



**HAL**  
open science

## Prévention intelligente et continue de la perte d'autonomie à domicile

Cyriac Azefack, Vincent Augusto, Raksmei Phan, Xie Xiaolan, Guillaume Gardin, Claude Montuy-Coquard, Remi Bouvier, Thomas Celarier, Regis Gonthier

► **To cite this version:**

Cyriac Azefack, Vincent Augusto, Raksmei Phan, Xie Xiaolan, Guillaume Gardin, et al.. Prévention intelligente et continue de la perte d'autonomie à domicile : état des lieux et perspectives. 10ème conférence Francophone en Gestion et Ingénierie des Systèmes Hospitaliers, GISEH2020, Oct 2020, Valenciennes (visioconférence), France. hal-03188128

**HAL Id: hal-03188128**

**<https://hal.science/hal-03188128>**

Submitted on 1 Apr 2021

**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 intelligente et continue de la perte d'autonomie à domicile : état des lieux et perspectives

Cyriac Azefack <sup>1,2</sup>, Vincent Augusto <sup>1</sup>, Raksmei Phan <sup>1</sup>, Xiaolan Xie <sup>1</sup>, Guillaume Gardin <sup>2</sup>, Claude Montuy Coquard <sup>2</sup>, Rémi Bouvier <sup>2</sup>, Thomas Celarier <sup>3</sup>, Regis Gonthier <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mines Saint-Etienne, Univ. Clermont Auvergne  
CNRS, UMR 6158 LIMOS,  
Centre CIS, F – 42023 Saint-Etienne France  
{cyriac.azefack, augusto, raksmei.phan, xie}@emse.fr

<sup>2</sup> EOVI MCD Santé & Services,  
60 rue Robespierre – BP 10172  
42012 Saint-Etienne cedex 2  
guillaume.gardin@eovi-mcd.fr , {cmontuycoquard, rbouvier}@mutualite-loire.com

<sup>3</sup> Centre Hospitalier Universitaire de Saint-Étienne,  
42055 Saint-Etienne cedex 2  
{thomas.celarier, regis.gonthier}@chu-st-etienne.fr

**Résumé.** La fragilité de la personne âgée est un syndrome clinique utile pour évaluer le risque de perte d'autonomie. D'après la Société française de gériatrie et de gérontologie, la fragilité reflète une diminution des capacités physiologiques de réserve qui altère les mécanismes d'adaptation au stress. La fragilité est un concept multidimensionnel (physique, sociale, cognitive, nutritionnelle, sensorielle et fonctionnelle) et son dépistage est nécessaire pour le maintien d'une personne âgée en bonne santé. D'importantes innovations technologiques ont été réalisées dans le domaine de la santé ces dernières années et plus particulièrement de la santé à domicile avec des habitats intelligents. Un habitat intelligent est une maison équipée de capteurs non invasifs dans le but de récolter des informations sur les activités effectuées par la personne âgée. Pour des personnes âgées vivant à domicile, l'utilisation de ces nouvelles technologies pourrait améliorer nettement la qualité du dépistage de la fragilité, et par conséquent la qualité de la prévention de la perte d'autonomie.

**Mots clés :** fragilité, personne âgée, habitat intelligent

## 1 Introduction

La population vieillissante augmente la charge des services de soins et de santé. La fragilité affecte un nombre important de personnes âgées et demande une approche standardisée pour sa prise en charge. Le concept de fragilité est un moyen d'objectiver l'état de la personne âgée avant la dépendance et d'identifier la population cible pouvant bénéficier d'interventions et de préventions spécifiques afin de retrouver leur état de robustesse. Ces dernières années, d'importantes innovations technologiques ont été réalisées dans le domaine de la santé à domicile. Les systèmes intelligents ont le potentiel d'aider les professionnels de santé à mesurer et à suivre objectivement l'état de fragilité des personnes âgées à domicile. Pour se faire une idée de l'état de fragilité d'une personne âgée, les professionnels de santé passent par l'intermédiaire de tests cliniques effectués en milieu spécialisé, ou de questionnaires sur les activités de la vie courante du patient. Ces questionnaires sont complétés soit par le patient lui-même s'il en a la capacité, soit par des aidants. Bien que ces méthodes aient été construites pour refléter les performances du patient dans un environnement réel, les travaux de [Clegg *et al.*, 2015] questionnent leur validité. Par exemple, les questionnaires remplis par le patient ou les aidants peuvent être sujets au biais du répondant, quant aux tests cliniques, ils ne décrivent pas tous les détails subtils de la vie du patient à domicile. Parmi ces méthodes [Chaytor *et al.*, 2006] et [Schmitter–Edgecombe *et al.*, 2012] indiquent que l'observation directe reste la plus valide et précise pour

évaluer l'état de santé fonctionnelle d'une personne âgée à domicile. Dans ce document, nous proposons une définition de la fragilité et une évaluation des solutions existantes de dépistage de la fragilité à travers cette définition.

## 2 La fragilité

D'après la **Société française de gériatrie et de gérontologie**, la fragilité est un syndrome clinique qui reflète une diminution des capacités physiologiques de réserve qui altère les mécanismes d'adaptation au stress. Les personnes identifiées comme fragiles ont des risques élevés de mortalité, de perte d'autonomie et d'institutionnalisation [Fried *et al.*, 2001; Sternberg *et al.*, 2011]. Le processus de vieillissement n'est pas similaire chez toutes les personnes âgées, on distingue 3 catégories bien distinctes de seniors [IRDES, 2016] : *robustes*, *vulnérables* et *dépendants*. Suivre les indicateurs de fragilités, c'est identifier chez la personne âgée les risques de son passage d'un état robuste à fragile (ou vulnérable) et de lui apporter les soins adaptés pour que celui-ci puisse, si possible, repasser à un état robuste et autonome le plus rapidement possible. L'âge est un déterminant majeur de fragilité, mais n'explique pas à lui seul ce syndrome. La prise en charge des dimensions de la fragilité peut réduire ou retarder ses conséquences. Ainsi la fragilité s'inscrirait dans un processus potentiellement réversible [Rolland *et al.*, 2011]. Après un parcours de la littérature sur le sujet suivi de rencontres avec des professionnels de santé sur le sujet de la fragilité, nous avons réussi à identifier plusieurs dimensions de la fragilité : la dimension *physique*, *sociale*, *cognitive*, *nutritionnelle*, *sensorielle* et *fonctionnelle*. Il existe une interaction complexe entre ces différentes dimensions de la fragilité. Le niveau de fragilité général n'est donc cependant pas égal à la somme de ses composants. Le niveau réel de fragilité (à un moment donné) se situerait entre l'état robuste et dépendant et pourrait avancer dans l'une de ces deux directions.

### 2.1 La fragilité physique

La perte de la force et de la masse musculaire (sarcopénie) joue un rôle majeur dans le processus de déclin fonctionnel et dans le développement de la fragilité de la personne âgée [Weber *et al.*, 2010]. Elle est une cause principale de la fragilité physique chez les personnes âgées. En 2001, en absence de définition standard de la fragilité [Fried *et al.*, 2001] mettent en place une définition opérationnelle de la fragilité basée uniquement sur des indicateurs physiques : (1) perte de poids involontaire : Si le patient perd plus de 5% (ou  $\geq 4.5$  kg) dans l'année ; (2) baisse de la motricité : temps mis pour parcourir une distance de 4.57 m [15 pieds], l'interprétation des résultats prend en compte l'âge et le sexe ; (3) baisse de l'activité physique : dépense énergétique hebdomadaire estimée sur la base de questionnaires ; (4) Sentiment de fatigue : évalué à partir de deux questions extraites du CES-D (Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale) ; (5) baisse de la force de prise : mesurée à l'aide d'un dynamomètre digital de Kern et résultats ajustés en fonction de l'Indice de Masse Corporel et du sexe. Cette définition dépiste trois niveaux de fragilité chez la personne âgée, robuste (moins d'un critère sur 5), pré-fragile (entre 2 et 3 critères sur 5) et fragile (plus de 3 critères sur 5).

### 2.2 La fragilité sociale

Encore appelée vulnérabilité sociale, les travaux de [Bunt *et al.*, 2017] définissent la fragilité sociale comme l'insuffisance (ou l'absence complète) de liens sociaux et la perception d'un manque de contacts et de support humain. Contrairement à l'aspect physique, l'aspect social de la fragilité a toujours été négligé dans les recherches faites autour de la fragilité pourtant elle a son importance. D'après [Makizako *et al.*, 2015], une fragilité sociale chez des personnes âgées augmente les risques de perte d'autonomie. Elle peut être identifiée en posant des questions telles que : visitez-vous souvent des amis ? À quelle fréquence sortez-vous ? Vous sentez-vous utile à votre famille ? Ces questions aussi simples soient-elles, essaient de mettre en lumière le niveau de satisfaction de la personne âgée par rapport à son environnement socio-économique

et sociodémographique. Ce niveau de satisfaction social dénote l'état de fragilité sociale du patient. Les travaux de [Andrew *et al.*, 2008] ont montré une corrélation forte entre un score de vulnérabilité sociale et la mortalité.

### **2.3 La fragilité cognitive**

Principalement représentée par des troubles du comportement, la fragilité cognitive désigne un ensemble de manifestations comportementales qui sortent des normes sociales établies (parler tout seul, se dévêtir dans la rue ...). Ces manifestations constituent des symptômes de pathologies mentales et particulièrement la démence, maladie où les capacités de verbalisation s'amenuisent. Elles contribuent à la désocialisation et à la désadaptation du patient de son environnement. Les maladies neuropsychiatriques chez les personnes âgées ont des formes atypiques (troubles du comportement, maladies somatiques) et doivent être différenciées du vieillissement et des maladies physiques. Les troubles de comportements sont des facteurs de risque importants d'un déclin cognitif. Le trouble cognitif le plus présent chez les personnes âgées est la maladie d'Alzheimer. Parallèlement, la dépression est un problème de santé mentale fréquent chez les plus de 65 ans [Whitbourne, 2000]. [Blazer, 2003] présente les risques liés à un non-diagnostic de la dépression: risque de passage à l'acte suicidaire, augmentation de la morbidité physique et évolution rapide vers la dépendance.

### **2.4 La fragilité nutritionnelle**

Pour se maintenir en forme, il est important que les personnes les plus âgées puissent adopter et maintenir une alimentation saine et équilibrée. La dénutrition protéino-énergétique touche 2% à 4% des personnes âgées vivant à domicile entre 60 et 80 ans et peut atteindre 10% après 80 ans dans certaines régions et elle augmente l'incidence de la fragilité physique et de la mortalité d'après [Cederholm *et al.*, 1995]. La déshydratation peut avoir de graves conséquences lorsqu'elle atteint un stade avancé : fatigue, apathie, troubles de la vigilance, baisse de la tension, vertiges et augmente les risques d'hospitalisations. Les principaux outils utilisés par les professionnels de santé pour le dépistage d'une fragilité nutritionnelle sont des questionnaires. Les outils plus utilisés sont le MNA (Mini Nutritional Assessment), le MUST (Malnutrition Universal Screening Tool), le SCALES (Sadness – Cholesterol – Albumin – Lost of weight – Eating problems – Shopping problems). Les informations communes extraites de ces questionnaires sont l'IMC (Indice de Masse Corporel), informations sur la perte de poids involontaire, la quantité de calories ingérée par jour et la durée des repas.

### **2.5 La fragilité sensorielle**

La prise en compte de la fragilité sensorielle n'est pas généralisée dans les outils de dépistage courants, pourtant elle a son importance [Lin *et al.*, 2004]. Les principaux sens affectés sont la vue et l'audition. Lors de la perte mal compensée d'une de ces facultés, il est plus difficile pour des personnes âgées de se réadapter, et de maintenir des liens avec leur environnement. Avec le vieillissement, la vue et l'audition ont tendance à baisser. Ce sont des facteurs aggravants de perte de repères, de désorientation spatio-temporelle et de désintérêt pour la vie sociale. De plus, la déficience visuelle est un facteur de risque du déclin cognitif et fonctionnel chez les femmes âgées [Weinstein et Ventry, 1982]. D'après [Cruickshanks *et al.*, 1998], une déficience auditive telle que la presbycusie affecterait environ 30% de la population américaine de plus de 65 ans et qu'environ la moitié des plus de 75 ans auraient une perte auditive significative. Une mauvaise compensation de ces troubles augmente les risques de déclin cognitif chez les personnes âgées, car augmente les risques d'isolement.

### **2.6 La fragilité fonctionnelle**

La principale raison d'entrée en institution pour une personne âgée est l'incapacité à vivre seule, c'est-à-dire à réaliser des tâches de la vie courante de manière autonome. La fragilité fonctionnelle essaie de donner un ordre d'idée de l'état de santé globale de la personne âgée en termes d'autonomie, recensant l'ensemble des

tâches de la vie courante pouvant être réalisée par celle-ci. La perte d'autonomie augmente les risques de mortalité chez les personnes âgées [Davis *et al.*, 1995]. L'autonomie fonctionnelle d'une personne âgée est analysée grâce à des questionnaires. Elle est évaluée suivant deux aspects, les activités de base de la vie quotidienne (hygiène corporelle, habillage, la continence, le déplacement et le repas) et les activités instrumentales de la vie quotidienne (aptitude à utiliser le téléphone, faire les courses, faire à manger, l'entretien ménager, la blanchisserie, l'utilisation des moyens de transport, la responsabilité à l'égard de son traitement et l'aptitude à manipuler de l'argent) [Vermeulen *et al.*, 2011].

### **3 Instruments d'évaluation de la fragilité**

La notion de fragilité a progressivement pris de l'ampleur dans le monde médical à partir de l'identification des personnes âgées à haut risque de mortalité ou de perte d'autonomie. Malgré le fait que la communauté médicale soit d'accord sur l'existence d'un syndrome de fragilité, aucune définition commune de la fragilité n'existe. La définition de la fragilité proposée dans ce document s'accorde avec des travaux antérieurs tels que [De Lepeleire *et al.*, 2009; Gobbens *et al.*, 2010]. Mesurer le niveau de fragilité d'une personne âgée est problématique pour plusieurs raisons. Différents types d'outils ont été proposés ces dernières décennies : Des tests fonctionnels, des questionnaires et échelles, tous ayant pour but de catégoriser la population de personnes âgées en fonction de leur niveau de fragilité. Nous nous sommes inspirés de l'état de l'art établi dans les travaux de [Buta *et al.*, 2016] pour mettre en évidence la couverture des huit instruments d'évaluation de la fragilité les plus utilisés de la littérature par rapport aux six dimensions de la fragilité proposées. Le tableau en Annexe 1 donne un aperçu de cette évaluation.

Idéalement, toutes les dimensions devraient avoir le même niveau de couverture, mais il est clair que nous avons un déséquilibre. On peut imaginer que ce déséquilibre soit dû à des différences de définition de la fragilité ou à des limitations pour éviter une trop grande complexité dans le dépistage de la fragilité (questionnaire trop long, échelle de mesure trop complexe ...).

### **4 Systèmes intelligents de mesure et de suivi de la fragilité à domicile**

Au fur et à mesure que la technologie avance, les limitations dues à la complexité peuvent être compensées. Le suivi de l'état de santé d'une personne âgée peut se faire plus facilement à domicile. Les habitats intelligents rendent cela possible. Le développement d'habitats intelligents dans le monde entier est une réponse à la hausse des coûts de soins et le désir des personnes âgées de rester indépendant chez eux. Assurer le maintien à domicile d'une personne âgée en toute sécurité implique d'être capable de suivre son état de santé et d'agir en cas de problèmes. La fragilité étant un moyen d'objectiver l'état de santé d'une personne âgée, l'habitat intelligent idéal devrait être capable de suivre une personne âgée sur toutes les dimensions de la fragilité (Tableau 1). Un extrait de l'état de l'art réalisé par [Ransing et Rajput, 2015] sur différents projets d'habitats intelligents dans le monde nous permet d'évaluer la couverture de la fragilité dans le cas d'habitat intelligent (voir Annexe 2).

Contrairement à ce que l'on aurait pu supposer, nous n'avons pas une augmentation considérable de la couverture de la fragilité avec des projets d'habitats intelligents. Le projet américain « Plateforme Cloud de mesure de la santé et du bien-être des personnes âgées » mentionné dans les travaux de [Jacobs et Kaye, 2015] et réalisé en 2004 a été développé par ORCATECH (Oregon Center of Aging and Technology) est l'un des projets d'habitat intelligent couvrant le plus les dimensions de la fragilité (physique, sociale, cognitive, nutritionnelle et fonctionnelle). Les chercheurs du centre ont utilisé principalement des capteurs sans fils présents sur le marché pour évaluer l'autonomie de la personne âgée à domicile. Ce projet nous montre que l'investissement technologique pour réaliser un projet d'habitat intelligent couvrant une grande partie de la fragilité est minime. Connaître les critères à mesurer est essentiel pour le choix des capteurs. Les autres projets ne couvrent pas plus de deux dimensions de la fragilité. Nous pouvons donc supposer que ceci est

principalement dû à un choix et non à des limitations technologiques. Réaliser un projet d'habitat intelligent couvrant la totalité des dimensions de la fragilité serait donc possible sans innovations technologiques.

## 5 Conclusions et perspectives

Nous avons présenté dans ce papier, une définition de la fragilité en le considérant comme un concept multidimensionnel. Nous avons réussi à identifier ses différentes dimensions: la dimension physique, sociale, cognitive, nutritionnelle, sensorielle et fonctionnelle. Il existe une interaction complexe entre ces différentes dimensions de la fragilité, elles ne sont pas toutes distinctes entre elles. Le niveau de fragilité général n'est donc cependant pas égal à la somme de ses composants. Le niveau réel de fragilité (à un moment donné) se situerait entre l'état robuste et l'état dépendant et peut avancer dans chacune des deux directions. La fragilité s'inscrirait donc dans un processus potentiellement réversible.

Une évaluation de différentes méthodes de mesure et de dépistage de la fragilité (instruments cliniques et habitats intelligents) nous a permis de constater un déséquilibre au niveau de l'attention portée aux différentes dimensions de la fragilité. Ce déséquilibre serait potentiellement causé par des limitations liées à la complexité de l'instrument de mesure. En ce qui concerne les habitats intelligents, le déséquilibre est plus poussé, mais certains projets déjà présents sur le marché offrent une couverture complète des dimensions de la fragilité. Il serait donc possible, sans innovation technologique, d'avoir un habitat intelligent pouvant couvrir l'ensemble des dimensions de la fragilité, permettant ainsi d'assurer un suivi complet de l'état de santé de la personne âgée à domicile.

## References

- Andrew, M. K., Mitnitski, A. B. et Rockwood, K. (2008) Social vulnerability, frailty and mortality in elderly people, *PLoS ONE*, 3(5), p. 1-8.
- Blazer, D. G. (2003) Depression in Late Life: Review and Commentary, *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 58(3), p. M249-M265.
- Bunt, S. et al. (2017) Social frailty in older adults: a scoping review, *European Journal of Ageing*, 14(3), p. 323-334. Springer Netherlands.
- Buta, B. J. et al. (2016) Frailty assessment instruments: Systematic characterization of the uses and contexts of highly-cited instruments, *Ageing Research Reviews*, 26, p. 53-61. Elsevier.
- Cederholm, T., Järgren, C. et Hellström, K. (1995) Outcome of protein-energy malnutrition in elderly medical patients, *The American Journal of Medicine*, 98(1), p. 67-74.
- Chaytor, N., Schmitter-Edgecombe, M. et Burr, R. (2006) Improving the ecological validity of executive functioning assessment, *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(3), p. 217-227. No longer published by Elsevier.
- Clegg, A., Rogers, L. et Young, J. (2015) Diagnostic test accuracy of simple instruments for identifying frailty in community-dwelling older people: a systematic review, *Age and ageing*, 44(1), p. 148-152. Oxford University Press.
- Cruickshanks, K. J. et al. (1998) Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver dam, Wisconsin. The epidemiology of hearing loss study, *American Journal of Epidemiology*, 148(9), p. 879-886.
- Davis, R. B. et al. (1995) Predicting in-hospital mortality. The importance of functional status information., *Medical care*, 33(9), p. 906-21. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7666705>.
- Fahim, M. et al. (2012) Daily life activity tracking application for smart homes using android smartphone, *Icact2012*, p. 241-245. Disponible sur: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6174657>.
- Fried, L. P. et al. (2001) Frailty in older adults: evidence for a phenotype, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 56(3), p. M146-M156.
- Gill, T. M. et al. (2002) A Program to Prevent Functional Decline in Physically Frail, Elderly Persons Who Live at Home, *New England Journal of Medicine*, 347(14), p. 1068-1074. Massachusetts Medical Society.

- Gobbens, R. J. J. *et al.* (2010) Determinants of frailty., *Journal of the American Medical Directors Association*. , 11(5), p. 356-64. Elsevier.
- IRDES (2016) *La prévention de la perte d'autonomie. La fragilité en questions. Apports, limites et perspectives.*, *Les rapports de l'IRDES*. Disponible sur: <http://www.irdes.fr/recherche/rapports/563-la-prevention-de-la-perte-d-autonomie-la-fragilite-en-questions.pdf>.
- Jacobs, P. G. et Kaye, J. A. (2015) Ubiquitous Real-World Sensing and Audiology-Based Health Informatics, *Journal of the American Academy of Audiology*. , 26(9), p. 777-783.
- De Lepeleire, J. *et al.* (2009) Frailty: an emerging concept for general practice., *The British journal of general practice : the journal of the Royal College of General Practitioners*. , 59(562), p. e177-82. British Journal of General Practice.
- Lin, M. Y. *et al.* (2004) Vision Impairment and Combined Vision and Hearing Impairment Predict Cognitive and Functional Decline in Older Women, *Journal of the American Geriatrics Society*. , 52(12), p. 1996-2002.
- Makizako, H. *et al.* (2015) Social Frailty in Community-Dwelling Older Adults as a Risk Factor for Disability, *Journal of the American Medical Directors Association*. , 16(11), p. 1003.e7-1003.e11. Elsevier Inc.
- Mitnitski, A. B., Mogilner, A. J. et Rockwood, K. (2001) Accumulation of deficits as a proxy measure of aging., *TheScientificWorldJournal*. , 1, p. 323-36. Hindawi.
- Pigini, L. *et al.* (2017) Pilot Test of a New Personal Health System Integrating Environmental and Wearable Sensors for Telemonitoring and Care of Elderly People at Home (SMARTA Project)., *Gerontology*. , 63(3), p. 281-286. Karger Publishers.
- Ransing, R. S. et Rajput, M. (2015) Smart home for elderly care, based on Wireless Sensor Network, in *2015 International Conference on Nascent Technologies in the Engineering Field (ICNTE)*. , p. 1-5. IEEE.
- Rockwood, K. *et al.* (1999) A brief clinical instrument to classify frailty in elderly people., *Lancet (London, England)*. , 353(9148), p. 205-6. Elsevier.
- Rockwood, K. *et al.* (2005) A global clinical measure of fitness and frailty in elderly people., *CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne*. , 173(5), p. 489-95. Canadian Medical Association Journal.
- Rolland, Y. *et al.* (2011) La fragilité de la personne âgée: un consensus bref de la Société française de gériatrie et gérontologie, *Gériatrie et psychologie neuropsychiatrie du vieillissement*. , 9(4), p. 387-390.
- Saliba, D. *et al.* (2001) The Vulnerable Elders Survey: A Tool for Identifying Vulnerable Older People in the Community, *Journal of the American Geriatrics Society*. , 49(12), p. 1691-1699.
- Schmitter-Edgecombe, M., McAlister, C. et Weakley, A. (2012) Naturalistic assessment of everyday functioning in individuals with mild cognitive impairment: The day-out task., *Neuropsychology*. , 26(5), p. 631-641.
- Speechley, M. et Tinetti, M. (1991) Falls and Injuries in Frail and Vigorous Community Elderly Persons, *Journal of the American Geriatrics Society*. , 39(1), p. 46-52.
- Sternberg, S. A. *et al.* (2011) The identification of frailty: A systematic literature review, *Journal of the American Geriatrics Society*. , p. 2129-2138.
- Vermeulen, J. *et al.* (2011) Predicting ADL disability in community-dwelling elderly people using physical frailty indicators: A systematic review, *BMC Geriatrics*. , 11.
- Wang, X. *et al.* (2016) A Tensor-Based Big Service Framework for Enhanced Living Environments, *IEEE Cloud Computing*. , 3(6), p. 36-43.
- Weber, J., Gillain, S. et Petermans, J. (2010) la sarcopénie : un marqueur de fragilité physique. , (1), p. 514-520.
- Weinstein, B. E. et Ventry, I. M. (1982) Hearing Impairment and Social Isolation in the Elderly, *Journal of Speech Language and Hearing Research*. , 25(4), p. 593.
- Whitbourne, S. K. (2000) *Psychopathology in later adulthood*. Wiley. Disponible sur: <https://www.wiley.com/en-it/Psychopathology+in+Later+Adulthood-p-9780471193593>.
- Winograd, C. H. *et al.* (1991) Screening for Frailty: Criteria and Predictors of Outcomes, *Journal of the American Geriatrics Society*. , 39(8), p. 778-784.
- Woznowski, P. *et al.* (2017) SPHERE: A Sensor Platform for Healthcare in a Residential Environment, in *Designing, Developing, and Facilitating Smart Cities*. , p. 315-333. Cham: Springer International Publishing.

## Annexes

### Annexe 1 : Évaluation d'instruments clinique pour dépistage de la fragilité

Instrument d'évaluation / Étude	Description	Phys.	Soc.	Cogn.	Nutr.	Sens.	Fonc.	Autres
Phénotype de fragilité physique de Fried [Fried <i>et al.</i> , 2001]	Le sujet est considéré comme fragile en cas de présence de 3 éléments sur 5 de fragilités	+	-	-	-	-	-	
Indice d'Accumulation de déficits (DAI, encore appelé Indice de fragilité) [Mitnitski <i>et al.</i> , 2001]	Nombre de problèmes de santés (symptômes, signes, handicaps, résultats de laboratoires ...) sur une liste d'au moins 40 possibles problèmes	+	+	+	+	+	+	Handicap & Comorbidités
Évaluation de fragilité de Gill [Gill <i>et al.</i> , 2002]	Évaluation de la fragilité pour prévenir un déclin physique chez les personnes âgées vivant à domicile	+	-	+	-	-	+	
Évaluation de la vigueur [Speechley et Tinetti, 1991]	Évaluation de vigueur dans le but de prévenir les chutes chez les personnes âgées vigoureuses	+	+	+	+	+	-	Handicap
L'échelle de fragilité clinique [Rockwood <i>et al.</i> , 2005]	Une mesure clinique globale de la forme et de la fragilité chez les personnes âgées	+	-	+	-	-	+	Handicap & Comorbidités
Instrument bref de mesure clinique de la fragilité [Rockwood <i>et al.</i> , 1999]	Échelle de classification du niveau de fragilité chez les personnes âgées basée sur la marche et les activités de la vie quotidienne	+	-	+	-	-	+	Handicap & Comorbidités
Enquête pour personnes âgées vulnérables [Saliba <i>et al.</i> , 2001]	Méthode d'identification de personnes âgées vulnérable vivant à domicile	+	-	-	-	+	+	Handicap
Instrument de dépistage de Winograd [Winograd <i>et al.</i> , 1991]	Instrument de mesure de fragilité pour personnes âgées hospitalisées	+	+	+	+	+	+	Handicap & Comorbidités

## Annexe 2 : Évaluation d'habitats intelligents pour le suivi de personnes âgées à domicile

Titre	Pays (Année)	Technologies	Phys	Soc	Cogn	Nutr	Sens	Fonc
Suivi des Activités courantes pour habitat intelligent via un Smartphone Android [Fahim <i>et al.</i> , 2012]	Corée (2012)	- Tags RFID - Biocapteurs	-	-	-	-	-	+
Habitat intelligent basé sur le Cloud Computing [Wang <i>et al.</i> , 2016]	Canada (2013)	- Capteurs de proximité - Capteurs de température, d'humidité et de lumière	-	+	-	-	-	-
Plateforme Cloud de mesure de la santé et du bien-être des personnes âgées [Jacobs et Kaye, 2015]	États-Unis (2004)	- Capteurs infrarouges : mobilité et le sommeil - Suivi de prise de médicaments - Suivi de l'utilisation de l'ordinateur et du portable - Capteur de température et qualité de l'air - Mesure de poids, rythme cardiaque et Indice de Masse corporelle	+	+	+	+	-	+
Habitat intelligent pour la surveillance de personnes âgées [Ransing et Rajput, 2015]	Inde (2015)	- Capteur de température - Capteur de gaz - Capteur d'ouverture/fermeture de portes	-	-	-	-	-	-
Plateforme de capteurs pour des services de soins à domicile [Woznowski <i>et al.</i> , 2017]	Royaume uni (2016)	- Caméra vidéo - Accéléromètres : - Capteur de température, d'humidité, de luminosité, de niveau de bruit, de la qualité d'air - Capteurs de présence	+	-	-	-	-	+
Télésurveillance des signes vitaux et détection d'anomalies à domicile dans les activités de la vie courante [Pigini <i>et al.</i> , 2017]	Italie (2017)	- Détection de chutes - Appareil multimesure: rythme cardiaque, température de l'oreille, pression sanguine, oxygénation du sang et glycémie - Capteur porté : Électrocardiogramme - Capteur d'ouverture/fermeture de portes	-	-	-	-	-	+