



# Projet Argos : Développement de méthode d'analyse du mouvement sans marqueur au service de l'évaluation quantifiée de la performance chez l'enfant paralysé cérébral

## Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs (LBMC)

UMR\_T 9406 – Université Gustave Eiffel / Université Claude Bernard Lyon 1

**Sites :** Université Gustave Eiffel Campus de Bron (25 av François Mitterrand, 69500 Bron)

**Encadrement scientifique :** Sonia Duprey (LBMC-[sonia.duprey@univ-lyon1.fr](mailto:sonia.duprey@univ-lyon1.fr)), Alexandre Naaïm (LBMC-[alexandre.naaim@univ-lyon1.fr](mailto:alexandre.naaim@univ-lyon1.fr)) et Julie Rozaire (CMCR des Massues Croix-Rouge française-[julie.rozaire@croix-rouge.fr](mailto:julie.rozaire@croix-rouge.fr))

## Contexte et enjeux

La Paralysie Cérébrale (PC) est la déficience motrice la plus fréquente chez l'enfant (Graham et al., 2016). Résultant d'une lésion cérébrale non progressive (pré-, péri- ou post-natale), elle engendre des déficiences fonctionnelles évolutives tout au long de la croissance. Il est donc crucial de réaliser des évaluations régulières et précises afin d'adapter les parcours de soins parmi les nombreuses options thérapeutiques disponibles.

Pour les membres inférieurs, l'Analyse Quantifiée du Mouvement (AQM) utilisant des marqueurs réfléchissants ou des unités de mesure inertielle (IMU) a permis des avancées significatives dans la prise en charge des patient·es, notamment grâce à l'analyse de la marche et au développement des chirurgies « multi-sites ».

Ces bénéfices doivent être étendus aux membres supérieurs. Or, les protocoles d'AQM issus de la littérature peinent à être intégrés en routine clinique en raison de la complexité des membres supérieurs (grand nombre de degrés de liberté) et de la variété des gestes quotidiens. Les clinicien·nes disposent actuellement d'une multitude d'outils et d'échelles pour évaluer la fonctionnalité selon les concepts de la Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé (CIF).

Proposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2001, la CIF offre un cadre pour évaluer la pathologie au-delà des seules déficiences, en distinguant :

**La capacité :** ce que l'individu peut faire à son plein potentiel (mesures standardisées, protocoles rigides).

**La performance :** ce que l'individu fait spontanément dans sa vie quotidienne (mesures écologiques).

L'AQM s'est traditionnellement concentrée sur la mesure de la capacité via des protocoles très standardisés et des tâches cyclées, souvent détachées du contexte quotidien. Pour devenir pertinente dans l'évaluation des membres supérieurs, l'AQM doit évoluer vers la mesure de la performance en instrumentant des tâches plus écologiques. Cependant, les solutions traditionnelles (marqueurs ou instrumentation corporelle) introduisent des limitations techniques (occlusions de marqueurs) et conceptuelles (mesure moins écologique, peu naturelle).

Les méthodes sans marqueurs (caméras RGB/profondeur, algorithmes de vision par ordinateur, apprentissage profond) représentent une solution non intrusive et plus écologique pour mesurer la performance réelle.

Toutefois, elles présentent des défis méthodologiques :

- Nombre restreint de repères anatomiques pour les modèles biomécaniques.
- Validation insuffisante pour une cinématique 3D de précision clinique.
- Littérature principalement axée sur les membres inférieurs chez les adultes asymptomatiques.
- Manque crucial de données dédiées au membre supérieur pédiatrique atteint de PC.

Dans ce contexte, le projet ARGOS vise à lever ces verrous méthodologiques et cliniques :

- **Acquisition et Structuration des Données** : Finaliser la structuration et la documentation d'une base de données unique, permettant la validation de modèles existants et le réentraînement de nouveaux modèles (base de données déjà obtenue).
- **Validation des Systèmes** : Valider des configurations multi-caméras robustes (précision, répétabilité, gestion des occlusions) spécifiquement adaptées aux situations cliniques pédiatriques.
- **Amélioration Algorithmique** : Intégrer des contraintes biomécaniques (par exemple, optimisation multi-segmentaire) pour améliorer la cohérence et la précision des reconstructions cinématiques.
- **Transfert Clinique** : Tester et valider in situ des chaînes de traitement (pipelines) reproductibles et transférables au suivi clinique et à la recherche.

## Objectifs du post-doc

Le/la post-doctorant·e aura un rôle clé pour valoriser rapidement les données (FAIR), concevoir des configurations multi-caméras adaptées aux contraintes pédiatriques, fiabiliser les pipelines markerless, coordonner les activités entre sites et accroître la visibilité scientifique (publications, communications, démonstrateurs).

- Valoriser et documenter la base de données existante (organisation, labellisation, contrôle qualité, métadonnées, traçabilité) en vue d'une diffusion FAIR.
- Étudier et optimiser l'implantation de caméras pour la mesure du membre supérieur chez l'enfant : scénarios (positions, orientations, recouvrements), analyse de précision/robustesse aux occlusions, simulations et/ou validations expérimentales ciblées.
- Mettre en œuvre et fiabiliser des pipelines d'analyse markerless : pré-traitement, extraction cinématique, évaluation de la qualité, analyses statistiques, et rédaction.
- Coordonner l'opérationnel entre LBMC et Clinique des Massues (1-2 déplacements/semaine) pour aligner besoins cliniques et développements méthodologiques.
- Valoriser les données du LIA Evasym (LIO/S2M, Montréal) et renforcer les méthodologies communes ; contribuer aux publications

## Compétences :

- Markerless, motion analysis (ex. vision par ordinateur, cinématique 3D) ; calibration/géométrie multi-caméras ;
- Gestion et qualité des données (FAIR, métadonnées, traçabilité).
- Programmation Python : automatisation de pipelines, visualisation.
- Statistiques
- Connaissance en IA et réentrainement sont considéré comme un vrai plus avec la possibilité d'orienté le post-doc sur des éléments de ré-entraînement de modèle de detection.

## Résultats attendus

- Base de données organisée et documentée conforme aux principes FAIR ; guides et référentiels de qualité.
- Configurations multi-caméras validées pour la mesure du membre supérieur pédiatrique, avec indicateurs de performance (précision, répétabilité, robustesse).
- Pipelines markerless fiabilisés et reproductibles.

## Profil recherché

PhD/Doctorat en biomécanique, ingénierie biomédicale, vision par ordinateur / traitement d'image, mécanique, STAPS – biomécanique ou domaine connexe.

Télétravail possible 1 jour par semaine.