

Titre du stage	Détection des caractéristiques spatio-temporelles de la marche lors d'activités de la vie quotidienne des personnes amputées transfémorales à partir des capteurs embarqués dans les composants prothétiques
Titre du stage en anglais	Gait spatiotemporal characteristics estimation for transfemoral amputees during daily life activities using sensors embedded in prosthetic components
Lieux du stage	LBMC (Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs)
Encadrants	Sacha Guitteny et Thomas Robert (LBMC), Clément Duraffourg (PROTEOR)
e-mails de contact	thomas.robert@univ-eiffel.fr , sacha.guitteny@univ-lyon1.fr

Description du projet :

Malgré l'utilisation de prothèses adaptées, les personnes amputées du membre inférieur présentent souvent des anomalies de la marche, notamment des irrégularités et/ou des asymétries, observables sur les paramètres spatio-temporels. Il est important de suivre l'évolution de ces anomalies, car elles sont associées à d'importantes comorbidités, telles que des lombalgies, le développement d'arthropathies précoces et un risque de chute accru (Tura et al., 2010). En particulier, l'aggravation de ces anomalies peut indiquer le besoin d'une prise en charge pour des soins médicaux de réadaptation ou une adaptation des composants prothétiques. Afin d'être efficace et acceptable, ce suivi doit être le moins intrusif possible et se faire en continu lors d'activités de la vie courante.

Récemment, des composants prothétiques ont été équipés de microprocesseurs afin d'adapter le comportement de la prothèse à l'activité en cours, tels que la jambe prothétique Synsys de la Société PROTEOR (Requena et al., 2024). Si ces composants prothétiques améliorent la fonction locomotrice, ils ne réduisent pas complètement les risques de comorbidités et le besoin de surveillance des paramètres spatiotemporels. De manière intéressante, ces composants sont équipés de capteurs destinés à évaluer l'état de la prothèse. L'utilisation des données issues de ces capteurs ainsi que des capacités de calcul du microcontrôleur pourrait donc être une solution pour effectuer le suivi des anomalies spatio-temporelles de la marche au cours de la vie courante et de manière non intrusive (pas de capteurs dédiés ni d'intervention).



Illustration de la jambe prothétique Synsys de Proteor équipée de capteurs embarqués dans ses composants prothétiques.

Dans ce contexte, une première étude entre le LBMC et PROTEOR a montré la faisabilité de l'évaluation de certaines caractéristiques temporelles de la marche à l'aide d'une machine d'état basée sur des valeurs seuil des données des capteurs. Cette approche a été évaluée grâce à deux jeux de données préalablement collectés par la société PROTEOR : un jeu de données collecté en laboratoire (c-à-d sur des situations contrôlées et labellisées grâce à une mesure de référence) et un jeu de données issu du port de la prothèse dans la vie courante (données non contrôlées). La suite de ce travail consiste à raffiner les méthodes d'estimation des paramètres spatio-temporels à l'aide des capteurs embarqués dans la prothèse en utilisant, par exemple, des méthodes d'apprentissage.

Objectif :

Le but de ce stage sera d'utiliser les données des capteurs intégrés dans la prothèse Synsys pour développer un outil d'estimation des paramètres spatio-temporels de la marche. L'accent sera mis sur la robustesse de cet outil, qui sera utilisé dans des situations de la vie courante non contrôlées, et sa précision, qui devra permettre de détecter des variations cliniquement significatives de ces grandeurs.

À long terme, les algorithmes développés pourront permettre un meilleur suivi du risque de chute et de prévoir une intervention pour les réduire (algorithmes de contrôle de la prothèse, adaptation de l'appareillage, ...).

Déroulement du stage

Dans le cadre de ce stage, plusieurs étapes de travail sont prévues :

- Prise en main du sujet, étude bibliographique, identification des paramètres spatiotemporels pertinents et de leurs variations cliniquement significatives.
- Mise en place de méthodes de traitement des données des capteurs embarqués dans la prothèse pour estimer ces paramètres.
- Evaluation de la pertinence de l'approche proposée

Condition de réalisation du stage

Le stage se déroulera au sein du laboratoire de recherche LBMC en partenariat avec PROTEOR, fabricant de composants prothétiques.

Profil recherché

- Niveau M2 ou fin d'études d'ingénieur ;
- Connaissances en biomécanique et en traitement du signal ;
- Compétences en programmation, dans au moins un langage de calcul scientifique (Matlab, Python, ...) ;
- Capacité à lire et comprendre des articles scientifiques en anglais ;
- Capacité à résumer ses travaux dans un rapport scientifique, en français et/ou en anglais ;
- Capacité à travailler en équipe.

Mots-clés : prothèse, amputation transfémorale, marche, capteurs embarqués, traitement du signal.

Références :

Requena, C., Bascou, J., Loiret, I., Bonnet, X., Thomas-Pohl, M., Duraffourg, C., Calistri, L., & Pillet, H. (2024). Effectiveness of a New Microprocessor-Controlled Knee–Ankle–Foot System for Transfemoral Amputees : A Randomized Controlled Trial. *Prosthesis*, 6(6), 1591–1606. <https://doi.org/10.3390/prosthesis6060115>

Tura, A., Raggi, M., Rocchi, L., Cutti, A. G., & Chiari, L. (2010). Gait symmetry and regularity in transfemoral amputees assessed by trunk accelerations. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 7, 4. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-4>