

## **Développement d'une modélisation biomécanique du rachis pour le suivi non invasif de ses pathologies déformantes**

L'objectif de la thèse est de poursuivre le développement d'outils d'aide au diagnostic et au suivi non invasif des pathologies déformantes du rachis dont les scolioses, et en particulier d'améliorer un modèle biomécanique de prédiction du rachis à partir de données externes. Un premier modèle a été développé dans le cadre d'une thèse en convention CIFRE au sein d'AXS MEDICAL SAS et du LBMC (Perrine Saunier-Koell, 2010). Il a permis de démontrer la faisabilité de l'approche et de lever un verrou technologique majeur sur l'existence d'une relation entre le relief du dos et la disposition spatiale du rachis. Il s'agit d'un modèle en multi-corps rigides articulés. Il est résolu à l'aide des équations de la dynamique, et guidé par des corrélations internes-externes. Ce modèle peut utiliser en données d'entrée des données issues d'outils développés et commercialisés par la société : BIOMOD™ module 3S (configuration initiale du rachis et de la surface du dos) et BIOMOD™ module L (surface du dos en position finale). Un dépôt de brevet, conjointement entre le laboratoire et l'entreprise, est en cours concernant ce modèle. Une validation préliminaire sur sujets sains ayant passé chacun plusieurs IRM dans un système d'acquisition IRM ouvert dans différentes positions (debout, flexion, assis) a été réalisée. Cette validation préliminaire s'est révélée très encourageante sur la faisabilité de l'approche et a permis de soulever des points à améliorer avant d'utiliser le modèle comme modèle prédictif de rachis dans un cadre de suivi non invasif de pathologies rachidiennes.

Afin de répondre aux objectifs de ce suivi non invasif, une cohorte de patients doit être suivie sur les caractéristiques suivantes : radiographies (assis, debout, couché), enveloppe 3D du tronc (assis, debout, couché). Ce suivi se déroulera sur 24 mois. L'inclusion se fera pendant les 6 premiers mois et concernera des filles de 9 à 14 ans et des garçons de 11 à 16 ans, qui seront suivis pendant 2 ans. Il est prévu d'inclure environ 50 sujets scoliotiques, ce qui permettra une étude transversale avec des types et amplitudes différents de pathologie, ainsi qu'une étude longitudinale.

Le travail de thèse se décomposera de la manière suivante :

### **Tâche 1 : Etat de l'art, prise en main du modèle actuel et rédaction du protocole clinique**

Cette tâche consiste d'une part en une étude bibliographique faisant le point sur l'état de l'art actuel de la modélisation biomécanique du rachis pour le suivi non invasif de ses pathologies déformantes, sur les moyens de mesure de l'enveloppe du tronc et les paramètres 3D de l'enveloppe pouvant être corrélés avec la déformation rachidienne ; et d'autre part sur la prise en main du modèle ayant été développé dans le cadre de la thèse de P. Koell (soutenue en novembre 2010).

Le protocole de l'étude clinique sera également rédigé et soumis au comité d'éthique.

Un premier document de synthèse sera rédigé sur l'état de l'art. Un second document précisera le protocole de l'étude de cohorte.

### **Tâche 2 : Etude de cohorte**

L'étude clinique sera menée sous la responsabilité du Dr. de Sèze, co-directeur de cette thèse, au sein des « consultations scolioses » du CHU de Bordeaux. Il s'agira de recruter un échantillon d'environ 50 sujets volontaires et de réaliser les mesures (Radiographies +

Surface du dos + Reconstruction 3D du rachis, Echelle de qualité de vie, Examen clinique). Une base de données, contenant l'ensemble des données initiales, les reconstructions et les paramètres caractérisant le rachis et la surface du dos sera ensuite construite.

**Tâche 3 : Enrichissement des relations internes / externes.**

Cette tâche utilise les résultats issus de l'étude de cohorte.

Le but de cette tâche est de compléter une étude statistique sur des relations internes-externes entre les paramètres liés au rachis et liés à la surface du dos avec un grand nombre de patients. Cette étude portera également sur la recherche de corrélations avec de nouveaux paramètres caractérisant l'enveloppe du tronc, qui seront l'une des originalités de ce nouveau projet. L'obtention de corrélations fortes permettra d'améliorer le modèle dynamique en intégrant des contraintes pour prendre en compte ces nouvelles relations.

**Tâche 4 : Prise en compte de l'évolution de la taille du patient.**

Dans le modèle actuel, l'évolution de la taille du sujet n'est pas prise en compte ; le modèle peut ainsi servir à déduire la configuration du rachis entre deux positions à un instant donné, mais se trouve être inadapté dans le cadre du suivi non invasif de pathologies rachidiennes, en particulier en ce qui concerne la scoliose de l'enfant et de l'adolescent. Lors du suivi de cohorte, des données telles que l'âge, la taille et le poids du patient, la taille du rachis, la taille des vertèbres et des disques intervertébraux seront recueillies. Une étude statistique sur l'évolution de ces données permettra de prendre en compte la croissance dans la modélisation.

**Tâche 5 : Validation du modèle de prédiction du rachis et rédaction du mémoire.**

Lorsque les tâches précédentes auront été réalisées, le modèle permettra de déterminer la configuration finale du rachis à partir d'une configuration initiale de rachis + tronc et de l'enveloppe du tronc en position finale, c'est-à-dire de réaliser du suivi non-invasif. Afin de valider le modèle, les données issues du suivi de cohorte seront utilisées : on aura accès à la configuration du rachis + tronc à plusieurs instants différents ; on pourra donc comparer la configuration du rachis issue de la modélisation biomécanique guidée par les données externes à la configuration réelle.

L'appui industriel sera apporté par AXS Medical alors que l'encadrement académique sera assuré par L. Chèze (PR), LBMC UMR\_T9406 et M. de Sèze (MCU-PH), EA 4136.

## Planning :

La thèse est prévue pour commencer en septembre 2011

