

## Offre d'emploi Post doctorant 24 mois

### **Surveillance des dynamiques de la marche lors du vieillissement normal et pathologique des personnes âgées au domicile équipé de technologies pour la détection automatique des risques de fragilité**

La dynamique liée à la mobilité lors d'un vieillissement normal ou pathologique permet d'une part de modéliser le fonctionnement normal de la personne âgée vieillissante, d'autre part d'anticiper les conséquences des différentes pathologies et/ou fragilités sur ses capacités fonctionnelles. En effet la détection d'une dérive de l'état d'une personne vers une situation de fragilité est essentielle en soi, en tant qu'alerte sur la capacité de cette personne à réaliser les activités de vie courante. Dans ce champ de surveillance, l'analyse quantifiée de la marche est reconnue comme fournissant des indicateurs pertinents pour détecter des risques de fragilisation et de chute chez les personnes âgées, le risque de chute étant un problème de santé publique majeur.

Dans ce cadre, la Chaire SilverTech de l'Université de technologie de Troyes recrute un(e) chercheur post doctorant pour une durée de 24 mois à compter de septembre 2017 afin de mener une recherche sur une méthodologie d'analyse de la marche adaptée au cadre de l'habitat en couplant capteurs d'évaluation de l'équilibre et de la qualité de la marche et capteurs de détection de chutes environnementaux (thermiques, accéléromètres et/ou gyroscopes), associés à des données d'un sol sensitif et de capteurs vidéo. Les activités de recherche associées seront alors :

- Modéliser la marche habituelle des personnes âgées selon différentes modalités de mesure.
- Quantifier une dégradation des mouvements de la marche à partir du modèle de marche habituelle, fusionner ces informations avec des données de dégradation de la qualité de l'équilibre et en déduire une indication des risques de fragilité physique.
- Déduire du même modèle les progrès de la marche d'une personne âgée en situation de suivi de thérapie de rééducation.

#### **Profil**

Ce poste est ouvert aux titulaires d'un grade de docteur dans les domaines des Sciences de l'ingénieur, STAPS ou biomécanique (le projet nécessitera d'acquérir la maîtrise des outils type Vicon et/ou piste de marche). Des compétences en matière d'analyse quantifiée de la marche seront très appréciées. Le candidat doit présenter des qualités relationnelles facilitant le travail collaboratif avec tous types d'interlocuteurs (personnes âgées, professionnels de santé, chercheurs). Des qualités d'autonomie et de rigueur seront nécessaires pour mener à bien ce projet d'innovation.

**Cible** : Sciences de l'ingénieur, STAPS, biomécanique

**Type de contrat** : contractuel en CDD de 24 mois à temps complet

**Date** : septembre 2017

**Salaires** : La rémunération et les conditions sont celles de la grille UTT relative aux post-doctorants.

**Site** : Université de technologie de Troyes (UTT)

**Adresse** : 12 rue Marie Curie CS42060, 10004 TROYES cedex

**Pour postuler** : candidatures par courrier électronique à [aly.chkeir@utt.fr](mailto:aly.chkeir@utt.fr) et [dimitri.voilmy@utt.fr](mailto:dimitri.voilmy@utt.fr)

## Annexe : cadre détaillé de l'étude

### **Le contexte sociétal :**

La compréhension de la mobilité lors d'un vieillissement normal ou pathologique permet de comprendre le fonctionnement normal de la personne âgée vieillissante et les conséquences des différentes pathologies sur son comportement. La détection d'une dérive de l'état d'une personne vers une situation de fragilité est essentielle en soi, en tant qu'alerte sur la capacité de cette personne à réaliser les activités de vie courante. Dans ce champ de surveillance, l'analyse quantifiée de la marche est reconnue comme fournissant des indicateurs pertinents pour détecter des risques de fragilisation et de chute chez les personnes âgées. Le risque de chute chez la personne âgée est un problème de santé publique majeur. Les cas de chute engendrent des coûts humains (environ 4800 décès par an en France) et économiques importants (environ un milliard d'euros par an).

### **Le contexte universitaire :**

L'Université de Technologie de Troyes a su créer un contexte propice à accueillir la démarche Living Lab et accompagner la création de la Chaire Silver Tech. En tissant des relations dans un cadre dynamique de recherche universitaire et un environnement territorial et thématique défini, l'UTT s'est spécialisée autour de la thématique de l'autonomie à domicile des personnes âgées. Ses quinze années de savoir-faire et savoir-être sont aujourd'hui mises à profit dans un écosystème professionnel et économique de partenariat scientifique et technologique.

Deux programmes de recherche, menés par le Laboratoire de Modélisation et Sûreté des Systèmes (LM2S) et labellisés par l'Agence Nationale de la Recherche, ont donné le coup d'envoi : PARACHUTE – Personnes Agées et Risques de Chute démarré en 2003, et ensuite en 2005, PRÉDICA - Prévision, Détection, Investigation contre les Chutes des personnes Agées. Ces deux projets ont démontré que la relation synergique entre les différents acteurs - issus de l'industrie, des entreprises de services, des institutions de recherche et des utilisateurs finaux - garantit que les produits / services reflètent les besoins et les souhaits des utilisateurs. Cette compatibilité s'est traduit par la conception et le développement de produits / services, qui sont fiables, de qualité acceptable, utiles, adaptables et commercialisables.

Adoptant cette démarche innovante, les chercheurs de l'équipe du LM2S ont développé et validé des outils de mesure précis qui sont intégrés dans les objets du quotidien de la personne âgée : le pèse-personne dans la salle de bains pour prévenir les chutes, la balle ludique (Grip-ball) pour évaluer la capacité musculaire, ou le téléphone mobile personnel pour évaluer l'activité habituelle... Ces objets sans fil communiquent automatiquement avec les systèmes de traitement de données et des alertes, qui se déclenchent lorsque les niveaux de risque spécifiques à chaque personne sont dépassés.

Nous développons des dispositifs qui visent à accroître l'autonomie chez les personnes âgées, incorporés dans des objets de l'environnement domestique. Par exemple, un pèse-personne connecté a été augmenté d'une fonctionnalité de mesure de la qualité de l'équilibre chez soi [1]. La mesure par radar de la vitesse de marche (technologie Doppler) a été incluse dans un vase. Un capteur pour la mesure de la force de préhension a été incorporé dans une balle [2]. Plus généralement, un ensemble technologique (ARPEGE [3]), alimentant les indicateurs définis par Fried et coll. [4], peut détecter et suivre la fragilité physique pendant la phase dans laquelle cet état de fragilité est réversible.

### **Objectif général du post-doctorat :**

Comprendre et mettre en place une analyse automatique de la marche dans le cadre de l'habitat en couplant capteurs d'évaluation de l'équilibre et de détection de chutes environnementaux – thermiques, accéléromètres et/ou gyroscopes –, sol sensitif et capteurs vidéo.

### **Les activités de recherche associées :**

- Évaluer la vitesse et le cycle de la marche ainsi que la longueur de pas des personnes âgées.
- Quantifier une dégradation des mouvements de la marche à partir d'un modèle de marche habituelle, fusionner ces informations avec des données de dégradation de la qualité de l'équilibre et en déduire une indication des risques de fragilité physique.
- Déduire du même modèle les progrès de la marche d'une personne âgée en situation de suivi de thérapie de rééducation.

### **Les activités annexes :**

- Mettre en place l'intégration matérielle et logicielle des capteurs environnementaux en collaboration avec la société Future Shape (fabricant du sol intelligent SensFloor installé à Chalons en Champagne)

### **Les plateformes d'analyse du mouvement de référence mobilisables dans le cadre du post-doctorat :**

Au sein du LM2S, le living lab dispose d'une plateforme de recherche sur l'analyse du mouvement unique en région sur deux sites, Troyes et Chalons en Champagne :

#### *1) Un système d'analyse tridimensionnelle du mouvement de référence*

Cette plateforme présente la spécificité d'intégrer un dispositif d'analyse vidéo temps réel avec un système d'oculométrie ambulatoire couplé à 8 caméras infrarouge VICON et 1 caméra vidéo HD. Le living lab a engagé un partenariat de recherche avec le Centre de rééducation et réadaptation fonctionnelle Pasteur de Troyes : partenaire pour le développement de l'analyse du mouvement. Deux plateformes de force et un EMG sont couplés afin de produire des analyses quantifiées de la marche. Un exemple de projet : utilisation du dispositif de capture 3D pour la physiologie de l'activité humaine et le développement de technologies biomédicales.

#### *2) Une piste de marche modulable*

La piste de marche électronique est un outil qui permet la mesure des paramètres spatio-temporels : durée et longueur des phases de la marche, vitesse de déplacement, empreinte du pied au sol. Ceux-ci sont de précieux indicateurs pour évaluer la marche d'un patient de manière globale, ainsi que pour estimer la stabilité et le risque de chute, dans un contexte d'analyse de mouvement des personnes âgées.

Ce dispositif GAITRite CIRFace est composé de 9 plaques de 96x96cm composées de capteurs de pression de 1,61 cm<sup>2</sup>, transmettant l'ensemble des données par Wifi. Ces plaques peuvent s'agencer suivant différentes configurations : en ligne, en L, en S, en T, en carré, mais aussi en escalier, le tout en s'ajustant aux diverses surfaces du sol.

### 3) Un sol intelligent dans un appartement de recherche et d'expérimentation

Le sol communicant et intelligent SensFloor de la société Future Shape est une sous-couche sensitive posé sous un revêtement de sol classique en PVC. Il comporte 4 modules radio et 32 capteurs capacitifs par mètre carré. Les personnes marchent sur le sol intelligent et elles génèrent ainsi des signaux que les modules radio transmettent à un récepteur. L'analyse détaillée des données détermine si une personne se tient debout ou si elle est étendue, ou encore comment elle se déplace (vitesse, direction).

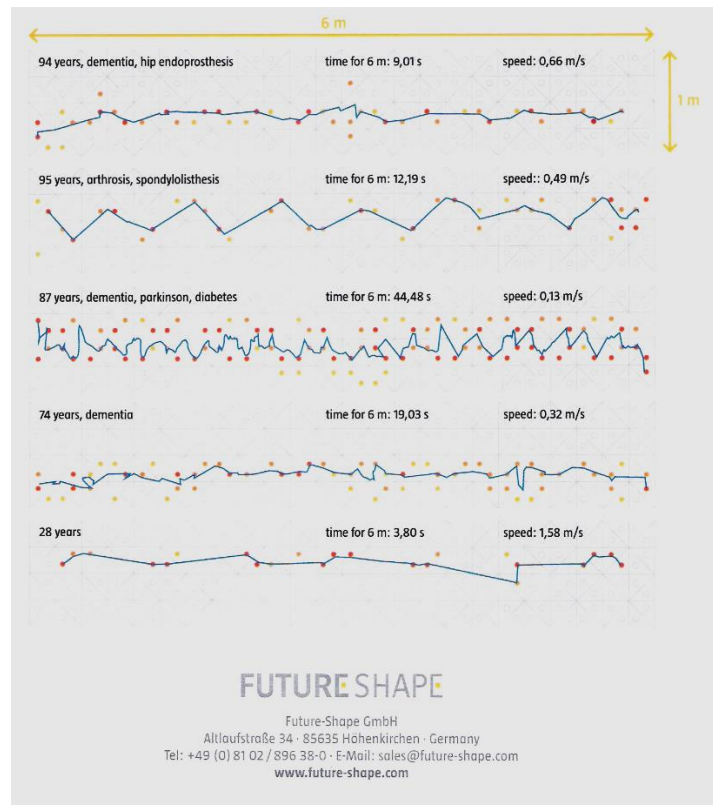


Figure 1. Surveillance de l'activité dans le temps et une analyse de la marche pour une évaluation objective

Pour assurer la fiabilité des fonctions de sécurité, le SensFloor procède à des mesures statiques et peut s'autotester.

L'installation d'une sous-couche SensFloor est conçue et réalisée dans les EHPAD pour les salles communes et les couloirs, et également pour au domicile des particuliers.

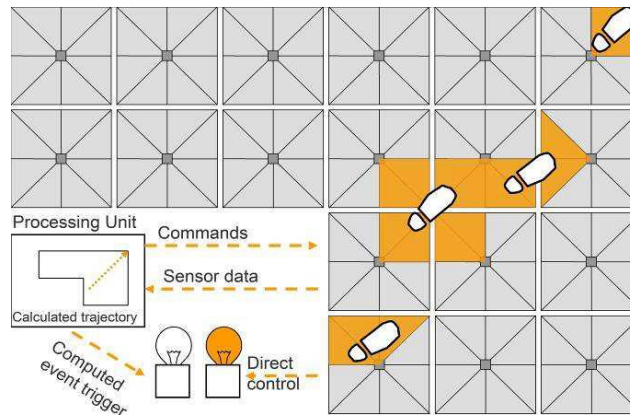


Figure 2. Représentation schématique du système: les pas génèrent des événements au sein des capteurs; les données sont transmises à un récepteur, lui-même connecté à un système domotique ou bien contrôlant directement des dispositifs électriques.



Figure 3. Emetteur-récepteur SensFloor SE10-H est basé sur une carte Raspberry Pi avec un socle sur boîtier rail DIN avec 8 relais statiques pour l'intégration au sein de systèmes d'automatisation d'un bâtiment ou du domicile.

### Références bibliographiques

- [1] J. Duchêne and D. Hewson, "Longitudinal evaluation of balance quality using a modified bathroom scale: usability and acceptability," *J Telemedicine Telecare*, vol. 17, pp. 421-26, 2011.
- [2] A. Chkeir, R. Jaber, D. Hewson, and J. Duchêne, "Estimation of grip force using the Grip-ball dynamometer," *Medical Engineering & Physics*, vol. 35, pp. 1698-702, 2013.
- [3] R. Jaber, A. Chkeir, D. Hewson, and J. Duchêne, "ARPEGE: Assessment of Frailty at Home," in *Healthcom 2014*, Lisbon, 2013.
- [4] L. P. Fried, C. M. Tangen, J. Walston, A. B. Newman, C. Hirsch, J. Gottdiener, *et al.*, "Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype," *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, vol. 56, pp. M146-157, 2001.