

<b>Etablissement</b>	Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs (LBMC UMR_T9406). Université Lyon 1 (Lyon 1). Université Gustave Eiffel (Univ Eiffel).
<b>Partenaire</b>	Centre Médico-Chirurgical de Réadaptation des Massues – Croix Rouge Française
<b>Titre</b>	<b>Étude des stratégies de compensation fonctionnelle après arthrodèse chez la population adolescente scoliotique</b>
<b>Domaine</b>	Biomécanique, Analyse du mouvement
<b>Lieu de la thèse</b>	Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs - Bron 69550
<b>Equipe encadrante</b>	Sonia Duprey, Alexandre Naaïm, Bertrand Frechede, Sacha Guitteny
<b>Contact</b>	Sacha Guitteny, <a href="mailto:sacha.guitteny@univ-lyon1.fr">sacha.guitteny@univ-lyon1.fr</a>

### Présentation du laboratoire

Ce projet s'inscrit dans le thème « Maintenir le corps en bonne santé » du LBMC et de la collaboration déjà établie entre le laboratoire et le Centre Médico-Chirurgical de Réhabilitation des Massues de la Croix-Rouge française. Ce projet transdisciplinaire sera soutenu par la collaboration entre chercheurs et cliniciens. Le Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs (LBMC) possède une expertise en biomécanique, notamment sur l'analyse du mouvement, ainsi que dans le développement de méthodes innovantes pour la capture et l'interprétation des données biomécaniques. Ce projet permettra de transférer les outils d'analyse biomécanique développé par le LBMC vers la clinique pour répondre aux questions soulevées par les cliniciens autour de la biomécanique du rachis.

### Contexte de la thèse

Les pathologies rachidiennes (déformations, douleurs, pathologies neuro-orthopédiques) représentent une des principales causes de consultations médicales et d'arrêt de travail (Wieser et al. 2011). Une évaluation clinique précise est essentielle pour évaluer les capacités fonctionnelles et proposer des traitements adaptés à chaque patient. La scoliose de l'adolescent, notamment, entraîne des altérations structurelles et fonctionnelles du rachis qui influencent directement la dynamique du mouvement. Bien que les interventions chirurgicales (ex arthrodèses) permettent de contrôler l'évolution de la pathologie et soulager les symptômes, leur succès dépend néanmoins d'une évaluation posturale approfondie, dès le diagnostic initial et jusqu'au suivi post-opératoire.

Les évaluations cliniques actuelles utilisant des techniques d'imagerie du rachis en position statique (ex Berthonnaud et al. (2025)) permettent une compréhension fine des déformations rachidiennes mais ne permettent pas de quantifier leur retentissement fonctionnel. Une déformation morphologique identique peut engendrer des stratégies motrices compensatoires différentes entre individus. Il semble donc impératif que la prise en charge médicale (intervention chirurgicale et parcours de rééducation) tienne compte de ces mécanismes d'adaptation. L'analyse du mouvement offre une solution pertinente pour évaluer ces stratégies mais reste actuellement principalement réservée à la recherche en laboratoire. Certains modèles multi-segmentaires (Leardini et al. 2011, Christe et al. 2016) permettent d'explorer la cinématique du rachis dans les plans sagittal et frontal mais ne sont pas personnalisés et donc non applicables dans un cadre clinique. La région thoracique du rachis est sous étudiée face à la région lombaire et les mouvements fonctionnels du quotidien, en dehors de la marche, restent peu étudiés. Ainsi, malgré les avancées en analyse du mouvement, il existe encore un manque de modèles biomécaniques du rachis spécifiquement adaptés aux particularités morphologiques des scoliotiques, qui permettraient de contribuer à quantifier et prédire de manière objective l'évolution des capacités motrices des patients.

Ce projet vise à créer un outil d'analyse des stratégies motrices des patients scoliotiques avant et suite à une intervention chirurgicale afin d'aider les cliniciens dans leurs décisions de prise en charge et guider les programmes de rééducation. L'objectif est de réaliser un phénotypage de la population scoliotique, en identifiant des profils de réponse distincts au parcours de réadaptation basés sur une analyse posturale et de mobilité.

À terme, ce travail contribuera à une meilleure compréhension des mécanismes adaptatifs du rachis scoliotique et à la personnalisation des stratégies thérapeutiques chez l'adolescent. Un modèle biomécanique fiable du rachis déformé pourra permettre d'intégrer l'analyse du mouvement du rachis dans la pratique clinique, telle que réalisée aujourd'hui pour le membre inférieur.

### Déroulement de la thèse :

La première partie de cette thèse consistera à développer un modèle cinématique multi-segmentaire du rachis, permettant de suivre les mouvements de l'enveloppe externe du rachis (dos) dans les trois plans de l'espace. Pour cela la thèse se basera sur des travaux antérieurs ayant permis d'étudier l'influence du placement des marqueurs sur l'estimation des courbures rachidiennes lors de tâches contrôlées et de proposer des descripteurs tridimensionnels du mouvement du rachis, sur une population saine. Ces travaux devront alors être évalués et éventuellement adaptés pour une cohorte d'adolescents scoliotiques. Une attention particulière sera alors portée sur la reproductibilité des mesures ; une campagne expérimentale spécifique sera menée pour cela.

La thèse sera poursuivie par l'analyse des postures (debout, assise prolongée) et stratégies motrices associées à des tâches de la vie quotidienne (marche, transfert assis-debout, tâches fonctionnelles simples) et leur évolution post opératoire, c'est-à-dire sur une durée de 3 à 6 mois autour du geste chirurgical. Pour cela des paramètres cliniques pertinents devront être identifiés. Une attention particulière sera portée sur la répétabilité de ces paramètres lors des activités d'intérêt. Outre les paramètres cliniques caractérisant les mouvements du dos, des paramètres biomécaniques plus classiques seront également analysés (coordination des ceintures scapulaire et pelvienne, rétro-antéversion pelvienne, alignement céphalo-pelvien, etc..) afin d'intégrer éventuellement ces paramètres pour le phénotypage de la population. Enfin, les mesures cinématiques pourront également être complétées par des données cliniques (i.e. questionnaires) ; notamment concernant le ressenti d'enraidissement du rachis.

**Financement :** Le candidat devra candidater, avec le soutien de l'équipe encadrante, aux concours des contrats doctoraux de l'Université Lyon 1, via l'Ecole Doctorale MEGA, pour obtenir le financement.

### Profil du candidat :

- Diplôme de niveau Master ou d'ingénieur, possédant des compétences en biomécanique, expérimentations *in vivo* et analyse statistique. Une expérience en modélisation multi-segmentaire sera un atout supplémentaire.
- Maîtrise de l'anglais, à l'écrit comme à l'oral (revue de littérature, diffusion des résultats à travers des publications et des conférences internationales)
- Maîtrise du français (échanges avec les patients et le corps médical)

**Candidature :** Curriculum vitae, lettre de motivation et relevés de notes des études supérieures. Lettre(s) de recommandations optionnelle(s). Candidature à envoyer à [sacha.guitteny@univ-lyon1.fr](mailto:sacha.guitteny@univ-lyon1.fr)

### Références :

Berthonnaud, E., Dimnet, J., Roussouly, P., & Labelle, H. (2005). Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *Clinical Spine Surgery*, 18(1), 40-47.



Christe, G., Redhead, L., Legrand, T., Jolles, B. M., & Favre, J. (2016). Multi-segment analysis of spinal kinematics during sit-to-stand in patients with chronic low back pain. *Journal of biomechanics*, 49(10), 2060-2067.

Leardini A, Biagi F, Merlo A, Belvedere C, Benedetti MG. Multi-segment trunk kinematics during locomotion and elementary exercises. *Clinical Biomechanics*. 2011;26:562–71.

Wieser S, Horisberger B, Schmidhauser S, Eisenring C, Brügger U, Ruckstuhl A, et al. Cost of low back pain in Switzerland in 2005. *European Journal of Health Economics*. 2011;12:455–67.