

Activité de Recherche



En collaboration avec les chercheurs du groupe **ImpAct** du Centre de Recherche en Neurosciences de Lyon, la plateforme fournit aux chercheurs en Neurosciences des outils d'investigation de pointe qui leur permettent d'étudier chez l'homme l'organisation biomécanique et cérébrale de la motricité. Cette activité s'appuie sur des enregistrements moteurs de nombreux segments corporels : les membres inférieurs, le tronc, la tête, les membres supérieurs et les yeux.

Une des spécificités de notre plate-forme au niveau international est de proposer des enregistrements couplés de la motricité d'effecteurs habituellement enregistrés séparément, en particulier l'œil et la main. En fonction des conditions expérimentales utilisées, les chercheurs explorent **l'organisation fonctionnelle de l'action** ou certains de ces aspects spécifiques tels que l'utilisation par le cerveau des informations sensorielles pour optimiser la réalisation de nos geste, les coordinations inter-segmentaires, etc.

Le noyau central informatique de la plate-forme, développé par les ingénieurs de l'unité ImpAct coordonnés par Claude Prablanc, permet de **manipuler les informations visuelles** à tout instant particulier du déroulement du geste, afin par exemple d'étudier les délais de réaction cérébrale. Ce noyau central permet aussi le pilotage de stimulations auditives ou somatosensorielles en temps réel, ce qui est crucial pour étudier les intégrations multisensorielles au cours de l'action. Il permet également le déclenchement synchronisé de différents enregistrements ou interventions annexes telle que la stimulation magnétique transcrânienne (TMS), technique provoquant un brouillage ponctuel de l'activité du cortex.



Une spécialité de notre activité de recherche est de permettre l'analyse des processus d'adaptation. Grâce à des développements méthodologiques poussés, de nombreux **protocoles d'adaptation** sont implémentés dans notre plateau technique : adaptation prismatique, adaptation saccadique, adaptation visuo-motrice stochastique, adaptation en profondeur.

L'intégration de la plate-forme à des locaux hospitaliers permet également de développer une recherche translationnelle réciproque, dans laquelle les études de cas neurologiques particuliers constituent une voie d'abord pour la compréhension des mécanismes et des réseaux cérébraux impliqués dans la construction des représentations spatiales et l'élaboration des réponses motrices.

Exemples de travaux scientifiques

✓ Contrôle visuo-moteur de la préhension après allogreffe bilatérale de main

Objectifs :

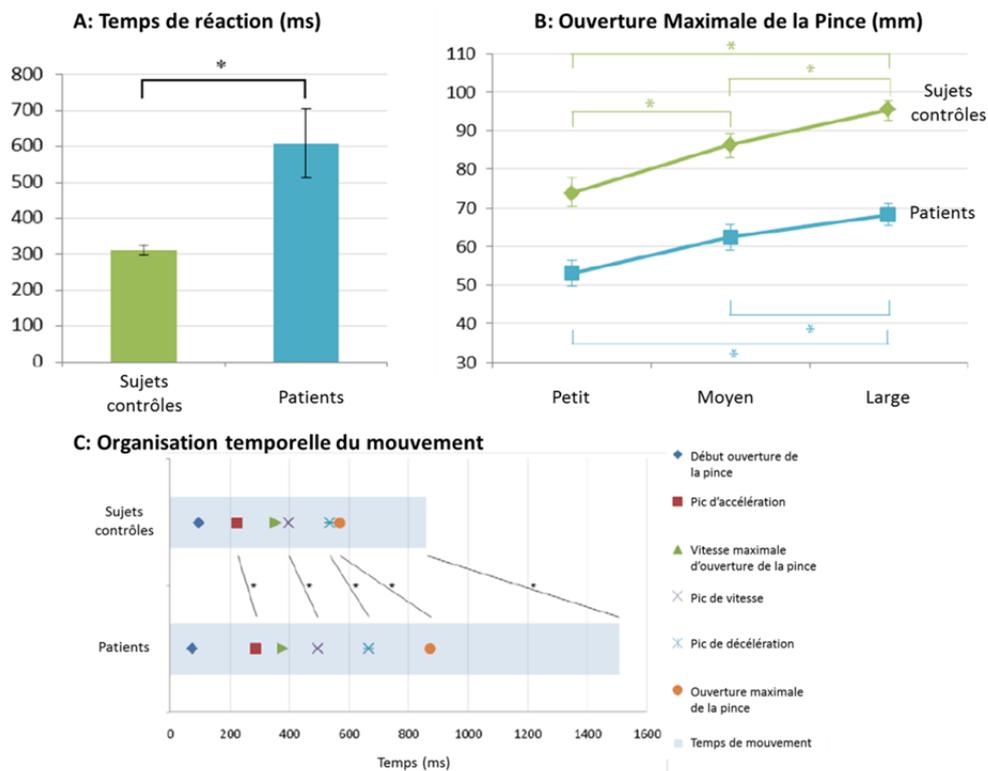
Evaluer les capacités qualité fonctionnelle du contrôle visuo-moteur de la préhension chez des patients allogreffés de la main.

Matériel utilisé :

Système optoélectronique de capture 3D du mouvement, lunettes à cristaux liquides, objets cylindriques de taille différente.

Données recueillies:

Données cinématiques (positions, vitesses, ...) pour chaque main, en fonction de la taille de l'objet



Lors d'une tâche de préhension les patients allogreffés présentent un temps de réaction allongé par rapport aux sujets contrôles (figure A). Chez les patients on observe également une corrélation entre la taille de la pince et celle de l'objet avec toutefois une ouverture maximale moins importante par rapport aux sujets contrôles (figure B). La représentation des paramètres temporels met en évidence un ralentissement global du mouvement par rapport aux contrôles à l'exception des temps de début d'ouverture de la pince et de la vitesse maximale d'ouverture de la pince. L'augmentation du temps de mouvement est principalement due à allongement de la phase finale du mouvement depuis le temps d'ouverture maximale de la pince jusqu'à la prise stable de l'objet (figure C).

Conclusion :

Les patients allogreffés présentent des altérations du mouvement notamment dans la phase de saisie, dans le couplage entre transport et saisie, et dans la phase finale du mouvement

lors de la stabilisation de la pince pouce-index sur l'objet. Néanmoins, cette étude révèle une très bonne récupération du contrôle visuo-moteur des mains greffées en faveur des gains fonctionnels.

✓ **Exploration des corrections automatiques du mouvement visuellement guidé**

Objectifs :

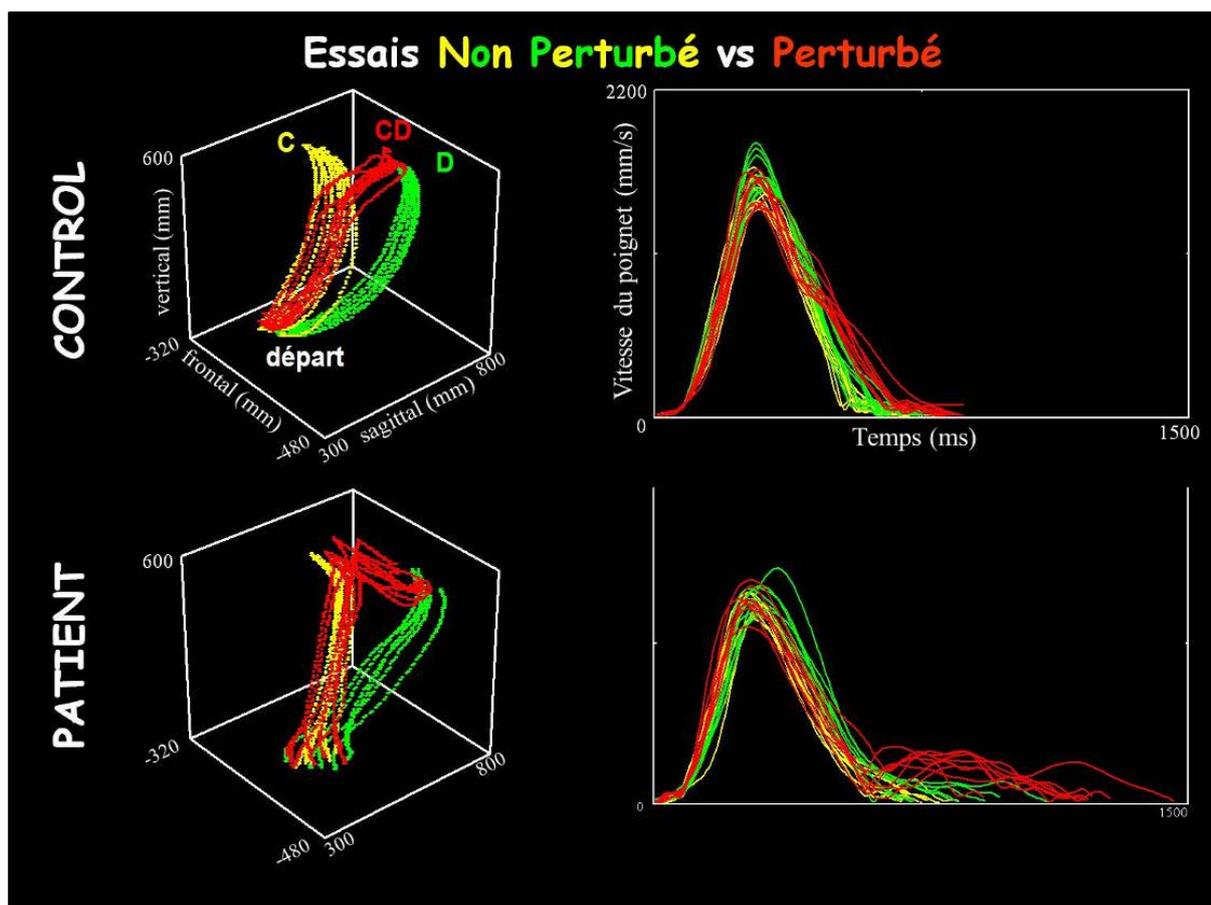
Evaluer les capacités du contrôle visuo-moteur de la préhension chez des patients cérébrolésés (lésion pariétale postérieure)

Matériel utilisé :

Système optoélectronique de capture 3D du mouvement, robot présentant des objets cylindriques en différente position.

Données recueillies :

Données cinématiques (positions, vitesses, ...) pour chaque main, en fonction de la localisation de l'objet



La colonne de gauche représente les trajectoires du poignet lors de la saisie de l'objet placé en C (jaune) D (vert) ou bien lors d'un essai perturbé, saut de C à D (rouge) chez un sujet contrôle en haut et un patient neurologique (en bas). La colonne de droite représente les profils de vitesse du déplacement du poignet pour ces mêmes

conditions expérimentales. Lors d'un essai perturbé on remarque que contrairement au sujet contrôle, le patient va dans un premier temps vers la position C puis vers D.

Conclusion

Les déficits observés chez le patient cérébrolésé suggèrent l'importance du lobe pariétal postérieur dans le contrôle en ligne du mouvement.

✓ Utilisation d'outil et modification du schéma corporel

Objectifs :

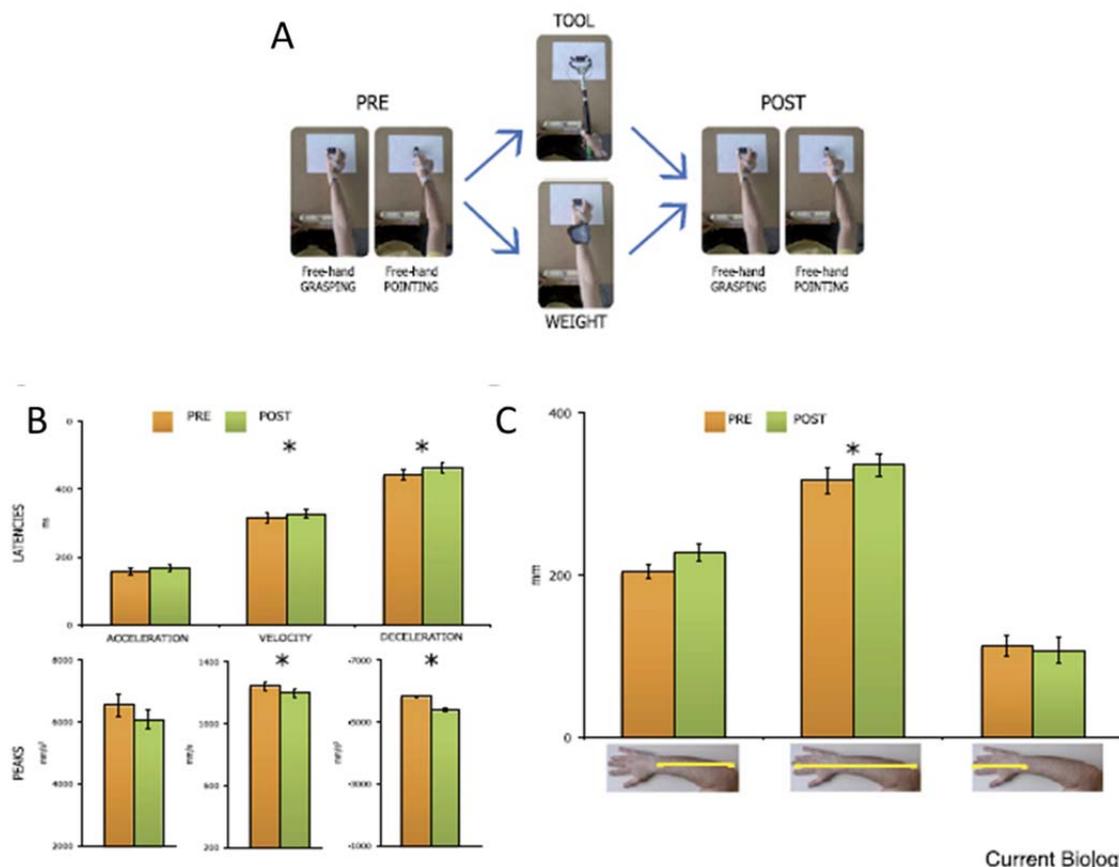
Etude de la plasticité du schéma corporel à travers l'intégration de l'utilisation d'un outil, conséquences sur l'analyse cinématique d'un mouvement de préhension.

Matériel utilisé :

Système de capture 3D du mouvement, outil de préhension, mouvement de préhension.

Données recueillies:

Données cinématiques du mouvement de préhension (positions, vitesses, ...)



Current Biology

Représentation de la procédure expérimentale (figure A). Après l'utilisation d'un outil (Post) on observe une modification significative de certains paramètres de transport pour un mouvement de saisie avec la main caractérisé par une augmentation des temps de survenue du pic de vitesse et de décélération (figure B haut) et une diminution de l'amplitude des pics de vitesse et de décélération (figure B bas). La distance moyenne entre deux stimuli tactiles (coude-poignet, coude-majeur, poignet-majeur) est également affectée dans la condition Post pour la distance coude-majeur (figure B).

Conclusion :

Les résultats de cette étude mettent en évidence que l'utilisation d'un outil induit une modification des paramètres de transport pour un mouvement de saisie manuel. Ces modifications pourraient refléter une intégration de l'outil dans le schéma corporel comme en atteste l'allongement de la perception de l'avant-bras.

✓ **Enregistrements 'sur mesure' : exploration de mouvements complexes**

L'objectif de ces examens est d'obtenir des informations quantitatives sur des mouvements particuliers alliant activités des membres supérieurs et inférieurs

Objectifs :

Quantifier, évaluer un mouvement particulier

Matériel utilisé :

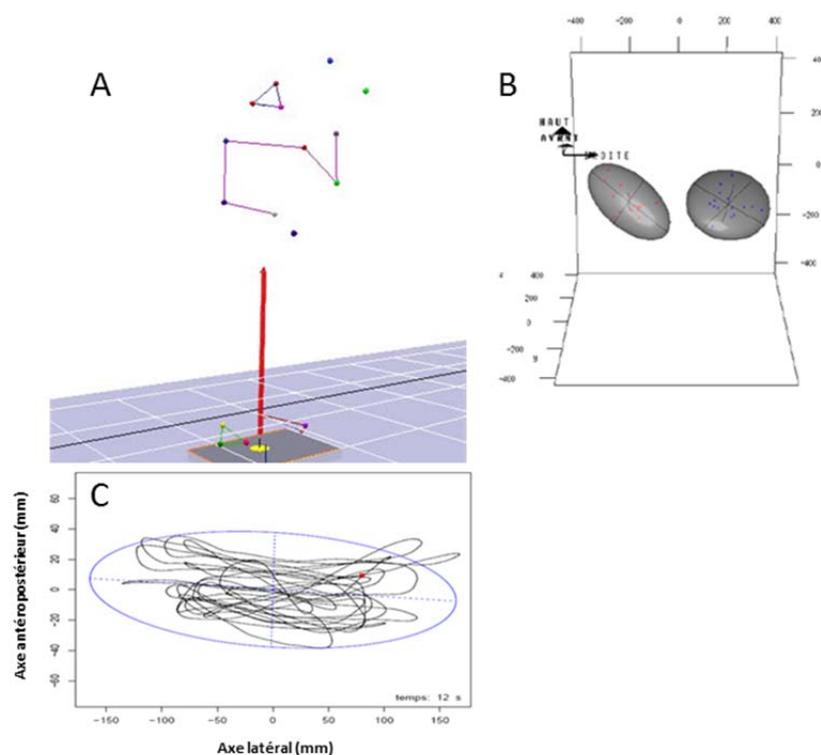
Tout le matériel de la plateforme mouvement et handicap peut être mobilisé et interfacé en fonction des renseignements désirés par le prescripteur :

- Système optoélectronique de capture du mouvement
- Plateformes de force
- Electromyogramme
- Electro-oculographe
- etc ...

Données recueillies :

En fonction de l'instrumentation choisie et de la situation d'enregistrement souhaitée.

Enregistrements 3D du jongle à trois balle « en cascade » :



Représentation tridimensionnelle d'un jongleur avec 3 balles sur plateforme de force(Figure A), ellipsoïde de confiance 3D des positions des balles à la réception(figure B), évolution de la projection du centre de gravité au sol pendant le mouvement (figure C).

✓ Evaluation d'appareillage

Objectifs :

Quantifier, évaluer la marche avec une aide technique : une orthèse

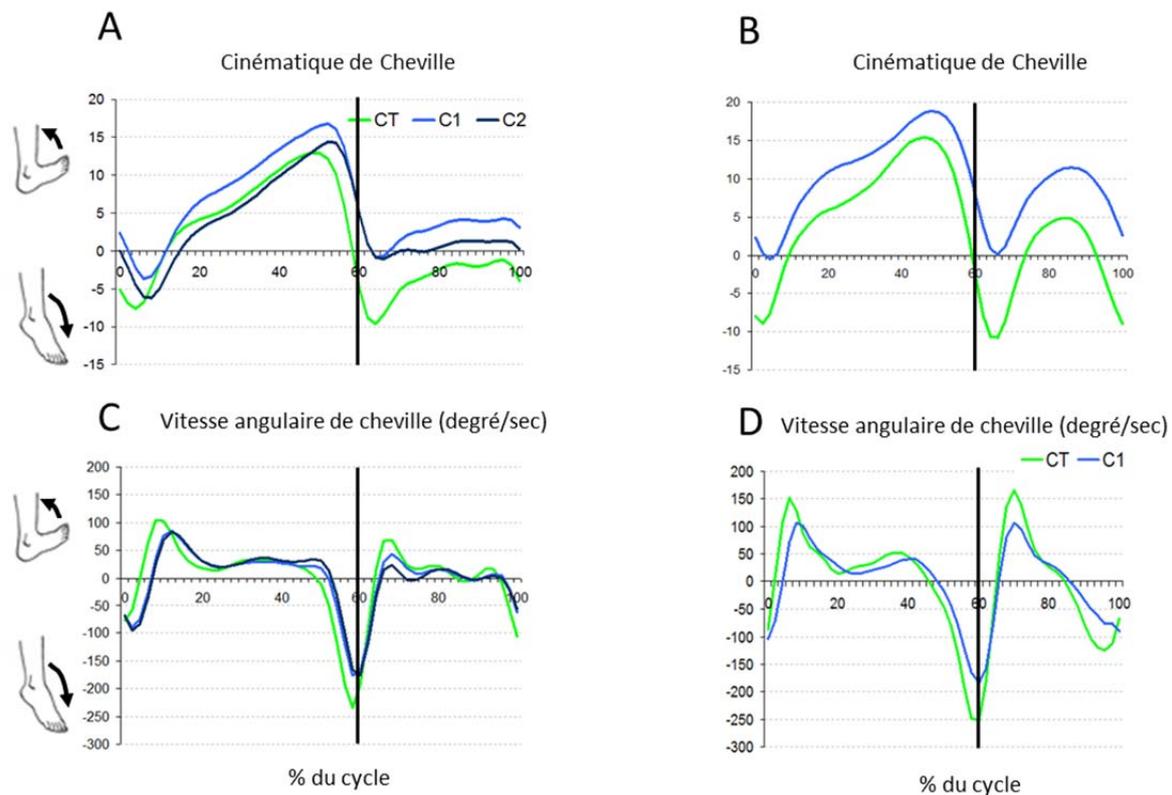
Matériel utilisé :

- Système d'enregistrement optoélectronique 3D du mouvement
- Electromyographie de surface
- Plateforme de force
- Caméra vidéo

Données recueillies :

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

Evaluation de deux attelles « releveur pied » suite à une lésion du système nerveux central ou périphérique.



Cinématique de cheville et vitesse angulaire de la cheville au cours du cycle de marche chez un patient cérébrolésé (A & C) et chez un patient qui a une atteinte neurologique périphérique (B & D) dans une condition témoin (CT) avec une attelle Releveur Liberté (RL, C1) ou Mollet plante (C2). L'attelle permet une correction de l'équin et une diminution du pic de vitesse au moment de la poussée. Une importante flexion dorsale observée à l'oscillation (figure A) pourrait s'expliquer par le réglage de la tension dans la bande élastique de l'attelle RL qui pourrait alors provoquer une « sur correction » de l'équin.

Conclusion :

Les résultats de cette étude et le confort du port de l'attelle RL rapporté par nos patients suggèrent qu'elle pourrait être indiquée chez des patients à distance de leur accident, réfractaires à un appareillage classique.

✓ Evaluation d'un traitement médicamenteux sur la posture

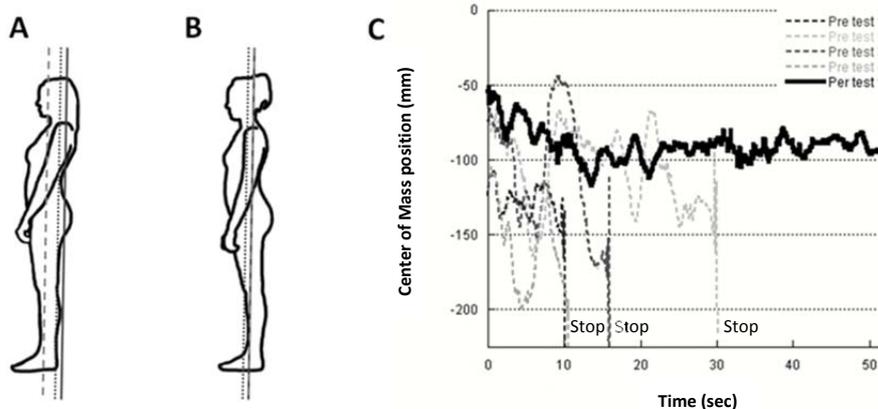
Objectifs : détailler de façon objective les troubles de la marche et de la posture d'une patiente dystonique dopa-sensible ainsi que les effets du traitement par Levodopa.

Matériel utilisé :

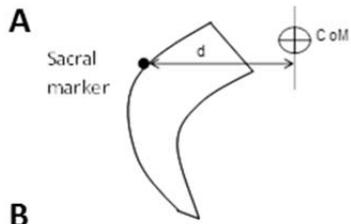
Système optoélectronique 3D de capture du mouvement, plateforme de force, échelle de dystonie (*Unified Dystonia Rating Scale*).

Données recueillies :

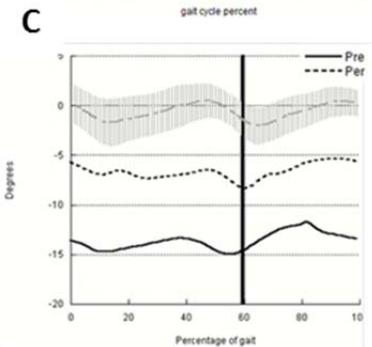
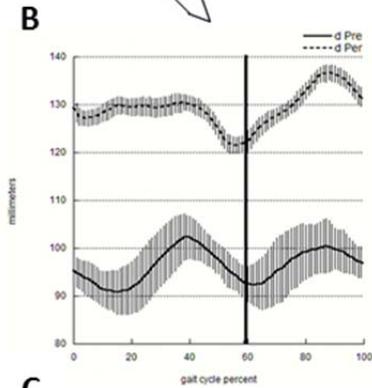
- Paramètres spatio-temporels (vitesse, longueur des demi-pas, largeur des pas, cadence)
- Cinématique (Tronc, Bassin, Hanche, Genou, Cheville)
- Evolution de la distance du centre de Centre de masse / sacrum pendant la marche
- Stabilométrie statique les yeux ouverts.
- Score de dystonie



Dessin de profil de la patiente avant (A) et pendant (B) le traitement. La ligne discontinue passe par le grand trochanter, la ligne en pointillée passe par le tragus et la ligne continue par l'acromion. On observe un décalage du centre de masse vers l'avant pendant le traitement qui s'accompagne par une meilleure stabilité attestée par la durée des enregistrements (C : Pre test 1, 2, 3, 4) et pendant le traitement (Per test 1), en position debout, les yeux ouverts. Les oscillations sont représentées sur l'axe antéro-postérieur (+ = antérieur ; - = postérieur).



A : Représentation schématique de la distance (d) séparant le marqueur sacré et le centre de masse sur l'axe X. B : Distance d normalisée et écart-type pendant le cycle droit avant (Pre) et pendant (Per) le traitement. C : Evolution de la cinématique moyenne du tronc dans le plan sagittal, en arrière avant (Pre) et pendant (Per) le traitement par rapport à des valeurs normales de la cinématique (barres grises).



Conclusion :

La Levodoppa diminue de manière spectaculaire la dystonie en améliorant les paramètres spatiaux-temporels, cinématiques et la posture chez le patient. L'analyse de la posture semble être un outil prometteur pour explorer l

✓ Enregistrement du regard

Objectifs :

Quantifier, évaluer les mouvements oculaires et de la main

Matériel utilisé :

- Système d'enregistrement du regard
- Ecran tactile

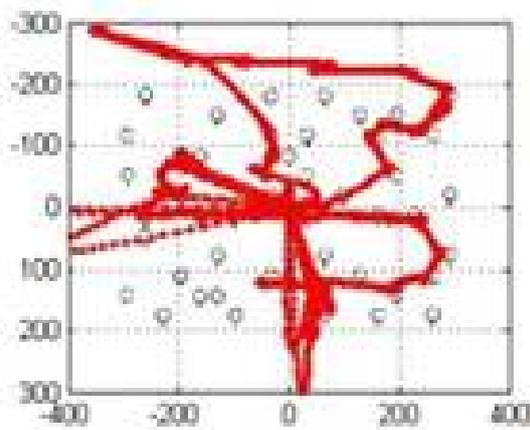
Données recueillies :

Données brutes ou traitées selon la demande du prescripteur.

Pour la main les informations obtenues correspondent au temps de réaction, temps de mouvement, précision du mouvement.

Pour l'œil, on dispose de données cinématiques (positions, vitesses, angles ...)

Suivi du déplacement du regard couplé à une tâche de pointage



Lors d'une tâche de recherche d'un indice pertinent sur une scène visuelle, les positions de l'œil et de la main peuvent être enregistrées simultanément. Le tracé de gauche montre le déplacement du regard au cours de la tâche effectuée.