

PROPOSITION DE SUJET DE THÈSE
Campagne 2017

Laboratoire de rattachement	LBMC
Encadrant référent Ifsttar	Raphaël Dumas, raphael.dumas@ifsttar.fr
Titre de la thèse en français	Simulateur de mouvement pour l'accessibilité
Titre de la thèse en anglais	Movement prediction for accessibility analysis
Disciplines de la thèse	Biomécanique
Axe du COP 2017-2021	Axe 1 : Transporter efficacement et se déplacer en sécurité Objectif 2 : Renforcer la sécurité et l'ergonomie des déplacements, pour une mobilité sereine et respectueuse de la vie humaine
Lien avec les thématiques prioritaires de TS2	Le projet de thèse s'intègre parfaitement à l'interface entre deux thématiques prioritaires de TS2 : TS2 3.2 - L'Homme virtuel en mouvement TS2 5 - La mobilité de l'Homme fragilisé
Lien avec le projet fédérateur de TS2	Le projet de thèse s'intègre directement dans le projet fédérateur « modèles et simulateurs de la mobilité » (titre provisoire).
Localisation principale (et secondaire, si besoin, avec temps passés)	TS2-LBMC
Ecole doctorale (prévision)	ED162 MEGA
Etablissement d'inscription (prévision)	Université Lyon 1
Directeur (et codirecteur) prévu(s) avec statut et affiliation	Directeur de thèse : Raphaël Dumas, DR2 Ifsttar, LBMC Co-directeur de thèse : Nicolas Pronost, MCF Lyon 1, LIRIS
Financement prévu	Bourse de thèse Ifsttar
Co financeur ou financeur externe	
Employeur du doctorant	Ifsttar
Commentaires	Sur des sujets connexes, Raphaël Dumas a déposé un projet <i>PHC Pessoa</i> , en collaboration avec le <i>Laboratório de Biomecânica de Lisboa</i> , intitulé « Dynamic modeling platform for motion analysis of the human body ». Les résultats seront connus à la fin de l'année 2016. Par ailleurs, Nicolas Pronost est porteur d'un projet <i>ANR PRCI</i> qui débutera en 2017 en collaboration avec le <i>CHU d'Hanovre</i> intitulé « Optimization-based forward musculoskeletal simulation of pathological gait ». Le doctorant recruté sera impliqué dans ces projets internationaux.

Sujet :

La conception et l'évaluation des systèmes de transport vont devenir de plus en plus virtuelles, non seulement sur des questions de sécurité (*i.e.*, simulation des essais de chocs) mais aussi sur des questions d'ergonomie de confort et d'accessibilité. Sur ces questions, l'expérimentation *in vivo* sur sujet volontaire (*i.e.*, analyse du mouvement, maquette physique) reste pour le moment très répandue. Pourtant, l'utilisation de mannequins numériques permet déjà de prendre en compte l'anthropométrie des usagers ainsi que des considérations cinématiques (*e.g.*, amplitudes de mouvements) dans des prédictions de posture et de mouvement. Cependant, ces prédictions ne tiennent généralement pas compte de considérations dynamiques (*e.g.*, masse, efforts articulaires). A titre d'exemple, la simulation de l'équilibre et la prédiction du risque de chute sont des développements en cours en biomécanique (*i.e.*, ANR EquiSim de T. Robert).

C'est dans le domaine de l'animation numérique que la prédiction dynamique du mouvement s'est le plus développée. Ces développements s'appuient aujourd'hui sur des modèles dits « physiques » pour des simulations réalistes. Ces modèles incluent une représentation avancée du système musculo-squelettique. Cependant, ils peuvent être encore améliorés sur le plan biomécanique (*e.g.*, définition des articulations) et manquent de validation :

validation au niveau des mouvements et efforts prédits, mais aussi validation par l'usage sur des questions de mobilité et d'accessibilité. C'est ce que se propose de faire cette thèse.

L'objectif de cette thèse est de donc développer un simulateur de mouvement pour l'accessibilité. Les activités ciblées sont par exemple la marche, la montée et la descente d'escalier, le passage de seuil et de lacune qui sont typiques dans les transports guidés. L'idée est de pouvoir prédire le mouvement de différentes populations et en particulier de personnes âgées ou en situation de handicap moteur.

La méthodologie utilisée sera la modélisation musculo-squelettique de type multi-corps rigide en dynamique dite « directe ». Pour configurer le contrôle de mouvement, une approche basée optimisation hors ligne sera utilisée où notamment les efforts musculaires seront minimisés. Le contrôleur ainsi configuré permettra de guider le système multi-corps afin de produire les activités motrices ciblées. Des contraintes sur les forces musculaires maximales seront intégrées. L'adaptation du contrôleur et des contraintes aux caractéristiques de différentes populations sera abordée dans ce travail de thèse. La validation du simulateur consistera à comparer les mouvements et les activités musculaires mesurés en laboratoire avec ceux prédits par la simulation.

Les avancées et retombées attendues sont d'ordre scientifique et technologique. Une nouvelle variété de méthodes numériques sera développée permettant la simulation prédictive des effets d'une atteinte motrice (*e.g.*, faiblesse musculaire, membre prothétique) pour un ensemble d'activités motrices. Cette avancée permettra de répondre de façon anticipée (*i.e.*, au moment de la conception) à des questions sur l'accessibilité, notamment pour les aménagements de la voirie et les transports guidés.