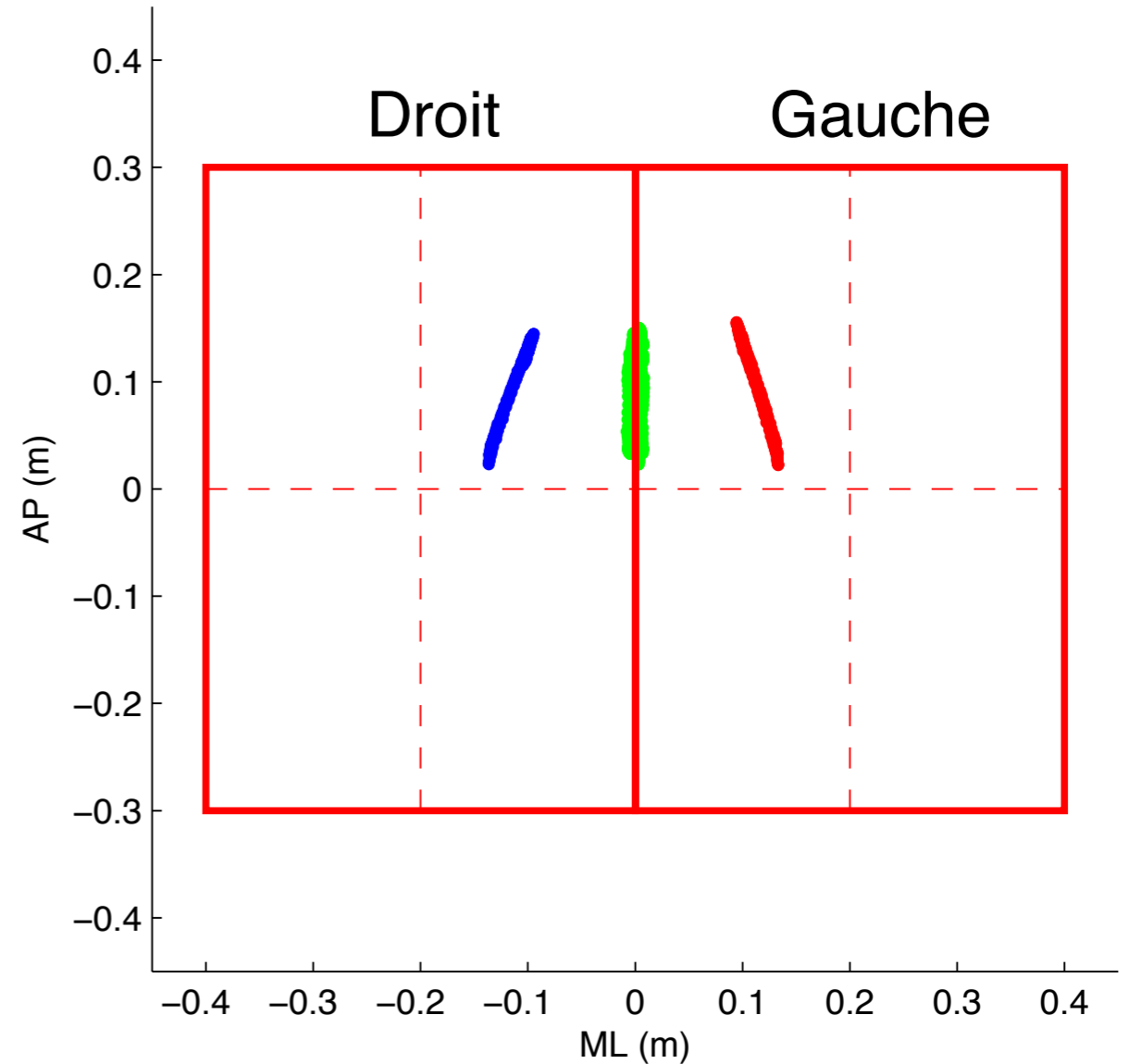


Résultats expérimentaux

- ▶ CoP typiques sous chaque appui



Patients hémiplésiques



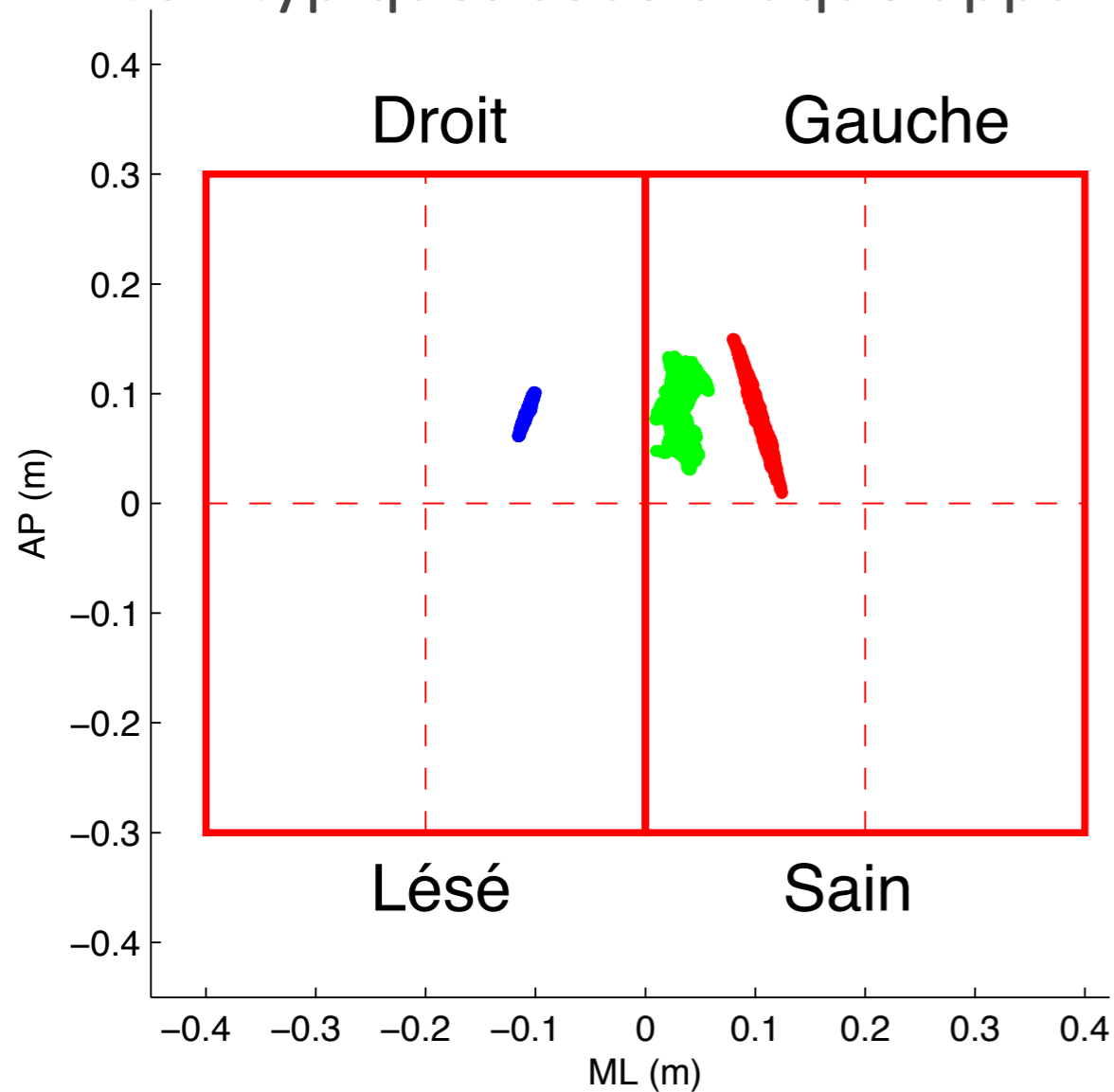
Sujets sains

- ▶ Déport du CoP résultant sous l'appui sain

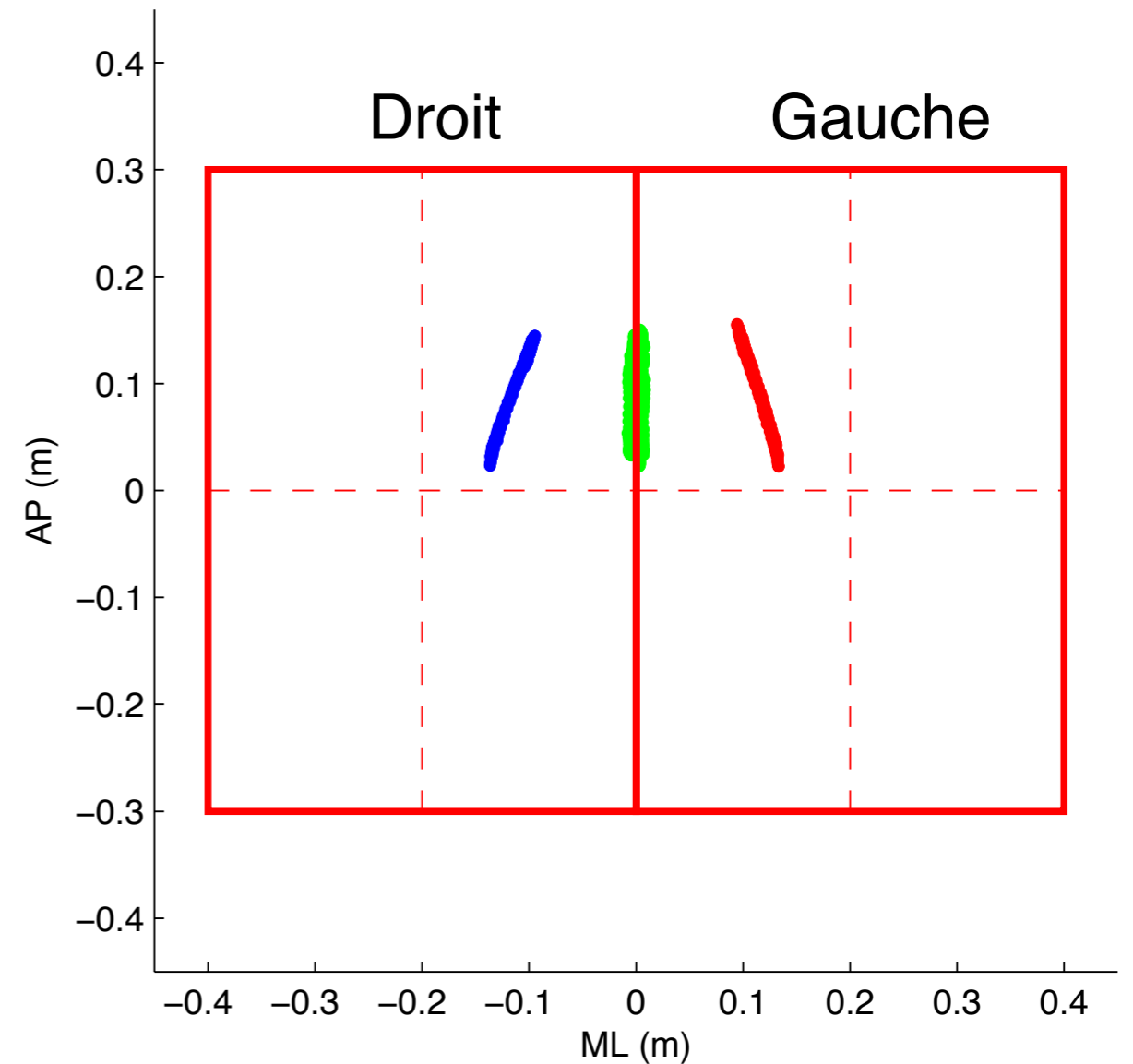


Résultats expérimentaux

- ▶ CoP typiques sous chaque appui



Patients hémiplésiques



Sujets sains

- ▶ Variation du CoP résultant en ML chez les patients hémiplésiques



Analyse des résultats

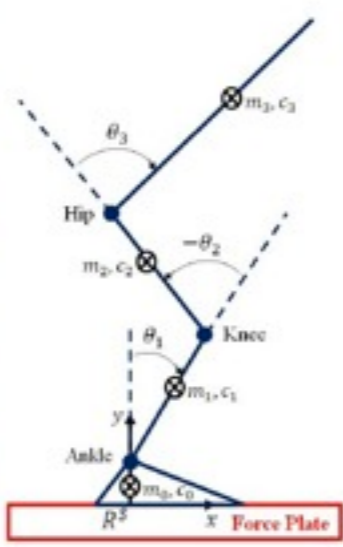
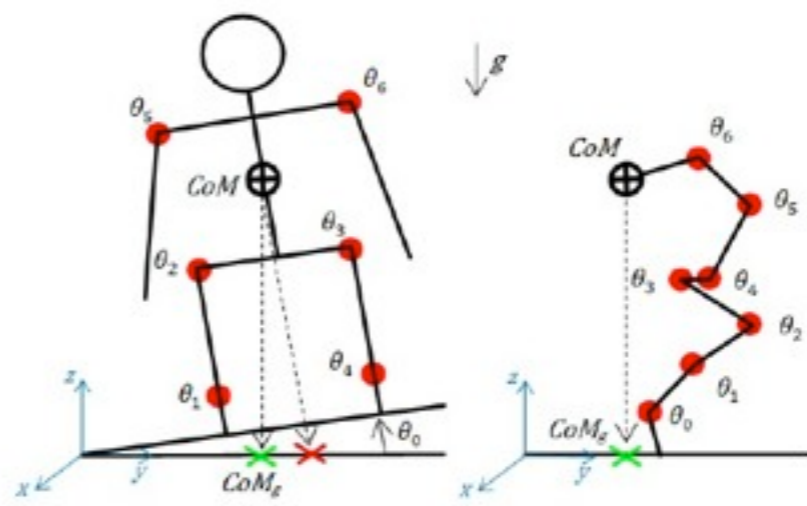
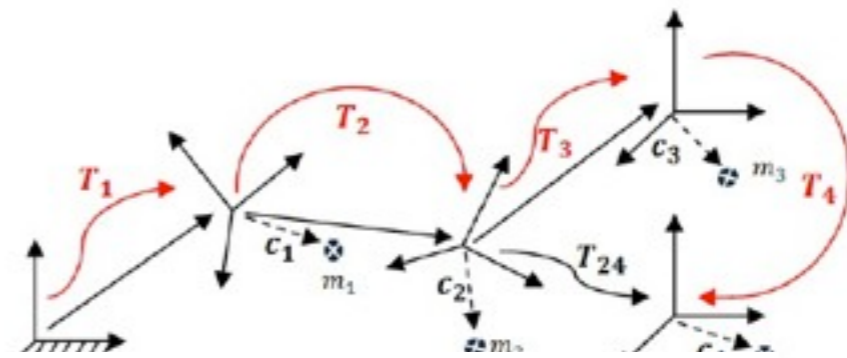
- ▶ Le mode en anti-phase est lié à la contrainte d'équilibre
 - ▶ Saturation du CoP sain
 - ▶ Perte sensorielle du CoP lésé
- ▶ Asymétrie du couple de la cheville
 - ▶ Déport du CoP résultant
 - ▶ Asymétrie des forces de réactions verticales



Estimation du CoM



Modélisation du centre de masse pour des mesures de précisions



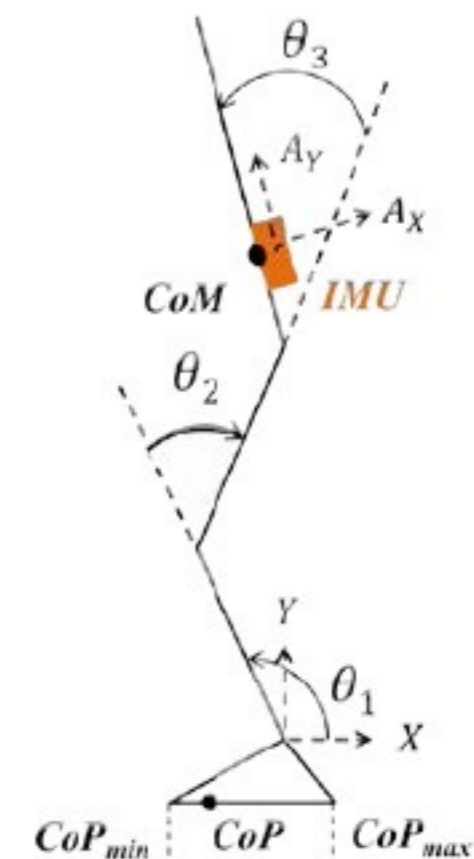
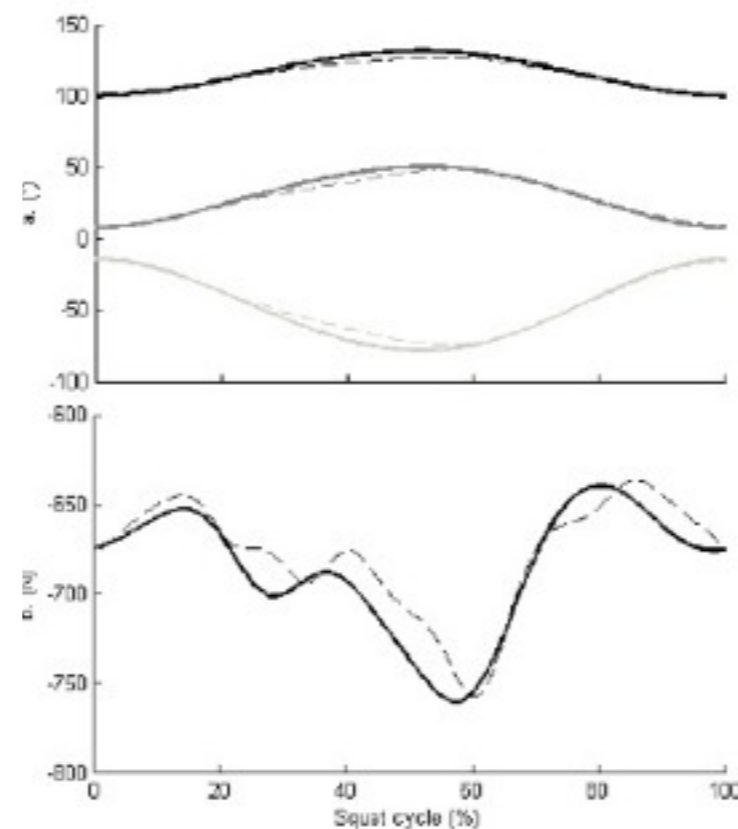
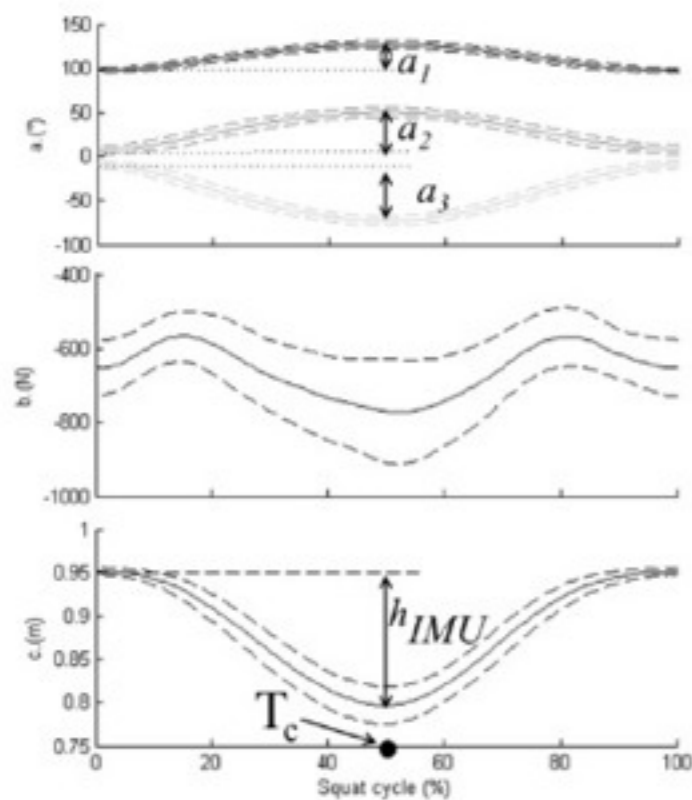
S. Cotton, A. Murray, P. Fraise, Estimation of the Center of Mass: From Humanoid Robots to Human Beings, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Volume 14, Issue 6, Dec. 2009, pages : 707 - 712.

S. Cotton, M. Vanoncini, P. Fraise, N. Ramdani, E. Demircan, A. P. Murray, T. Keller, Estimation of the centre of mass from motion capture and force plate recordings: a study on the elderly. Journal of Applied Bionics and Biomechanics 8 (2011) 67-84



La modélisation du mouvement

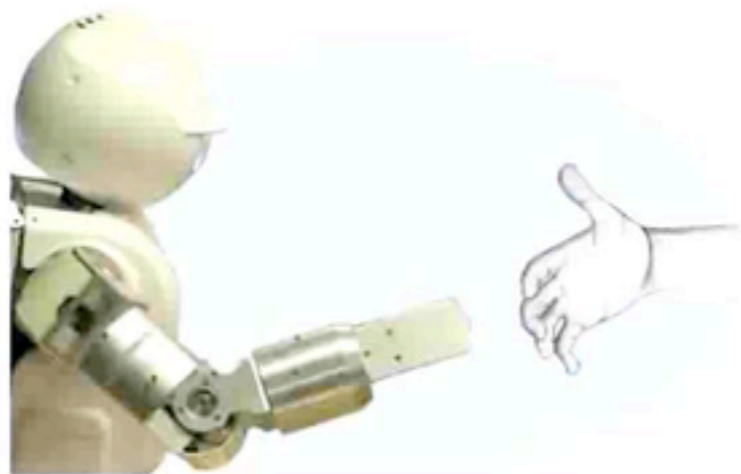
- Reconstruction des mouvements et des couples articulaires pour une tâche de squat à partir d'informations provenant d'une centrale inertielle :





L'assistance à la personne

Towards a Cooperative Framework for Interactive Manipulation Involving a Human and a Humanoid



Bruno Vilhena Adorno
Antônio Padilha Lanari Bó
Philippe Fraise
Philippe Poignet

B. V. Adorno, P. Fraise, S. Druon, Dual position control strategies using the cooperative dual task-space framework, IEEE IROS 2010, October 18-22, Taipei, Taiwan.

B. V. Adorno, A.P. L. Bo, P. Fraise, P. Poignet, Towards a Cooperative Framework for Interactive Manipulation Involving a Human and a Humanoid, ICRA'2011, Shanghai, May 9-13, 2011.



L'assistance à la personne

Interactive Manipulation Between a Human and a Humanoid



Bruno Vilhena Adorno
Antônio Padilha Lanari Bó
Philippe Fraise