

## Activité Clinique

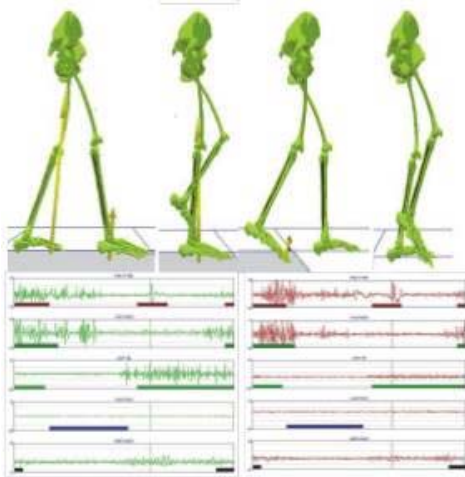
Mouvement et Handicap a pour objectif d'offrir aux praticiens des outils et des compétences leur offrant l'accès à des informations objectives et quantitatives sur les mouvements pathologiques de leurs patients.

Ces informations permettent de **faire l'état des lieux de la fonction motrice** de façon à la fois analytique et globale ainsi que de suivre **l'évolution** de la qualité du mouvement chez un patient au cours de sa rééducation. Elles fournissent également un moyen d'évaluer les effets **d'interventions thérapeutiques** spécifiques au stade de leur développement ou de la mise en œuvre d'un essai thérapeutique. Quelle que soit l'intervention envisagée, des moyens spécifiques peuvent être mis en jeu afin d'évaluer au mieux l'effet d'une intervention ponctuelle (physiothérapie, stimulation physiologique, adaptation prismatique, injection de toxine botulinique, bloc nerveux, stimulation cérébrale) ou chronique (traitement pharmacologique, appareillage orthopédique, ou répétition d'interventions ponctuelles).

Le principal intérêt de notre plate-forme pour le clinicien est une possibilité d'exploration de **l'ensemble des effecteurs moteurs** soit dans leur globalité (posture, marche, jonglage, ...) soit de façon très analytique en se focalisant sur un d'entre eux (œil et regard, main, membre supérieur, ...). Cette exploration est couplée aux bilans moteurs réalisés par nos kinésithérapeutes.

## Evaluation

### Examens liés à l'enregistrement de la marche



L'objectif de ces examens est d'obtenir des informations quantitatives sur la marche d'un patient. Les différents objectifs de ce type d'examen sont :

- Bilan de marche
- Evaluation des effets des interventions thérapeutiques sur la marche

#### ➤ Marche : Bilan standard

##### Objectifs :

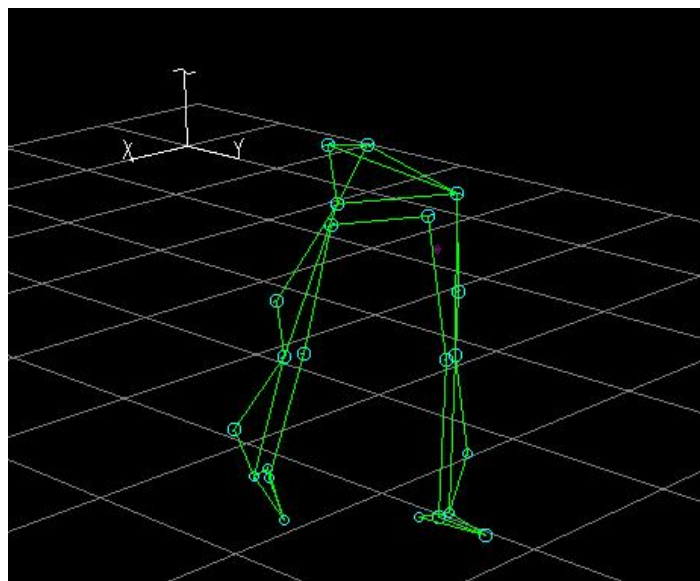
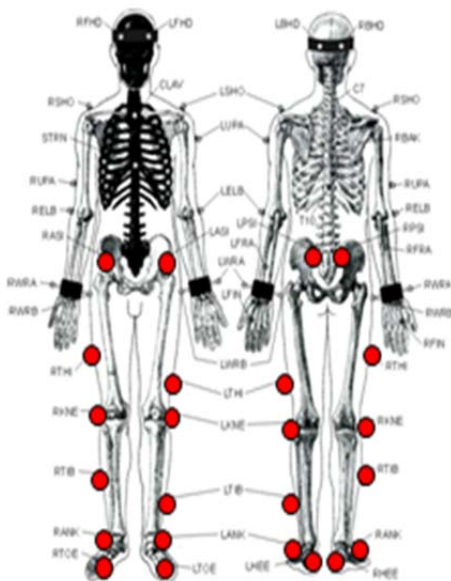
Bilan quantitatif des performances de marche, compréhension des phénomènes d'adaptation du mouvement au handicap.

##### Matériel utilisé :

Système optoélectronique, plate formes de force, électromyogramme de surface.

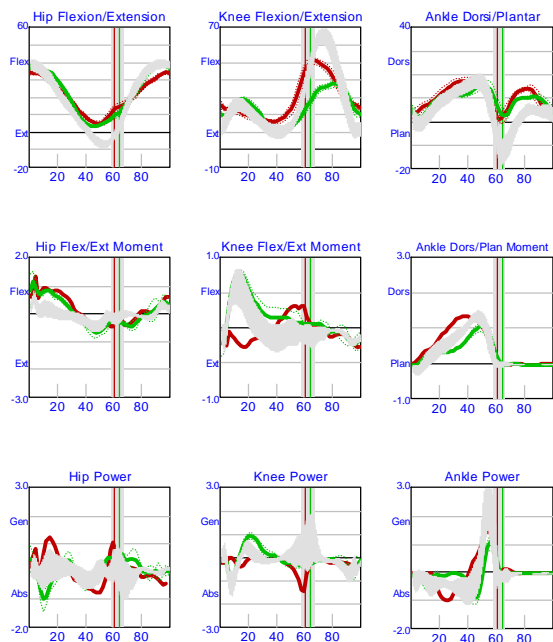
##### Données recueillies :

Cinématique du mouvement (positions, vitesses, angles, ...), cinétique (forces de réactions au sol, moments et puissances articulaires, ...), activité électromyographique (timing de l'activité musculaire).

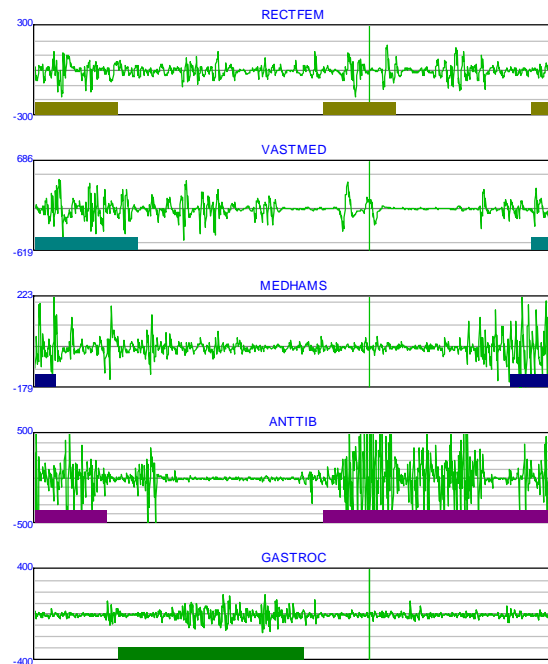


## Enregistrement de la marche : Cinématique, cinétique , électromyographie

Côté **droit/gauche**



Electromyographie : Côté **droit**



Visualisation de données issues de l'analyse quantifiée de la marche. A gauche et de haut en bas : les amplitudes articulaires dans le plan sagittal de la hanche du genou et de la cheville et en dessous les contraintes liées à ces articulations exprimées en moments et en puissances. A droite les activités musculaires enregistrées par électromyogramme de surface.

### ➤ Marche : Evaluation d'un traitement

#### Objectifs :

Evaluer les effets des interventions thérapeutiques sur la marche d'un patient.

Les interventions thérapeutiques envisageables sont multiples :

- Pharmacologique (ex : traitement généralisé ou local de la spasticité)
- Appareillage
- Chirurgie

#### Matériel utilisé :

Système optoélectronique, plate formes de force, électromyographie de surface, vidéo classique.

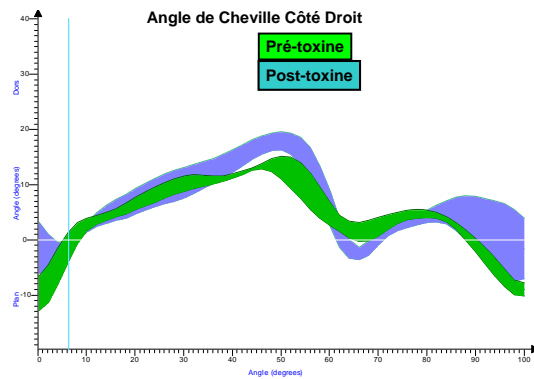
#### Données recueillies:

Cinématique du mouvement (positions, vitesses, angles, ...), cinétique (forces de réactions au sol, moments et puissances articulaires, ...), activité électromyographique (timing de l'activité musculaire).

Recueil de ces données en pré et post traitement.

**Exemple d'enregistrement de la marche pré/post injection de toxine botulique :**  
**Modification des paramètres cinématiques de cheville, des performances de marche**

Cinématique de cheville Côté **droit pré traitement** / Côté **droit post traitement**

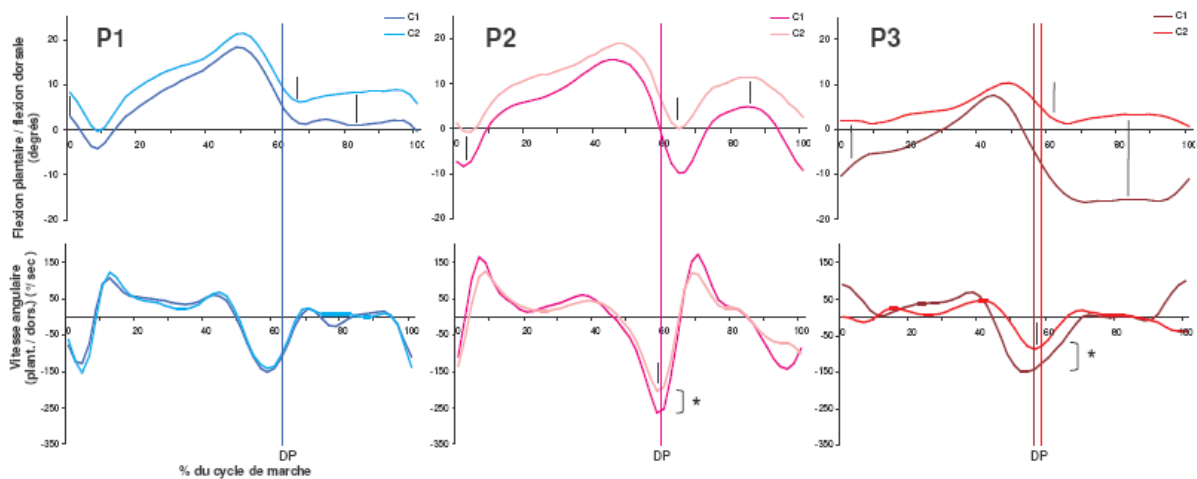


Effets post traitement :

- > Baisse de la cadence
- > Augmentation de la longueur des pas
- > Augmentation de vitesse de marche +7%

*Visualisation de données issues de l'analyse quantifiée de la marche d'un patient avant et après injection de toxine botulique dans les muscles de la loge postérieure de la jambe. On peut visualiser ici les changements importants des amplitudes articulaires de la cheville après injections de toxine botulique.*

**Exemple d'enregistrement de la marche avec évaluation d'une attelle de cheville :**  
**Modification des paramètres cinématiques de cheville**



*Visualisation de données issues de l'analyse quantifiée de la marche de 3 patients avec et sans port d'une attelle à effet releveur de pied. On peut visualiser ici les modifications apportées par l'attelle sur les amplitudes articulaires de la cheville notamment la correction de la flexion plantaire de la cheville en phase oscillante.*

### ➤ Examen d'exploration des pressions plantaires (baropodométrie)

L'examen baropodométrique en position statique ou à la marche permet d'observer la répartition des pressions sous les pieds et ainsi de pouvoir déterminer les zones plantaires les plus sollicitées. Il permet d'analyser un trouble ou une déficience des appuis plantaires aussi bien dans le cadre d'une aide à la décision thérapeutique qu'à l'évaluation de l'efficacité d'un traitement.

#### Objectifs :

Quantifier l'intensité et la répartition des pressions sous les pieds.

#### Matériel utilisé :

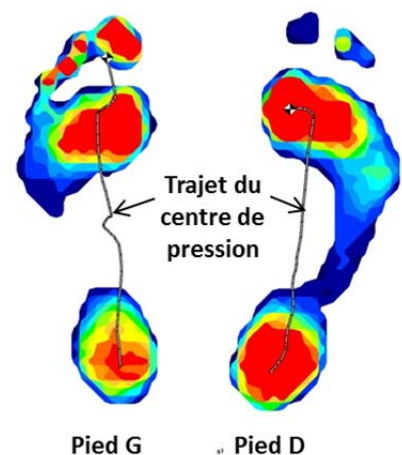
Tapis de pression haute résolution de 50 cm par 50 cm, constitué d'une matrice de 8900 capteurs. Enregistrement vidéo classique couplé à l'enregistrement des pressions.

#### Données recueillies :

**En statique :** répartition du poids du corps sous les deux pieds et l'évolution de la projection du centre de gravité au sol.

**A la marche :** Obtention des pressions pendant l'appui unipodal et de la trajectoire du centre de pression.

### Exemple d'enregistrement baropodométrique



*Exemple d'enregistrement baropodométrique d'un patient présentant un « hallux erectus » au pied droit à l'appui lors de la marche (photographie de droite). Le tracé de droite représente la compilation des maximums de pression (rouge) par localisation et le trajet du centre de pression lors du déroulement des pas.*

*Dans cet exemple on observe deux pieds creux caractérisés par une pression diminuée sur le bord externe du pied, voire complètement absente du côté gauche (pied creux extrême). Pour le pied droit on constate également une réduction importante de pression à l'hallux droit et un déplacement du centre de pression réduit en amplitude antéro-postérieure par rapport au côté gauche. De plus on note une trajectoire accidentée du centre de masse pour le pied gauche.*

## ➤ Examen d'exploration de la posture

La posturographie statique permet d'observer l'équilibre d'un sujet ou d'un patient dans différentes modalités (sans vision, pieds nus, avec chaussures, avec talonnettes ou avec gouttières dentaires), avant et après une intervention thérapeutique (ponction lombaire évacuatrice, flash de corticoïdes ou attelle).

### Objectifs :

Quantifier le déplacement du centre de gravité.

### Matériel utilisé :

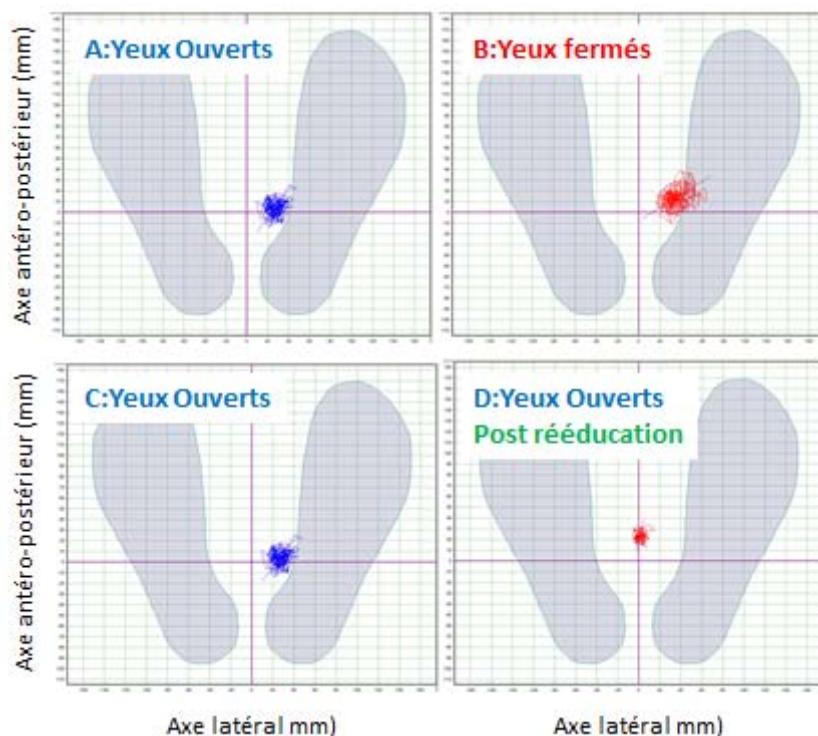
Plateforme de force, stabilomètre.

### Données recueillies :

Déplacement de la projection du centre de gravité au sol dans le sens latéral et dans le sens antéro-postérieur. ++++++

L'examen permet de mesurer l'évolution des capacités à maintenir la position statique debout, les effets de certains traitements sur ces capacités et de quantifier l'importance des différentes entrées sensorielles mises en jeux.

### Enregistrement de la posture debout



Exemples de statokinésigrammes : déplacement au cours du temps (51,2 s) du centre de gravité dans le sens latéral et antéro-postérieur chez un patient dans la condition les yeux ouverts (A et C) et les yeux fermés (B) et après rééducation. On observe un décalage du centre de force du côté droit et une variabilité augmentés en l'absence de vision. Après rééducation on note un recentrage de la position du centre de force avec une diminution de la variabilité (D).

## Examens liés à des mouvements des membres supérieurs :

L'objectif de ces examens est d'obtenir des informations quantitatives sur les mouvements du/des membres supérieurs d'un patient. Les différents objectifs de ce type d'examen sont :

- Quantifier des mouvements de préhension d'un patient
- Quantifier des mouvements de pointage

### ➤ Evaluation des mouvements de préhension

#### Objectifs :

Evaluer et quantifier les capacités de préhension

#### Matériel utilisé :

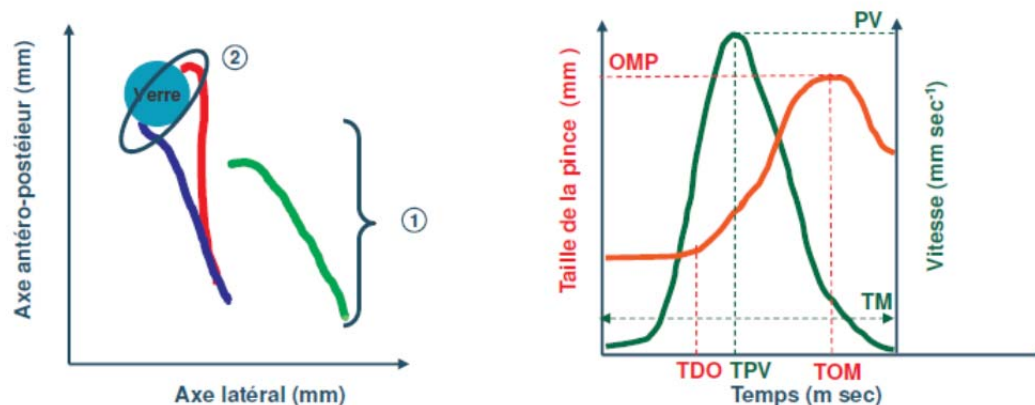
Système optoélectronique de capture du mouvement, signalisation lumineuse, objets à saisir, vidéo classique couplée à l'enregistrement 3D.

#### Données recueillies:

Enregistrement des mouvements de préhension d'un patient sur une tâche imposée, recueil de données cinématiques (positions, vitesses, angles, ...)

### Enregistrement du mouvement de préhension : principaux paramètres d'analyse

Mouvement de préhension : Phase de Transport (①) + Phase de Saisie (②)

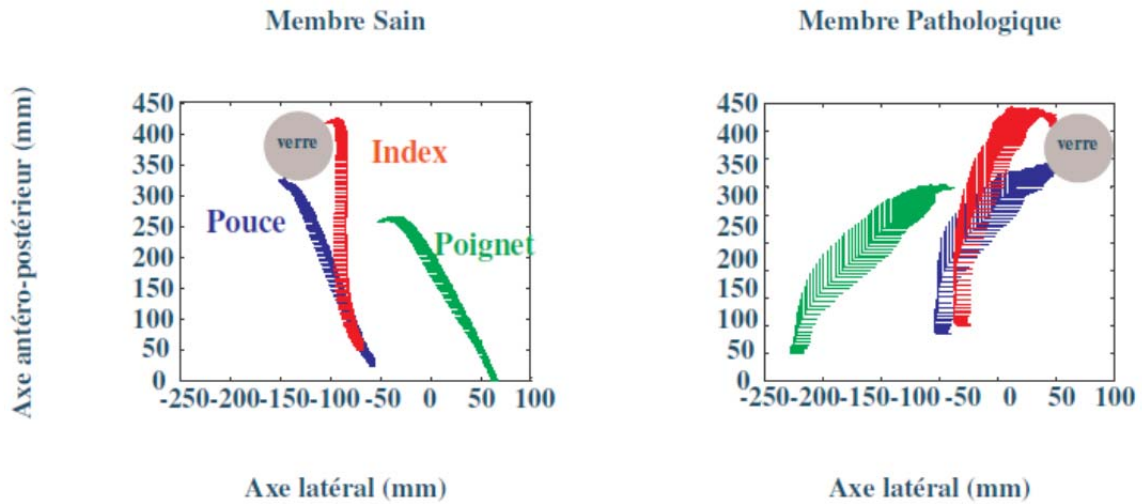


#### Paramètres analysés :

| Transport                   | Saisie                                |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| -Temps de Mouvement (TM)    | -Temps début ouverture pince (TDO)    |
| -Pic de Vitesse (PV)        | -Temps ouverture maximale pince (TOM) |
| -Temps au Pic Vitesse (TPV) | -Ouverture maximale de la pince (OMP) |
| -Hauteur Max Coude          |                                       |
| -Hauteur Max Poignet        |                                       |

Quelques paramètres utilisés pour l'analyse de la préhension, dissociation de la phase de transport et de saisie de l'objet.

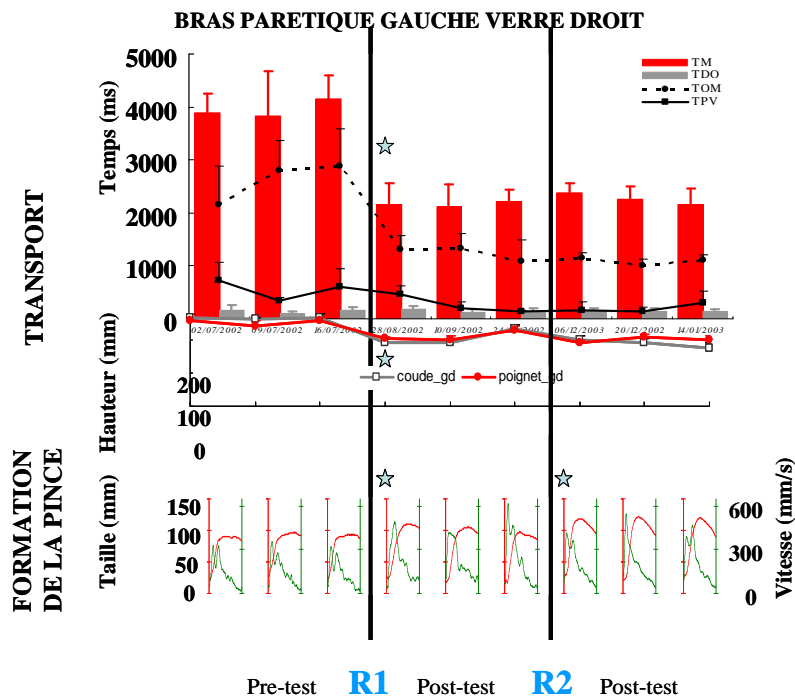
## Mouvement de préhension : membre sain / membre pathologique



Visualisation des trajectoires de préhension normales (membre sain) et de leur variabilité pathologique chez un patient hémiparétique gauche (membre pathologique). On observe une augmentation de la variabilité des mouvements et des trajectoires plus accidentées avec le bras parétique.

### Exemple de suivi longitudinal d'une rééducation par contrainte:

#### Paramètres cinématiques du mouvement



Visualisation de données issues de l'analyse quantifiée des mouvements de préhension d'un patient suivant un programme de rééducation par contrainte sur plusieurs mois. On peut constater ici l'amélioration des paramètres liés au transport (diminution du temps de mouvement après la phase de rééducation R1) ainsi que des paramètres de saisie (normalisation des données concernant la formation de la pince après R2)



## ➤ Evaluation des mouvements de pointage

### Objectifs :

Evaluer les capacités et la précision de mouvements de pointage dans différentes conditions :

- avec ou sans vision de la main
- vision centrale ou périphérique

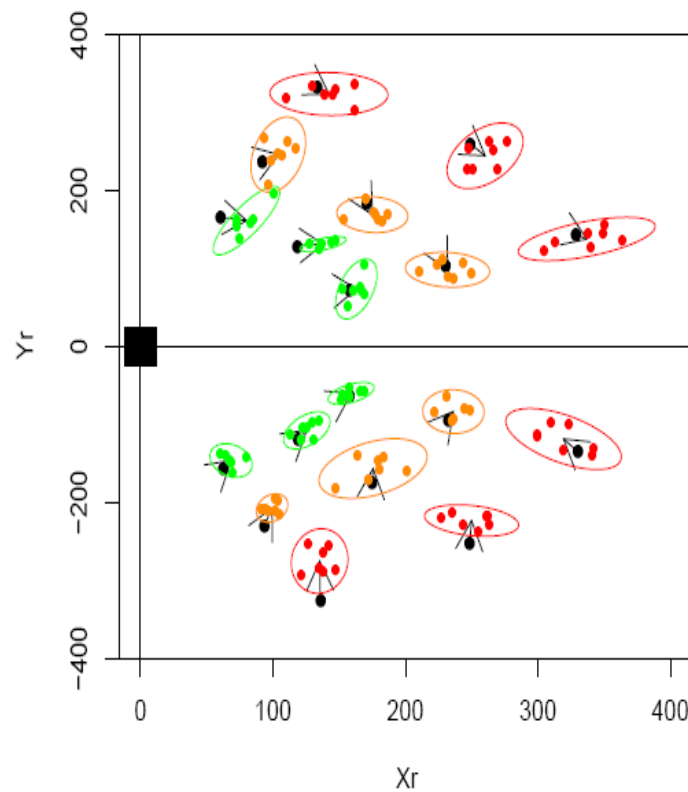
### Matériel utilisé :

Système optoélectronique 3D de capture du mouvement, électro-oculographe, dispositif de pointage.

### Données recueillies:

Enregistrement des mouvements de pointage d'un patient sur cibles sélectionnées, recueil de données cinématiques (positions, vitesses,...)

### **Enregistrement des performances de pointage sur cibles en vision périphérique :**



Visualisation des pointages et de leur variabilité (ellipses) vers des cibles visuelles réalisés par un sujet sain avec la main droite en vision périphérique dans l'hémi-espace droit. Le rectangle noir correspond à la zone de fixation qui est alignée avec le plan sagittal du sujet et située à hauteur des yeux. On observe une diminution de la précision des pointages et une augmentation de la variabilité (taille de l'ellipse) en fonction de l'excentricité de la cible.

## Rééducation

### ➤ Rééducation par table motorisée

#### Objectifs :

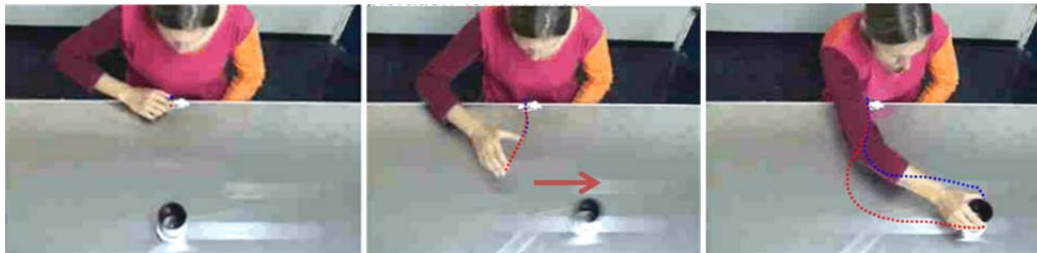
Rééducation des hémiparésies en proposant des exercices de rééducation reposant sur la mise en jeu de mécanismes de contrôle automatique de l'action. Cette technique solliciterait moins d'effort des patients en terme d'attention et de concentration, par rapport à la rééducation classique, et permettrait la récupération de gestes plus naturels.

#### Matériel utilisé :

- Table motorisée pilotée par ordinateur
- Système optoélectronique 3D de capture du mouvement
- Bilan clinique du membre supérieur parétique (déficit moteur (Fugl-Meyer), la douleur (EVA), la spasticité (échelle d'Aschworth modifiée), et indépendance fonctionnelle (Box and Block test, Frenchay arm test, Motoractivity log)
- Rééducation 30-60 min quotidienne pendant 15 jours

#### Données recueillies :

Données cinématiques (positions, vitesses,...) pre et post-rééducation



Position initiale

*Exemple d'exercice proposé en rééducation avec la table motorisée: lorsque la main quitte sa position de départ, l'objet se déplace sur la gauche du sujet qui a pour consigne d'aller le saisir le plus rapidement possible.*