



**HAL**  
open science

## Corpus multimodal enregistré par des personnes âgées à domicile et l'élaboration d'un IHM adapté

Toufik Guettari, Dimitri Voilmy, Axel Raymonet, Antoine Piau, Jean Luc Novella, Aly Chkeir

### ► To cite this version:

Toufik Guettari, Dimitri Voilmy, Axel Raymonet, Antoine Piau, Jean Luc Novella, et al.. Corpus multimodal enregistré par des personnes âgées à domicile et l'élaboration d'un IHM adapté. Journées d'Etude sur la TéléSanté, Sorbonne Universités, May 2019, Paris, France. hal-02161077

**HAL Id: hal-02161077**

**<https://hal.science/hal-02161077>**

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.

# Corpus multimodal enregistré par des personnes âgées à domicile et l'élaboration d'un IHM adapté

Guettari Toufik<sup>1</sup>, Dimitri voilmy<sup>1</sup>, Axel Raymonet<sup>2</sup>, Antoine Piau<sup>3</sup>, Jean-Luc Novella<sup>4</sup> and Aly Chkeir<sup>1</sup> member IEEE

<sup>1</sup>University de technologie de Troyes, Troyes, France

<sup>2</sup>Actia, Toulouse, France

<sup>3</sup>CHU de Toulouse, Toulouse, France

<sup>4</sup>CHU de Reims, Reims, France

**Abstract** - L'évaluation de la fragilité physique chez les personnes âgées est primordiale pour évaluer leur capacité à vivre en autonomie. Le système de monitoring présenté dans ce papier s'appuie sur cinq types de capteurs. Ces capteurs appartiennent à deux classes d'appareillage : installation et mobiles . Parmi ces capteurs: 1) capteurs infrarouges supervise les différents déplacements du sujet, 2) la balance estime l'équilibre, 3)le dynamomètre mesure la préhension palmaire 4) les semelles connectées mesure de nombre de pas 5) le radar de marche mesure la distance parcourue à domicile et la vitesse de marche également. Le logiciel est développé sous Android pour récupérer, envoyer et stocker des données sur un serveur distant. L'acceptabilité est évaluée en première phase en revanche l'acceptation est considérée en deuxième phase. Au cours de la première phase, cinq personnes âgées ont été sélectionnées puis invitées à passer une journée au Living Lab afin d'adapter et améliorer le système notamment l'IHM. La deuxième phase consiste à installer le système à domicile. Parmi les résultats de cette seconde phase figure la base de données multimodale. Les médecins ont accès à la base de données via un site Web afin d'interpréter les effets du traitement qu'ils ont prescrit.

**Keywords:** *Fragilité , monitoring, base de données multimodale, multi-capteur .*

## I. INTRODUCTION

Le nombre de personnes âgées dans le monde a considérablement augmenté ces dernières années alors que les pays européens souffrent de pénurie de personnel soignants dans les maisons de retraite [1] et les hôpitaux. Les nouvelles technologies, tels que les Smartphones, peuvent aider à optimiser le travail du personnel médical [2]. Pour cela, dans ce papier, un agencement de certaines technologies a été proposé et évalué dans l'écosystème des personnes âgées. L'utilisation des objets connectés se développe également. Divers capteurs sont disponibles et peuvent être utilisés pour superviser l'évolution de différents paramètres afin de simplifier la tâche du médecin. Notre objectif, est de mettre en place une plateforme de monitoring basée sur une variété de capteurs. Grace aux techniques d'interopérabilité, ces capteurs sont intégrés dans l'environnement de la personne âgée.. Notre projet se porte sur la fragilité humaine [3] [4] [5] [6] [7] et l'objectif est d'identifier les effets des traitements prescrits par les médecins traitant. Par conséquent, nous avons sélectionné des capteurs de supervision d'activité, tels que les capteurs infrarouges utilisés pour monitorer l'évolution du niveau d'activité du sujet (ses déplacements journaliers à domicile)[8].

Le radar de marche mesure la vitesse de déplacement et la semelle monitor l'activité extérieur du sujet. Le pèse-personne et le dynamomètre ont été utilisés pour superviser l'évolution de l'équilibre et la force du corps. La première phase de notre projet a confirmé la facilitée d'utilisation de ces capteurs par les personnes âgées. Les médecins sont également d'accord avec l'intégration de ce type de capteurs dans le système de supervision et ils confirment l'utilité des données générées.

## II. EVALUATION

Afin d'évaluer notre système de supervision et d'enregistrer une base de données multimodale, nous avons établi un protocole en collaboration avec CHU de de Toulouse et le CHU de Reims. Ce protocole spécifie les critères de sélection des personnes âgées qui participent aux deux phases de test : 1) la première phase est dédiée à l'acceptabilité du système de monitoring 2) la deuxième phase est dédiée à l'étude d'acceptation du système. Grâce à cette deuxième phase, nous avons réussi à enregistrer la base de données multimodale sur une période de trois mois. Parmi les critères de sélection des volontaires : 1) Plus de 65 ans ; 2) Vivre à chez elle (pas dans une maison de retraite); 3) Personne pré-fragile ; L'identité des volontaires est confidentielle, le serveur est lui sécurisé et labélisé par un organisme compétent. Nous utilisons un algorithme de décryptage pour attribuer un nombre aléatoire à chaque volontaire. Notre étude a été approuvée par le comité d'éthique compétent (CPP N ° 2017 A01141 52).

### A. Première phase

La première phase consiste à inviter, dans notre LivingLab, cinq personnes âgées. Ces cinq volontaires sont sélectionnées par le CHU de Reims pour une présentation du projet Fragi-IT dans un premier temps. Puis, chacune d'elles teste le système et donne son impression sur l'utilisation des capteurs et du logiciel installés sur la tablette. Nous avons étudié les besoins exprimés par les personnes âgées. Leur besoins et leur opinions ont été prises en compte pour implémenter les nouvelles versions du système[9]. Cela nous a permis de confirmer l'acceptabilité du système par l'utilisateur final, mais pas l'acceptation. Avant l'utilisation du système, chaque volontaire a signé le protocole d'accord élaboré par l'hôpital de Toulouse.

### B. Second phase

Afin d'évaluer l'acceptation du système, le personnel médical de l'hôpital de Reims a retenu cinq patients pour la deuxième phase. La sélection de ces personnes âgées est basée sur les mêmes critères que ceux spécifiés en première phase mais nous avons ajouté les conditions de la localisation

géographique des résidences des volontaires : 1) Plus de 65 ans ; 2) Vivre à la maison (pas dans une maison de retraite) 3) Personne pré-fragile et n'utilisant pas de semelle orthopédique ; 4) Personne résidant en zone rurale. L'installation du système doit être effectuée dans les 15 jours suivant la sélection des volontaires. Le système était opérationnel pendant 3 mois, 6 visites ont été programmées au cours de cette seconde phase. Cependant, le nombre de visites peut varier et cela dépend de la capacité du volontaire à utiliser correctement le système

### III. SYSTÈME DE SUPERVISION DE PROJET FRAGIL-IT

Comme mentionné précédemment, l'objectif de notre projet porte sur d'identification de la période de fragilité [6] des personnes âgées. Notre système de monitoring repose donc sur des capteurs qui supervisent l'évolution de l'activité du sujet. L'activité mesurée peut être soit à domicile ou à l'extérieur. Afin d'enregistrer la base de données multimodale, notre système s'appuie sur cinq modalités et également sur le système d'alarme / médaillon d'alarme ajouté par Assystel (une société d'assistance téléphonique). Nous avons ajouté ce système d'assistance d'Assystel pour prévenir les proches du sujet des situation d'urgence qui peuvent se produire durant la deuxième phase. Comme indiqué précédemment, notre système est composé de cinq modalités : Le radar de marche [10] mesure la vitesse du sujet, donc, permet de suivre l'évolution de sa vitesse au cours de la seconde phase. Ce capteur est à base d'effet Doppler dans le champ hyperfréquence. La balance [11], sert à mesurer l'équilibre du sujet le matin. Elle repose sur la mesure de quatre paramètres, un algorithme de fusion de ces quatre paramètres est implémenté pour quantifier la qualité de l'équilibre. Afin d'évaluer le niveau d'activité du sujet, des capteurs infrarouges sont utilisés pour monitorer les différents mouvements et déplacements du sujet à son domicile.

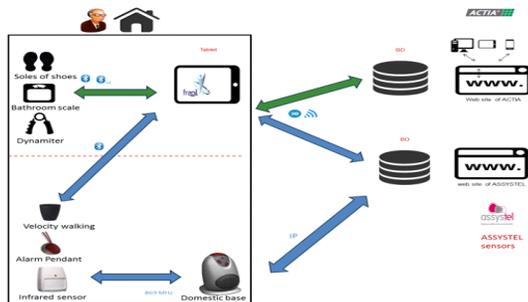


Figure 1. le système Fragil-IT et le protocole Restful

Pour superviser le niveau d'activités du sujet à l'extérieurs de son domicile, des semelles connectées [7] [17] sont utilisées. Ces semelles s'appuient sur des accéléromètres 3D afin de mesurer la distance parcourue, et la vitesse de la marche. Le dynamomètre [12] mesure la force de préhension palmaire qui représente la force du corps. Ces différents sous-systèmes sont connectés à la tablette via un protocole Bluetooth Low Energy. Le logiciel installé sur la tablette injecte, via le protocole Restful, les données reçues des capteurs dans la base de données qui se trouve sur le serveur d'Actia. Afin d'envoyer des données de mouvement à notre serveur via la tablette, les

capteurs infrarouges sont connectés par le protocole radio 868 à la base domestique utilisée par la société d'assistance (Assystel). Restful est le protocole utilisé par la tablette pour injecter ces données infrarouges.

### IV. EXPERIMENTATION

suite à notre étude de l'acceptabilité du système au Living Lab [18] en première phase , l'objectif principal de la seconde est d'étudier, pendant 3 mois, l'acceptation de ce système. Faciliter l'utilisation du système par les personnes âgées [13] [14] est primordial pour intégrer de nouveaux capteurs dans leur lieu de vie. Cependant, la base de données multimodale est un résultat très important [15] de cette expérimentation. Le personnel médical est intéressé par ces données hétérogènes, par conséquent, une application Web est mise à leurs disposition afin de visualiser l'ensemble des données et les paramètres nécessaires à la prise de décisions. Comme on l'a mentionné précédemment, dans cet article, nous ne décrivons que les expérimentation effectuées dans la région du Grand Est, nous présentons les données enregistrées au cours de notre projet : données de 7 volontaires de la région [16] Occitanie (Toulouse) et 7 volontaires du Grand Est (Reims). Les différentes étapes permettant d'effectuer une expérimentation à grande échelle sont décrites dans les sections suivantes.

#### A. L'installation

La première étape consiste à prendre un rendez-vous avec les participants sélectionnés par le CHU de Reims et éventuellement informer leur famille afin d'installer notre système de monitoring à domicile. Une fois le système installé, nous expliquons la notice d'utilisation que nous avons préparée pour eux et nous formons la personne âgée et/ou sa famille à l'utilisation du système : nous leur montrons le moyen le plus simple à utiliser le système.

#### B. La formation

A chaque fois nous prenons un rendez-vous avec les volontaires, pour leurs rendre visite, nous recommençons avec eux la formation sur l'utilisation du système. Chaque séance de formation consiste à utiliser tous les capteurs du système de supervision ainsi que le logiciel sur la tablette afin de produire les données nécessaires pour les médecins. Nous mettons à leur disposition également un numéro de téléphone pour nous appeler en cas de difficulté d'utilisation du système. À chaque visite, nous notons les impressions, opinions et remarques des volontaires sur le fonctionnement du système ainsi que le traitement médical suivi. Similairement à la première phase, toutes ces remarques et avis sont pris en compte pour améliorer et faciliter l'utilisation du système. Grâce aux opinions des end-users, nous avons adapté l'interface du logiciel.

#### C. La désinstallation

Cet étape de désinstallation intervient dans différents contextes : 1) La personne et / ou leur famille rejettent le système ; 2) La personne sera hospitalisée pour une longue période ; 3) La personne s'éloigne (pour les longues vacances ou la relocalisation). 4) La fin de la second phase (phase

d'expérimentation) La désinstallation doit être signée par les médecins compétents.

## V. DISCUSSION

En termes de prise de rendez-vous avec les personnes âgées, la phase d'installation n'était pas facile à organiser. C'était difficile de synchroniser entre les volontaires ; chacun a ses propres créneaux de disponibilités. C'est pourquoi, sur le tableau ci-dessous, on remarque plusieurs dates pour l'étape d'installation. Chaque volontaire a sa propre journée d'installation du système. En raison du manque d'espace, l'installation du système de calibration des semelles n'a pas été possible pour certains volontaires. Par conséquent, nous avons arbitrairement estimé la longueur de leurs pas. Trois personnes n'ont pas pu utiliser la semelle connectée : 1) la première a un problème d'orteil ; 2) la deuxième personne ne peut l'utiliser car ses pieds étaient enflés et 3) le troisième volontaire a rejeté ce sous-système. La dame porte des sandales et ne peut les utiliser avec notre semelle. Nous avons également des problèmes avec les volontaires qui rencontrent des difficultés à l'utilisation de la tablette. Le tableau ci-dessous résume le déroulement de l'expérimentation sur trois mois :

TABLE 1: LA DUREE D'EXPERIMENTATION POUR CHAQUE VOLONTAIRE

| Participants          | Date d'installation | Date désinstallation | Motif d'arrêt     |
|-----------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| 001 (femme)<br>83 ans | 27 Avril            | 30 Juillet           |                   |
| 002 (femme)<br>86 ans | 20 Avril            | 6 Juillet            | Absence de 2 mois |
| 003 (femme)<br>90 ans | 27 Avril            | 30 Mai               | Rejet du système  |
| 004 (homme)<br>75 ans | 20 Avril            | 6 Juillet            | Hospitalisation   |
| 005 (homme)<br>90 ans | 4 Juillet           | 15 Octobre           |                   |
| 006 (femme)<br>84 ans | 18 Juillet          | 15 Octobre           | Rejet du système  |
| 006 (femme)<br>89 ans | 18 Juillet          | 15 Octobre           |                   |

Volontaire 002 était motivé à utiliser notre système, mais cette personne avait des difficultés à l'utilisation de la tablette, par exemple, elle ne savait pas comment allumer la tablette. Nous avons réussi à générer les données nécessaires avec cette personne lors de nos visites programmées mais le 6 juillet, nous avons désinstallé notre système car elle devait partir en vacances pendant plus de trois mois. La bénévole 003 a accepté de participer à notre expérimentation simplement pour faire plaisir à son médecin, mais la personne était frustrée par les capteurs infrarouges et sa famille était également opposée à sa participation. Par conséquent, nous n'avons aucune donnée générée pour elle. Le volontaire 004 a été hospitalisé le lendemain de l'installation. Comme son hospitalisation était longue, nous avons décidé de récupérer les capteurs et la tablette. Par conséquent, nous n'avons aucune donnée pour lui non plus. La bénévole 007 a rejeté le système parce qu'elle n'y croyait pas qu'il pouvait être utile à ses médecins. Elle a accepté de participer à notre expérimentation car elle vit seule

et elle aimait parler lors de nos visites programmées. Nous ne disposons donc que des données générées lors de nos visites programmées.

Le reste des participants étaient motivés et ont utilisé notre système seul ou avec l'aide de leurs familles sans aucune difficultés. Grâce à eux, nous avons amélioré notre IHM et enregistré notre base de données multimodale que nous décrivons par la suite.

## VI. BASE DE DONNEES MULTIMODALE

Le gestionnaire de base de données Mysql est la technologie utilisée pour héberger nos données sur le serveur.

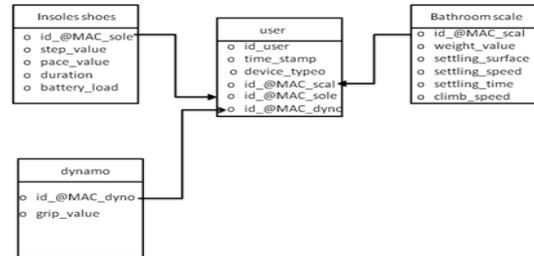


Figure 2. Le schéma relationnel de la base de données installée sur le serveur d'Actia

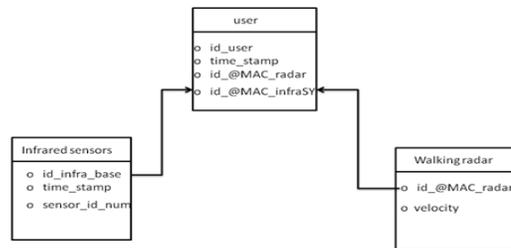


Figure 3. Le schéma relationnel de la base de données installée sur le serveur d'Assystel

La base de données multimodale enregistrée durant la seconde phase est composée de cinq modalités : 1) capteurs infrarouges 2) vitesse de déplacement 3) distance (nombre de pas) et vitesse de marche extérieures 4) mesure de l'équilibre et du poids et 5) préhension palmaire. Le tableau ci-dessus décrit les données générées par chaque capteur utilisé.

| capteurs            | Données                                      | Fréquence  | objective   |
|---------------------|--|--|---|
| infrarouge          | Données binaires                             | À chaque mouvement                                       | Monitorer les différents déplacements                                 |
| Radars de marche    | Vitesse de marche                            | Utilisé deux fois par semaine<br>3000 valeurs par minute | Monitorer la vitesse de déplacement et détecter les dérives possibles |
| Semelles connectées | Distance parcourue à l'extérieur de domicile | Dépendent de la durée de la marche                       | Monitorer l'activité extérieure de domicile                           |
| Balances            | Poids et l'équilibre                         | Utilisé deux fois par semaine                            | Monitorer l'équilibre   |
| Dynamomètres        | La force du corps                            | Utilisé deux fois par semaine                            | Monitorer strength variation  |

Comme le montre la figure 1, les données de radars de marche et des capteurs de mouvement sont stockées sur un deuxième serveur appartenant à la société Assystel. Par conséquent, nous avons mis en place deux bases de données ; chacune est installée sur un serveur séparé. Un site Web a été implémenté pour visualiser les données enregistrées sur les serveurs. Les médecins ont accès aux graphiques suivants.

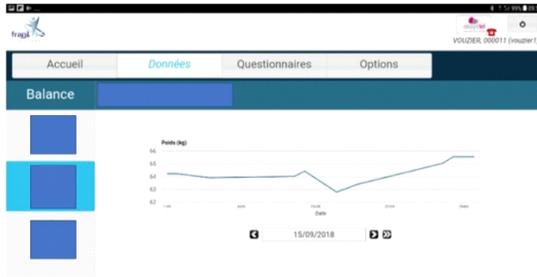


Figure 4: page of website for monitoring the weight evolution.

Les médecins ont accès aux tableaux de bord suivants. La figure 4 représente la page du site Web, qui permet aux professionnels de la santé de visualiser et de vérifier l'évolution du poids et de l'équilibre du sujet par jour / semaine / mois.

Avec une IHM sécurisée, les médecins peuvent vérifier la distance parcourue par le sujet et sa vitesse de marche pour chaque jour / semaine / mois. Cette activité correspond à la marche. L'IHM sur la figure 7 montre l'évolution de la force de préhension palmaire d'un sujet pour une période donnée (par exemple, un mois). Les professionnels de la santé et /ou leur famille peuvent également visualiser l'évolution de ce paramètre (cet indicateur), chaque jour ou chaque semaine. Bien entendu, pour accéder aux informations et aux données générées par leurs propres patients, les professionnels de la santé disposent d'un identifiant et d'un mot de passe personnalisés. Comme le montre la figure 6.



Figure 5: IHM implémentée pour le dynamomètre

## Actia HealthCare App

Identifiant :

Mot de passe :

se souvenir de moi

**Connexion**

Figure 6: page d' authentification à application .



Figure 7: page of website for monitoring the weight evolution.

Les mêmes identifiant et mot de passe sont utilisés pour se connecter sur le site Web et sur l'application Android. Le logiciel a été implémenté par Actia dans le cadre du projet Fragil-IT. Il fonctionne sous Android.



Figure 8: IHM implémenté pour la page d'accueil

De plus, l'IHM a été adapté aux personnes âgées pour qu'elle soit simple et intuitif à utiliser. Pour cela, nous avons intégré de grandes icônes dans l'IHM qui représentent les capteurs. Tenant compte de tous leurs commentaires, nous avons mis à jour l'IHM en deux phases : i) Pour la première phase, elle a été accomplie dans notre Living Lab ActivAgeing grâce à la méthode de la co-conception. ii) Pour la deuxième phase, elle a été opérée au domicile des volontaires. Trois icônes de capteurs (trois modalités) composent l'interface principale du logiciel : 1) balance, 2) dynamomètre, 3) semelles connectées. Un processus d'arrière-plan traite le reste des modalités (infrarouge et radar de marche). Comme nous pouvons le remarquer sur l'interface d'accueil de l'application, les dernières mesures stockées dans la base de données sont affichées, l'utilisateur final peut avoir une idée de l'évolution de ces trois paramètres.

L'utilisateur peut mesurer sa force de préhension palmaire puis il confirme la mesure avec le bouton vert s'il n'a pas rencontré problèmes durant la prise de mesure, sinon, il a le bouton rouge pour recommencer l'expérimentation.

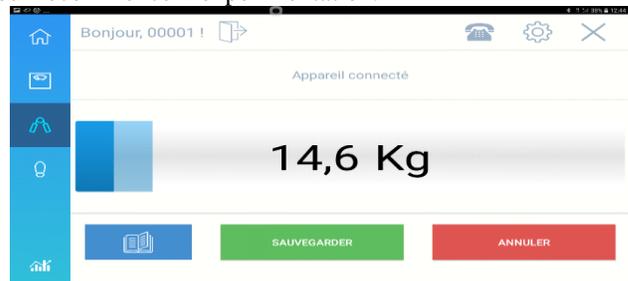


Figure 9: IHM implémenté pour dynamomètre

Comme le montre la figure 8, il en va de même pour l'utilisation du pèse-personne. L'utilisateur final respecte le protocole défini pour mesurer son poids et son équilibre.



Figure 10: IHM implémenté pour la balance



Figure 11: IHM implémenté pour les semelles connectées

Sur la gauche de la figure ci-dessus, l'interface graphique visualise la distance totale parcourue par le sujet, en revanche sur le côté droit, elle visualise le nombre de pas.

## VII. CONCLUSION AND PERSPECTIVES

Le système Fragil-IT a fourni aux médecins des informations et des indicateurs qui leur permet de suivre l'évolution de l'activité du sujet et de déduire l'effet des traitements prescrits. Les différentes courbes présentées ci-dessus, les aident à prendre les bonnes décisions concernant les traitements et les médicaments à prescrire. Les personnes âgées et leurs familles ont eu une bonne impression et ont fait de remarques positives sur les capteurs, l'IHM de logiciel et l'application Web, ce qui leur a permis de suivre différents paramètres.

### ACKNOWLEDGMENT

Ce travail a été financé par la Caisse de retraite Nord-Est (projet Fragil-IT) de la CARSAT (caisse d'assurance retraite et santé au travail). Nous tenons à remercier Agnes Lecléf (Société Assystel) pour son implication et ses efforts en phase d'expérimentation. Elle a été impliquée dans toutes les étapes cette deuxième phase.

### REFERENCES

- [1] Rolland Y, Tolson D, Morley JE, Vellas B. The International Association of Gerontology and Geriatrics (IAGG) nursing home initiative. *J Am Med Dir Assoc.* 2014 May;15(5):307-8
- [2] Piau A, Campo E, Vellas B, Nourhashemi F. Development of technologies for healthy aging: searching for the right way. *The Journal of Aging Research and Clinical Practice* 2016;5(2):61-64; published online May 11, 2016, <http://dx.doi.org/10.14283/jarcp.2016.93>.
- [3] A. Piau, P. Rumeau, E. Campo, F. Nourhashémi Frailty syndrome: a relevance of technology? *Non Pharmacological Therapies in Dementia* 2015 Volume 3, Number 2
- [4] Chkeir, A., Novella, J.-L., Dramé, M., Bera, D., Collart, M., and Duchêne, J.: 'In-home physical frailty monitoring: relevance with respect to clinical tests', *BMC Geriatrics*, 2019, 19, (1), pp. 34
- [5] Vellas B, Cestac P, Moley JE. Editorial: implementing frailty into clinical practice: we cannot wait. *J Nutr Health Aging.* 2012;16(7):599-600.
- [6] Rougé Bugat ME, et al. Detecting frailty in primary care: a major challenge for primary care physicians. *J Am Med Dir Assoc.* 2012 Oct;13(8):669-72.
- [7] A. Piau et al. Frailty and new technologies. 8th World Conference on Gerontechnology at the Technische Universiteit of Eindhoven (TU/e). IAGG, ISG\*ISARC2012. June 2012
- [8] B.G. Celler, T. Hesketh, W. Earnshaw, and E. Ilisar. An instrumentation system for the remote monitoring of changes in functional health status of the elderly at home. In *EMBC1994*, pages 908–909, Baltimore, 1994.
- [9] D. Voilmy, J. Duchêne. Living Lab ActivAgeing - Developing home-based social and healthcare solutions for the elderly using participatory design. *Studia Informatica Universalis*, vol. 11, n°2, 63-68, 2013.
- [10] R.Jaber, A.Chkeir, D.J.Hewson, J.Duchêne, A new device to assess gait velocity at home 2014 IFMBE Proceedings 41, pp. 1503-1505
- [11] A.Chkeir, D.Safieddine, D.Bera, D.b, Collart, J.L.Novella, Drame, D.Hewson, J.Duchene Balance quality assessment as an early indicator of physical frailty in older people. *EMBC 2016 Article number 7591940*, Pages 5368-5371
- [12] A.Chkeir, R.Jaber, D.Hewson, J.Duchene Estimation of grip force using the Grip-ball dynamometer 2013 *Medical Engineering and Physics* 35(11), pp. 1698-1702.
- [13] E. Bobillier, M. Chaumon. Acceptation située des TIC dans et par l'activité : Premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du travail et des organisations*, 22, 4-21, 2016.
- [14] R.Jaber, A.Chkeir, D.Hewson, J.Duchene ARPEGE: Assessment of frailty at home 2013 *IEEE e-Health 6720715*, pp. 434-438
- [15] T.Guettari, P.A. C. Aguilar, J.Boudy, H. Medjahed, D. Istrate, J-L Baldinger, I.Belfeki, M. Opitz, M. Maly-Persy Multimodal localization in the context of a medical telemonitoring system *IEEE, Proceedings EMBC 2010: 32nd Annual International*
- [16] A. Piau, Y. Charlon, E. Campo, B. Vellas, F. Nourhashemi "A Smart Insole to Promote Healthy Aging for Frail Elderly Individuals: Specifications, Design, and Preliminary Results." *JMIR Rehabil Assist Technol* 2015 vol.2 iss.1 e5 p.1
- [17] Y. Charlon, E. Campo, D. Brulin, A. Piau Smart Insole for Measuring Actimetry of Frail People *Med-e-tel 2015 Luxembourg*
- [18] D. Voilmy. Les « living labs » et la conception participative: l'exemple d'ActivAgeing, numéro spécial: Les gérontechnologies, mythe ou réalité? *Retraite et Société*, n°75, 2016.
- [19] T. Guettari, J. Boudy, D. Istrate, B. Benkhalfet, J.L. Baldinger, and P. Doré. A multimodal corpus recorded in a health nursing home. *Studia informatica Universalis* 2013; 11:88-102.