



HAL
open science

Prévention, Détection et Compensation de la fragilité : approche standardisée (projet PREDECO)

Sofiane Boudaoud, Farah Mourad-Chehade, Aly Chkeir, Tien Tuan Dao, Amir
Haijam El Hassani, Dan Istrate, Jeremy Laforet

► **To cite this version:**

Sofiane Boudaoud, Farah Mourad-Chehade, Aly Chkeir, Tien Tuan Dao, Amir Haijam El Hassani, et al.. Prévention, Détection et Compensation de la fragilité : approche standardisée (projet PREDECO). Journées d'Etude sur la TéléSanté, Sorbonne Universités, May 2019, Paris, France. hal-02161046

HAL Id: hal-02161046

<https://hal.science/hal-02161046>

Submitted on 20 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Prévention, Détection et Compensation de la fragilité : approche standardisée (projet PREDECO)

S. Boudaoud¹, F. Chéhade², A. Chkeir², T.T. Dao¹, A. Hajjam El Hassani³, D Istrate¹ et J. Laforêt¹

¹Université de Technologie de Compiègne, Laboratoire BMBI UMR 7338, Compiègne, France

²Université de Technologie de Troyes, Troyes, France

³Université de Technologie de Belfort-Montbelliard, Belfort, France
dan.istrate@utc.fr

Résumé - Le projet PREDECO s'inscrit dans le contexte d'une espérance de vie qui augmente impliquant un pourcentage important de la population de plus de 60 ans. Le projet vise à proposer une solution globale pour prévenir et détecter la fragilité en combinant différentes approches et en se concentrant sur la standardisation des méthodes, des capteurs, des données et de leur stockage. Les chercheurs des 3 laboratoires impliqués ont déjà développé des méthodes pour la détection et la mesure de la fragilité qui seront fusionnées pour avoir une caractérisation multidimensionnelle. Une attention particulière sera accordée à la standardisation de l'acquisition, de la mesure et du stockage des données pour permettre une comparaison facile des différents algorithmes. Dans la mesure du possible les bases des données enregistrées seront mises à disposition d'autres laboratoires ou valorisées auprès des industriels.

Mots-clés : E-Santé, Prévention, maintien à domicile, interopérabilité, standardisation.

I. INTRODUCTION

L'un des défis majeurs du 21ème siècle est de trouver des réponses à une sollicitation croissante de la demande en matière de santé dans le cadre d'une population vieillissante et fortement hétérogène. Le vieillissement de la population française est aujourd'hui une évidence. En 2019, 20.02 % de la population est âgée de plus de 65 ans et 9,28% de plus de 75 ans (INSEE 2019). Ses retombées sont multifactorielles, sur la qualité de vie et le maintien de l'autonomie.

Le « bien vieillir » devient ainsi un défi sociétal majeur et un enjeu scientifique et technologique clairement identifié dans le programme européen de recherche et d'innovation Horizon 2020. En effet, celui-ci consacre un axe d'investissement intitulé « santé, changement démographique et bien-être » qui a pour objectif de favoriser la recherche de rupture et l'innovation, en soutenant le transfert vers la clinique afin de réduire les inégalités dans le domaine de la santé et de promouvoir le vieillissement actif et en bonne santé (rapport du PCN Santé Lille, Décembre 2013). La notion de « bien vieillir » passe aussi par la notion du « bien se mouvoir ».

Jusqu'à maintenant, il y a eu plusieurs travaux sur la détection de la fragilité physique et sociale, la perte d'autonomie et la détection de chute mais très peu sur sa prévention.

Le projet PREDECO vise la prévention, la détection et la compensation des déficiences liées à l'âge

(musculosquelettique, auditifs, visuels, état cognitif et psychologique) mais aussi les maladies chroniques ou comorbidités liées aux vieillissements.

Pour pouvoir mettre en place efficacement de tels systèmes, une difficulté importante est l'absence de standards de communication pour les différents capteurs et aussi l'absence de structuration des bases de données pour faciliter l'évaluation et la comparaison des solutions proposées. Il existe des approches dans ce sens comme :

- La plateforme européenne FIWARE : plateforme « open-source » pour les objets connectés qui inclut des API pour les échanges de données et leur traitement.
- L'alliance Samsung-Intel-Dell « Open Interconnect Consortium » : plateforme « open-source » standardisée de communication et des modèles de données. Elle est composée parmi d'autres par : Intel, Cisco, Samsung, LG, Microsoft, Legrand.

II. TRAVAUX EXISTANTS DANS LES EQUIPES DU PROJET

L'équipe du laboratoire BMBI de l'UTC apporte dans le projet PREDECO :

- **Outils de prédiction de la sarcopénie.** Le développement de nouveaux outils de prédiction précoce du risque sarcopénique pour la prévention dans le cadre projet CHRONOS (EIT Health 2018) porté par Dr Kiyoka Kinugawa (Sorbonne Université) et S. Boudaoud (UTC). La prévention de la sarcopénie devient donc un enjeu majeur pour maintenir la mobilité des personnes âgées. L'étude est basée sur l'analyse de signaux HD-EMGs afin d'évaluer le déclin moteur précoce. Collaboration avec F. Marin et la plateforme Technologies, Sport, Santé pour l'évaluation des données accélérométriques [1].
- **Analyse d'ADL.** L'analyse des activités de la vie courante permet d'apprendre les activités de la personne et de détecter des possibles déficiences par les changements d'habitudes [2, 3]. Nous avons utilisé des capteurs de mouvements, des capteurs d'un robot, des objets connectés. La fusion de données est basée sur

des réseaux d'évidence. L'Analyse de l'environnement sonore permet de rajouter une information riche dans la reconnaissance des activités de la vie courante [4].

- **IoT et les maladies cardiovasculaires.** L'utilisation des objets connectés permet de suivre pendant la vie courante les personnes et d'extraire des informations sur l'activité physique, le stress et d'autres paramètres physiologiques [5]. Nous avons une expérimentation en cours utilisant une montre Actigraph, une ceinture Polar et un tensiomètre pour identifier le lien entre activité physique, stress et maladies cardiovasculaires.
- **Jeux sérieux pour la rééducation fonctionnelle.** Rééducation fonctionnelle à domicile à travers un jeu sérieux en utilisant une caméra kinnect et des centrales inertielles. Réalisation et évaluation de deux scénarios de jeux avec CHU de Limoges [6].
- **Rééducation de la déglutition.** Suivi à domicile de la déglutition des personnes avec des dysphagies en utilisant un capteur sonore et le traitement du signal sonore [7].

Au niveau de l'équipe de recherche de l'UTT les travaux qui constitueront la base pour ce projet sont :

- **Détection de l'équilibre (balance).** L'Université de technologie de Troyes a développé et breveté un dispositif d'évaluation du poids et de l'équilibre : le Balance Quality Tester (BQT). Il s'agit d'un pèse-personne dont les données des quatre capteurs sont traitées pour en extraire des paramètres de qualité de l'équilibre [8, 9].
- **Vitesse de la marche (radar).** Le dispositif à effet Doppler et qui envoie une onde électromagnétique à haute fréquence. Lorsque l'onde se réfléchit sur un objet en mouvement, sa fréquence varie en fonction de la vitesse de l'objet. Ce dispositif a été développé pour évaluer la vitesse de la marche dans n'importe quelle condition environnementale, sans la nécessité de la présence d'un professionnel de santé et sans aucun protocole particulier. [10]
- **Force de préhension (Grip-ball).** La Grip-ball est un outil d'évaluation de la force de préhension palmaire utilisable par la personne elle-même par un simple mouvement de compression de la balle dans sa main. Suite à ce mouvement, la Grip-ball transmet la valeur de pression exercée, proportionnelle à la force exercée par le sujet. [11]
- **Localisation (LIPAD).** Compétences dans le domaine de la localisation (par zonage) des personnes âgées dépendantes à l'aide de réseaux de capteurs sans fil et de l'intelligence artificielle [12].

L'équipe de recherche de l'UTBM part des travaux suivants :

- **Télesurveillance Prédictive Maladies Chroniques et Principaux Risques Gériatriques**
 - DIABETe, projet labélisé par le pôle de compétitivité AlsaceBiovalley, janvier 2018 – financement Région Grand Est – télésurveillance des diabétiques à haut risques cardio-vasculaire - Partenaires : CHRU Strasbourg, Activ Diab67, CENTICH
 - RéseauCorp "Suivi et surveillance de la santé des patients en temps réel via un réseau de capteurs corporel", Campus France, 2018-2020. - Partenaires : Université Antonine LIBAN, Université du Liban, Université de Franche Comté, Université de Technologie de Belfort Montbéliard
 - GEeTEC, lauréat du prix de la fondation Paul Bennetot - développement d'une approche codifiée préventive pour la prise en charge en EHPAD des principaux risques gériatriques - Partenaires : CHRU Rouen, CENTICH
- **Prévention chute**
 - "Élaboration du profil actimétrique de patients sensibles aux chutes pour détecter de manière précoce une possible chute", thèse Kabalan CHACCOUR soutenue en novembre 2017 [13].
- **Architecture Big Data pour le traitement de données médicales**
 - FM2EDS, financement industriel - modélisation d'une architecture Big Data adaptée à l'exploration de données, en batch et temps réel, pour le traitement de données médicales - Partenaires : ADBI Paris
- **Fouille de données**
 - "Fouille de motifs évolutifs pour l'exploration de données d'activité et de sommeil", thèse en cours Tariq LAMBACHRI [14].
 - "Fouille de données et apprentissage pour l'extraction de marqueurs pour améliorer le raisonnement des plateformes de suivi médical", thèse en cours Carine BOURJELEY [15, 16].
- **Logistique Hospitalisation à Domicile**
 - OptimHaD "Optimisation de l'hospitalisation à domicile", financement Région Franche-Comté, 2015-2018 – Partenaires : Université Franche Comté, SSIAD Soli-cités Audincourt

III. LES OBJECTIFS DU PROJET PREDECO

Les principaux objectifs du projet PREDECO sont :

1. Mise en commun des développements existants chez les 3 partenaires pour la prévention, détection et

compensation des déficiences motrices et cognitives. Cela implique l'acquisition de données à travers différents types de capteurs, leur traitement et stockage de l'information.

2. Développement d'une méthodologie de suivi dynamique permettant de suivre l'évolution de l'état de la personne par le biais de capteurs non intrusifs afin de détecter de manière précoce une situation anormale. Le traitement des informations sera évalué par rapport à un état initial de la personne, identifié au début de l'étude par le corps médical. En effet, une personne dans un état donné peut voir ses paramètres s'améliorer ou se détériorer suite à l'observance d'une prescription ou à un événement de vie ou de santé. Des approches de détection d'anomalies seront ainsi développées dans ce cadre-là. Tout changement de l'état initial déclenchera un point d'alerte auprès des personnes adéquates, telles que les professionnels de santé.
3. Coordination de l'ensemble des acteurs de l'écosystème de la personne âgée (médecins traitants, infirmiers, aidants, auxiliaires de vie sociale...) dans le cadre d'une étude longitudinale en phases de prévention et de suivi. Prise en compte des volets économiques et usages dans le projet dans sa capacité à être déployé dans un contexte médico-socio-économique pertinent (parcours de soins).
4. Standardisation de la communication et structuration des bases de données, en proposant une plateforme pour récupérer les informations des différents types de capteurs et une organisation des bases de données sur 2 niveaux (données brutes et informations de haut niveau - ontologies).
5. Création d'une communauté autour de ces thématiques en créant et animant une communauté autour de ces thématiques par l'organisation de séminaires, site web, partage de données et des algorithmes.
6. Introduction de ces problématiques dans la formation des futurs ingénieurs mais aussi au niveau master des 3 UT.

IV. MÉTHODOLOGIE

Chaque équipe partenaire a développé une ou plusieurs approches en lien avec chaque objectif du projet. Nous allons définir les caractéristiques d'une plateforme commune permettant l'intégration de ces solutions. Nous identifierons également des solutions manquantes, dans le but d'ouvrir à de nouveaux développements et partenariats.

En parallèle, nous allons créer et animer le Réseau des chercheurs en prévention, détection et compensation des déficiences liées à l'âge. Nous intégrerons immédiatement des partenaires existants (Sorbonne Université, Institut Mines Télécom, LAAS Toulouse...).

V. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Le projet PREDECO a comme but d'étudier la combinaison de plusieurs approches pour la prévention, détection et la compensation de la fragilité. Il couvre la plupart des aspects de fragilité qui apparaisse avec l'âge avec comme but d'améliorer la qualité de vie. En même temps l'approche proposée essaiera de standardiser les interfaces d'échanges de données.

REMERCIEMENTS

Le projet PREDECO est financé par les Directions à la Recherches de l'UTC, l'UTT et l'UTBM. Nous tenons à remercier M. Frédéric Marin pour ces conseils très utiles.

REFERENCES

- [1] K. Lepetit, K. Ben Mansour, S. Boudaoud, K. Kinugawa-Bourron, F. Marin, Evaluation of the kinetic energy of the torso by magneto-inertial measurement unit during the sit-to-stand movement, *Journal of Biomechanics* (2017).
- [2] P.A.Cavalcante, J. Boudy, D. Istrate, B. Dorizzi, J. Moura Mota, A Dynamic Evidential Network for fall detection, *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, July 2014, 18(4), pp.1103-1113, DOI : 10.1109/JBHI.2013.2283055
- [3] E. Dumont, D. Istrate, M. Chetouani, « An Ontology-based approach for Robot and Ambient System Collaboration », *RoMan* 2017
- [4] M. Robin, D. Istrate, J. Boudy, "Remote monitoring, distress detection by slightest invasive systems: sound recognition based on hierarchical i-vectors", *EMBC* 2017, pp.2744-2748
- [5] A. Tlija, D. Istrate, A. Bennani, H.H. Ngo, S. Gattoufi et K. Wegrzyn-Wolska, "Monitoring chronic disease at home using connected devices", *SoSE*2018.
- [6] Idriss, M., Tannous, H., Istrate, D., Perrochon, A., Salle, J. Y., Ho Ba Tho, M. C., & Dao T. T. (2017). Rehabilitation-oriented serious game development and evaluation guidelines for musculoskeletal disorders, *JMIR Serious games*, Jul 4;5(3):e14. doi: 10.2196/games.7284.
- [7] H. Khlaifi, D. Istrate, J. Demongeot, D. Malouche, Swallowing Sound Recognition at Home Using GMM, *IRBM*, Doi : 10.1016/j.irbm.2018.10.009
- [8] Duchêne, J. and D.J. Hewson, "Longitudinal evaluation of balance quality using a modified bathroom scale: usability and acceptability." *Journal of telemedicine and telecare*, 2011. 17(8): p. 421-426.
- [9] Chkeir, A., Safieddine, D. "Balance quality assessment as an early indicator of physical frailty in older people". *IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*. 2016.
- [10] Jaber, R., and Chkeir A., "A New Device to Assess Gait Velocity at Home", *MEDICON* 2013, Editor. 2014, Springer International Publishing: Cham. p. 1503-1506.
- [11] Chkeir, A., Jaber R., "Estimation of grip force using the Grip-ball dynamometer". *Medical Engineering & Physics*, 2013. 35(11): p. 1698-1702.

- [12] Alshamaa, D., Mourad-Chehade F., and Honeine P., A hierarchical classification method using belief functions. *Signal Process.* 2018. 148(C): p. 68-77.
- [13] K. Chaccour, « Élaboration du profil actimétrique de patients sensibles aux chutes pour détecter de manière précoce une possible chute », thèse soutenue à l'UTBM, 22 novembre 2018.
- [14] T. Lambachri, A. Hajjam El Hassani, A. Sekkaki, A. Andres "Stream processing in Big Data for e-health care", In *Big Data Recommender Systems: Recent trends and advances*, Institution of Engineering and Technology (IET), UK, 2018.
- [15] C. Bourjeily, G. Badr, A. Hajjam El Hassani, E. Andres "Overview on Sequential Mining Algorithms And Their Extensions", In *Recent Trends in Computer Applications*, Springer International Publishing AG Switzerland, ISBN: 9783319899138 (3319899139), 2018.
- [16] E. Andres, S. Talha, M. Hajjam, A. Hajjam El Hassani "Telemedicine for Patients with Chronic Disease or for Elderly Patients: An Opportunity for the Family Doctor!", *American Journal of Family Medicine*, 1(1) 1003, 2018