

Biomarqueurs basés sur les traces d'activités issues d'objets connectés de la vie quotidienne pour le suivi et la prédiction précoce du risque de chute chez les personnes âgées.

Les chutes de personnes âgées sont un enjeu socio-économique majeur. A titre d'exemple, le coût estimé pour les soins liés aux chutes aux Etats-Unis en 2015 s'élevait à 30 milliards de dollars américains [1]. Les chutes sont en effet relativement fréquentes au-delà de 65 ans (1/3 des personnes au-delà de 65 ans chutent au moins une fois par an [2]) et leurs conséquences lésionnelles et psychologiques (peur de chuter, dépression) sont dramatiques pour cette population. En effet, au-delà de leur gravité intrinsèque, elles tendent à limiter la mobilité des personnes et ainsi à augmenter à nouveau le risque de chute. Il serait donc capital de pouvoir détecter au plus tôt l'apparition d'un risque de chute élevé chez des personnes âgées non pathologiques et n'ayant pas encore chuté. Un tel indicateur prédictif permettrait de prendre en charge ces personnes avant l'apparition du phénomène de chute, et donc avant de rentrer dans le cercle vicieux chute-perte de mobilité-rechute... Pour cela, une piste prometteuse consiste à évaluer l'évolution de marqueurs physiologiques (biomarqueurs) associés au risque de chute. Les caractéristiques spatio-temporelles de la marche, et en particulier leur variabilité, comptent parmi les biomarqueurs les plus prédictifs [3]. Il serait donc intéressant de pouvoir mesurer ces caractéristiques de manière non-invasive, robuste, et avec une marge d'erreur connue et maîtrisée.

Cette mesure est actuellement possible à l'aide de capteurs dédiés, telles que des centrales inertielles ou des semelles instrumentées embarquées sur les chaussures [4,5]. Ces solutions s'avèrent cependant limitées lorsqu'il s'agit de passer à l'échelle d'un suivi régulier d'une large portion de la population (la population cible n'est pas pathologique). Pour faire face à cet enjeu de passage à l'échelle, il serait bien plus efficace de mettre à profit l'ensemble des données déjà mesurées par les capteurs embarqués dans les différents objets connectés que nous utilisons (montres connectées, téléphones « intelligents », etc.). Cela permettrait un suivi moins intrusif, à bien plus grande échelle et plus régulier. Il existe des solutions, y compris commerciales, qui permettent d'estimer certaines caractéristiques de marche (instants de pas, vitesse de marche). Cependant, leur précision et fiabilité sont relativement faibles [6] et ces solutions ne sont pas utilisables pour notre cas d'étude.

L'objectif de cette thèse consiste donc à mettre en œuvre une méthode d'estimation des caractéristiques de marche, et de leur variabilité, à l'aide de capteurs bas coût non dédiés. Ces caractéristiques seront utilisées pour proposer des biomarqueurs prédictifs du risque de chute chez les personnes âgées non pathologiques. Un soin particulier sera apporté à l'évaluation de la précision et de la robustesse de la méthode. Le candidat sera amené à : 1) faire une revue des méthodes et données existantes ; 2) Définir besoins en terme de précision de mesure et d'estimation des caractéristiques de la marche permettant d'obtenir des biomarqueurs suffisamment prédictifs du risque de chute ; 3) mettre en place et réaliser une expérimentation combinant marche en milieu écologique et mesure de référence afin de constituer une base de

données labellisée pour l'apprentissage et l'évaluation ; 4) proposer une solution d'estimation des caractéristiques de marche et caractériser correctement les incertitudes d'estimation.

Cette thèse sera co-encadrée entre le Laboratoire de Biomécanique et Mécanique des Chocs pour l'expertise sur la marche humaine et le laboratoire Geoloc pour son savoir-faire sur l'exploitation des traces d'activités, ces deux laboratoires ayant déjà collaborés récemment sur des thématiques proches [7]. Ce projet s'inscrit dans le cadre du projet fédérateur Mobilités et Transitions Numériques (<http://mobtransnum.ifsttar.fr/>) de l'Ifsttar.

Le candidat devra avoir un master (ou diplôme équivalent) en mathématiques appliquées, traitement du signal ou bio-ingénierie et devra avoir un intérêt pour le mouvement humain. Le candidat devra avoir de solides bases en programmation et de bonnes compétences rédactionnelles en anglais.

Les candidatures devront être envoyées **avant le 27 mars** par email à thomas.robert@ifsttar.fr et inclure : un CV, une lettre de motivation et un relevé de notes (même partiel) du master.

Bibliographie :

- [1] E.R. Burns, J.A. Stevens, R. Lee, The direct costs of fatal and non-fatal falls among older adults - United States, *J Safety Res.* 58 (2016) 99–103.
- [2] World Health Organization, WHO global report on falls prevention in older age, Ageing and Life Course Unit - World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2008.
- [3] S.M. Bruijn, O.G. Meijer, P.J. Beek, J.H. van Dieën, Assessing the stability of human locomotion: a review of current measures, *Journal of The Royal Society Interface.* 10 (2013) 20120999.
- [4] F. Dadashi, B. Mariani, S. Rochat, C.J. Büla, B. Santos-Eggimann, K. Aminian, Gait and Foot Clearance Parameters Obtained Using Shoe-Worn Inertial Sensors in a Large-Population Sample of Older Adults, *Sensors (Basel).* 14 (2013) 443–457.
- [5] M. Di Rosa, J.M. Hausdorff, V. Stara, L. Rossi, L. Glynn, M. Casey, S. Burkard, A. Cherubini, Concurrent validation of an index to estimate fall risk in community dwelling seniors through a wireless sensor insole system: A pilot study, *Gait Posture.* 55 (2017) 6–11.
- [6] T. Fokkema, T.J.M. Kooiman, W.P. Krijnen, C.P. VAN DER Schans, M. DE Groot, Reliability and Validity of Ten Consumer Activity Trackers Depend on Walking Speed, *Med Sci Sports Exerc.* 49 (2017) 793–800.
- [7] M. Abid, Walking gait features extraction and characterization using wearable devices, PhD thesis, Ecole Centrale de Nantes, 2018.