

CIGI QUALITA MOSIM 2023

Vers un système de recommandation personnalisé de services métiers dédiés à la prévention de fragilité chez les aînés

Ghassen Frikha * Xavier Lorca * Hervé Pingaud ** Christophe Bortolaso *** Katarzyna Borgiel *** Elyes Lamine *,****

* Université de Toulouse, IMT Mines Albi, Centre Génie Industriel, Route de Teillet, 81013 Albi Cedex 9, France
(e-mail : ghassen.frikha@mines-albi.fr, elyes.lamine@mines-albi.fr, xavier.lorca@mines-albi.fr)

** CNRS-LGC, Institut National Universitaire Champollion, Université de Toulouse, Albi, France
(e-mail : herve.pingaud@univ-jfc.fr)

*** Division Recherche et Innovation, Berger-Levrault, Labège, France
(e-mail : christophe.bortolaso@berger-levrault.fr, katarzyna.borgiel@berger-levrault.fr)

**** Université de Toulouse, ISIS, Institut National Universitaire Champollion, Rue Firmin-Oulès, 81104 Castres, France
(e-mail : elyes.lamine@univ-jfc.fr)

Résumé

La fragilité est un syndrome clinique lié au vieillissement qui caractérise un état intermédiaire entre la santé robuste et la perte d'autonomie. Pour préserver les capacités de la personne âgée et éviter la dépendance, il est important de repérer et d'évaluer sa fragilité. Cette démarche s'inscrit dans une approche de prévention de la dépendance, qui repose sur une compréhension approfondie de sa situation médicale, sociale et de son environnement de vie. Cette compréhension est généralement acquise grâce à une collecte importante de données à l'aide d'enquêtes d'évaluation standardisées. Les données obtenues sont ensuite analysées afin de fournir des recommandations personnalisées aux modes de vie des bénéficiaires. Notre article expose le concept de fragilité ainsi qu'un système de recommandation personnalisé qui a pour objectif d'aider les citoyens à prévenir la fragilité. Ce système utilise une approche novatrice d'auto-évaluation destinée aux personnes âgées, sans que cela n'implique systématiquement le recours à des professionnels de la santé.

Abstract

Frailty is a clinical syndrome associated with ageing that characterizes an intermediate state between robust health and loss of autonomy. To preserve the abilities of older adults and prevent dependency, it is important to identify and evaluate their frailty. This approach is part of a dependency prevention strategy, based on a thorough understanding of their medical, social, and living environment. This understanding is usually acquired through a significant amount of data collection using standardized evaluation surveys. The obtained data is then analyzed to provide personalized recommendations for the beneficiaries' lifestyles. Our article presents the concept of frailty and a personalized recommendation system aimed at helping citizens prevent frailty. This system uses an innovative self-assessment approach designed for older adults, without necessarily involving healthcare professionals.

Keywords: Systèmes de recommandation, Personnes âgées, Fragilité, Algorithme de recommandation, Recommandations personnalisées.

Recommendation systems, Elderly, Frailty, Recommendation algorithm, Personalized recommendations.

1. INTRODUCTION

À mesure que la population mondiale vieillit, il est crucial de veiller à ce que les personnes âgées puissent vivre leurs dernières années en bonne santé. Les avantages d'une telle approche sont nombreux, tant pour les personnes âgées que pour la société dans son ensemble, comme l'a souligné une étude de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (OMS, 2016). Maintenir les capacités physiques, cognitives et psycho-sociales est un aspect clé du vieillissement en bonne santé, car cela permet de conserver le bien-être et l'indépendance des aînés.

Cependant, avec l'âge, une diminution de ces capacités peut survenir, ce qui peut entraîner une fragilité définie comme un syndrome caractérisé par un déclin des systèmes physiologiques, la diminution des réserves fonctionnelles et la vulnérabilité face à des situations de stress (Clegg et al., 2013). Contrairement à la déficience, la fragilité peut souvent être inversée ou minimisée avec des interventions personnalisées (Subra et al., 2012) visant à préserver les capacités. Ces interventions peuvent aider à prévenir la dépendance et réduire la charge sur le système de santé, y compris les coûts élevés de soins de santé.

En France, la prise en charge de la fragilité s'effectue en trois étapes essentielles : la détection, l'évaluation et la mise en place d'un plan personnalisé d'interventions (PPI), ainsi que le suivi. La première étape consiste à identifier les signes de fragilité

chez la personne concernée, la seconde à évaluer son état de santé afin d'élaborer un PPI adapté à ses besoins spécifiques, et la dernière à assurer un suivi régulier pour surveiller l'évolution de son état de santé et sa conformité au PPI (Lamine et al., 2019). L'objectif de ce processus est de prévenir ou de retarder la déficience et la dépendance, et d'améliorer la qualité de vie des personnes âgées. Il vise également à réduire le nombre et la durée des hospitalisations et de l'institutionnalisation.

Plusieurs pays européens se sont lancés dans l'économie des seniors (Silver Economy), en offrant des solutions innovantes, destinées aux personnes âgées ainsi qu'à leurs aidants, pour améliorer leur qualité de vie au quotidien (Costa, 2022). Notre travail se positionne dans cette optique, celle de promouvoir le « Bien Vieillir » et les comportements favorables à la bonne santé de personnes âgées en développant un moteur de recommandation de services personnalisés et dédiés à la prévention de leur fragilité.

Dans cet article, nous exposons tout d'abord le contexte médical et les enjeux liés au vieillissement de la population qui ont motivé notre recherche. Nous mettons également en évidence le lien existant entre le concept de fragilité et celui des capacités intrinsèques. Dans la troisième section, nous présentons en détail notre plateforme de recommandation innovante, « Senselife », qui repose sur une analyse fine des profils des utilisateurs et une recommandation de services adaptés à leur situation. Enfin,

nous concluons l'article en présentant une synthèse des résultats obtenus, ainsi que les perspectives futures de notre travail, notamment en termes d'application pratique pour améliorer la qualité de vie des personnes âgées.

2. COMPRÉHENSION MÉDICALE DE LA PERTE D'AUTONOMIE CHEZ LES ÂÎNÉS

Pour saisir les motivations de notre recherche et les défis à relever pour faire progresser un moteur de recommandation, nous devons préalablement comprendre les connaissances médicales de base sur ce qui est pertinent pour la perte d'autonomie chez les personnes âgées et comment cela peut être obtenu dans un processus continu de soins.

2.1 Fragilité

Le syndrome de fragilité est caractérisé par une diminution des capacités physiologiques de réserve qui affecte les mécanismes d'adaptation au stress. Sa manifestation clinique est influencée par des comorbidités et des facteurs psychologiques, sociaux, économiques et comportementaux. Il est associé à un risque accru de mortalité et d'évènements péjoratifs, notamment d'incapacités, de chutes, d'hospitalisation et d'entrée en institution (Rolland et al., 2011). Ainsi, des interventions précoces visant à prévenir la progression de la fragilité et de l'incapacité sont essentielles chez les personnes âgées.

Ensemble, les personnes pré-fragiles et fragiles représentent presque la moitié de la population âgée de 60 ans et plus. En France et dans d'autres pays de l'UE, des études épidémiologiques ont rapporté des taux de fragilité et de pré-fragilité d'environ 15% et 50% respectivement chez les adultes âgés de 65 ans et plus vivant dans la communauté (Santos-Eggimann et al., 2009)

Modèles de fragilité : Il y a deux définitions du syndrome de fragilité. La première définit le phénotype de fragilité (Fried et al., 2001). C'est un modèle qui se concentre sur une vision « motrice ». Ce phénotype est défini par cinq critères-symptômes :

- Perte de poids involontaire
- Faible force de préhension
- Épuisement auto-déclaré
- Vitesse de marche lente
- Faible niveau d'activité physique

L'évaluation du phénotype de fragilité se base sur les critères décrits précédemment. Elle permet de classer les personnes âgées en trois catégories : (1) personne âgée robuste sans aucun symptôme, (2) personne âgée pré-fragile présentant 1 ou 2 symptômes, et (3) personne âgée fragile présentant 3 symptômes ou plus (Sourdet et al., 2012).

La seconde définition est le modèle multi-domaine, qui adopte une approche cumulative des pathologies et des dépendances pour se concentrer sur une vision « globale » de la fragilité. Cette vision est illustrée par le tableau 1 contenant 70 éléments qui permettent de prendre en compte plusieurs domaines de la santé et du fonctionnement physique, psychologique et social d'une personne âgée. Ce cadre conceptuel considère que la fragilité résulte de l'interaction complexe de plusieurs facteurs, tels que les maladies chroniques, les déficits cognitifs, les problèmes de mobilité, les troubles émotionnels, le manque de soutien social, etc.

2.2 Capacités intrinsèques

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a introduit le concept de capacités intrinsèques (CI) pour favoriser une

TABLE 1 – Variables utilisées pour construire l'indice de fragilité

1	Changes in everyday activities	27	History of depressed mood	47	Seizures, partial complex
2	Head and neck problems	28	Tiredness all the time	48	Seizures, generalized
3	Poor muscle tone in neck	29	Depression (clinical impression)	49	Syncope or blackouts
4	Bradykinesia, facial	30	Sleep changes	50	Headache
5	Problems getting dressed	31	Restlessness	51	Cerebrovascular problems
6	Problems with bathing	32	Memory changes	52	History of stroke
7	Problems carrying out personal grooming	33	Short-term memory impairment	53	History of diabetes mellitus
8	Urinary incontinence	34	Long-term memory impairment	54	Arterial hypertension
9	Toileting problems	35	Changes in general mental functioning	55	Peripheral pulses
10	Bulk difficulties	36	Onset of cognitive symptoms	56	Cardiac problems
11	Rectal problems	37	Clouding or delirium	57	Myocardial infarction
12	Gastrointestinal problems	38	Paranoid features	58	Arrhythmia
13	Problems cooking	39	History relevant to cognitive impairment or loss	59	Congestive heart failure
14	Sucking problems	40	Family history relevant to cognitive impairment or loss	60	Lung problems
15	Problems going out alone	41	Impaired vibration	61	Respiratory problems
16	Impaired mobility	42	Tremor at rest	62	History of thyroid disease
17	Musculoskeletal problems	43	Postural tremor	63	Thyroid problems
18	Bradykinesia of the limbs	44	Intention tremor	64	Skin problems
19	Poor muscle tone in limbs	45	History of Parkinson's disease	65	Malignant disease
20	Poor limb coordination	46	Family history of degenerative disease	66	Breast problems
21	Poor coordination, trunk			67	Abdominal problems
22	Poor standing posture			68	Presence of snout reflex
23	Irregular gait pattern			69	Presence of the palmomental reflex
24	Falls			70	Other medical history
25	Mood problems				
26	Feeling sad, blue, depressed				

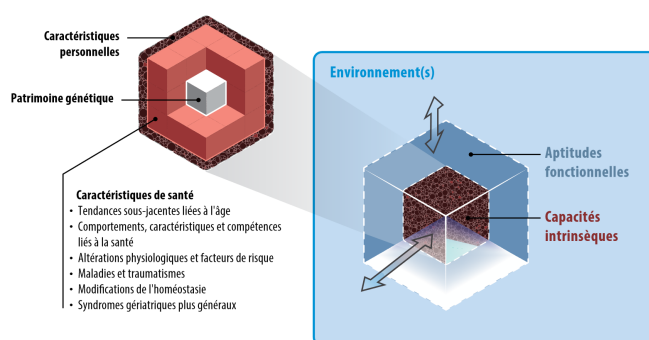


FIGURE 1 – La relation entre les capacités intrinsèques et l'environnement qui génère une fonctionnalité. (OMS, 2016)

évaluation plus complète et appropriée de la population vieillissante. Les capacités intrinsèques sont définies comme la somme de toutes les capacités physiques et mentales qu'un individu peut utiliser au cours de sa vie (Belloni and Cesari, 2019). Elles comprennent cinq domaines qui résument les capacités physiques et mentales d'un individu. La CI est de plus en plus importante pour adapter les systèmes de santé au vieillissement de la population (Gonzalez-Bautista et al., 2020).

L'OMS définit le vieillissement en bonne santé comme un processus de développement et de maintien des aptitudes fonctionnelles qui permettent aux personnes âgées de vivre en bonne santé. Les aptitudes fonctionnelles incluent les capacités intrinsèques d'une personne, ainsi que les caractéristiques de son environnement de vie et les interactions entre les deux. Les capacités intrinsèques représentent l'ensemble des capacités physiques et mentales d'une personne, tandis que les caractéristiques de l'environnement incluent les facteurs externes. La manière dont une personne interagit avec ces caractéristiques environnementales joue également un rôle important dans les aptitudes fonctionnelles.

La figure 1 montre comment la CI est liée à l'environnement. Le concept de CI peut être considéré comme une évolution de la fragilité (Cesari et al., 2018). Il est similaire à la fragilité, mais il se concentre sur les fonctions plutôt que sur les déficits.

Comprendre la relation entre les CI et la fragilité est crucial. En effet, la fragilité est un état de vulnérabilité qui peut survenir chez les personnes âgées en raison d'une diminution des capacités intrinsèques. Ainsi les capacités intrinsèques sont les capacités

de base dont une personne âgée a besoin pour fonctionner de manière autonome, alors que la fragilité est une condition qui se développe lorsque ces capacités intrinsèques sont affaiblies.

2.3 Mesures de la fragilité et des capacités intrinsèques

Bien que le concept de fragilité soit largement accepté, il reste encore des défis à relever pour sa détection et son évaluation en raison de la multitude d'outils de mesure disponibles. Actuellement, l'identification de la mesure de fragilité la plus appropriée pour une application clinique et/ou de recherche est l'objet de vifs débats.

(Dent et al., 2016) ont mené une revue sur les mesures de fragilité dans la recherche et la pratique clinique et ont identifié 29 mesures différentes de fragilité. Dans cette étude, une comparaison a été effectuée entre 14 mesures de fragilité en fonction de plusieurs critères tels que le temps nécessaire pour terminer le test, les composantes de la mesure, la manière dont le score de fragilité est calculé et s'il est utilisé en milieu clinique ou en population. Cette revue a montré qu'il existe plusieurs mesures utilisées pour identifier la fragilité chez les personnes âgées. Il y avait une grande variété dans l'applicabilité de ces mesures de fragilité : des instruments de dépistage de la fragilité courts, rapides et grossiers aux mesures sophistiquées et consommatrices de temps.

Bien que ces questionnaires aient des différences, ils partagent souvent des caractéristiques communes. Selon (Lamine et al., 2019), il existe deux types de liens sémantiques entre les questionnaires. Le premier type, « similaire à », exprime une relation d'équivalence sémantique entre deux concepts, tandis que le second type, « relatif à », exprime une relation étroitement liée entre deux concepts, mais unidirectionnelle. Par exemple, les questionnaires Mini Nutritional Assessment (MNA¹) et Activities of Daily Living (ADL²) évaluent tous deux la capacité d'une personne âgée à se nourrir et à se déplacer, mais avec des significations légèrement différentes. Ces liens sémantiques permettent de mieux comprendre les similitudes et les différences entre les questionnaires de mesure de fragilité.

L'évaluation des capacités intrinsèques chez les personnes âgées est un domaine en pleine croissance, mais il existe peu de revues scientifiques (George et al., 2021; López-Ortiz et al., 2022) qui discutent des outils disponibles pour cette évaluation. Le travail de (López-Ortiz et al., 2022) a retenu notre attention. Il propose un système de notation pour évaluer les capacités intrinsèques chez les personnes âgées et souligne la complémentarité entre la mesure de la fragilité et celle des capacités intrinsèques.

Les mesures de fragilité sont souvent basées sur une approche binaire, où une personne est considérée comme ayant ou non une condition de fragilité. En revanche, les mesures de CI évaluent l'état des capacités sur une échelle continue, offrant ainsi une meilleure capacité à détecter une baisse de capacité à un stade précoce. Bien qu'il y ait des similitudes en termes d'outils et de conditions utilisés pour mesurer la fragilité, les indices de fragilité, les phénotypes de fragilité et les scores de CI présentent peu de similitudes en pratique et aucun chevauchement réel n'est observable entre les trois concepts (voir la Figure 2).

En prenant en compte les mesures CI lors de l'évaluation de la fragilité chez les personnes âgées, on peut mieux comprendre leur état de santé global et anticiper les risques de fragilité et de complications associées. Cela permet également de mettre en place des stratégies de prévention et des plans personnalisés d'interventions (PPI) pour renforcer les CI et prévenir la fragilité (Belloni and Cesari, 2019; Liu et al., 2021; Ma et al., 2021; Yu et al., 2022). En somme, une évaluation complète de la fragilité

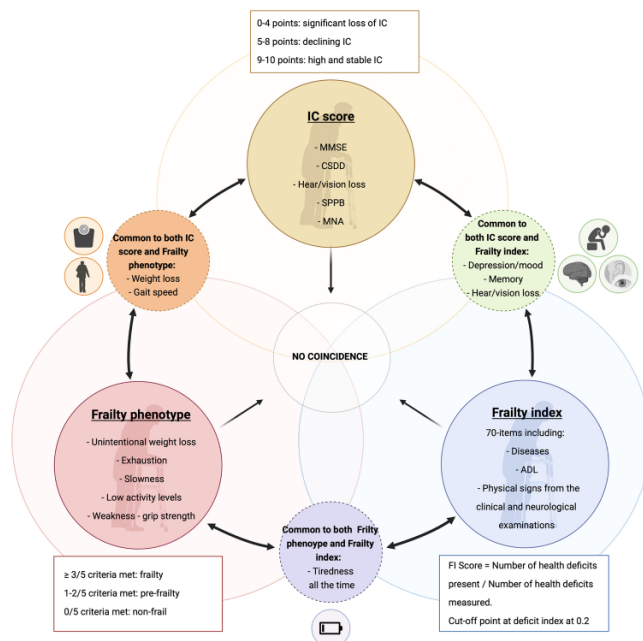


FIGURE 2 – Comparaison des mesures de fragilité et des CI (López-Ortiz et al., 2022)

et des CI est essentielle pour améliorer la qualité de vie et le bien-être des personnes âgées.

2.4 Les défis de la mise en place du plan personnalisé d'interventions pour la fragilité

La mise en place d'un plan personnalisé d'interventions (PPI) pour la fragilité chez les personnes âgées constitue la deuxième phase de leur prise en charge. Cette étape requiert la collaboration de plusieurs acteurs, tels que le médecin, le dentiste, le kinésithérapeute, l'assistant social, le diététicien, le neuropsychiatre, l'ophtalmologue, le psychologue, le professeur d'activités physiques adaptées, l'aide-soignant(e) et les laboratoires d'analyses biologiques (Seux et al., 2015; Benetos et al., 2015; Sacco et al., 2015; Subra et al., 2016). Bien que cette diversité d'acteurs permette d'adapter le PPI aux besoins de chaque personne âgée, sa mise en place peut être complexe et exigeante en ressources, ce qui limite son accessibilité à un nombre important de personnes âgées.

Les interventions personnalisées proposées dans le cadre du PPI sont généralement des services métiers disponibles dans l'environnement de la personne âgée. Cependant, pour obtenir un PPI efficace, il est nécessaire d'étudier l'environnement de la personne et de prendre en compte ses préférences individuelles. En raison de la diversité des situations et des préférences des personnes âgées, une approche de type « Case Management » est nécessaire pour une prise en charge efficace de la fragilité. Certains acteurs travaillent à l'élaboration de « panier de services » qui offrent un accompagnement gradué et peuvent répondre aux différents besoins des personnes âgées (Blanckaert et al., 2015).

La mise en place d'un plan personnalisé d'interventions (PPI) pour la fragilité est une tâche complexe qui nécessite une évaluation multidimensionnelle précise de la situation de la personne âgée, en utilisant des mesures de capacités intrinsèques et de fragilité. Une étude de son environnement est également nécessaire pour identifier les services métiers disponibles qui peuvent être inclus dans le PPI. Enfin, les informations personnelles telles que les préférences et le parcours de la personne sont essentielles pour développer un PPI adapté.

1. Questionnaire MNA : <https://www.mna-elderly.com/sites/default/files/2021-10/MNA-french.pdf>
2. Questionnaire ADL : <http://www.sgca.fr/outils/adl.pdf>

2.5 Outils existants

Plusieurs projets s'attaquent à la problématique de la fragilité en proposant des systèmes de recommandation. Par exemple, (Lunardini et al., 2019; Zacharaki et al., 2020; Madureira et al., 2020) proposent une détection de la fragilité grâce à une approche de surveillance à domicile à l'aide d'un ensemble de capteurs. Cependant, le principal inconvénient de MoveCare, FrailSafe et My-AHA est qu'ils sont dépendants à l'utilisation de plusieurs capteurs, chacun spécialisé pour surveiller un signe spécifique de fragilité, ce qui réduit l'accessibilité de ces solutions. Malgré l'aspect médical très poussé de ces solutions grâce à l'utilisation des capteurs, les services proposés et disponibles semblent limités.

La framework ICOPE publiée par l'OMS (Organization et al., 2019) évalue la fragilité de l'individu en se concentrant sur les capacités intrinsèques (CI) à travers des questionnaires posés par les professionnels de la santé. En cas de détection d'un symptôme de fragilité, un plan de soins personnalisé est établi. Cependant, cette solution ne prend pas en compte l'aspect de la participation de l'utilisateur dans l'expression de ses besoins et préférences, ni l'utilisation et l'évaluation des services.

L'application Nestore (Orte et al., 2018) est la plus proche de notre plateforme. Elle peut être considérée comme un système d'aide à la décision capable de recommander des services adaptés aux besoins des aînés. On trouve des similitudes dans les fonctionnalités principales comme l'évaluation de la fragilité, l'expression des besoins, la description de l'environnement et la proposition des services.

Dans la prochaine section, nous présenterons en détail notre plateforme de recommandation appelée « Senselife ». Elle permettra de répondre de manière interactive, précise et personnalisée aux besoins spécifiques de chaque personne âgée, en fonction de sa situation de fragilité et de ses préférences personnelles.

3. LA PLATE-FORME SENESELIFE

La plateforme Senselife vise à répondre à la nécessité de gérer la fragilité à domicile en se basant sur des auto-évaluations de la situation de l'usager. Son objectif est de développer un système de recommandation axé sur le bien-être et la prévention pour les personnes âgées, en leur offrant des conseils personnalisés et adaptés à leurs besoins et préférences. Cette plateforme comporte plusieurs fonctionnalités clés, telles que la possibilité pour les utilisateurs d'exprimer leurs besoins en matière de conditions de vie, des fonctionnalités pour faire correspondre l'offre et la demande de services, ainsi qu'une sélection de services visant à renforcer les aptitudes fonctionnelles de la personne en fonction de ses capacités intrinsèques.

La conception de cette plateforme est confrontée à un défi majeur : définir et utiliser des connaissances formalisées pour proposer des recommandations adaptées aux besoins de chaque utilisateur. Pour cela, il est nécessaire d'identifier les connaissances clés pour caractériser les utilisateurs et les services, de déterminer un format pour représenter ces connaissances, de les intégrer dans une structure logicielle et finalement de définir des mécanismes pour exploiter ces connaissances afin d'améliorer les recommandations. Le schéma de cette plateforme est présenté dans la figure 3.

Cette figure 3 montre que la plateforme Senselife est composée de trois grandes parties : la collecte de données, la génération de recommandations, ainsi que la consommation et l'utilisation des services proposés. En se basant sur l'utilisation des services et la satisfaction des citoyens, la plateforme Senselife essaiera d'adapter ses futures recommandations en prenant en compte ces nouvelles données.

Les recommandations dépendront largement des données que la plateforme aura collectées. La principale source de ces données sera la réponse du citoyen lui-même à un questionnaire d'auto-évaluation, ainsi que les appareils connectés (tels qu'une balance connectée ou une montre). Ces données permettront de construire le profil d'un citoyen, la première entrée du moteur de recommandation (voir la modélisation du profil en section 3.1). De plus, les fournisseurs de services sont responsables de la définition de leurs services sur la plateforme, et nous expliquerons en section 3.2 comment nous avons modélisé le service pour qu'il soit une autre entrée au moteur de recommandation. Il existe également une troisième partie qui n'est pas représentée sur le schéma : les prestataires de soins/professionnels de santé. Ils n'auront qu'une interaction limitée avec la plateforme (uniquement dans quelques cas exceptionnels où le citoyen a besoin d'aide). Leur rôle principal consistera à surveiller l'activité du citoyen et à suivre l'évolution de son état.

Les données collectées seront utilisées pour alimenter le moteur de recommandation qui, à son tour, proposera les services les plus adaptés en utilisant diverses techniques. Des règles pourront être déclenchées pour personnaliser la recommandation. Le résultat final du moteur sera la liste des meilleurs services répondant aux besoins du citoyen, en prenant en compte ses caractéristiques personnelles et ses préférences.

3.1 Profil Citoyen

Dans le contexte de la recommandation, le profilage d'utilisateur est un processus consistant à collecter et à analyser des informations sur les préférences, les habitudes, les comportements et les caractéristiques des utilisateurs pour mieux comprendre leurs besoins et leurs intérêts. Ce processus est utilisé pour personnaliser les recommandations pour chaque utilisateur en fonction de ses intérêts et de son profil. Le profilage d'utilisateur est un élément clé pour améliorer la pertinence et la qualité des recommandations (Skillen et al., 2014; Inzunza et al., 2016; Maalej et al., 2014).

À cet égard, nous avons mis en place un modèle conceptuel du profil de l'utilisateur de notre plateforme qui est dans notre cas le citoyen. Ce modèle prend en compte tous les éléments pertinents permettant de le caractériser tout en restant extensible. Il inclut diverses informations telles que son identité (âge, nom, numéro de téléphone, adresse, etc.), ses préférences, ses objectifs et ses caractéristiques. Comme représenté dans la figure 4, un profil citoyen se compose de 6 parties :

- **Informations personnelles** : Cette partie contient les données personnelles de la personne, telles que son âge, son nom, son numéro de téléphone, son adresse, etc.
- **Objectif** : Cette partie décrit l'objectif global de la personne, par exemple perdre du poids ou établir de nouvelles amitiés. Cette information aide le moteur de recommandation à mieux comprendre les motivations de la personne et à établir un lien avec les capacités intrinsèques. Par exemple, l'objectif « établir de nouvelles amitiés » peut être associé à la catégorie « Relations sociales » qui est liée à la capacité psychologique.
- **Préférences d'activités** : Cette partie donne plus de détails sur les préférences de la personne en matière d'activités et leur catégorie respective.
- **Préférences de recommandation** : Cette partie aide le moteur de recommandation à filtrer les services recommandés en fonction des préférences de la personne, par exemple en spécifiant une préférence pour les services bien notés ou les services proches de chez elle.
- **Caractéristiques personnelles** : Cette partie contient des informations sur les capacités intrinsèques de la personne,

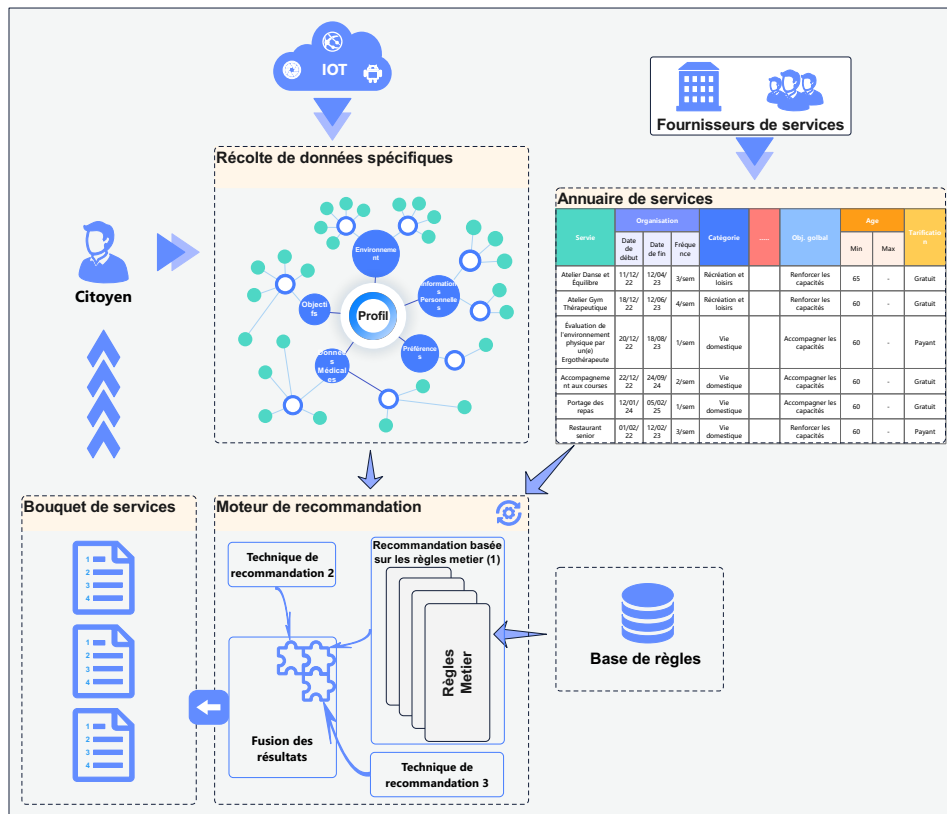


FIGURE 3 – Plateforme Senselife

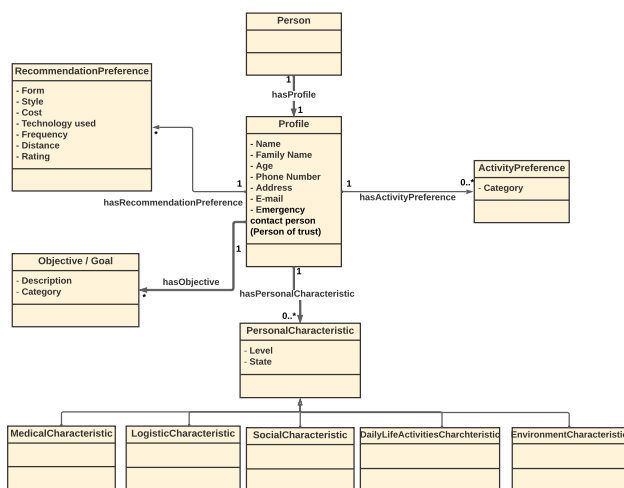


FIGURE 4 – Modèle Profil Citoyen intégré dans Senselife

telles que la mobilité, la cognition, la vision, etc. Ces caractéristiques sont obtenues à partir des réponses à des questionnaires d'indice et de phénotype de fragilité et peuvent être classées dans différentes catégories de capacités intrinsèques. Par exemple, la caractéristique médicale « Problème de vision » peut être identifiée à partir du questionnaire de « Comprehensive Geriatric Assessment » (Ramani et al., 2014) et est associée à la capacité visuelle (Organization et al., 2019).

Plus nous collectons d'informations sur la personne, plus le moteur de recommandation peut comprendre sa situation, ce qui rend les recommandations plus ciblées et adaptées à ses besoins.

En raison de la similitude entre les différents indices de fragilité (Lamine et al., 2019) et de la complémentarité découverte (López-Ortiz et al., 2022) avec les concepts de phénotypes de fragilité et de capacités intrinsèques, nous avons pu collecter

un grand nombre de connaissances caractérisant la situation de la personne. Ces informations ont permis d'établir un profil complet de la personne, qui prend en compte tous les aspects importants de sa situation. La collecte de ces informations est cruciale et nous permet d'élaborer une stratégie de recommandation efficace, qui cible les besoins spécifiques de la personne et répond à ses attentes.

Notre plateforme peut générer un score d'estimation de fragilité en se basant sur les données collectées. Cependant, il est important de souligner que ce score ne sera pas aussi précis que celui obtenu à partir des questionnaires administrés par des professionnels de la santé. Ces derniers ont une capacité d'évaluation plus détaillée de la situation de la personne. Par exemple, dans notre plateforme, une question concernant des problèmes de vision se limitera à une réponse oui ou non, alors qu'un professionnel pourrait évaluer la question de manière plus approfondie. C'est pourquoi, il est important de considérer le score généré par notre plateforme comme un score indicatif plutôt qu'une mesure précise de la fragilité de la personne. En somme, le but de nos questions n'est pas de déterminer un score de fragilité précis, mais plutôt de recueillir des informations sur les caractéristiques de la personne âgée et de mieux comprendre sa situation.

Questionnaire interactif Notre plateforme dépend en grande partie des informations fournies par la personne lorsqu'elle répond aux questions pour évaluer son état. Plus nous avons de données, plus les recommandations seront précises. Toutefois, la collecte de données en utilisant les méthodes de questionnaires traditionnelles peut s'avérer fastidieuse et prendre du temps, en particulier pour les personnes âgées. C'est pourquoi notre plateforme a été conçue pour poser des questions de manière interactive et intéressante.

La plateforme repose sur un modèle de caractéristiques personnelles interconnectées. L'identification d'une caractéristique peut conduire à poser d'autres questions sur les caractéristiques associées. Par exemple, il existe une connexion entre les 3

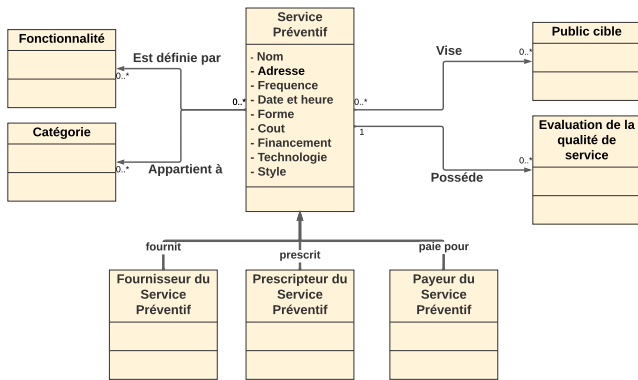


FIGURE 5 – Modèle Service Préventif intégré dans Senselife

caractéristiques suivantes : Problème d'hygiène corporelle, Problème pour aller aux toilettes ou Problème de continence. Si la plateforme a identifié l'une de ces caractéristiques, elle posera des questions sur les deux autres pour mieux comprendre la situation. Cet article ne vise pas à fournir une description détaillée ou une représentation de ce modèle.

Grâce à cette approche, notre plateforme peut identifier les différentes caractéristiques personnelles de la personne âgée et fournir des recommandations plus personnalisées en se basant sur les interconnexions entre ces caractéristiques.

3.2 Annuaires de services

Les fournisseurs de services sont en charge de la création des services sur la plateforme. Pour faciliter cette tâche, nous proposons un modèle de services simplifié qui aidera les fournisseurs dans la création de leurs services, tout en permettant au moteur de recommandation de comprendre de manière efficace les données entrées. La figure 5 montre un extrait du méta-modèle représentant le point de vue du service.

- **Attributs de service** : Les informations générales concernant le service, telles que son nom, son adresse, son coût et la technologie requise pour en bénéficier. Ces informations sont cruciales pour regrouper les services disponibles. Elles peuvent également être utilisées pour filtrer les options et aider les personnes âgées à faire leur choix.
- **Public cible** : La cible visée par ce service. Il est important de noter que certains services peuvent être limités à des profils spécifiques de personnes âgées.
- **Fonctionnalité** : Il existe diverses interventions, telles que les exercices multimodaux, qui contribuent à plusieurs domaines de CI (Organization et al., 2019). C'est pourquoi, lors de la définition du service, le fournisseur peut spécifier les domaines affectés par ce service. Cela aidera à identifier les services qui répondent aux besoins de la personne âgée.
- **Catégorie** : Les services peuvent prendre plusieurs formes, que ce soit sous la forme d'activités autonomes réalisées par la personne, de produits fournis ou de services prodigués par d'autres individus ou organisations. Quelle que soit cette forme, il est possible de les classer selon les domaines de CI. Cela permettra une identification plus efficace des services répondant aux besoins spécifiques de la personne âgée.
- **Évaluation de la qualité de service** : Il est impératif de prendre en compte la qualité des services lorsqu'on parle de recommandations. La qualité d'un service est un critère fondamental pour recommander un service à une personne. Pour garantir cela, les évaluations de qualité des services font partie intégrante de leur définition. Cela permettra au bénéficiaire de juger du niveau de qualité du service et aidera les bénéficiaires ultérieurs à se faire une idée

de la qualité du service en question. De plus, cela peut être une opportunité pour le fournisseur d'améliorer sa qualité s'il le juge nécessaire. Par conséquent, le moteur de recommandation sera en mesure d'éviter de recommander des services de mauvaise qualité aux personnes âgées.

Maintenant que nous avons précisé les entrées du moteur de recommandation, telles que les données d'offre (services disponibles) et de demande (profil de la personne), nous allons aborder dans la sous-section suivante le fonctionnement du moteur de recommandation avec une brève description.

3.3 Moteur de recommandation

La plateforme Senselife repose sur un moteur de recommandation de services de prévention de la fragilité. Ce module informatique utilise des algorithmes pour recommander des services spécifiques à une personne âgée en fonction de ses caractéristiques personnelles et de sa situation. L'objectif de ce moteur est d'aider les personnes âgées à éviter la fragilité en leur proposant des services adaptés à leurs besoins. Le moteur de recommandation analyse les données fournies par la personne âgée, y compris ses caractéristiques personnelles, ses préférences et ses besoins en matière de santé, pour évaluer sa condition et proposer les services les plus pertinents. Il utilise une variété d'algorithmes de recommandation pour assurer que les services proposés sont les plus adaptés possible aux besoins spécifiques de chaque individu.

Il existe plusieurs techniques de recommandation, telles que les algorithmes de filtrage collaboratif, les algorithmes basés sur les contenus et les algorithmes basés sur les connaissances. Chacun de ces algorithmes a ses avantages et ses inconvénients, et le choix d'une technique plutôt qu'une autre dépendra des besoins et des objectifs spécifiques du système de recommandation (Sarnobat and Kalola, 2019; Lu et al., 2015). Les moteurs de recommandation basés sur les contenus et le filtrage collaboratif s'appuient principalement sur des données historiques, tandis que les systèmes basés sur la connaissance se fondent sur des informations explicites sur les utilisateurs, telles que leurs préférences déclarées ou leurs profils d'utilisateurs. Une caractéristique distinctive importante de nos moteurs basés sur la connaissance est leur haut niveau de personnalisation pour un domaine spécifique. Cette personnalisation est obtenue grâce à l'utilisation d'une base de connaissances qui encode les connaissances pertinentes du domaine sous forme de contraintes ou de mesures de similarité (Aggarwal and Aggarwal, 2016).

Dans le cadre de la prévention de la fragilité, il est crucial de prendre en compte plusieurs facteurs, tels que les caractéristiques personnelles des personnes âgées et les services disponibles pour produire des recommandations fiables et personnalisées.

Notre moteur de recommandation adopte une approche hybride qui combine une technique de recommandation basée sur les connaissances, permettant une personnalisation accrue, avec d'autres techniques complémentaires pour améliorer le résultat final. Les moteurs de recommandation hybrides ont été décrits par (Çano and Morisio, 2017) comme combinant deux ou plusieurs stratégies de recommandation de différentes manières, afin de tirer parti de leurs avantages complémentaires. Cette approche hybride permet d'obtenir des recommandations plus précises et pertinentes pour les utilisateurs.

Les techniques de recommandation basées sur la connaissance reposent sur l'analyse d'informations concernant les utilisateurs, les éléments ou leurs relations pour suggérer des éléments pertinents. Pour cela, ces techniques utilisent une base de connaissances qui décrit comment un élément donné peut répondre aux besoins d'un utilisateur spécifique. Cette approche permet de déduire la relation entre les besoins d'un utilisateur

et une recommandation potentielle, comme décrit dans (Burke, 2002).

Cette technique tire parti des informations et connaissances stockées dans les bases de données de la plateforme. Une première base de connaissances comprend les liens entre les différentes caractéristiques d'une personne, permettant de déterminer les questions à poser pour évaluer les besoins de la personne. Une autre base de connaissances est utilisée pour identifier les besoins de la personne et les associer aux caractéristiques déterminées. Enfin, une dernière base de connaissances représente la relation entre les besoins identifiés et les services qui peuvent les satisfaire.

Au sein de notre moteur de recommandation, la première technique de recommandation repose sur les trois bases de connaissances décrites précédemment. Pour cette partie, trois algorithmes ont été développés et sont dirigés par des règles présentes dans la base de règles. Ces règles ont la capacité d'influencer les recommandations, par exemple en annulant la recommandation d'un service pour un profil de personne spécifique, en modifiant la priorité de certains besoins d'une personne selon des critères préalablement définis ou encore en proposant des services complémentaires en fonction d'autres services.

En effectuant un zoom sur la figure 3 dans la partie moteur de recommandation, nous obtiendrons la figure 6 en résultat. Dans cette figure, la technique de recommandation basée sur la connaissance est représentée de manière schématique.

Une fois que les algorithmes de recommandation auront été développés, la prochaine étape consistera à valider la plateforme en la faisant utiliser par des personnes âgées. Pour cette étape de validation, nous avons planifié des expérimentations sur le terrain à l'aide d'un prototype. Nous étudierons ensuite les retours et les commentaires reçus afin d'améliorer la plateforme.

4. CONCLUSION & PERSPECTIVES

Dans cet article, nous nous sommes intéressés à la fragilité des personnes âgées et aux recommandations de services métiers personnalisés dédiés à la prévention de celle-ci. À cet égard, nous proposons une plateforme de recommandation qui se base sur une évaluation multidimensionnelle de la personne âgée, en prenant compte à la fois les capacités intrinsèques et les mesures de fragilité.

Cette approche est intéressante car elle fournit une compréhension complète des besoins de l'individu, ce qui est crucial pour déterminer les meilleurs services possibles. De plus, notre plateforme adopte une approche d'auto-évaluation, conçue pour être facile à utiliser et accessible à tout le monde. Les résultats de cette évaluation sont utilisés par le moteur de recommandation hybride, qui combine plusieurs techniques de recommandation pour améliorer la liste des services recommandés. Cette combinaison de techniques garantit que les recommandations sont adaptées aux besoins spécifiques de l'individu.

Une telle plateforme offre une solution complète et holistique qui aide à s'assurer que les personnes âgées reçoivent le soutien dont ils ont besoin sans être toujours dépendent aux professionnels de santé. Pour atteindre cet objectif, une approche aussi complète nécessite une attention accrue sur différents aspects. Nous identifions plusieurs pistes de recherche pour les futurs travaux : (1) Valider les modèles de profil de citoyen et de service en utilisant des données réelles, (2) Vérifier que l'incrémentalité de la démarche fonctionne correctement pour consolider le profil et la recommandation au fil du temps (3) Identifier les techniques de recommandation compatibles avec la première méthode et évaluer comment elles peuvent améliorer la recommandation en pratique, (4) Prendre en compte les aspects d'optimisation

et de complexité des algorithmes gérés par le moteur de recommandation.

RÉFÉRENCES

- Aggarwal, C.C. and Aggarwal, C.C. (2016). Knowledge-based recommender systems. *Recommender Systems : The Textbook*, 167–197.
- Belloni, G. and Cesari, M. (2019). Frailty and intrinsic capacity : two distinct but related constructs. *Frontiers in medicine*, 6, 133.
- Benetos, A., Aromatarario, O., Vancon, G., Gantois, I., Fantino, B., et al. (2015). Expérimentation en lorraine de prise en charge précoce de la fragilité des personnes âgées de plus de 70 ans. *Livre Blanc*, 1, 151–156.
- Blanckaert, A., Hugues, J., et al. (2015). Détecter et repérer les fragilités des personnes âgées pour proposer des actions de prévention adaptées : les enjeux de l'action sociale des caisses de retraite. *Livre Blanc*, 157–159.
- Burke, R. (2002). Hybrid recommender systems : Survey and experiments. *User modeling and user-adapted interaction*, 12, 331–370.
- Çano, E. and Morisio, M. (2017). Hybrid recommender systems : A systematic literature review. *Intelligent Data Analysis*, 21(6), 1487–1524.
- Cesari, M., Araujo de Carvalho, I., Amuthavalli Thiyagarajan, J., Cooper, C., Martin, F.C., Reginster, J.Y., Vellas, B., and Beard, J.R. (2018). Evidence for the domains supporting the construct of intrinsic capacity. *The Journals of Gerontology : Series A*, 73(12), 1653–1660.
- Clegg, A., Young, J., Iliffe, S., Rikkert, M.O., and Rockwood, K. (2013). Frailty in elderly people. *The lancet*, 381(9868), 752–762.
- Costa, M.I. (2022). Demographic ageing and vulnerability in the european union : a brief analysis of the challenges and opportunities it poses. *UNIO–EU Law Journal*, 8(1), 114–126.
- Dent, E., Kowal, P., and Hoogendijk, E.O. (2016). Frailty measurement in research and clinical practice : a review. *European journal of internal medicine*, 31, 3–10.
- Fried, L.P., Tangen, C.M., Walston, J., Newman, A.B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., Tracy, R., Kop, W.J., Burke, G., et al. (2001). Frailty in older adults : evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A : Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(3), M146–M157.
- George, P.P., Lun, P., Ong, S., and Lim, W. (2021). A rapid review of the measurement of intrinsic capacity in older adults. *The journal of nutrition, health & aging*, 25, 774–782.
- Gonzalez-Bautista, E., Andrieu, S., Gutiérrez-Robledo, L., García-Chanes, R., and de Souto Barreto, P. (2020). In the quest of a standard index of intrinsic capacity. a critical literature review. *The journal of nutrition, health & aging*, 24, 959–965.
- Inzunza, S., Juárez-Ramírez, R., and Ramírez-Noriega, A. (2016). User and context information in context-aware recommender systems : A systematic literature review. *New Advances in Information Systems and Technologies*, 649–658.
- Lamine, E., Borgiel, K., Pingaud, H., Cufi, M.N., Bortolaso, C., and Derras, M. (2019). BI. frailty : Towards an ict-based platform for frailty assessment at home. In *2019 IEEE/ACS 16th International Conference on Computer Systems and Applications (AICCSA)*, 1–6. IEEE.
- Liu, S., Kang, L., Liu, X., Zhao, S., Wang, X., Li, J., and Jiang, S. (2021). Trajectory and correlation of intrinsic capacity and frailty in a beijing elderly community. *Frontiers in medicine*, 2456.
- López-Ortiz, S., Lista, S., Penin-Grandes, S., Pinto-Fraga, J., Valenzuela, P.L., Nistico, R., Emanuele, E., Lucia, A., and Santos-Lozano, A. (2022). Defining and assessing intrinsic

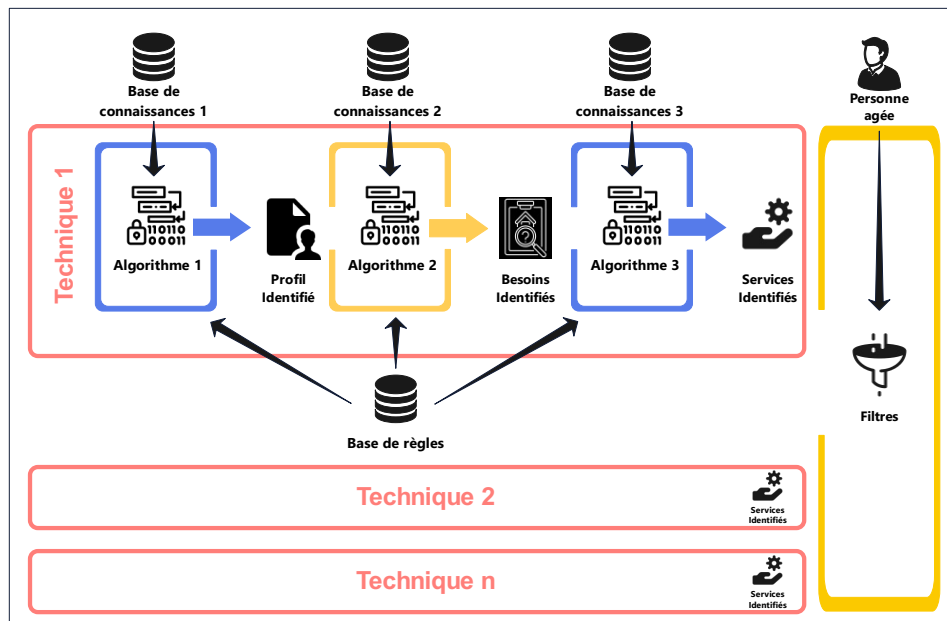


FIGURE 6 – Point de vue moteur de recommandation

- capacity in older people : a systematic review and a proposed scoring system. *Ageing Research Reviews*, 101640.
- Lu, J., Wu, D., Mao, M., Wang, W., and Zhang, G. (2015). Recommender system application developments : a survey. *Decision support systems*, 74, 12–32.
- Lunardini, F., Luperto, M., Romeo, M., Renoux, J., Basilico, N., Krpič, A., Borghese, N.A., and Ferrante, S. (2019). The movecare project : Home-based monitoring of frailty. In *2019 IEEE EMBS International Conference on Biomedical & Health Informatics (BHI)*, 1–4. IEEE.
- Ma, L., Chhetri, J.K., Zhang, L., Sun, F., Li, Y., and Tang, Z. (2021). Cross-sectional study examining the status of intrinsic capacity decline in community-dwelling older adults in china : prevalence, associated factors and implications for clinical care. *BMJ open*, 11(1), e043062.
- Maalej, M., Mtibaa, A., and Gargouri, F. (2014). Ontology-based user modeling for handicraft woman recommendation. In *Model and Data Engineering : 4th International Conference, MEDI 2014, Larnaca, Cyprus, September 24-26, 2014. Proceedings 4*, 138–145. Springer.
- Madureira, P., Cardoso, N., Sousa, F., Moreira, W., Oliveira, A.J., Bazzani, M., and Gouverneur, P. (2020). My-aha : software platform to promote active and healthy ageing. *Information*, 11(9), 438.
- OMS (2016). Rapport mondial sur le vieillissement et la santé. Organization, W.H. et al. (2019). Guidance on person-centred assessment and pathways in primary care. *Published online*.
- Orte, S., Subías, P., Maldonado, L.F., Mastropietro, A., Porcelli, S., Rizzo, G., Boqué, N., Guye, S., Röcke, C., Andreoni, G., et al. (2018). Dynamic decision support system for personalised coaching to support active ageing. In *AI* AAL@ AI* IA*, 16–36.
- Ramani, L., Furmedge, D.S., and Reddy, S.P. (2014). Comprehensive geriatric assessment. *British Journal of Hospital Medicine*, 75(Sup8), C122–C125.
- Rolland, Y., Benetos, A., Gentric, A., Ankri, J., Blanchard, F., Bonnefoy, M., de Decker, L., Ferry, M., Gonthier, R., Hanon, O., et al. (2011). Frailty in older population : a brief position paper from the french society of geriatrics and gerontology. *Geriatric et psychologie neuropsychiatrie du vieillissement*, 9(4), 387–390.
- Sacco, G., Boudarhal, J., Demory, M., Mailland-Putegnat, V., Brunschwig, F.H., Marteau, A., Brocker, P., Guérin, O., et al. (2015). La fragilité, l'expérience niçoise. *Livre Blanc*, 1, 164–166.
- Santos-Eggimann, B., Cuénoud, P., Spagnoli, J., and Junod, J. (2009). Prevalence of frailty in middle-aged and older community-dwelling europeans living in 10 countries. *The Journals of Gerontology : Series A*, 64(6), 675–681.
- Sarnobat, A. and Kalola, D. (2019). A survey on recommender systems. *International Journal of Scientific and Research Publications (IJSRP)*, 9(9), p9356.
- Seux, M.L., Caillard, L., Duron, E., Cocchiello, S., Rego-Lopes, M., Rigaud, A.S., Hanon, O., et al. (2015). Hôpital de jour d'évaluation de la fragilité et de prévention de la dépendance : L'expérience de l'hôpital broca a paris. *Livre Blanc*, 1, 148–150.
- Skillen, K.L., Chen, L., Nugent, C.D., Donnelly, M.P., Burns, W., and Solheim, I. (2014). Ontological user modelling and semantic rule-based reasoning for personalisation of help-on-demand services in pervasive environments. *Future Generation Computer Systems*, 34, 97–109.
- Sourdret, S., Rouge-Bugat, M.E., Vellas, B., and Forette, F. (2012). Frailty and aging. *The journal of nutrition, health & aging*, 16, 283–284.
- Subra, J., Gillette-Guyonnet, S., Cesari, M., et al. (2016). The integration of frailty into clinical practice : preliminary results from the gérontopôle. *Vellas, B. (ed.) The White Book on Frailty. International Association of Gerontology and Geriatrics*, 132–139.
- Subra, J., Gillette-Guyonnet, S., Cesari, M., Oustric, S., Vellas, B., and Team, P. (2012). The integration of frailty into clinical practice : preliminary results from the gerontopole. *The journal of nutrition, health & aging*, 16, 714–720.
- Yu, R., Leung, J., Leung, G., and Woo, J. (2022). Towards healthy ageing : using the concept of intrinsic capacity in frailty prevention. *The journal of nutrition, health & aging*, 26(1), 30–36.
- Zacharaki, E.I., Deltouzos, K., Kalogiannis, S., Kalamaras, I., Bianconi, L., Degano, C., Orselli, R., Montesa, J., Moustakas, K., Votis, K., et al. (2020). Frailsafe : An ict platform for unobtrusive sensing of multi-domain frailty for personalized interventions. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 24(6), 1557–1568.