

Funded by the
Government
of Canada

Canada



Carleton
University

Accessibility
Institute



Carleton
University

Faculty of
Engineering
and Design

Assurer l'autonomie : évaluer les activités de la vie quotidienne (AVQ) afin de définir des normes de sécurité pour l'environnement bâti

Rapport final de recherche

Le 31 mars 2026

Carleton
University



Table des matières

Renseignements sur la publication	1
1. Résumé	2
2. Résumé (langage clair)	5
3. Contexte du projet	9
3.1. Mandat et motivation	9
3.2. L'équipe	10
3.3. Contexte	10
a) Langage	10
b) Fonctionnement et handicap	11
3.4. Structure du rapport	11
4. Revues de la littérature	13
4.1. Recherche	13
a) Prestation de soutien	13
b) Éducation	14
c) Autonomie	14
d) Assistance à l'autonomie à domicile	15
e) Résumé : défis et obstacles liés à la vie autonome	15
4.2. Normes	22
a) Processus de conception accessible	24
b) Bâtiments et produits accessibles	28
c) Interaction personne-machine	30
d) Assistance à l'autonomie à domicile	32
e) Échange, sécurité et confidentialité des données	37
f) Connectivité de la maison intelligente	41
g) Résumé	44
5. Contribution de la communauté	48
5.1. Liaison avec l'industrie	48

5.2.	Séances avec des groupes de discussion.....	48
a)	Méthode	48
b)	Résultats.....	49
c)	Recommandations	53
5.3.	Explorations menées en cocréation	54
a)	Méthode	54
b)	Résultats.....	56
c)	Recommandations	64
5.4.	Sondage de suivi	65
6.	Recherche en génie.....	67
6.1.	Examen des produits technologiques pour les AVQ.....	67
6.2.	Élargir les capacités des maisons intelligentes pour soutenir la vie quotidienne.....	68
a)	Évaluation automatisée de la toux pour la gestion de la santé	68
b)	Sens de l'odorat pour les maisons intelligentes de soutien à l'autonomie	69
6.3.	Mesurer l'accessibilité sonore dans l'environnement bâti.....	70
	Références	72

Renseignements sur la publication

Titre

Assurer l'autonomie : évaluer les activités de la vie quotidienne (AVQ) afin de définir des normes de sécurité pour l'environnement bâti. Rapport final de recherche.

Auteurs

Brady Laska
Rafik Goubran
Boris Vukovic
Bruce Wallace
Laura Ault
Amir Laghai

Éditeur

l'Institut de l'accessibilité de l'Université Carleton

Année

2026

Référence bibliographique

Laska, B., Goubran, R., Vukovic, B., Wallace, B., Ault, L., & Laghai, A. (2026). Assurer l'autonomie : évaluer les activités de la vie quotidienne (AVQ) afin de définir des normes de sécurité pour l'environnement bâti. Rapport final de recherche. Institut de l'accessibilité, Université Carleton.
<https://doi.org/10.22215/rcgl/26r03f>

Contact

accessibility.institute@carleton.ca

1. Résumé

Assurer l'autonomie : évaluer les activités de la vie quotidienne afin de définir des normes de sécurité pour l'environnement bâti est un projet de recherche mené sur trois ans (2023-2026) par des chercheurs de l'Institut de l'accessibilité et de la Faculté de génie et de design de l'Université Carleton avec le soutien financier de Normes d'accessibilité Canada (NAC). Le projet a analysé le rôle que peuvent jouer les technologies intelligentes intégrées aux environnements bâtis dans l'évaluation et le soutien des activités de la vie quotidienne (AVQ), dans le but de jeter les bases des futures normes d'accessibilité et de sécurité. Bien que la recherche ait eu pour objectif principal de favoriser un niveau accru de vie autonome chez les personnes en situation de handicap et les personnes âgées souhaitant vieillir chez elles, ses résultats s'appliquent à divers contextes, notamment les résidences privées, les milieux de travail, les logements locatifs et partagés ainsi que les milieux de soins de longue durée.

Les travaux étaient interdisciplinaires. Ils combinaient des méthodes issues des sciences sociales pour comprendre l'expérience vécue, avec des recherches en génie axées sur la conception, la performance et les limites des solutions technologiques. La recherche s'est articulée autour de trois volets complémentaires et interdépendants.

Dans un premier volet, une revue de la littérature académique et de la littérature grise, et un examen des normes internationales ont permis de cerner les défis associés à la vie autonome et de brosser un portrait de l'environnement technologique actuel lié aux AVQ. Les résultats de la revue de littérature démontrent que les technologies de maison intelligente de soutien à l'autonomie peuvent notamment permettre des applications comme la détection des situations d'urgence, la surveillance de l'état de santé et le contrôle de l'environnement. Cependant, leur déploiement soulève des enjeux majeurs : la protection de la vie privée, la propriété des données, les biais algorithmiques, la perte d'autonomie décisionnelle et l'accès inéquitable. L'analyse des normes a révélé que certains de ces enjeux pouvaient être atténués en appliquant les normes actuelles de cybersécurité, d'interopérabilité et de

gestion des données de santé; cependant, ces normes demeurent peu adoptées, en particulier lorsque les produits de maison intelligente destinés au grand public sont adaptés pour soutenir la vie autonome.

Dans le deuxième volet du projet, des membres de la communauté ont été directement impliqués. Des activités de cocréation ont été menées auprès de jeunes adultes en situation de handicap, et des groupes de discussion ont été organisés avec des personnes âgées et des partenaires en soins de santé. Les personnes participantes des deux groupes d'âge étudiés ont exprimé leur empressement à adopter des technologies qui augmentent leur autonomie et les aident à accomplir leurs activités quotidiennes. Alors que les technologies fonctionnelles ou d'assistance se concentrent généralement sur des situations critiques, mais peu fréquentes, comme les chutes ou l'immobilisation, les personnes participant à l'étude ont plutôt mis l'accent sur des solutions favorisant l'autonomie dans de petits aspects du quotidien, par exemple grâce à des rappels, au suivi de l'état de santé ou à une automatisation légère. Elles ont également insisté sur l'importance d'une conception accessible et universelle à toutes les étapes du cycle de vie du produit, notamment l'installation et la maintenance continue. L'interopérabilité, la personnalisation et la multiplicité des modes d'utilisation facilitent l'adaptation aux différences entre les personnes utilisatrices et contribuent à préserver leur contrôle.

Le troisième volet du projet a porté sur l'exploration des technologies existantes et émergentes en ingénierie destinées au suivi et au soutien des AVQ en s'appuyant sur les technologies et les applications évoquées par les personnes participant à l'étude lors des consultations communautaires. L'objectif était à la fois d'approfondir la compréhension des possibilités techniques du domaine et d'analyser les dimensions sociales liées à l'intégration de ces dispositifs dans les environnements bâtis où les personnes travaillent, se divertissent et vivent. Les résultats de la recherche ont été diffusés lors de conférences, au travers de présentations menées par des personnes invitées à prendre la parole et dans des publications évaluées par les pairs, afin d'augmenter la sensibilisation et la compréhension de l'importance de la conception technique accessible.

Dans l'ensemble, le projet a conclu que les technologies de maison intelligente et les technologies portables peuvent accroître l'autonomie et soutenir la vie quotidienne en offrant des rappels et une assistance légère pour

les tâches quotidiennes. Toutefois, elles peuvent aussi se substituer aux activités au lieu de les soutenir, ce qui peut entraîner une diminution des capacités et une dépendance accrue à la technologie. Elles peuvent également remplacer certains liens humains, contribuant ainsi à un isolement plus important. Afin de placer l'autonomie et le contrôle des personnes utilisatrices au cœur du développement de la technologie de maison intelligente, les recommandations suivantes sont proposées :

- Les responsables de la conception des normes et des technologies doivent prendre en compte l'ensemble du cycle de vie du produit, notamment l'installation, la maintenance et la prise en charge à long terme.
- Les technologies devraient privilégier la fiabilité et une approche de la sécurité fonctionnelle permettant aux produits de rester utilisables même si certains composants sont défectueux, en particulier lorsqu'ils appuient des AVQ essentielles.
- Les entreprises devraient obtenir le consentement des personnes utilisatrices et respecter leurs volontés en ce qui concerne la propriété des données, la protection de la vie privée et l'utilisation éthique des données agrégées et de celles pour entraîner l'intelligence artificielle (IA).
- Les dispositifs devraient adopter des normes d'interopérabilité afin que les personnes utilisatrices de ces technologies soient libres de les adapter et de les personnaliser selon leurs besoins individuels.
- Les normes ainsi que les responsables de la conception devraient reconnaître et prendre en compte la pratique croissante consistant à adapter des technologies destinées au grand public à des fins de surveillance et de soutien personnels.

2. Résumé (langage clair)

Pourquoi ce projet est-il important?

Assurer l'autonomie : évaluer les activités de la vie quotidienne afin de définir des normes de sécurité pour l'environnement bâti est un projet de recherche mené sur trois ans (2023-2026) par des chercheurs de l'Institut de l'accessibilité et de la Faculté de génie et de design de l'Université Carleton. Normes d'accessibilité Canada a financé les travaux.

Nous avons examiné dans quelle mesure les technologies intelligentes dans les milieux où les personnes vivent, travaillent et passent du temps peuvent contribuer à soutenir les AVQ (c'est-à-dire les tâches que les personnes doivent ou souhaitent accomplir pour vivre de manière autonome). Le projet avait pour objectif de contribuer à l'élaboration de futures normes en accessibilité et en sécurité.

Le projet ciblait principalement :

- les personnes en situation de handicap;
- les personnes âgées qui souhaitent vieillir chez elles (vivre en toute sécurité dans leur propre maison en vieillissant).

Les enseignements que nous avons tirés sont pertinents pour divers milieux : les résidences privées, les milieux de travail, les logements locatifs et partagés ainsi que les milieux de soins de longue durée.

Démarche

Le projet reposait sur la combinaison de deux sortes d'expertise :

- la recherche fondée sur la communauté (apprentissage à partir de l'expérience vécue);
- la recherche en génie (comprendre le fonctionnement de la technologie et ses limites).

Les travaux ont été structurés autour de trois axes interconnectés.

1) Analyse des recherches, des rapports et des normes

Nous avons analysé des études universitaires, des rapports publics et des normes internationales, en portant une attention particulière :

- aux obstacles courants à la vie autonome;
- aux technologies actuellement utilisées pour faciliter les activités quotidiennes.

2) Consultation directe auprès des personnes concernées

Nous avons collaboré avec des membres de la communauté au moyen :

- d'ateliers au cours desquels de jeunes adultes en situation de handicap ont contribué à façonner les priorités et les idées;
- de groupes de discussion réunissant des personnes âgées et des partenaires en soins de santé.

3) Exploration des technologies actuelles et émergentes

Nous avons évalué les outils existants et les nouveaux outils susceptibles de surveiller et de soutenir les AVQ, en tenant compte des besoins et des idées soulevés par les personnes participantes. Nos résultats ont été diffusés lors de conférences, au travers de présentations par des personnes invitées à prendre la parole et dans des publications évaluées par les pairs, afin de renforcer la compréhension de la conception accessible en ingénierie.

Principaux constats

Les technologies de maison intelligente et les dispositifs portables peuvent favoriser l'autonomie de manière pratique. On peut citer :

- les rappels;
- les mécanismes d'automatisation de base (par exemple, des actions simples déclenchées automatiquement);
- le suivi de l'état de santé;
- l'appui aux routines quotidiennes.

Cependant, plusieurs enjeux importants ont été soulevés par les personnes consultées, notamment :

- la protection de la vie privée et le contrôle des renseignements personnels;
- les résultats inévitables lorsque la technologie ne fonctionne pas de la même manière pour toutes les personnes;
- une perte de contrôle lorsque la technologie « prend le dessus » au lieu de soutenir la personne;

- l'inégalité d'accès en raison des coûts, de la complexité ou d'une mauvaise conception.

Notre analyse des normes indiquait que certains risques pourraient être atténués en respectant les directives concernant la protection des dispositifs et des renseignements, le traitement responsable des renseignements sur l'état de santé et la capacité des différents dispositifs à fonctionner ensemble. Toutefois, ces directives demeurent peu intégrées dans les produits du monde réel, en particulier lorsque des personnes utilisent les produits de maison intelligente destinés au grand public comme appuis à la vie autonome.

Dans les deux groupes d'âge, de nombreuses personnes ont exprimé leur intérêt pour des technologies leur permettant de vivre de façon plus autonome. Elles accordaient souvent plus d'importance à l'aide pour les petits besoins quotidiens qu'aux urgences plus rares, comme les chutes.

Les personnes participant à l'étude ont également souligné que l'accessibilité doit être assurée tout au long du cycle de vie du produit, notamment dans :

- la configuration et l'installation;
- les mises à jour;
- les réparations et la maintenance;
- la prise en charge à long terme.

Les personnes interrogées ont également jugé comme des éléments essentiels ce qui suit :

- être en mesure d'adapter les paramètres selon leurs besoins;
- disposer de plusieurs modes d'utilisation d'un outil (par exemple, la voix, le toucher ou d'autres options);
- garder le contrôle sur le fonctionnement de la technologie.

Recommandations

Sur la base des enseignements tirés, nous proposons les recommandations ci-après pour assurer le maintien du contrôle par la personne et soutenir son autonomie :

- Planifier pour l'ensemble du cycle de vie du produit. La conception et l'élaboration de normes devraient couvrir les aspects comme la

configuration, l'installation, les mises à jour, la maintenance et la prise en charge à long terme.

- Assurer la fiabilité et la sécurité des produits. La technologie doit demeurer sécuritaire et fonctionnelle, même en cas de défaillance d'un composant, surtout lorsqu'elle appuie des activités quotidiennes essentielles.
- Obtenir le consentement de la personne et respecter ses choix. Les entreprises devraient demander clairement le consentement des personnes utilisatrices en ce qui concerne la protection de la vie privée, la propriété des données et l'utilisation des renseignements personnels (notamment lorsque ceux-ci servent à développer ou à améliorer des outils d'IA).
- Permettre aux dispositifs de fonctionner ensemble. Les personnes devraient pouvoir connecter différents outils et choisir ceux qui leur conviennent le mieux, sans être enfermées dans un seul système.
- Tenir compte de la manière dont les personnes utilisent réellement la technologie. Les normes ainsi que les responsables de la conception devraient tenir compte de la pratique croissante consistant à utiliser des dispositifs destinés au grand public pour la surveillance et le soutien personnel, et l'encadrer adéquatement.

3. Contexte du projet

3.1. Mandat et motivation

Le projet de recherche *Assurer l'autonomie : évaluer les activités de la vie quotidienne afin de définir des normes de sécurité pour l'environnement bâti* avait pour objectif d'enquêter sur les pratiques exemplaires liées à l'intégration de la technologie dans les environnements bâtis pour évaluer et soutenir les AVQ. L'objectif consistait à éclairer l'élaboration de normes d'accessibilité en analysant comment des normes encadrant l'utilisation de la technologie dans les environnements bâtis pourraient contribuer à améliorer la sécurité des personnes en situation de handicap. Bien que l'objectif principal de la recherche ait consisté à éclairer l'élaboration de normes d'accessibilité favorisant une plus grande autonomie, elle s'applique à une diversité d'espaces de vie, notamment les milieux de travail, les logements privés, les logements locatifs et partagés ainsi que les suites ou les unités dans les établissements de soins de longue durée publics ou exploités par des tiers.

Le projet a bénéficié du soutien financier de Normes d'accessibilité Canada (NAC) pendant trois ans (2023-2026). Selon NAC, les principaux résultats de ce projet sont les suivants :

- Une revue de la littérature portant sur l'état de la recherche et des normes se rapportant à l'utilisation de la technologie pour évaluer et soutenir les AVQ des personnes en situation de handicap ou les personnes âgées souhaitant vieillir chez elles.
- Des travaux de recherche dans le but d'améliorer la compréhension des possibilités techniques du secteur et à générer de nouvelles données sur l'utilisation de la technologie pour la surveillance des AVQ, en vue de favoriser une plus grande autonomie, avec diffusion des résultats dans des publications évaluées par les pairs destinées aux communautés scientifiques, de l'ingénierie et de l'accessibilité.
- L'élaboration d'un ensemble de pratiques exemplaires réalisables destinées à orienter la prochaine génération de normes d'accessibilité types pour l'évaluation des AVQ dans les environnements bâtis.
- Un rapport final de recherche que le grand public pourra consulter dans un format accessible et dans les deux langues officielles.

3.2. L'équipe

Le projet, mené par l'Institut de l'accessibilité de l'Université Carleton, reposait sur un groupe de recherche interfonctionnel. Grâce à des compétences en ingénierie, en capteur et en traitement du signal, en soutien au vieillissement chez soi et grâce à des études sur l'accessibilité, l'équipe chargée du projet avait pour objectif d'aborder la question de l'accessibilité selon les perspectives des sciences sociales et de l'ingénierie. Quant à la perspective des sciences sociales, elle a permis de dévoiler les obstacles réels rencontrés par des personnes en situation de handicap notamment par l'entremise de groupes de discussion et de projets de cocréation. Le volet ingénierie a mis l'accent sur des mesures pratiques visant à réduire les obstacles, à améliorer les normes et à utiliser la technologie pour faciliter la vie autonome et les activités quotidiennes.

Chercheurs principaux

Rafik Goubran, vice-recteur (recherche et innovation) et professeur titulaire du titre de « Chancellor's Professor » en ingénierie, Université Carleton.

Boris Vukovic, directeur, Institut de l'accessibilité, et professeur adjoint de recherche, Université Carleton.

Équipe de recherche

Brady Laska, responsable du projet de recherche.

Bruce Wallace, conseiller en recherche.

Laura Ault, coordonnatrice du projet de recherche.

Amir Laghai, assistant à la recherche.

3.3. Contexte

a) Langage

Ces travaux font référence à la littérature sur le handicap issue du domaine médical, des sciences sociales et de l'ingénierie. Ces domaines utilisent un langage différent pour décrire les personnes en situation de handicap et leurs handicaps d'ordre sensoriel ou limitations fonctionnelles; ces différences peuvent se refléter dans la formulation à travers les différentes sections du document.

Nous utilisons les termes « handicap » et « obstacle » tels qu'ils sont définis dans la *Loi canadienne sur l'accessibilité* (Naef et Perez-Leclerc 2019) :

« Handicap désigne une déficience notamment physique, intellectuelle, cognitive, mentale ou sensorielle, trouble d'apprentissage ou de la communication ou limitation fonctionnelle, de nature permanente, temporaire ou épisodique, manifeste ou non et dont l'interaction avec un obstacle nuit à la participation pleine et égale d'une personne dans la société. »

« Obstacle désigne tout élément – notamment celui qui est de nature physique ou architecturale, qui est relatif à l'information, aux communications, aux comportements ou à la technologie ou qui est le résultat d'une politique ou d'une pratique – qui nuit à la participation pleine et égale dans la société des personnes ayant des déficiences notamment physiques, intellectuelles, cognitives, mentales ou sensorielles, des troubles d'apprentissage ou de la communication ou des limitations fonctionnelles. »

b) Fonctionnement et handicap

Ce projet considère l'accessibilité de l'environnement bâti à travers un modèle bio-psycho-social, tel qu'utilisé par la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé de l'Organisation mondiale de la Santé (CIF de l'OMS) (Organisation mondiale de la Santé, 2001a). Ce modèle reconnaît le rôle de l'état de santé, de l'expérience personnelle, des activités et des facteurs environnementaux, ainsi que la manière dont leurs interactions influencent le fonctionnement et le handicap d'un individu. Il souligne également la neutralité étiologique et l'importance de passer d'une classification binaire des individus en fonction de leur état de santé à une vision du handicap qui s'inscrit dans un continuum avec le fonctionnement. Tout le monde peut être confronté à une situation de handicap, même de façon intermittente ou temporaire, et nous ne pouvons pas déduire la participation sociale d'un individu à partir du diagnostic seul.

3.4. Structure du rapport

Le reste du rapport présente une synthèse des recherches et des résultats du projet comme suit :

- **La section 3** propose une revue de la littérature sur les défis et les obstacles à la vie autonome, ainsi que sur les normes encadrant les technologies accessibles et la vie autonome.
- **La section 4** décrit notre démarche d'engagement communautaire dans le but de cerner les obstacles dans les AVQ et à mieux comprendre les rôles des technologies ainsi que les perceptions à leur égard en matière de soutien à la vie autonome.
- **La section 5** résume nos efforts de recherche en génie fondés sur des approches axées sur l'humain pour développer et évaluer des technologies destinées à surveiller et à soutenir les AVQ.

4. Revues de la littérature

4.1. Recherche

Nous avons analysé la littérature académique et la littérature grise afin d'assurer le cadrage et l'harmonie de notre examen des normes. Cette section présente les axes de recherche étudiés et résume les principaux défis et obstacles à la vie autonome que nous avons recensés provenant de la littérature.

Les principaux axes de recherche liés aux AVQ se répartissent en quatre catégories :

- *Prestation de soutien* : solutions centrées sur les besoins des personnes de soutien qui aident une autre personne. Il s'agit le plus souvent d'un membre de la famille (conjoint, parent, enfant) de la personne soutenue. Ces solutions concernent des personnes soutenues de différents groupes d'âge.
- *Éducation* : solutions axées sur le soutien aux besoins éducatifs d'une personne nécessitant un accompagnement, et qui concernent généralement des groupes d'âge plus jeunes.
- *Autonomie* : solutions axées sur le soutien à l'autonomie d'adultes, qu'il s'agisse de jeunes adultes qui sont capables de vivre de manière autonome ou de personnes âgées.
- *Assistance à l'autonomie à domicile* : systèmes et solutions technologiques conçus principalement pour soutenir l'autonomie de la personne ou la prestation de soutien. Les travaux dans ce domaine mettent l'accent sur les défis et les solutions technologiques.

a) Prestation de soutien

La majorité des publications issues des sciences sociales et de la santé portant sur la prestation de soutien analysent surtout les répercussions du fardeau assumé par les personnes de soutien, notamment le stress ou la dépression. Ces publications ont été écartées, car elles n'analysent pas de manière approfondie les causes sous-jacentes de ces enjeux et ne proposent donc pas de solutions, se concentrant plutôt sur le stress ou la dépression eux-mêmes.

Les articles examinés (Bialon et Coke 2012; Etters et coll. 2008; Baronet 1999; Savundranayagam et coll. 2005; Clyburn et coll. 2000), apportent néanmoins un éclairage sur les défis liés aux personnes de soutien et sur les raisons pour

lesquelles le fardeau de la prestation de soutien peut être plus important dans certains cas. Toutefois, aucun article recensé jusqu'à présent ne propose de solutions ciblant directement la réduction du fardeau de la prestation de soutien, en dehors de celles discutées dans la section de l'assistance à l'autonomie à domicile ci-après, étant donné que ces travaux mettent l'accent sur l'humain (services sociaux et santé) pour réduire le fardeau de la prestation de soutien.

b) Éducation

La plus grande partie de la littérature en éducation porte principalement sur l'accès à l'éducation pour les membres du corps étudiant ayant des besoins particuliers et certains travaux abordent l'accessibilité pour l'ensemble de la population étudiante. Les travaux en cours sont les suivants : Guha et Druin 2008; Sadikovna et Azimjon o'g'li 2023; Meynert 2014; Hornby 2011; Janus et coll. 2007; Eckes et Ochoa 2005; Hasselbring et Glaser 2023. Les modèles éducatifs s'inscrivent généralement dans un modèle enseignant-étudiant soutenu par des outils technologiques. Par conséquent, dans la plupart des cas, les enjeux recensés concernent principalement les besoins de la population étudiante plutôt que des solutions techniques. L'utilisation de l'ordinateur entre en jeu.

Les travaux sur la technologie concernant l'accès à l'éducation mettent l'accent sur des solutions ponctuelles répondant à des besoins particuliers de la population étudiante, avec une attention limitée entre les différents besoins ou à l'échelle du système éducatif (par exemple une application logicielle à utiliser sur un PC ou une tablette répondant aux besoins « x » de l'étudiante ou de l'étudiant).

c) Autonomie

Les travaux portant sur l'autonomie accordent une place plus importante aux solutions techniques et démontrent que certaines solutions technologiques, initialement perçues comme susceptibles de créer des obstacles, n'ont pas engendré les effets négatifs prévus. Plusieurs études (Agree 2014a; Waldschmidt et Sépulchre 2019; Thompson 2018; Fisher et coll. 2009; El-Basioni et coll. 2014; Carmien et Fischer 2008; Zheng et coll. 2022) décrivent également les forces qui motivent le besoin d'autonomie, comme les droits de la personne (accords des Nations unies sur les droits de la personne) et la perspective de la citoyenneté appliquée au renforcement de l'autonomie. Ces perspectives privilégient des

approches nouvelles et différentes sur les besoins en prenant la personne comme point de départ. Des exemples technologiques particuliers sont présentés dans ces travaux.

d) Assistance à l'autonomie à domicile

Plusieurs revues de technologie, notamment Bin Noon et coll. 2023; Byrne et coll. 2018; Fadrique et coll. 2020; Lam et coll. 2022; Mujirishvili et coll. 2023; Quesada-García et coll. 2023; Scott et coll. 2022, examinent le domaine de l'assistance à l'autonomie à domicile sous l'angle de l'utilisabilité et de l'acceptabilité. Elles mettent en évidence les contextes où les technologies et les solutions fonctionnent bien et ceux où elles présentent des limites, et recensent certains domaines nécessitant des normes. Parmi les travaux ciblant des domaines où des normes ou des politiques sont requises, on peut citer :

1. la monétisation des données issues des systèmes d'assistance à l'autonomie à domicile;
2. la responsabilité et l'obligation de rendre des comptes liées à l'utilisation des données du système d'assistance à l'autonomie à domicile;
3. le coût d'achat et d'entretien des systèmes d'assistance à l'autonomie à domicile par rapport aux avantages perçus, ainsi que les empiètements sur la vie privée;
4. le processus de décisions institutionnel lorsque des personnes dépendent d'autrui pour déterminer ce qu'elles peuvent ou ne peuvent pas faire;
5. l'équité d'accès (abordabilité, accès à Internet);
6. la confidentialité des données et la vie privée de la personne (qui a accès à quelles données : la personne elle-même, les personnes de soutien, la famille, etc.).

Certaines solutions ont tendance à dicter des comportements ou à restreindre l'autonomie plutôt qu'à la favoriser.

e) Résumé : défis et obstacles liés à la vie autonome

Les défis liés à la vie autonome et au vieillissement chez soi résultent de l'interaction entre les obstacles, les limitations fonctionnelles et les facteurs personnels de la personne vivant de façon autonome. Les solutions technologiques visant l'autonomie dans la vie quotidienne cherchent à accroître

la participation en réduisant les obstacles et en facilitant le fonctionnement du quotidien.

Objectifs des technologies favorisant l'autonomie

Les maisons intelligentes de soutien à l'autonomie (Wallace et coll. 2023; Knoefel et coll. 2024) intègrent plusieurs innovations matérielles et logicielles en interaction, telles que des capteurs, des actionneurs et des plateformes d'intégration et d'analyse de données. Ces espaces intelligents peuvent détecter les personnes occupantes, interagir avec elles et soutenir la vie autonome, notamment en faisant ce qui suit :

- offrir un contrôle automatisé, informatisé ou à commande vocale des dispositifs électriques et mécaniques;
- repérer des modèles d'utilisation pouvant être optimisés afin d'améliorer le fonctionnement du quotidien;
- détecter et gérer les changements de l'état de santé physique et cognitif grâce à la surveillance des niveaux d'activité et des comportements;
- détecter et surveiller les activités afin de déterminer et de signaler des situations d'urgence;
- détecter et surveiller les signes vitaux afin de repérer des urgences immédiates ou des changements progressifs de l'état de santé.

Obstacles liés aux technologies favorisant l'autonomie

Les lacunes de conception, les effets indésirables ou l'utilisation inadéquate de ces technologies peuvent créer de nouveaux obstacles ou renforcer ceux existants. Les préoccupations associées à l'utilisation de ces technologies comprennent (Agree 2014b; Bin Noon et coll. 2023; Boger 2022; Chu et coll. 2022; Scott et coll. 2022; Sixsmith 2022; Wallace et Knoefel 2022a; Wang et coll. 2023; Organisation mondiale de la santé 2022; Zheng et coll. 2022) :

- **La propriété et la confidentialité des données** : les capteurs des maisons intelligentes peuvent recueillir des renseignements de nature sensible, notamment des données audio et vidéo, ce qui soulève des préoccupations en matière de protection de la vie privée concernant la propriété des données, leur stockage et les personnes pouvant y accéder. Même des données anonymisées pourraient être préoccupantes pour la protection de la vie privée lorsque plusieurs flux de données sont agrégés. Les préoccupations émergentes en matière de propriété des données portent notamment sur la vente de données agrégées et sur

l'utilisation de renseignements personnels pour l'entraînement de modèles d'IA.

- **La conception liée à l'âgisme et au capacitisme :** de nombreuses technologies de maison intelligente sont développées à l'intention des personnes en situation de handicap ou des personnes âgées sans qu'elles soient véritablement consultées en ce qui concerne leurs besoins et leurs aspirations. Les produits qui en découlent peuvent ainsi ne pas répondre aux besoins des personnes utilisatrices finales et véhiculer des stéréotypes de leurs objectifs, de leurs souhaits et de leurs comportements. Les produits peuvent également s'appuyer sur des modèles d'utilisation limités ou présenter une conception peu accessible, qui ne tient pas compte de la diversité des profils des personnes utilisatrices.
- **Les biais algorithmiques :** les ensembles de données utilisés pour entraîner les modèles d'IA sous-représentent souvent, voire excluent complètement, les personnes âgées ou les personnes en situation de handicap (Kunz et coll. 2025). Les modèles et les algorithmes qui en découlent peuvent ainsi fonctionner de manière inadéquate pour les personnes utilisatrices finales et ne pas bien se généraliser à la diversité physique, fonctionnelle et comportementale de la population.
- **La perte d'autonomie :** les personnes vivant de manière autonome peuvent adapter leurs comportements, leurs activités ou leurs habitudes de sommeil selon leurs préférences ou par besoin spontané. Les systèmes de surveillance peuvent alerter les membres de la famille ou les personnes de soutien lors de changements « inattendus », donnant aux personnes utilisatrices finales l'impression que le système agit contre leurs intérêts, les contraint à adopter des comportements plus faciles à surveiller et les prive d'autonomie. De même, les technologies fonctionnelles et de soutien peuvent contraindre les personnes à fonctionner exclusivement dans un cadre « accessible » prédéfini ou dans un ensemble d'activités déterminées. En plus de réduire l'autonomie, cela peut entraîner une diminution des capacités, les personnes perdant leur capacité à accomplir des tâches en dehors de ce cadre.
- **La perte de contacts humains :** les technologies automatisées de détection, de surveillance et de soutien qui remplacent les visites en personne destinées au bien-être et aux soins peuvent entraîner une

diminution des interactions sociales et une augmentation de la solitude et de l'isolement.

- **La sécurité fonctionnelle** : les technologies sur lesquelles on s'appuie pour soutenir les AVQ peuvent causer des préjudices lorsqu'elles tombent en panne ou fonctionnent de manière imprévue. Les technologies de maison intelligente destinées au grand public peuvent ne pas intégrer des principes appropriés de sécurité fonctionnelle, comme la redondance et le fonctionnement à sécurité intégrée.
- **La fiabilité de la technologie** : les solutions technologiques exigent souvent, ou sont perçues comme exigeant, plus d'efforts d'entretien que les solutions de faible technologie. L'utilité des appareils de haute technologie repose sur leurs éléments technologiques actifs; toutefois, les logiciels peuvent tomber en panne ou nécessiter des mises à jour, et les batteries doivent être rechargées. Ces dispositifs peuvent devenir inutilisables s'ils ne sont pas entretenus, ce qui crée des obstacles pour les personnes qui en dépendent. À l'inverse, l'utilisabilité de nombreux dispositifs et de solutions de faible technologie, comme les dispositifs d'aide à la préhension ou les loupes grossissantes, provient de leur conception matérielle. Leur fiabilité dépend principalement de leur robustesse physique.
- **Le changement technologique et l'obsolescence** : les technologies de soutien aux AVQ peuvent être étroitement intégrées dans les routines des personnes utilisatrices finales, et être également intégrées physiquement à leur espace de vie. Il devient alors difficile de changer de système, ce qui soulève des préoccupations quant au soutien et à l'entretien continu du matériel, ainsi qu'aux mises à jour de sécurité et de fonctionnalité des composants logiciels.
- **L'équité d'accès** : les technologies visant à soutenir les AVQ soulèvent plusieurs enjeux d'équité. Les dispositifs et les systèmes peuvent comporter des coûts initiaux et permanents élevés, créant des obstacles financiers à l'accès. Les régimes d'assurance peuvent ne couvrir que le coût de dispositifs bien établis et approuvés. L'utilisation de ces systèmes peut supposer un certain niveau d'aisance technologique ou nécessiter un accès fiable à Internet haute vitesse, ce qui crée des obstacles pour les personnes vivant dans les régions rurales ou les régions éloignées et celles qui n'ont pas de connectivité numérique adéquate. Un enjeu d'équité plus subtil concerne les types de

technologies développées : certaines personnes ou populations peuvent être exclues de l'aide technologique en l'absence de perspectives de profits.

Certaines de ces préoccupations sont inhérentes à l'utilisation de la technologie, tandis que d'autres émergent lorsque des technologies de maison intelligente destinées au grand public sont adaptées à des fins de soutien à l'autonomie. Ces constats mettent en évidence l'importance d'une conception axée sur la personne, ainsi que la nécessité d'intégrer des considérations d'accessibilité et de conception inclusive tout au long du cycle de vie du produit.

Tableau 1 s'appuie sur le concept des domaines de vie issus de notre compte rendu technologique (Masson et coll. 2025) afin de résumer et de classer certains des défis liés à la vie autonome ciblés par la technologie.

Tableau 1 : Obstacles et défis liés à la vie autonome quotidienne, classés par domaine de vie.

Catégorie	Préoccupations, défis et obstacles	Limitations fonctionnelles associées
<i>Santé et estime de soi : amélioration et entretien de la santé et de l'estime de soi</i>		
Gestion et suivi de l'état de santé	Rappel et administration des médicaments. Physiothérapie et soins de réadaptation guidés. Surveillance et suivi des signes vitaux.	Capacité physique fonctionnelle, capacité cognitive, mémoire, attention et fonctionnement exécutif.
Santé personnelle et bien-être	Qualité du sommeil et temps de sommeil. Exercice et condition physiques.	Santé physique et fonctionnelle, santé mentale.
Intervention d'urgence et évacuation	Perception de l'alarme et réaction. Accès à l'aide d'urgence. Options de sortie sécuritaire.	Capacité physique fonctionnelle, capacité sensorielle, capacité cognitive.
<i>Logement (espace physique) : modifications et entretien de l'espace physique d'un logement</i>		

Catégorie	Préoccupations, défis et obstacles	Limitations fonctionnelles associées
Contrôle du confort	Gestion de l'éclairage, de la température, de la ventilation.	Capacité physique fonctionnelle, capacité sensorielle, capacité cognitive.
Entretien domestique	Nettoyage, entretien ménager, aménagement paysager et entretien extérieur.	Capacité physique fonctionnelle, capacité sensorielle, capacité cognitive, état de la santé mentale.
<i>AVQ : activités habituelles de la vie quotidienne en rapport avec son propre corps</i>		
Hygiène personnelle	Toilette et bain.	Capacité physique fonctionnelle, capacité cognitive, état de la santé mentale.
Alimentation et nutrition	Planification et préparation des repas. Salubrité alimentaire. Saine alimentation.	Capacité physique fonctionnelle, capacité cognitive, état de la santé mentale, fonctionnement exécutif.
<i>Activité instrumentale de la vie quotidienne (AIVQ) : activités habituelles de la vie quotidienne impliquant l'utilisation d'outils et de technologies</i>		
Utilisation des appareils électroménagers	Accessibilité des appareils électroménagers et utilisation sécuritaire.	Capacité physique fonctionnelle, capacité cognitive, attention et fonctionnement exécutif.
Utilisation de l'ordinateur et des technologies	Accès aux technologies et utilisation pour le magasinage, les opérations bancaires et les divertissements.	Capacité physique fonctionnelle, capacité sensorielle, capacité cognitive.
<i>Mobilité et transport : capacité de se déplacer vers les lieux souhaités par divers moyens</i>		
Navigation	Navigation sécuritaire et orientation. Prévention et détection de l'errance.	Capacité physique fonctionnelle, capacité sensorielle, capacité cognitive.

Catégorie	Préoccupations, défis et obstacles	Limitations fonctionnelles associées
Chutes et immobilisation	Détection et aide d'urgence.	Capacité physique fonctionnelle.
Mobilité personnelle	Dispositif d'aide à la mobilité. Transport assisté. Utilisation d'un véhicule personnel.	Capacité physique fonctionnelle, fonctionnement exécutif.
<i>Communication et gouvernance : capacité d'obtenir des renseignements et de communiquer avec des personnes, des communautés, des organisations et des organisations gouvernementales</i>		
Socialisation	Relations sociales.	Capacité cognitive, état de la santé mentale, capacité sensorielle.
Utilisation d'ordinateurs et d'appareils pour la communication vocale et la messagerie	Accès aux technologies et utilisation pour la communication. Utilisation des médias sociaux.	Capacité physique fonctionnelle, capacité sensorielle, capacité cognitive, état de la santé mentale.
Accès à l'information	Utilisation d'Internet.	Capacité cognitive.
<i>Education, travail et loisirs : poursuite ou prolongement des activités d'éducation, de travail, de carrière et de loisirs</i>		
Gestion et planification du temps	Rappels des tâches et des activités. Planification à court et à long terme.	Capacité physique fonctionnelle, capacité cognitive.
Acquisition, amélioration ou maintien des compétences	Accès et accessibilité au matériel d'apprentissage et aux programmes de formation.	Capacité sensorielle, capacité cognitive, fonctionnement exécutif, capacité physique fonctionnelle.

4.2. Normes

Les technologies conçues pour soutenir les AVQ sont intégrées à la vie des personnes qui en dépendent pour les aider et surveiller l'accomplissement de leurs tâches essentielles. Les normes peuvent contribuer à garantir que les technologies peuvent être utilisées sans risque, qu'elles fonctionnent conformément aux attentes des personnes utilisatrices et que leur comportement est aligné sur les besoins de ces dernières. Les objectifs de la normalisation et les différents types de normes sont décrits dans ONUDI (Organisation des Nations Unies pour le développement industriel). Dans le contexte des technologies liées aux AVQ, les principaux objectifs de la normalisation comprennent les éléments suivants :

- **Garantir l'adéquation à l'usage prévu** : les normes relatives à la conception et au rendement, combinées aux normes d'essai et de contrôle de la qualité, peuvent offrir l'assurance qu'un produit ou un processus remplit la fonction pour laquelle il a été conçu. Pour les technologies liées aux AVQ, cela inclut des exigences portant sur des paramètres physiques comme la résistance aux chocs ou la durée de vie de la batterie, ainsi que des paramètres électriques ou logiciels comme la sensibilité des capteurs ou la performance des algorithmes. Cela comprend également des exigences en matière d'accessibilité et d'utilisabilité, afin de garantir que la norme visée est adaptée aux besoins d'un large éventail de personnes.
- **Favoriser l'interchangeabilité et la compatibilité** : les normes de fabrication et de conception permettent aux produits, aux composants et aux processus de fonctionner conjointement et de se remplacer mutuellement. Cela permet d'améliorer l'efficacité, de promouvoir une juste concurrence et d'augmenter les choix offerts aux personnes consommatrices. Dans le cas des technologies liées aux AVQ, cette compatibilité dépasse les connecteurs physiques et englobe les interfaces logicielles, les protocoles de communication et les formats de stockage des données.
- **Protéger la santé et la sécurité** : les normes de sécurité garantissent que la fabrication et l'utilisation des produits ne compromettent ni la santé, ni les biens, ni l'environnement. Cette dimension revêt une importance particulière dans le contexte des technologies liées aux AVQ, où les dispositifs peuvent assurer une fonction médicale ou interagir physiquement avec une personne. La sécurité comprend alors la sécurité physique des dispositifs et

des matériaux, la sécurité fonctionnelle des dispositifs essentiels, ainsi que des pratiques responsables en matière de fabrication et de cycle de vie. Une vision élargie de la santé et de la sécurité comprend également les normes réglementant la sécurité, la propriété et la confidentialité des données.

- **Constituer une terminologie commune** : les acronymes, les termes et les définitions utilisés dans les normes constituent une terminologie commune permettant de décrire les produits et les processus de manière précise et sans ambiguïté. La clientèle peut ainsi comparer plus facilement les offres, et le personnel de recherche et les entreprises peuvent également interagir avec les technologies et les mettre en commun.

Il existe différents types de normes, et un document sur les normes peut remplir un ou plusieurs objectifs. Les principaux types de normes comprennent :

- **les normes de vocabulaire et les normes de base** : elles fournissent des glossaires et des définitions des termes courants, ainsi que des spécifications concernant les unités de mesure de base;
- **les normes de produit** : elles établissent des spécifications des produits, notamment des quantités physiques, des spécifications des exigences de performance, des exigences d'emballage et des spécifications de sécurité;
- **les normes d'inspection et d'essai** : elles décrivent les processus et les méthodes servant à évaluer la qualité et la performance des produits, notamment par l'inspection, la mise à l'essai et l'analyse;
- **les normes de gestion des processus** : elles décrivent les pratiques exemplaires en matière de gestion des processus, notamment la logistique, la gestion des stocks, la maintenance, la gestion de projet ainsi que la gestion des données et de l'information.

Les sous-sections suivantes abordent les normes pertinentes pour l'utilisation de la technologie dans le but d'évaluer et de soutenir les AVQ des personnes en situation de handicap ou celles souhaitant vieillir chez elles.

a) Processus de conception accessible

Guide ISO/CEI 71:2014 : Guide pour l'intégration de l'accessibilité dans les normes et ISO/TR 22411:2021 : Données ergonomiques destinées à être utilisées dans le cadre de l'application du Guide ISO/CEI 71:2014

Le Guide ISO/CEI 71:2014 fournit des lignes directrices aux responsables de l'élaboration des normes sur la façon de traiter l'accessibilité. Il s'agit à la fois d'une norme de vocabulaire, comportant un ensemble de termes liés à l'accessibilité, et d'une norme de gestion des processus décrivant un processus pour repérer et définir les exigences et les recommandations en matière d'accessibilité applicables au produit ou au service ciblé par la normalisation. Le guide propose deux approches complémentaires pour aborder la question de l'accessibilité :

1. *Approche fondée sur les objectifs d'accessibilité* : cette approche commence par cerner un ensemble de 11 objectifs d'accessibilité pour le système à l'étude. Ces objectifs sont tirés de guides d'accessibilité actuels, notamment *The 7 Principles of Universal Design* (Centre for Excellence in Universal Design, non daté). Voici quelques exemples d'objectifs :

- Satisfaction aux besoins d'adéquation avec le plus large éventail possible de personnes utilisatrices.
- Conformité aux attentes des personnes utilisatrices.
- Soutien à l'individualisation.

L'étape suivante consiste à déterminer les moyens nécessaires pour atteindre ces objectifs d'accessibilité. Les responsables de la conception doivent reconnaître que ces besoins diffèrent d'une personne à l'autre et peuvent également varier, pour une même personne, selon les contextes et les circonstances.

2. *Approche fondée sur les capacités et les caractéristiques humaines* : cette approche commence par la détermination des actions ou des activités requises pour interagir avec le système, ainsi que des capacités et des caractéristiques de la personne liées à ces actions. Cette étape s'appuie sur les concepts de la *Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé de l'OMS* (Organisation mondiale de la Santé 2001b), également connue sous le nom de CIF, pour reconnaître la diversité des capacités de la personne résultant de l'état de santé et des déficiences des

fonctions du corps, et la manière dont celles-ci peuvent interagir avec les obstacles personnels et environnementaux pour créer des limitations d'activité et des restrictions de participation. Le guide recense des considérations de conception liées à un large éventail de capacités et de caractéristiques physiques, notamment :

- les **capacités sensorielles** comme la vue, l'ouïe, le toucher, le goût et l'odorat;
- les **troubles immunologiques** comme les allergies;
- les **capacités physiques** comme la taille, la force et l'endurance;
- les **capacités cognitives**.

L'étape suivante des deux approches consiste à élaborer des stratégies pour répondre aux considérations de conception et aux besoins en matière d'accessibilité du système cible. Des conflits peuvent exister entre les besoins d'accessibilité des différentes personnes utilisatrices, et une diversité d'approches peut être nécessaire pour répondre à ces besoins variés. Ces stratégies d'accessibilité sont ensuite traduites en exigences et en recommandations intégrées à la norme en cours d'élaboration. Les deux approches parallèles sont résumées dans la figure suivante, adaptée du guide.

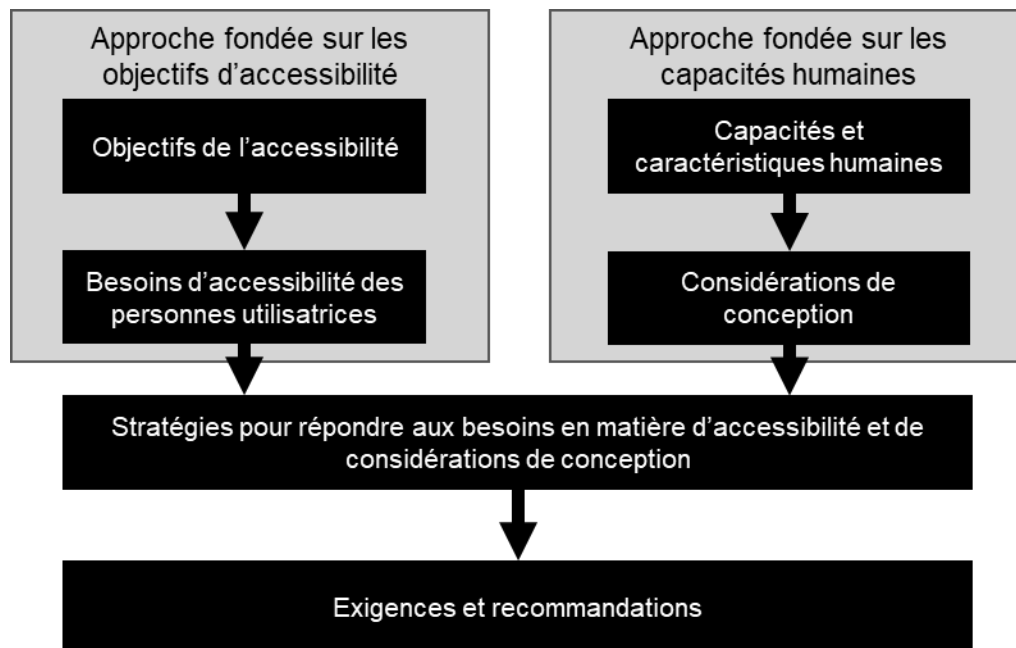


Figure 1 : Approches parallèles à l'intégration de l'accessibilité dans les normes, adaptées du Guide ISO/CEI 71:2014.

Le document d'accompagnement ISO/TR 22411 : *Données ergonomiques destinées à être utilisées dans le cadre de l'application du Guide ISO/CEI 71:2014* fournit des exemples d'études de recherche qui quantifient et décrivent la variation des capacités sensorielles, physiques et cognitives. Ce document n'établit pas d'exigences ni de recommandations précises. Il présente toutefois certaines considérations en matière d'accessibilité ainsi que des exemples d'application illustrant la manière dont les données peuvent être utilisées.

Bien que le guide soit axé sur l'élaboration de normes, les approches sont de portée générale et peuvent être appliquées à la conception d'autres produits et services accessibles. Le type d'analyse décrit dans le guide est essentiel à la conception de solutions technologiques efficaces destinées à soutenir les AVQ des personnes en situation de handicap ou vieillissant chez elles, compte tenu de la grande diversité des capacités et des besoins en accessibilité des personnes utilisatrices. Comme l'indique le guide : « L'étude des besoins d'accessibilité des utilisateurs, plutôt en amont qu'en aval du processus de conception, permet aux producteurs de concevoir et de produire des systèmes accessibles, sans surcoût ou avec un surcoût minime » (ISO 2014).

Norme ISO/TC 314 Vieillesse de la population

Le comité technique « Vieillesse de la population » a pour objectif de répondre aux défis et aux occasions liés à l'augmentation de l'espérance de vie et au vieillissement de la population. L'élaboration de ces normes vise à créer une société inclusive pour la population vieillissante, dans laquelle les personnes âgées et les personnes de soutien peuvent participer pleinement aux activités professionnelles et de loisirs, tout en vivant en toute sécurité et dans la dignité.

ISO/TR 25555:2024 Vieillesse de la population — Considérations relatives à l'accessibilité et à l'utilisabilité des produits de soins de santé à domicile, services et environnements connexes

La norme ISO 25555:2024 est une norme de gestion des produits et des processus élaborée par le comité technique ISO/TC 314 qui rassemble des informations et des recommandations déjà diffusées concernant la conception et la prestation de produits et de services de soins à domicile. La norme fournit des exemples d'applications de soins de santé à domicile, ainsi que des

considérations de conception et des enjeux précis en matière d'utilisabilité et d'accessibilité.

ISO 25550:2022 Ageing societies — General requirements and guidelines for an age-inclusive workforce [Traduction] Vieillesse de la population — Exigences générales et lignes directrices pour une main-d'œuvre inclusive à l'égard de l'âge

La norme ISO 25550:2022 est une norme de gestion des processus élaborée par le comité technique ISO/TC 314. Elle fournit des lignes directrices et des pratiques exemplaires destinées aux organisations afin de créer et de promouvoir des milieux de travail inclusifs à l'égard de l'âge. Il existe des préoccupations communes entre le vieillissement chez soi et les milieux de travail inclusifs à l'égard de l'âge, ainsi qu'entre les espaces inclusifs à l'égard de l'âge et les espaces inclusifs pour les personnes en situation de handicap. Les AVQ se déroulent tant en milieu de travail qu'à domicile, et des politiques ainsi que des technologies sont nécessaires pour soutenir les personnes dans ces deux contextes.

Les recommandations et les exigences de la norme ISO 25550:2022 sont regroupées dans les catégories suivantes :

- **Stratégies et déclarations publiques** : leadership, planification de la main-d'œuvre et recrutement.
- **Politiques et procédures** : culture organisationnelle, développement de carrière, ergonomie et numérisation.
- **Santé** : gestion et promotion de la santé, santé et sécurité au travail.
- **Soutiens** : travail flexible, formation et perfectionnement.

Les recommandations et les exigences portent sur les politiques que le milieu de travail devrait mettre en œuvre; elles ne comportent aucune exigence liée à des normes applicables aux technologies utilisées en milieu de travail. Cependant, des solutions technologiques peuvent contribuer à la mise en œuvre des recommandations politiques. Voici quelques exemples de ce que les technologies destinées aux AVQ peuvent apporter :

- Favoriser le maintien de la participation des personnes atteintes de démence en milieu de travail en les aidant à surveiller leur sécurité personnelle, à planifier et à suivre l'état d'avancement de leur travail, et à faciliter l'adaptation de la charge de travail.

- Appuyer une approche de conception universelle en matière de santé et de sécurité au travail en aidant les membres du personnel à surveiller leurs niveaux d'effort cognitif et physique afin d'ajuster l'intensité des tâches en fonction de leurs capacités individuelles.
- Promouvoir la santé physique et mentale au travail en aidant les membres du personnel à suivre leurs indicateurs de santé et leurs habitudes de sommeil. Cela peut également servir à évaluer les effets de la charge de travail et des changements d'équipe afin de déterminer les accommodements nécessaires.

b) Bâtiments et produits accessibles

Accessibilité de l'environnement bâti

Plusieurs organismes de normalisation ont publié des normes relatives à l'accessibilité et à l'utilisabilité de l'environnement bâti, notamment :

- ISO 21542:2021 Cadre bâti — Accessibilité et usage de l'environnement bâti.
- ICC/ANSI A117.1-2017 : Standard for Accessible and Usable Buildings and Facilities [Traduction] Normes en matière de bâtiments et installations accessibles et utilisables.
- ADA Standards for Accessible Design [Traduction] Normes pour une conception accessible.
- CSA/ASC B651 : Conception accessible pour l'environnement bâti.

Il s'agit de normes de produits applicables aux espaces bâtis, en particulier aux espaces publics. Elles fournissent des lignes directrices en matière d'accessibilité physique, notamment des plans d'étage et des agencements accessibles aux fauteuils roulants, ainsi que des exigences concernant des particularités techniques axées sur l'accessibilité, comme les barres d'appui et les rampes d'accès. Ces normes sont essentielles à la création d'espaces accessibles favorisant l'autonomie et le vieillissement chez soi, mais elles sont moins pertinentes dans les présents travaux, puisqu'elles portent principalement sur la conception matérielle plutôt que sur les soutiens technologiques.

IEC 63008 Household and similar electrical appliances - Accessibility of control elements, doors, lids, drawers and handles [Traduction] EN CEI 63008 Appareils électroménagers et analogues – Accessibilité des éléments de commande, portes, couvercles, tiroirs et poignées

La norme CEI 63008 est une norme de produit qui présente des considérations générales concernant la conception accessible des composants manipulés par la personne utilisatrice, ainsi que des exigences précises concernant les éléments suivants :

- les éléments de commandes comme les boutons, les cadrans, les curseurs et les interrupteurs;
- les portes, les couvercles et les tiroirs;
- les poignées.

Parmi ces éléments, les exigences concernant les éléments de commande sont les plus pertinentes pour la conception de technologies liées aux AVQ. La méthodologie utilisée pour élaborer la norme est également applicable, puisqu'elle constitue un exemple pratique de l'application des processus décrits dans le Guide ISO/CEI 71:2014. Cette méthodologie décompose l'interaction avec le produit en étapes et établit des exigences pour chacune d'elles, en tenant compte des capacités physiques et cognitives des personnes utilisatrices. Un résumé des lignes directrices se rapportant aux éléments de commande, structurées par étape, est présenté ci-dessous :

1. **Percevoir** : les exigences mettent l'accent sur la capacité à détecter les éléments de commande par plusieurs modes, par exemple le mode visuel et tactile, ou le mode visuel et auditif, comprenant au moins un élément de commande lorsque l'appareil est en mode arrêt ou en mode veille.
2. **Reconnaître** : comme pour la perception, les exigences concernant la reconnaissance prévoient qu'il soit possible de reconnaître et de différencier les éléments de commande, notamment les commandes tactiles, par plusieurs moyens.
3. **Atteindre** : les exigences ont pour objectif de faciliter l'accès aux éléments de commande. Elles recommandent d'éviter les commandes encastrées et précisent les distances minimales entre les éléments adjacents afin d'éviter toute activation involontaire.

4. **Actionner** : des exigences générales et particulières détaillées définissent les types de mouvements autorisés ainsi que la force nécessaire pour actionner les commandes, afin de limiter les contraintes physiques et cognitives. Par exemple, les actions simultanées, comme pousser et tourner en même temps, doivent être évitées. Il doit également être possible d'annuler le dernier réglage effectué sans modifier les autres paramètres.
5. **Surveiller** : les exigences portent sur la possibilité de vérifier l'état de fonctionnement de l'appareil et de ses réglages sans qu'une interaction involontaire puisse modifier ces réglages.

Cette méthode de décomposition des fonctions de l'objet permet aux responsables de la conception d'isoler les comportements de base du produit et de déterminer comment rendre ce comportement accessible et universel.

c) Interaction personne-machine

ISO TC 159 SC 4 Ergonomie de l'interaction homme/système

Le sous-comité 4 d'ergonomie de l'ISO (ISO/TC 159/SC 4 ergonomie de l'interaction homme-système) a élaboré un ensemble exhaustif de normes portant sur les interactions entre les systèmes informatisés et les personnes qui les utilisent, interagissent avec eux ou en subissent les effets. Parmi les normes les plus pertinentes pour les technologies de soutien aux AVQ, on trouve celles qui encadrent la conception de produits centrés sur la personne utilisatrice et accessibles, notamment :

- ISO 9241-20:2021 Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 20 : Approche ergonomique de l'accessibilité dans la série ISO 9241. Ce document regroupe et synthétise les lignes directrices en matière d'accessibilité provenant des normes de la série ISO 9241 (Ergonomie de l'interaction homme-système) et d'autres normes connexes afin de proposer une vision unifiée de l'accessibilité en interaction personne-machine. Il est présenté plus en détail dans la section suivante.
- ISO 9241-11:2018 Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 11 : Utilisabilité — Définitions et concepts.
- ISO 9241-210:2019 Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 210 : Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs.

On trouve également des normes fournissant des lignes directrices et des spécifications de modes accessibles de présentation de l'information :

- ISO 24552:2020 Ergonomie — Conception accessible — Accessibilité des informations présentées sur les écrans de visualisation des produits de consommation de petite taille.
- ISO 24503:2011 Ergonomie — Conception accessible — Utilisation des points et barres tactiles sur les produits de consommation courante.
- ISO/TS 9241-126:2019 Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 126 : Recommandations relatives à la présentation d'informations auditives.
- ISO 9241-11:2017 Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 125 : Recommandations relatives à la présentation visuelle d'informations.

L'application de ces normes et processus de conception peut aider les responsables de la conception des systèmes à développer des technologies adaptées aux personnes utilisatrices dans leurs AVQ.

ISO 9241-20:2021 Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 20 : Approche ergonomique de l'accessibilité dans la série ISO 9241

La norme ISO 9241-20:2021 collecte et regroupe les lignes directrices propres à l'accessibilité provenant de la série ISO 9241, en particulier :

- ISO 9241-171:2008 Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 171 : Lignes directrices relatives à l'accessibilité aux logiciels.
- ISO 9241-971:2020 Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 971 : Accessibilité des systèmes interactifs tactiles/haptiques.

L'accent est mis sur les principes et les processus de conception reconnaissant l'importance de l'accessibilité, plutôt que sur les exigences propres aux produits.

Bon nombre de ces principes s'inspirent des principes de conception universelle, tels que l'utilisation équitable, la capacité d'autodescription, la capacité d'apprentissage-machine et la tolérance à l'erreur de la personne utilisatrice. Certains principes sont propres aux technologies, par exemple : présenter l'information de manière à éviter toute distraction et veiller à ce que

les contenus poursuivant une intention comparable soient présentés de façon uniforme.

Les processus de conception s'appuient sur le Guide ISO/CEI 71:2014 et se décomposent en trois étapes :

1. Comprendre et cerner les personnes utilisatrices ainsi que le contexte d'utilisation.
2. Élaborer des solutions répondant aux exigences des personnes utilisatrices.
3. Évaluer dès les premières étapes et tout au long du développement du produit.

La norme ISO 9241-20 fournit également une liste de références à lire pour une compréhension plus approfondie, ce qui en fait un bon point de départ pour la conception accessible de logiciels et de technologies interactives.

d) Assistance à l'autonomie à domicile

Comité système de la Commission électrotechnique internationale (CEI) sur l'assistance à l'autonomie à domicile

Le Comité système de la CEI sur l'assistance à l'autonomie à domicile est d'encourager la création de normes qui (CEI 2023) :

- permettent l'utilisabilité et l'accessibilité des systèmes et des services de l'assistance à l'autonomie à domicile;
- soutiennent l'interopérabilité des systèmes, des services, des produits et des composants de l'assistance à l'autonomie à domicile;
- prennent en compte des enjeux interfonctionnels comme la sûreté, la sécurité et la protection de la vie privée.

Les travaux du Comité sont en cours; les premiers documents ont été publiés en 2020 et d'autres sont attendus courant 2026. Les normes publiées se sont concentrées sur la mise sur pied et la description de cadres pour les fondements techniques et organisationnels de l'assistance à l'autonomie à domicile. Parmi leurs documents, on retrouve les suivants :

- Les documents IEC SRD 63234-1/2:2020 *Economic evaluation of AAL service Part 1: Framework* [Traduction] Évaluation économique des services

d'assistance pour l'autonomie à domicile – Partie 1 : cadre et *Part 2: Example of use – Monitoring patients with chronic diseases* [Traduction] Partie 2 : Exemple d'application – Surveillance de patients atteints de maladies chroniques. Ces documents proposent un modèle et un exemple illustrant la manière d'évaluer les avantages économiques d'un système d'assistance à l'autonomie à domicile, afin de faciliter la comparaison avec des services ou interventions de remplacement.

- Les documents IEC SRD 63240-1/2:2020 *AAL reference architecture and architecture model – Part 1: Reference architecture* [Traduction] Architecture de référence et modèle d'architecture d'assistance pour l'autonomie à domicile – Partie 1 : Architecture de référence et *Part 2: Architecture model* [Traduction] Partie 2 : Modèle d'architecture. Ces documents définissent les concepts et la terminologie se rapportant aux systèmes et aux composants de l'assistance à l'autonomie à domicile, afin d'établir un langage et des descriptions communs et de favoriser l'interopérabilité.
- Le document IEC TS 63134:2020/AMD1:2022 *AAL use case standards inventory and mapping* [Traduction] Inventaire et cartographie des normes relatives aux cas d'utilisation de l'assistance à l'autonomie à domicile. Ce document fournit un cadre avec des exemples pouvant être utilisés pour analyser les besoins des systèmes et des services d'assistance à l'autonomie à domicile. Il regroupe des concepts issus d'autres documents-cadres et est présenté plus en détail dans la section suivante.

Parmi les documents en cours d'élaboration qui sont pertinents pour les technologies servant à soutenir les AVQ, on trouve notamment :

- Le document AAL functional safety for cooperative systems in connected home environments (63168-1/2/3/4 ED1, 63240 ED1) [Traduction] Sécurité fonctionnelle des systèmes coopératifs d'assistance à l'autonomie à domicile dans les milieux familiaux connectés.
- Le document Design considerations for AAL users in connected home environment + specifications for each element (63271-1/2) [Traduction] Considérations de conception pour les personnes utilisatrice de l'assistance à l'autonomie à domicile dans un milieu familial connecté et spécifications pour chaque élément.

- Le document Functional performance for robots in AAL (63310 ED1) [Traduction] Rendement fonctionnel des robots dans le contexte de l'assistance à l'autonomie à domicile.
- Ethical considerations of AI in AAL (63416 ED1) [Traduction] Considérations éthiques de l'IA en matière d'assistance à l'autonomie à domicile (63416 ED1).

Le document IEC TS 63134:2020/AMD1:2022 *AAL use case standards inventory and mapping* [Traduction] Inventaire et cartographie des normes concernant les cas d'utilisation de l'assistance à l'autonomie à domicile.

La norme IEC TS 63134 est une norme de vocabulaire et de gestion des processus. Publiée pour la première fois en 2020, elle a été mise à jour en 2022. Il s'agit d'un des premiers documents élaborés par le Comité système de la CEI sur l'assistance à l'autonomie à domicile et d'un document de base pour d'autres démarches de normalisation. L'objectif de cette norme est de proposer un modèle avec des exemples permettant une analyse cohérente et systématique des cas d'utilisation de l'assistance à l'autonomie à domicile du point de vue de la personne bénéficiaire de soins. Le cadre d'analyse et les exemples de cas d'utilisation ont pour objectif d'aider les responsables de la conception ainsi que les prestataires de services à concevoir des systèmes, des dispositifs et des solutions répondant aux besoins des personnes utilisatrices de systèmes d'assistance à l'autonomie à domicile.

Le modèle de cas d'utilisation comprend notamment les concepts suivants :

- **Description du cas d'utilisation :** description détaillée du cas d'utilisation, notamment les personnes impliquées dans le cas d'utilisation et leur lien avec la personne bénéficiaire de soins.
- **Niveau de criticité :** estimation de la gravité des blessures pouvant découler du système, que ce soit en cas de défaillance ou dans le cadre de l'utilisation prévue. Trois niveaux sont définis : mineur, modéré et majeur où le niveau majeur indique qu'une défaillance ou un défaut de conception inconnu pourrait entraîner des blessures ou un décès.
- **Niveau d'assistance :** indication du niveau d'assistance fourni par le système d'assistance à l'autonomie à domicile, qui correspond au niveau des besoins de la personne utilisatrice (appelés domaines de l'utilisateur). L'échelle comprend les niveaux suivants :

- Autonomie (niveau 0) : les services d'assistance à l'autonomie à domicile aident un utilisateur autonome qui n'est pas dépendant de la technologie fonctionnelle.
- Assistance ponctuelle (niveau 1) : les personnes utilisatrices de l'assistance à l'autonomie à domicile ont besoin d'aide à certains moments ou pour certaines activités.
- Assistance pour les AIVQ (niveau 2) : les personnes ont besoin d'aide pour des tâches non essentielles à leur fonctionnement, mais nécessaires pour vivre de façon autonome (activités instrumentales de la vie quotidienne); le système d'assistance à l'autonomie à domicile n'est pas entièrement automatisé et requiert une intervention ou une supervision.
- Assistance pour les AVQ (niveau 3) : les personnes utilisatrices ont besoin d'aide pour les soins autoadministrés (activités de la vie quotidienne); le système peut fonctionner automatiquement sans supervision ni intervention.
- **Catégorie de cas d'utilisation** : description du rôle fonctionnel du système d'assistance à l'autonomie à domicile pour la personne bénéficiaire de soins. Les catégories sont les suivantes :
 - Prévention et gestion des problèmes de santé chronique de longue durée
 - Interaction avec le contenu numérique
 - Interactions sociales
 - Santé et bien-être
 - (Auto)gestion des AVQ à domicile
- **Contexte d'utilisation** : description de l'environnement dans lequel le système d'assistance à l'autonomie à domicile est utilisé. Les catégories sont les suivantes :
 - Environnement global ou extérieur
 - Bâtiments publics
 - Appareil mobile personnel et véhicule personnel

- Domicile
- Corps et environnement personnel
- Milieu de travail
- **Composition des composants du système :** description des différents composants du système d'assistance à l'autonomie à domicile, dont les dispositifs, le système dorsal et les systèmes d'information.
- **Les parties en action :** entités jouant un rôle dans le cas d'utilisation.
 - Les personnes concernées, par exemple :
 - La personne bénéficiaire des soins
 - Les proches aidants
 - Le personnel aide-soignant
 - Les personnes professionnelles de la santé
 - Les personnes opératrices de l'assistance à l'autonomie à domicile
 - Les personnes chargées de l'assistance technique de l'assistance à l'autonomie à domicile
 - Le volet technique, tel qu'un dispositif d'assistance à l'autonomie à domicile.
 - L'organisation, comme un ou une prestataire de soins de santé ou un organisme de recherche.

Une fois documenté, le cas d'utilisation est analysé afin de cerner les exigences des personnes utilisatrices selon les catégories suivantes :

- **Sécurité :** sécurité fonctionnelle et sécurité d'utilisation.
- **Sécurité :** cybersécurité et sécurité physique.
- **Protection de la vie privée et des données :** protection des données personnelles et consentement éclairé.
- **Exigences fonctionnelles :** résilience et fiabilité, utilisabilité et accessibilité, formation et instructions d'utilisation.

L'utilisation d'un modèle et d'une terminologie harmonisés permet de faire ressortir les chevauchements et les similarités entre les systèmes décrits dans les cas d'utilisation, facilitant ainsi l'établissement d'exigences de niveau supérieur ainsi que l'identification des enjeux ou considérations liés à l'interopérabilité, à la sécurité et aux autres aspects de la normalisation.

e) Échange, sécurité et confidentialité des données

ISO TC 215 Informatique de santé

Le comité technique ISO/TC 215 en informatique de santé a pour objectif de « faciliter la saisie, les échanges et l'utilisation des données, des informations et des connaissances relatives à la santé, en vue de favoriser tous les aspects du système de santé. » De nombreuses normes sont des normes de base et de vocabulaire décrivant les procédures et processus médicaux en langage courant; cependant, certaines sont directement pertinentes pour le soutien et la surveillance des AVQ :

- CEI 82304-1:2016 *Logiciels de santé – Partie 1 : Exigences générales pour la sécurité des produits* et CEI 82304-2:2021 *Logiciels de santé – Partie 2 : Applications de santé et de bien-être — Qualité et fiabilité* Ces normes établissent des exigences pour les logiciels ayant une fonction liée à la santé qui ne sont pas associés à un dispositif particulier, comme un glucomètre. Les logiciels de santé et de mieux-être comprennent notamment des applications de suivi du stress, de l'alimentation et de la nutrition, ainsi que de la condition physique. Les normes définissent des exigences de qualité qui couvrent l'ensemble du cycle de vie des logiciels de santé : conception, documentation, gestion de la configuration, mise en œuvre du logiciel, version et contrôle des modifications. Les considérations portent notamment sur les avantages pour la santé et les préjudices potentiels (dont les préjudices à la société), l'accessibilité et l'utilisabilité, la confidentialité et la sécurité des données, ainsi que la robustesse et l'interopérabilité.
- ISO/CD TS 6201.2 *Informatique de santé — Cadre de santé numérique personnalisé*. Cette norme, en cours d'élaboration, précisera un cadre d'interopérabilité des dossiers médicaux, dont l'objectif principal est de soutenir les personnes et les personnes de soutien. Les considérations incluent l'interopérabilité et le partage des connaissances entre les différents niveaux de soins de santé, sous réserve du consentement de la

personne. Cela se distingue d'autres normes qui mettent l'accent sur les mécanismes des dossiers de santé électroniques, sans traiter spécifiquement du rôle de la personne bénéficiaire des soins.

- ISO/IEEE 11073 *Communication entre dispositifs de santé personnels*. La famille de normes ISO/IEEE 11073 définissait à l'origine des normes d'interopérabilité et d'interconnexion pour les dispositifs médicaux utilisés dans les milieux de soins de santé. L'essor des appareils électroniques destinés au grand public intégrant des fonctions de surveillance de l'état de santé a mené à l'élargissement de cette initiative afin d'y inclure les dispositifs de santé personnelle. Les normes sont fondées sur les cas d'utilisation et le contexte décrits dans la norme ISO/IEEE 11073-00103:2015, ainsi que sur le cadre de base présenté dans la norme ISO/IEEE 11073-20601:2022. Des spécialisations propres à certaines applications couvrent un ensemble diversifié de dispositifs de santé personnelle, notamment les normes ISO/IEEE 11073-10471:2010 et ISO/IEEE 11073-10441:2015. Ces spécialisations décrivent les concepts et la terminologie du domaine d'application, ainsi que les mesures associées et les modèles de rapport.

ISO/CEI 27001:2022 *Systèmes de management de la sécurité de l'information*

La norme ISO/CEI 27001:2022 est une norme générale qui définit des exigences et des pratiques exemplaires permettant aux organisations d'élaborer une approche cohérente et systématique de la sécurité de l'information. Elle ne concerne pas un produit, un service ou un domaine particulier, et le concept de protection des données s'étend aux actifs informationnels non technologiques de l'information comme l'accès physique, les informations imprimées et l'utilisation par les employés de l'information exclusive. Une annexe de la norme présente une liste exhaustive de mesures de contrôle de sécurité de l'information que les organisations peuvent choisir de mettre en œuvre, notamment :

- des mesures de contrôle organisationnel précisant les processus, les politiques et les procédures;
- des mesures de contrôle liées au personnel concernant l'embauche, la formation et les conditions d'emploi;

- des mesures de contrôle physiques se rapportant aux sites et aux équipements;
- des mesures de contrôle technologique permettant de protéger et de surveiller les données et l'infrastructure.

Bien qu'elle ne s'adresse pas particulièrement aux responsables de la conception des technologies, les mesures de contrôle de sécurité des données prévues par la norme sont particulièrement importantes pour les organisations qui collectent, stockent ou traitent des renseignements de nature sensible, comme les données de santé. La mise en œuvre de l'ISO 27001 peut également contribuer à démontrer la conformité aux règlements sur la protection des renseignements personnels (Lopes et coll. 2019).

ETSI EN 303 645 v2.1.1 Cyber Security for Consumer Internet of Things: Baseline Requirements [Traduction] Cybersécurité pour l'Internet des objets destinés au grand public : Exigences fondamentales

La norme ETSI EN 303 645 est une norme de produit visant à protéger le public consommateur d'appareils de l'Internet des objets (IdO), dont : les dispositifs portables permettant de suivre l'état de santé, les appareils électroménagers connectés, les capteurs intelligents connectés, les assistants de maison intelligente et les systèmes domotiques. Alors que de nombreuses normes de sécurité sont interfonctionnelles et décrivent des politiques ou des cadres génériques de gestion des risques, la norme ETSI EN 303 645 fournit des recommandations précises de gestion de vulnérabilités de sécurité les plus importantes et les plus répandues observées dans les appareils de l'IdO. La mise en œuvre des dispositions de la norme permet d'assurer un niveau de base de la sécurité afin de renforcer les appareils de l'IdO contre des attaques peu sophistiquées exploitant des faiblesses fondamentales de conception.

La norme comprend 68 dispositions particulières et vérifiables réparties en deux sections : cybersécurité et protection des données. Les dispositions en matière de cybersécurité sont regroupées selon les thèmes suivants :

1. Ne pas utiliser de mots de passe universels par défaut.
2. Mettre en œuvre un mécanisme de gestion des rapports en matière de vulnérabilités.
3. Maintenir les logiciels à jour.

4. Stocker de manière sécurisée les paramètres de sécurité sensibles.
5. Communiquer de manière sécurisée.
6. Minimiser les surfaces d'attaque exposées.
7. Assurer l'intégrité du logiciel.
8. Garantir la protection des données personnelles.
9. Rendre les systèmes résilients aux pannes.
10. Examiner les données de télémétrie.
11. Faire en sorte que les personnes utilisatrices puissent supprimer facilement les données.
12. Faciliter l'installation et l'entretien des appareils.
13. Valider rigoureusement les données d'entrée.

Les dispositions associées à chaque thème comprennent des exigences ainsi que des exemples et des lignes directrices pour la mise en œuvre et la conformité. Par exemple, le thème 5 « Communiquer de manière sécurisée » contient des dispositions exigeant que les dispositifs aient recours aux pratiques exemplaires en matière de cryptographie pour communiquer de manière sécurisée. La norme ne fournit pas de conseils prescriptifs sur les algorithmes cryptographiques spécifiques à utiliser, notant que cela dépend du contexte d'utilisation et que le domaine est en constante évolution. Une autre disposition recommande que les algorithmes et les primitives cryptographiques puissent être mis à niveau, tout en reconnaissant que cela n'est pas possible pour certains dispositifs.

La section consacrée à la protection des données ne comprend pas de thèmes numérotés; les cinq dispositions consistent à fournir des informations claires concernant la manière et les lieux de traitement et d'utilisation des données personnelles, l'obtention et le retrait du consentement pour le traitement des données et la télémétrie, ainsi que la réduction de quantité de données de télémétrie collectées.

La conformité aux dispositions peut être vérifiée, soit par autoévaluation, soit par un tiers, au moyen de la méthodologie décrite dans le document d'accompagnement *ETSI TS 103 701 V1.1.1 Cyber Security for Consumer Internet of Things: Conformance Assessment of Baseline Requirements* [Traduction]

Cybersécurité pour l'Internet des objets destinés au grand public : Évaluation de la conformité aux exigences fondamentales.

Les annexes de la norme présentent des exemples d'architectures de référence pour les appareils de l'IdO, notamment les protocoles réseau utilisés pour chaque type de connexion, ainsi qu'un modèle de cycle de vie d'un appareil de l'IdO destiné au grand public, avec des exemples des types de données susceptibles d'être stockées sur l'appareil à chaque étape (p. ex., données de configuration, informations des personnes utilisatrices).

f) Connectivité de la maison intelligente

Les technologies de maison intelligente constituent une sous-catégorie de l'IdO, lequel désigne des « objets » physiques et virtuels connectés à un réseau pour traiter des informations concernant des événements et des environnements. Les fonctions et les capacités des appareils de l'IdO sont décrites dans l'*ITU-T Y.2060 Présentation générale de l'Internet des objets*, au moyen d'un modèle de référence en couches. Une représentation simplifiée de ce modèle est présentée dans la **Error! Reference source not found.** Il comprend les couches suivantes (Kafle et coll. 2016) :

- **La couche « application »** : comprend les applications de l'IdO qui regroupent les données afin d'exécuter des fonctions se rapportant, par exemple, à la maison intelligente et à la cybersanté.
- **La couche « soutien aux services et aux applications »** : fournit un appui à la couche « application », notamment l'agrégation, le traitement et le stockage des données (dans l'infonuage ou en local).
- **La couche « réseau »** : comprend les capacités de mise en réseau et de transport permettant à l'appareil de communiquer avec d'autres appareils, des passerelles et l'Internet.
- **La couche « dispositif »** : comprend les capacités de l'appareil comme les capteurs, ainsi que les capacités de passerelle permettant de gérer et de traduire différents types de connexions réseau.
- **Les capacités de gestion et de sécurité** : ces capacités couvrent l'ensemble des couches et incluent des fonctions de gestion des appareils comme la surveillance de l'état et la mise à jour logicielle, ainsi que des fonctions de sécurité comme le contrôle d'accès et l'authentification.

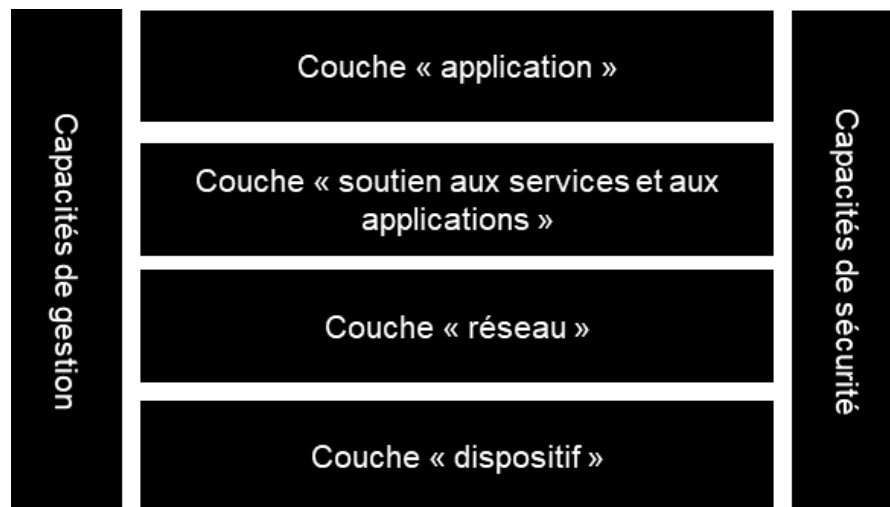


Figure 2 : Modèle de référence de l'IdO, adapté de la recommandation ITU-T Y.2060.

Des avantages liés aux normes et à l'interopérabilité existent à tous les niveaux : l'interopérabilité à la couche « application » permettrait à des appareils de différents fournisseurs de fonctionner ensemble au sein d'une maison intelligente unifiée; les normes de stockage et de présentation des données dans la couche « soutien » faciliteraient l'accès aux données de la maison intelligente et leur partage; les normes à la couche « réseau » permettent l'interconnexion et l'interaction sans interférence d'interfaces réseau provenant de différents fabricants de matériel; enfin, l'interopérabilité à la couche « dispositif » permet d'intégrer diverses technologies de détection dans des appareils intelligents.

Bien que la recommandation ITU-T Y.2060 décrive un modèle de référence, elle ne normalise pas les protocoles ni les technologies propres à chaque couche. Les fournisseurs de solutions de maison intelligente et de l'IdO ont développé des solutions reposant sur des combinaisons de protocoles normalisés et propriétaires, ce qui a entraîné des problèmes d'incompatibilité et de fragmentation (Aly et coll. 2019).

Les normes ou les protocoles utilisés pour la connectivité des maisons intelligentes comprennent notamment :

- *IEEE 802.15.4* : norme technique définissant les couches physiques et d'accès aux médias d'un réseau personnel sans fil à faible débit. Ces couches fournissent la fonctionnalité matérielle de base correspondant à la couche « réseau » du modèle de référence de l'IdO. La norme est maintenue par le comité IEEE 802, qui maintient également la famille des normes WiFi 802.11.

- *Zigbee* : protocole de communication sans fil fondé sur la norme IEEE 802.15.4. Il utilise l'accès radio de la norme l'IEEE 802.15.4 et ajoute des concepts de plus haut niveau comme les topologies de réseau et les rôles des appareils pour gérer le flux de données entre les appareils et à travers le réseau de capteurs (CSA-IOT, non daté). Il est développé par la Connectivity Standards Alliance, une alliance de l'industrie.
- *Z-Wave* : protocole de communication sans fil. Initialement développé comme solution entièrement propriétaire, les couches inférieures « réseau » ont été normalisées sous la recommandation ITU 9959 radio, tandis que les couches supérieures « réseau » sont développées par la Z-Wave Alliance, une alliance de l'industrie.
- *Thread* : protocole de communication sans fil fondé sur la norme IEEE 802.15.4. Il utilise l'accès radio de la norme IEEE 802.15.4 et intègre la norme de l'Internet Engineering Task Force, 6LoWPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks [Traduction] IPV6 pour les réseaux personnels sans fil à faible consommation, permettant aux appareils de transmettre directement des données du protocole Internet (IP) afin de se connecter à d'autres appareils et à Internet au moyen de routeurs IP (« Thread », non daté). Développé à l'origine par Nest Labs (désormais filiale de Google), il est maintenant géré par le Thread Group, une alliance de l'industrie.
- *Matter* : norme de connectivité pour les dispositifs de maison intelligente et de l'IdO, intervenant au niveau de la couche « application » et de la couche « soutien aux services et aux applications » du modèle de référence de l'IdO. Elle fournit une couche « application » commune ainsi que des modèles de données et d'interactions permettant aux appareils de communiquer et de se contrôler mutuellement (Connectivity Standards Alliance [2020] 2023). Elle est gérée par la Connectivity Standards Alliance, une alliance de l'industrie.

Au sein de ce groupe, Z-Wave et Zigbee sont des technologies concurrentes de réseau maillé sans fil à faible consommation. Bluetooth et WiFi sont des normes de communication sans fil à usage général largement répandues, également utilisées dans certaines applications de maison intelligente; cependant, leur débit élevé s'accompagne d'une consommation d'énergie et de coûts de composants plus importants, ce qui conduit souvent à les éviter dans les

capteurs intelligents et les dispositifs d'accès embarqués. La norme Matter est destinée à connecter des appareils de plusieurs fabricants, mais étant fondée sur l'IP, elle fonctionne directement uniquement avec Thread, WiFi ou Ethernet; d'autres appareils peuvent être pris en charge en utilisant une passerelle pour traduire entre les protocoles.

g) Résumé

Les responsables de la conception des solutions technologiques destinées à soutenir les AVQ disposent de normes couvrant l'ensemble du cycle de développement, notamment :

- Comprendre les situations dans lesquelles la technologie peut servir les personnes et analyser le cas d'utilisation que la technologie vise : normes CEI TS 63134 et ISO 25550.
- Cerner les besoins d'accessibilité des personnes utilisatrices du produit ou du service, en particulier des personnes en situation de handicap ainsi que des personnes âgées souhaitant vieillir à domicile : Guide ISO 71.
- Concevoir les interactions avec les personnes utilisatrices, l'interface utilisateur et les éléments de commande physiques du produit ou du service de manière universelle et inclusive : norme CEI 63008 et publications du sous-comité ISO TC 159 SC 4.
- Veiller à la collecte et au stockage de données des personnes utilisatrices de manière éthique et sécurisée : norme ETSI EN 303 645.
- Définir l'architecture d'échange de données : famille de normes ISO/IEEE 11073.

Cependant, il reste des possibilités d'élargir le champ d'application ou accroître l'utilisation des normes, notamment :

- Mieux comprendre l'accessibilité et l'ergonomie au-delà des handicaps physiques, sensoriels et cognitifs. Par exemple, les personnes neurodiverses ou vivant avec des problèmes de santé mentale, des troubles de l'attention ou des difficultés d'apprentissage peuvent avoir des objectifs et des utilisations différents dans leur interaction avec la technologie. Elles peuvent également avoir des considérations particulières quant à leurs interactions avec la technologie, notamment en ce qui concerne la présentation des alarmes et des notifications.

- Élargir et unifier les considérations se rapportant à la collecte et à l'utilisation des données. La mise en œuvre de la norme ETSI EN 303 645 permet de créer un système doté d'une base solide en matière de sécurité et de protection de la vie privée : système qui sollicite le consentement de la personne utilisatrice pour la collecte de données de télémétrie et de données personnelles, qui sécurise les données sur l'appareil et en transit, et qui offre aux personnes utilisatrices un moyen de supprimer leurs données. Le rôle essentiel et sensible des technologies soutenant les activités quotidiennes des personnes en situation de handicap et des personnes âgées vieillissant chez elles exige néanmoins une protection de la vie privée et une sécurité allant au-delà de cette base de référence. D'autres considérations éthiques sont présentées dans Wallace et Knoefel 2022b, notamment :
 - un consentement éclairé continu fondé sur la compréhension par la personne utilisatrice des avantages potentiels et des effets négatifs de la collecte et de l'utilisation de ses données, ainsi qu'un assentiment pour les personnes légalement incapables de consentir à la collecte de leurs données;
 - la propriété des données personnelles identifiables, comme la capacité pour la personne utilisatrice d'accéder à ses propres données, de les gérer et de contrôler les personnes qui y ont accès;
 - l'agrégation et l'utilisation de données non identifiables, comme la possibilité de rendre anonymes les données, le courtage ou la revente de données agrégées, ainsi que l'utilisation de données pour entraîner des modèles de mégadonnées ou d'IA.
- Mettre sur pied des recommandations et des pratiques exemplaires pour l'adaptation de technologies destinées au grand public à des applications liées aux AVQ. Plusieurs normes examinées soulignent l'importance de prendre en compte, dès la phase de conception, les exigences liées à l'accessibilité, à la sécurité fonctionnelle, à l'interopérabilité, à la sécurité et à la protection de la vie privée. Cependant, les produits utilisés pour les AVQ ne sont souvent pas conçus comme des appareils fonctionnels ou médicaux, mais sont adaptés par les personnes utilisatrices ou acquièrent des fonctionnalités supplémentaires par l'extension de logiciels. Les responsables de la conception qui mettent à jour des systèmes pour

satisfaire aux exigences d'accessibilité, d'ordre éthique ou réglementaire sont confrontés à des défis et à des contraintes supplémentaires par rapport à la conception d'un système à partir de zéro. La famille de normes ISO/IEEE 11073 offre un cadre d'interopérabilité, mais elle n'a pas été largement adoptée par l'industrie.

Voici quelques exemples d'adaptation :

- Les montres intelligentes ou les moniteurs d'activité qui assurent le suivi du sommeil, évaluent le niveau de stress et diagnostiquent des problèmes de santé comme les arythmies cardiaques.
- Les systèmes domotiques, de sécurité à domicile et de haut-parleurs intelligents utilisés pour soutenir ou surveiller les AVQ d'une personne âgée vieillissant chez elle, ou d'une personne en situation de handicap vivant de façon autonome.

Un récent examen de la portée (Abhari et coll. 2024) a exploré la littérature couvrant les recommandations ou les normes pour les innovations technologiques dédiées à l'amélioration de la vie des personnes âgées (AgeTech), mais pas les normes elles-mêmes. Notre équipe de projet a siégé au comité consultatif chargé d'élargir cet examen de la portée afin d'en faire un rapport plus général (Abhari et coll. 2025), destiné à servir de fondement à une approche axée sur les normes en matière de technologies pour le vieillissement chez soi. Le rapport souligne que la littérature s'est principalement concentrée sur les aspects techniques de l'AgeTech, comme les techniques de conception et de développement ainsi que l'expérience utilisateur, tandis que peu d'attention était portée sur les enjeux d'accessibilité, d'interopérabilité et de confidentialité des données personnelles. De plus, bien qu'une grande partie des documents portent sur des lignes directrices en matière d'utilisabilité pour les personnes âgées, la plupart les considèrent comme un groupe homogène, plutôt que de s'intéresser à des catégories spécifiques telles que « les personnes âgées vivant avec des maladies chroniques » ou « les personnes âgées présentant un déficit cognitif ». Comme pour les personnes vivant avec d'autres formes de handicap, les besoins des personnes âgées nécessitant des soins varient considérablement selon la combinaison de leur état de santé et de leurs facteurs personnels. La récente norme CSA Z2202:25, *Technologies en milieux de soins à domicile et en milieu communautaire* (Groupe CSA 2025) a pour objectif de combler certaines des lacunes relevées dans le rapport en proposant des recommandations pour

un système de gestion des technologies appuyant un continuum de soins pour les personnes recevant des services à domicile et en milieu communautaire.

5. Contribution de la communauté

5.1. Liaison avec l'industrie

Nous nous sommes engagés avec des partenaires de l'industrie dans les secteurs de la maison intelligente et du milieu de soutien afin de discuter des produits actuels et à venir destinés à soutenir ou à évaluer les AVQ dans l'environnement bâti. Nous avons abordé les utilisations prévues de ces produits ainsi que les technologies sous-jacentes et, dans certains cas, obtenu des produits pour la collecte de données, les mises à l'essai et l'évaluation auprès de nos groupes de personnes participantes.

5.2. Séances avec des groupes de discussion

Nous avons mené deux séances avec des groupes de discussion comprenant des personnes âgées, notamment des personnes ayant une expérience vécue du handicap et des personnes de soutien, afin de comprendre leur point de vue sur les obstacles rencontrés dans les AVQ ainsi que sur l'utilisation de la technologie pour soutenir ou évaluer ces activités. Les séances se présentaient sous forme de discussions ouvertes, principalement dirigées par les personnes participantes, avec quelques questions guides ou de suivi de la part de l'équipe de recherche.

a) Méthode

Au total, sept personnes participantes ont répondu à notre courriel de recrutement : quatre femmes et trois hommes. Comme les séances portaient sur l'expérience individuelle plutôt que sur des comparaisons entre populations, les données démographiques détaillées n'ont pas été recueillies, bien que certaines personnes participantes aient volontairement communiqué des renseignements sur leur état de santé ou leur situation de handicap lorsque cela était pertinent pour la discussion. Le fait de réduire au minimum la collecte de données sensibles a également permis de diminuer le fardeau des personnes participantes et d'encourager l'ouverture dans le cadre de ces discussions préliminaires. Ces dernières n'ont pas reçu d'indemnisation pour le temps qu'elles ont consacré; cependant, les frais de transport et de stationnement étaient remboursés. Toutes les personnes ont fourni un consentement éclairé par écrit. Le projet a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Carleton (CUREB-B #120495).

Les séances ont débuté par une présentation de l'équipe de recherche qui a exposé les objectifs du projet, donné des exemples d'AVQ et de technologies de soutien, et proposé quelques amorces de discussions comme :

- « Mes principaux défis liés aux activités de la vie quotidienne sont... »
- « J'utilise la technologie pour m'aider à... »
 - « J'aime le fait que... »
 - « Ce serait mieux si... »
- « J'aimerais qu'il existe une technologie pour... »

Après cette présentation de mise en contexte, chaque personne participante a été invitée à partager son point de vue, puis la discussion s'est ouverte à une discussion pleinement interactive.

b) Résultats

Défis, obstacles aux AVQ et facteurs facilitant les AVQ

Les points de vue individuels partagés par les personnes participantes ont principalement mis l'accent sur les aspects de l'état de santé personnel ayant une incidence sur la participation aux AVQ, notamment :

- **La douleur et les limitations de mobilité :** qu'elles soient chroniques ou temporaires, découlant d'une chirurgie, de l'arthrite, d'une dégénérescence ou du remplacement de la hanche ou du genou. Les personnes participantes ont fait état des conséquences sur leurs déplacements quotidiens à l'intérieur de leur domicile, en particulier pour monter ou descendre les escaliers, ainsi que sur la fréquence et la durée des sorties à l'extérieur. Par exemple, une personne a indiqué planifier ses visites à l'épicerie et les autres déplacements en fonction de son horaire de prise de médicaments afin de pouvoir les effectuer sans douleur.
- **Les limitations de force et de dextérité :** liées à des maladies dégénératives comme l'arthrite, ainsi qu'aux changements liés au vieillissement. Les conséquences de ces limitations se font ressentir chaque jour par une multitude de petites frustrations, qu'il s'agisse d'enfiler des chaussettes, de boutonner des vêtements ou d'ouvrir des bouches alimentaires. Les emballages inviolables et les plaquettes alvéolées ont été mentionnés comme particulièrement difficiles à manipuler. Une personne a mentionné avoir même changé de pharmacie

afin d'obtenir un emballage de médicaments plus accessible. Les personnes participantes ont mentionné des exemples de solutions de faible technologie utilisées pour contourner ces obstacles : un enfile-bas ou un manche enfile-vêtement pour enfiler les chaussettes, des tapis en silicone antidérapants ou des poignées à levier pour ouvrir les bouches. Certaines personnes ont indiqué qu'elles croyaient que ces difficultés étaient propres à leur situation et ignoraient l'existence de solutions.

Un autre sujet central des discussions concernait les AVQ pour lesquelles ces personnes sont confrontées à des obstacles, notamment :

- **L'entretien ménager** comme le nettoyage, les petites réparations ou l'entretien paysager. Ces tâches exigent souvent d'atteindre des endroits élevés ou bas, de garder l'équilibre sur une échelle ou un tabouret, ou encore d'utiliser des outils lourds ou difficiles à saisir. Plutôt que de considérer ces tâches comme de simples « corvées domestiques », plusieurs personnes ont mentionné les apprécier pour le sentiment de fierté et d'utilité qu'elles procurent, ce qui les incite à continuer à les accomplir malgré les difficultés.
- **La sécurité personnelle et les situations d'urgence** comme les incendies ou les chutes. Les personnes participantes s'inquiétaient de leur capacité à s'échapper par une issue secondaire, comme une fenêtre, si la sortie principale était bloquée, ainsi que de la capacité des services d'urgence à les localiser rapidement.
- **La socialisation et les divertissements** comme les visites et les activités de loisir à l'extérieur du domicile. Les obstacles liés au transport ont été désignés comme un facteur majeur limitant la participation aux activités à l'extérieur du domicile. En outre, une personne a souligné que les difficultés auditives dans les environnements bondés, même avec un appareil auditif, restreignent sa participation aux activités sociales.

Technologies de maison intelligente : utilisation et avantages

Toutes les personnes participantes ont déclaré utiliser des téléphones intelligents et des ordinateurs, et se sentir généralement à l'aise avec ces outils. Plusieurs font appel à des membres de leur famille ou à des bureaux de services spécialisés comme Geek Squad ou Genius Bar pour apprendre à utiliser les

fonctionnalités d'un nouvel appareil ou pour effectuer sa configuration initiale et le transfert de données. Selon les personnes participantes, le besoin de faire confiance est jugé essentiel dans ces situations, puisque le téléphone intelligent constitue la clé de la vie numérique. La plupart connaissaient les technologies de « maison intelligente » et plusieurs avaient intégré certains dispositifs à leur domicile, notamment :

- les sonnettes et les caméras intelligentes;
- l'éclairage contrôlé par application ou automatisé;
- l'aspirateur robot;
- le thermostat à distance.

Les avantages mentionnés comprennent la commodité, l'accessibilité, la sécurité, la tranquillité d'esprit, ainsi que l'intérêt ou le plaisir que procure la technologie. Certaines personnes participantes ignoraient certaines fonctionnalités, et la discussion a suscité une séance de remue-méninges sur d'autres applications possibles. Par exemple, une personne a mentionné qu'une lampe contrôlée par téléphone pourrait être allumée depuis son lit afin d'éviter de marcher dans l'obscurité. Une autre a suggéré l'utilisation de détecteurs de présence pour transmettre des informations sur leur localisation aux premiers intervenants.

Technologies de maison intelligente : préoccupations et possibilités

Malgré leur utilisation et leur adoption de technologies de maison intelligente, les personnes participantes ont exprimé très ouvertement leurs préoccupations et leurs réserves, notamment :

- **En ce qui concerne la protection de la vie privée et la sécurité :** de vives inquiétudes ont été exprimées quant à l'utilisation abusive des données personnelles liées au domicile par des entreprises à des fins de publicité ou de ventes ciblées et de profits à partir des données des personnes utilisatrices, ainsi que par des pirates informatiques criminels volant des informations ou utilisant des données personnelles à des fins d'escroquerie et de fraude. Plusieurs personnes participantes ont indiqué qu'elles avaient peu ou pas confiance dans le fait que les grandes entreprises technologiques tiennent compte de leurs intérêts, ce qui les amenait à considérer l'ensemble de la technologie avec méfiance.

- **En ce qui concerne l'utilisabilité et l'accessibilité :** les personnes participantes ont estimé que les technologies de maison intelligente ne sont pas conçues à leur intention ni ne tiennent compte de leurs besoins. Bien que plusieurs personnes aient appris à utiliser ces appareils, les modes d'utilisation ne sont plus les mêmes que ceux des dispositifs et des appareils électroménagers traditionnels destinés au grand public, et plusieurs ont exprimé de la colère ou de la frustration à l'idée de se sentir inférieures ou peu intelligentes parce qu'elles ne souhaitent pas consacrer du temps à suivre les évolutions les plus récentes. L'installation et la configuration constituait une préoccupation majeure en matière d'utilisabilité. De nombreux nouveaux appareils ne comportent plus de manuel imprimé ni de documentation physique, s'appuyant plutôt sur des liens vers des vidéos d'instructions par code QR, ou sur une configuration au moyen d'une application d'accompagnement sur un téléphone intelligent. La configuration est souvent un processus en plusieurs étapes, sans indication claire sur la possibilité d'interrompre le processus ou de répéter ou de corriger certaines étapes. Une personne participante a indiqué avoir acheté deux interrupteurs intelligents distincts pour contrôler un éclairage, sans avoir réussi à n'en configurer aucun. Une autre a mentionné qu'elle serait intéressée par les technologies de maison intelligente, mais qu'elle ne savait pas par où commencer et craignait d'endommager quelque chose lors de la configuration.
- **En ce qui concerne l'adoption technologique imposée :** les personnes participantes ont exprimé le sentiment d'être forcées d'adopter de nouvelles technologies et que celles-ci sont inutilement interconnectées. Les téléviseurs et les voitures ont été cités comme exemples d'appareils devenus plus « intelligents » et, par conséquent, moins utilisables sans configuration et sans application d'accompagnement sur téléphone intelligent. Les personnes participantes ont souligné que la technologie évolue rapidement et que le besoin de posséder l'appareil le plus récent érige des obstacles financiers. De plus, les mises à jour et les mises à niveau fréquentes et imposées placent les personnes dans une situation où elles doivent constamment réapprendre à utiliser leurs appareils, puisque ces mises à jour peuvent entraîner des changements inattendus dans les fonctionnalités, l'interface utilisateur ou les paramètres de confidentialité et de configuration.

- **En ce qui concerne la dépendance excessive à la technologie :** les personnes participantes ont exprimé des préoccupations quant à une dépendance croissante à l'égard de la technologie et à ses répercussions pour les individus et la société. Sur le plan individuel, il a été mentionné que trop d'automatisation excessive de la maison intelligente peut entraîner une perte de contrôle et des capacités, puisque les personnes n'ont plus besoin de se lever ou de se déplacer pour allumer ou utiliser des appareils électroménagers. Plusieurs ont noté que, bien qu'elles utilisent des aspirateurs robots, le fait de vider l'appareil une fois le nettoyage terminé les attache à la tâche de nettoyage et leur donne le sentiment d'y être davantage engagées. Une personne participante a indiqué qu'elle préférerait bouger plutôt qu'automatiser ou abandonner l'entretien de sa cour. Sur le plan social, des préoccupations ont été exprimées concernant le remplacement des interactions humaines par l'automatisation et la technologie (pour les bilans de santé et la vérification du bien-être), ce qui pourrait réduire encore davantage les contacts sociaux déjà limités de nombreuses personnes âgées. Une personne participante a mentionné qu'elle commande parfois son épicerie en ligne, mais qu'elle préfère se rendre au magasin pour être en présence d'autres personnes, même si cela est difficile en raison de douleurs ou de problèmes de mobilité. Les personnes participantes se sont également montrées réticentes concernant la dépendance à l'égard d'une technologie qui peut se montrer peu fiable ou exposée à des utilisations abusives. Parmi les exemples mentionnés figuraient un four intelligent qui ne peut être utilisé si Internet est en panne et une sonnette intelligente dont le logiciel fonctionne mal. Dans ces situations, lorsque la composante « intelligente » est retirée ou défaillante, le produit ne fonctionne plus comme un appareil ordinaire.

c) Recommandations

Sur la base des conclusions du groupe de discussion, voici notre résumé des recommandations pour le développement et l'utilisation d'applications de maison intelligente destinées à soutenir le vieillissement chez soi :

- Mettre l'accent sur des applications qui soutiennent les activités humaines plutôt que de les remplacer.

- Appliquer des principes de conception axés sur la personne utilisatrice, notamment en matière d'utilisabilité et d'accessibilité, et tenir compte des différents groupes de personnes utilisatrices et de leurs divers modes d'interaction.
- Reconnaître que la personne utilisatrice est propriétaire de ses données. Viser la transparence concernant l'utilisation et le stockage des données et adopter des pratiques exemplaires en matière de protection de la vie privée et de sécurité des données.
- Faire en sorte de prévoir un soutien à long terme et assurer l'uniformité des appareils. Permettre aux appareils de recevoir des mises à jour de sécurité sans obliger les personnes utilisatrices à accepter des changements de comportement ou de fonctionnalité.
- Accorder la priorité à la fiabilité et à la sécurité fonctionnelle. Veiller à ce que l'appareil fonctionne par défaut en mode sécuritaire et comporte un fonctionnement à sécurité intégrée. Une lumière ou un interrupteur intelligent devrait continuer de fonctionner comme un appareil ordinaire si la composante intelligente est retirée ou défaillante.

5.3. Explorations menées en cocréation

Nous avons mené un projet de cocréation dans le cadre duquel de jeunes adultes en situation de handicap ont collaboré avec nos équipes de recherche en génie afin d'évaluer la pertinence des technologies de maison intelligente pour la vie autonome et de proposer des modifications ou des améliorations répondant à des activités et à des cas d'utilisation précis déterminés par les personnes participantes. Le projet examinait la manière dont les « natifs du numérique », les personnes ayant grandi à l'ère de l'information, tirent parti des technologies omniprésentes pour soutenir et développer leur autonomie durant la transition des soins prodigués par la famille vers une vie assistée plus autonome.

a) Méthode

Les personnes participantes ont été recrutées au moyen d'un courriel diffusé auprès de la clientèle du programme de services auxiliaires de l'Université Carleton. Les étudiantes et les étudiants inscrits à ce programme vivent dans des suites accessibles situées dans les résidences du campus et ont accès à des services auxiliaires et de soins personnels afin de les aider dans leurs AVQ ainsi que dans leurs tâches ménagères courantes. Le programme est ouvert à la

population étudiante de l'Ontario ayant une incapacité physique et reçoit le financement du ministère de la Santé et des Soins de longue durée de l'Ontario.

Les personnes participantes ont obtenu une indemnisation à titre d'expertes ayant une expérience vécue du handicap. Leur rétribution reflétait leurs connaissances spécialisées fondées sur leur expérience vécue ainsi que le temps consacré à leur contribution à l'étude. Toutes les personnes ont fourni un consentement éclairé par écrit. Le projet a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Carleton (CUREB-B #121238).

Le projet était divisé en trois tâches :

1. **« Une journée dans leur vie »** : Il a été demandé aux personnes participantes de s'appuyer sur leur expérience vécue en tenant un journal décrivant une journée dans la vie d'une personne en situation de handicap, qu'il s'agisse d'elles-mêmes ou d'un personnage imaginaire. Cette tâche avait pour objectif d'amener les personnes participantes à réfléchir au rôle de l'environnement bâti et à ses conséquences sur leurs activités quotidiennes, ainsi qu'aux solutions technologiques ou non technologiques utilisées pour surmonter les défis et les obstacles.
2. **Démonstration technologique** : Les personnes participantes et l'équipe de recherche se sont rencontrées en personne dans le laboratoire de technologies de maison intelligente. L'équipe de recherche a présenté des démonstrations technologiques de maison intelligente offertes sur le marché ainsi que des prototypes de recherche, dont certains provenaient de partenaires de l'industrie. Les personnes participantes ont ensuite eu l'occasion de prendre part à une discussion de groupe en cocréation autour des technologies : questions sur le fonctionnement des technologies, utilisations potentielles, préoccupations liées à leur utilisation et manières de modifier ou d'améliorer ces technologies afin de soutenir les personnes en situation de handicap.
3. **Évaluation et rapport de cas d'utilisation** : Les personnes participantes ont rédigé un rapport de cas d'utilisation concernant les technologies présentées, en fournissant des scénarios d'utilisation et des suggestions d'amélioration afin de rendre ces technologies plus accessibles ou mieux adaptées à leurs besoins.

Données démographiques

Au total, sept personnes ont répondu à notre courriel de recrutement : une femme, trois hommes, deux personnes non binaires et une personne de genre variant, âgées de 20 à 24 ans. Elles avaient toutes des handicaps physiques et utilisaient des fauteuils roulants électriques; cependant, leurs auto-descriptions illustraient la diversité de leur profil de handicap en termes :

- **d'apparition du handicap** : handicap congénital, évolutif ou acquis;
- **d'évolution** : continue, progressive, épisodique ou fluctuante;
- **de limitations fonctionnelles** : limitations de mobilité, limitations de force et de dextérité, limitations sensorielles, sensibilités sensorielles, limitations de l'attention et des fonctions exécutives, troubles de la parole et problèmes de santé mentale.

b) Résultats

Obstacles liés à l'utilisation du fauteuil roulant dans l'environnement bâti

De nombreux défis relevés dans l'activité de tenue du journal, ainsi qu'une grande partie des échanges lors de la séance de remue-méninges pendant la démonstration technologique, étaient axés sur l'utilisation du fauteuil roulant. Bien que les fauteuils roulants ne soient généralement pas considérés comme des technologies intelligentes, leur utilisation et les facteurs d'accessibilité qui y sont associés éclairent et fournissent le contexte de nombreuses activités quotidiennes des personnes participantes.

Accès physique

Les obstacles à l'accès physique dans l'environnement bâti persistent pour les personnes utilisatrices de fauteuil roulant, malgré le fait qu'il s'agisse du principal objectif de nombreuses initiatives d'accessibilité. Des normes de conception existent pour les accès et les portes accessibles; toutefois, elles ne sont pas adoptées universellement. Dans certains cas, la porte principale d'un bâtiment est accessible, mais les chambres individuelles ne le sont pas. Dans d'autres cas, des technologies fonctionnelles brisées ou mal entretenues rendent les espaces moins accessibles que leurs équivalents de faible technologie. Par exemple, les personnes participantes ont indiqué qu'elles utilisent souvent le repose-pieds de leur fauteuil pour pousser des portes non actionnées à l'électricité; cependant, cette stratégie ne fonctionne pas avec des portes électriques lourdes dont le moteur est brisé ou désactivé. De même, plusieurs personnes ont mentionné qu'elles préfèrent les rampes aux

ascenseurs, car elles peuvent être utilisées de façon autonome et sont moins susceptibles de tomber en panne; cependant, la neige non déblayée et d'autres obstacles physiques sont souvent un problème pour les rampes.

Atteignabilité

Des éléments comme les boutons d'ascenseur, les distributeurs de savon et de serviettes, les prises électriques et les compartiments de retrait des distributeurs automatiques sont souvent trop hauts ou trop bas pour être utilisés à partir d'une position assise. Ces défaillances de conception existent même dans des toilettes indiquées comme accessibles. Les personnes participantes ont souligné l'amélioration de l'accès aux ascenseurs grâce aux boutons contrôlés par application qui ont été ajoutés dans les bâtiments très fréquentés sur le campus afin de permettre un accès sans contact pendant la pandémie de COVID-19, et elles ont exprimé leur espoir que cette technologie soit étendue à davantage d'ascenseurs.

Fauteuils roulants électriques et manuels

Toutes les personnes participantes utilisent un fauteuil électrique au moins une partie du temps, et certaines utilisent un fauteuil roulant manuel les jours où leurs symptômes sont moins graves. Elles ont noté qu'il existe des différences d'accessibilité même entre ces deux types de fauteuils. Les fauteuils électriques sont plus volumineux et plus hauts, ce qui les rend plus difficiles à manœuvrer dans des espaces restreints ou à passer sous des tables ou des éviers. Elles ont également exprimé des préoccupations concernant le contrôle des fauteuils électriques et le risque de heurter d'autres personnes, en particulier lors des manœuvres en marche arrière. Les fauteuils électriques peuvent également perdre de l'adhérence sur des surfaces meubles comme le sable, la neige ou les copeaux de bois, ce qui peut coincer le fauteuil roulant et bloquer la personne. Les personnes participantes ont fait remarquer qu'elles planifient soigneusement leurs itinéraires sur le campus afin d'éviter les zones où elles risquent de rester coincées.

Problèmes de santé liés à l'utilisation du fauteuil roulant

Plusieurs personnes ont signalé des douleurs à la tête et au cou causées par le fait que leur tête rebondit contre l'appuie-tête lors de déplacements sur des surfaces irrégulières; ce problème est particulièrement préoccupant chez les personnes ayant un contrôle limité et une force réduite au niveau du cou. Elles ont également indiqué qu'il est nécessaire de se repositionner dans leur fauteuil

roulant afin de rétablir une bonne posture, de soulager l'inconfort et d'éviter les escarres de décubitus; cependant, cela peut être difficile pour les personnes ayant une force et une dextérité réduites, ou pour celles ayant des déficiences intellectuelles ou sensorielles.

Les fauteuils roulants électriques sont équipés de freins électromagnétiques à sécurité intégrée qui s'enclenchent et se déclenchent automatiquement avec de forts cliquetis chaque fois que le levier de commande est actionné. Les personnes participantes ont indiqué que cela constitue une source de perturbation sonore, en particulier pour celles ayant des sensibilités au bruit, ainsi qu'une source d'inconfort et de frustration lorsqu'elles tentent de manœuvrer leur fauteuil dans des environnements calmes sans vouloir déranger. Elles ont également mentionné la nuisance causée par le bruit tonal constant du moteur et des roues pendant la conduite ainsi que par le bruit du chargeur lors de la recharge durant la nuit.

Autonomie dans la vie quotidienne

Les personnes participantes ont souligné que l'autonomie dans leurs AVQ est extrêmement importante pour elles. Elles reconnaissent et acceptent avoir besoin d'aide pour accomplir certaines tâches, mais souhaitent néanmoins conserver un sentiment d'appropriation et de pouvoir d'agir sur ces activités.

Transports accessibles

Elles ont expliqué qu'elles dépendent du service de transport en commun accessible pour se déplacer en ville, mais qu'elles se sentent frustrées par le temps et les efforts supplémentaires que cela exige comparativement à leurs pairs qui utilisent les transports en commun réguliers. Le service accessible exige une réservation, et l'heure de prise en charge est communiquée sous la forme d'une fenêtre d'une heure seulement. La durée des déplacements varie également, puisque le service est partagé et que le chauffeur peut effectuer plusieurs arrêts et détours afin de regrouper les déplacements des passagers. Les personnes participantes ont fait remarquer que ces contraintes les obligent à prévoir d'importantes marges de sécurité pour s'assurer d'arriver à leurs rendez-vous à l'heure, et cela limite grandement leur capacité à planifier des activités spontanées ou à y participer.

Rôle des personnes accompagnatrices des personnes en situation de handicap

Les services auxiliaires peuvent être planifiés pour une heure précise ou à la demande. Les personnes participantes ont généralement recours à des trajets

réservés pour leurs routines du matin ou du soir, mais cela les empêche d'adapter leurs horaires de sommeil en fonction de leur humeur ou de la qualité de leur sommeil. Celles dont les symptômes du handicap sont fluctuants peuvent privilégier les appels à la demande, puisqu'elles n'ont recours à l'aide pour leur routine quotidienne que les jours où leurs symptômes sont plus graves. Bien que plus flexibles, ces appels sont traités uniquement lorsqu'une personne accompagnatrice devient disponible, ce qui peut entraîner de longs délais d'attente durant les périodes de pointe.

Les personnes accompagnatrices dans le cadre du programme font partie de la population étudiante. Certaines personnes participantes ont mentionné se sentir plus à l'aise avec ces pairs qu'avec des personnes accompagnatrices professionnelles plus âgées. Les personnes participantes sont toutefois attentives à la manière dont elles sont perçues par les personnes accompagnatrices et plusieurs ont indiqué limiter ou simplifier leurs demandes afin d'éviter d'avoir l'impression d'« être paresseuses » ou de leur « donner des ordres ». Par exemple, lorsque ces derniers les aident à préparer les repas, elles font des choix alimentaires simples ou acceptent des plats qui ne correspondent pas exactement à leurs préférences, afin de ne pas paraître exigeantes ou être perçues comme un fardeau. Elles ont fait remarquer que l'alimentation et la cuisine constituent des domaines dans lesquels elles souhaiteraient davantage d'autonomie, afin de pouvoir expérimenter leurs propres recettes et adapter les repas à leurs goûts.

Obstacles financiers à l'autonomie

Les technologies spécialisées conçues pour des besoins particuliers liés au handicap ne tirent pas parti des économies d'échelle associées aux technologies à grande diffusion destinées au grand public. Ces dispositifs sont donc plus coûteux et offerts en nombre limité. Certains appareils essentiels, mais coûteux, comme les fauteuils roulants électriques, sont subventionnés par des programmes gouvernementaux, mais le financement est restreint à des dispositifs et à des fonctionnalités précis. Les personnes participantes ont cité en exemple la fonction de réglage électrique de la hauteur (« à hauteur des yeux »), qui favorise grandement l'autonomie dans la vie quotidienne. Elle permet notamment de surmonter des obstacles liés à la conception et d'atteindre des étagères et des comptoirs élevés et même d'utiliser de façon autonome des machines à laver superposées. Cependant, cette fonction n'est

pas considérée comme médicalement nécessaire. Seules les personnes ayant les moyens d'assumer le coût important peuvent donc en bénéficier.

Technologie : utilisations, avantages et possibilités

Les personnes participantes ont indiqué adopter avec enthousiasme toute technologie répondant à leurs besoins et favorisant leur autonomie, même à petite échelle. Les technologies de surveillance et d'automatisation peuvent accroître leur capacité d'agir dans les activités quotidiennes, en leur permettant de contrôler la manière et le moment où ces activités sont réalisées, sans assistance. Comme l'a mentionné l'une d'entre elles, elle ne se sent pas coupable de « donner des ordres » à un robot.

Dans la plupart des cas, les appareils utilisés pour les aider dans leur autonomie sont des technologies destinées au grand public adaptées à un nouvel usage pour devenir des dispositifs médicaux ou fonctionnels. Comparativement aux dispositifs médicaux, ces technologies sont moins coûteuses, plus accessibles et évoluent plus rapidement. Même si elles ne sont pas conçues pour un usage accessible, elles peuvent être adaptées afin d'offrir une solution fonctionnant « suffisamment bien ». Par exemple, plusieurs personnes utilisent des casques d'écoute antibruit pour diminuer les stimuli sensoriels et améliorer leur concentration, ou encore pour atténuer les perturbations sonores de leur fauteuil roulant. Elles ont également déclaré que les nouvelles technologies et les idées d'adaptation de la technologie se propagent rapidement au sein de la communauté, par l'entremise de clavardages en groupe ou en personne. La plupart ont découvert ces nouvelles technologies grâce à d'autres personnes en situation de handicap, à des groupes sur les médias sociaux ou à des influenceuses et des influenceurs en situation de handicap.

Téléphone intelligent comme appareil fonctionnel universel

Les personnes participantes utilisent leur téléphone intelligent aussi régulièrement que leurs pairs sans handicap pour la communication, les divertissements, les études, la livraison de produits alimentaires et la gestion des tâches. Elles l'utilisent également pour répondre à des besoins propres à leur handicap.

Les téléphones intelligents jouent un rôle crucial pour la sécurité personnelle : les personnes peuvent ainsi appeler à l'aide lorsqu'elles sont coincées avec un fauteuil roulant non fonctionnel ou communiquer avec une personne accompagnatrice, en cas de chute ou d'immobilisation ou de tout autre

besoin d'assistance. Elles ont indiqué qu'il existe des clavardages en groupe (un réseau social ad hoc) où les étudiantes et les étudiants en situation de handicap se préviennent les uns les autres des problèmes d'accessibilité sur le campus, par exemple : travaux de construction, nids-de-poule, interrupteurs de porte cassés ou rampes obstruées.

Les personnes participantes ont aussi déclaré qu'elles utilisent leur téléphone intelligent comme appareil fonctionnel de manière novatrice, notamment :

- la transcription par IA pour la prise de notes et comme solution de remplacement à la saisie au clavier;
- la synthèse vocale (texte-parole) pour faciliter la lecture des personnes aveugles ou malvoyantes, ainsi que comme aide à la communication pour les personnes non verbales ou temporairement incapables de s'exprimer clairement en raison de leurs symptômes;
- l'application Street View de Google Maps en direct pour faciliter l'orientation et la navigation des personnes ayant des limitations fonctionnelles liées à l'orientation spatiale.
- les raccourcis vocaux intégrés aux fonctionnalités d'accessibilité d'Apple utilisés comme solution mains libres pour appeler une personne accompagnatrice lorsque le téléphone est hors de portée.

L'une des principales plaintes liées à l'utilisation des téléphones intelligents pour l'accessibilité est ce que les personnes participantes appellent l'« app tax », c'est-à-dire la multiplication d'applications distinctes : chaque périphérique ou service nécessite sa propre application, sans interopérabilité ni partage de données. Elles ont indiqué que le fait de devoir constamment passer d'une application à l'autre pendant qu'elles effectuent plusieurs tâches crée un obstacle physique. Cela entraîne également des difficultés cognitives, notamment en raison de la perte de contexte lors du changement d'application et de la nécessité de se rappeler quelle application utiliser dans chaque situation. Certaines ont fait remarquer que leur solution idéale serait un « centre unique consacré aux technologies fonctionnelles » où elles pourraient gérer leurs dispositifs de suivi de leur état de santé personnelle, leurs appareils fonctionnels et leurs technologies de maison intelligente.

Montres intelligentes et moniteurs d'activité physique pour la gestion de la santé

La gestion personnelle de la santé a été décrite comme une composante importante et constante des AVQ, et de nombreuses personnes participantes utilisent des montres intelligentes ou des moniteurs d'activité physique destinés au grand public pour les aider dans cette démarche. Les montres intelligentes peuvent servir à envoyer des rappels pour la prise de médicaments, ainsi qu'à suivre les niveaux d'activité et certains signes vitaux, comme la fréquence cardiaque et les niveaux d'oxygénation du sang. Plusieurs ont indiqué que leur niveau d'énergie influence la gravité de leurs symptômes, de sorte que le suivi de leur santé peut les aider à prévoir et à gérer leur état futur. Par exemple, elles ont expliqué qu'elles utilisent la durée et la qualité du sommeil, mesurées par un dispositif de suivi du sommeil, pour prédire leur niveau de fatigue pour la journée et décider si elles utiliseront un fauteuil roulant manuel ou électrique. De même, les moniteurs de fréquence cardiaque intégrés sont utilisés pour maintenir leur niveau d'activité dans la zone appropriée pendant l'exercice et la physiothérapie. Même si les personnes participantes ont plaisanté sur le fait que la fonctionnalité « compteur de pas » de leurs appareils est mal nommée pour les personnes utilisatrices de fauteuil roulant, elles ont indiqué qu'elle constitue tout de même un bon indicateur du rendement énergétique global : une notification signalant que l'objectif de pas est atteint est interprétée comme un signal d'alerte indiquant qu'ils se sont surmenés et qu'ils peuvent s'attendre à ressentir de la fatigue.

Technologies destinées au grand public permettant l'automatisation des tâches

La plupart des personnes participantes ont déclaré utiliser des appareils de maison intelligente pour automatiser certaines tâches, notamment :

- les ampoules réglables;
- les interrupteurs intelligents;
- les prises intelligentes;
- les dispositifs de contrôle des rideaux.

Elles ont également mentionné utiliser des dispositifs programmables non connectés, comme des cuiseurs à riz et des minuteries d'éclairage, dans le but d'automatiser partiellement certaines activités. Les appareils intelligents sont généralement contrôlés à partir d'applications sur leur téléphone, ou au moyen d'assistants virtuels comme Alexa. Les assistants virtuels sont également

utilisés pour programmer des rappels et des alarmes, ainsi que pour appeler des personnes accompagnatrices.

Malgré les avantages de ces appareils, les personnes participantes ont relevé plusieurs exemples de conception non inclusive, notamment :

- des assistants virtuels qui se désactivent lorsque le débit de parole est lent ou qui comprennent mal certains modes d'élocution;
- des prises intelligentes à surface lisse, difficiles à saisir et à manipuler;
- des compartiments à piles difficiles à ouvrir.

Le coût a également été mentionné comme un obstacle, non seulement le coût d'achat initial des appareils, mais aussi les frais d'installation et d'entretien. Comme un simple changement de batterie pourrait exiger l'intervention d'une personne à domicile, les personnes participantes ont indiqué privilégier des solutions qui peuvent être installées en une seule fois et laissées en place.

Dispositifs simples, de faible technologie

Bien que l'atelier de cocréation portait principalement sur les technologies et les appareils intelligents, plusieurs personnes participantes ont mentionné des dispositifs simples, de faible technologie qu'ils utilisent pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur autonomie dans les activités quotidiennes, notamment :

- des outils de préhension pour atteindre et ramasser des objets au sol;
- une barre de préhension en T pour fermer les portes;
- une corbeille à linge à roulettes pour transporter des vêtements ou d'autres objets;
- une ceinture de sécurité pour fauteuil roulant servant à maintenir des livres, sacs ou ordinateurs pendant les déplacements.

Il est intéressant de noter que l'utilisation de ces dispositifs de faible technologie se diffuse au sein de la communauté grâce aux médias sociaux axés sur la technologie. Les personnes participantes souhaitent volontiers adopter des technologies lorsqu'elles apportent un réel avantage, mais elles ont aussi mis en garde contre le fait de trop se fier à des technologies susceptibles de tomber en panne ou de cesser de fonctionner : les dispositifs simples et de faible technologie sont, eux, prévisibles et fiables.

c) Recommandations

Le projet de cocréation a passé en revue l'écosystème des maisons intelligentes de soutien à l'autonomie selon trois perspectives complémentaires : les expériences vécues consignées dans les journaux « Une journée dans leur vie », les critiques interactives issues des démonstrations technologiques, et les scénarios et les améliorations particuliers décrits dans les rapports des cas d'utilisation élaborés par les personnes participantes. Ces perspectives ont été synthétisées dans les recommandations suivantes concernant le développement et l'utilisation d'applications de maison intelligente afin de favoriser une vie autonome et saine chez les jeunes adultes ayant un handicap physique :

- Reconnaître que les appareils de maison intelligente sont utilisés comme technologies fonctionnelles, même s'ils n'ont pas été conçus pour cet usage. En tenir compte dès la phase de conception en utilisant des méthodes de conception axées sur la diversité, qui prennent en considération les différentes manières dont divers groupes de personnes utilisatrices peuvent se servir de l'appareil.
 - Appliquer des principes de conception axés sur la personne utilisatrice pour la conception matérielle, la préhension et la manipulation de l'appareil, ainsi que pour les interactions avec les logiciels.
 - Tenir compte des exigences de conception pour l'ensemble du cycle de vie du produit : installation, mises à niveau et entretien.
- Reconnaître que les technologies fonctionnelles sont bien plus qu'une simple commodité : elles deviennent des extensions de la personne utilisatrice et influencent sa manière d'interagir avec son environnement et sa communauté. La technologie doit laisser le contrôle à la personne utilisatrice : l'appareil doit renforcer sa capacité d'agir plutôt que de remplacer son rôle dans l'activité.
 - Offrir des options de personnalisation et de configuration, pour l'apparence de l'appareil. Éviter une présence trop marquée de la marque qui enlève le sentiment d'appropriation à la personne qui l'utilise, ou des conceptions trop « médicalisées » qui donnent l'impression d'un traitement plutôt que d'une aide.

- Favoriser l'interopérabilité et offrir plusieurs modes de contrôle, afin que les personnes utilisatrices puissent personnaliser la manière d'interagir avec celle-ci. Selon les situations, elles peuvent utiliser la voix, les applications ou les outils de domotique.
- Ne pas négliger les solutions de faible technologie. Chercher à en apprendre davantage sur celles-ci et à les intégrer.

5.4. Sondage de suivi

Nous avons mené un sondage de suivi afin d'effectuer le recoupement des résultats émanant de nos groupes de discussion et de nos projets de cocréation. Les questions du sondage mettaient l'accent sur les types d'appareils intelligents utilisés par les personnes participantes, les raisons de ce choix, ainsi que les avantages et les inconvénients qu'ils voyaient dans leur utilisation. Le sondage anonyme a été diffusé auprès des deux groupes participant à la recherche, ainsi qu'auprès d'autres listes de diffusion composées de personnes âgées et de personnes en situation de handicap. Nous avons reçu 11 réponses. Le projet de sondage a été approuvé par le Comité d'éthique de la recherche de l'Université Carleton (CUREB-B # 124869).

Une seule de ces personnes a indiqué ne pas utiliser d'appareils, préférant effectuer les tâches manuellement. Parmi celles utilisant des appareils intelligents, les appareils portables de suivi de l'état de santé étaient les plus courants (60 %), suivis des thermostats intelligents (50 %), des haut-parleurs intelligents (40 %) et des prises intelligentes (40 %).

La principale raison invoquée pour l'utilisation d'appareils intelligents était la commodité (90 % des personnes répondantes), suivie de la surveillance de l'état de santé et du soutien en matière de santé (60 %), de l'efficacité énergétique (50 %) et de la sécurité (40 %). Cependant, les appareils n'étaient pas utilisés uniquement pour des raisons pratiques. L'une d'entre elles a déclaré les utiliser pour se renseigner sur de nouveaux produits, et 30 % par plaisir ou par intérêt général pour la technologie.

La note moyenne de satisfaction était de 3,5/5; 60 % des personnes répondantes ont attribué une note de 4, ce qui indique que, dans l'ensemble, elles étaient « assez satisfaites » de leurs appareils. En revanche, les sujets de préoccupation ont révélé des divergences d'opinions. Par exemple, bien que la préoccupation moyenne concernant la sécurité et la protection de la vie privée

ait été de 3,5 (niveau modéré), sept personnes répondantes se sont déclarées très ou extrêmement préoccupées, tandis que deux ont déclaré ne pas être préoccupées du tout. De même, sur la question de la fiabilité, cinq personnes ont indiqué être très ou extrêmement préoccupées, alors que cinq autres ont déclaré ne pas être préoccupés ou ne l'être que légèrement. Un plus grand consensus s'est dégagé concernant les questions de coût, de facilité d'utilisation, ainsi que de configuration et d'installation, la plupart des personnes ayant signalé un niveau de préoccupation modéré.

Dans l'ensemble, les réponses concordaient avec les conclusions tirées de nos séances portant sur l'engagement communautaire. Ensemble, elles décrivent un contexte dans lequel les personnes sont disposées et même empressées à utiliser des appareils intelligents pour soutenir leurs AVQ, malgré certaines préoccupations liées à l'utilisabilité et à la protection de la vie privée.

6. Recherche en génie

Notre recherche en génie avait pour objectif d'améliorer la compréhension des possibilités techniques offertes par les technologies de détection et de domotique, et de produire de nouvelles données sur la manière dont ces avancées peuvent être utilisées pour évaluer et surveiller les AVQ. À terme, ces connaissances contribueront à orienter l'élaboration de normes pertinentes et à améliorer la qualité de vie des Canadiennes et des Canadiens en situation de handicap.

Les domaines d'intérêt de notre recherche en génie ont été définis à partir des informations recueillies lors de nos séances de contribution communautaire. Nous avons évalué des produits existants en fonction de leurs objectifs de conception déclarés et les avons évalués selon des critères élaborés à partir de ces interactions. Nous avons également exploré des conceptions centrées sur l'humain pour les technologies fonctionnelles de maison intelligente, qui s'appuient sur les usages que les personnes participantes font des appareils intelligents et visent à les améliorer. Comme ces études ont été publiées à l'externe, cette section présente un résumé général de chaque projet, accompagné de références vers les publications originales pour plus de détails.

6.1. Examen des produits technologiques pour les AVQ

Nous avons examiné des produits et des services technologiques conçus pour faciliter une vie autonome et saine, dans le but de cerner les pratiques exemplaires en matière de développement de produits et de fonctionnalités, de repérer les lacunes dans l'offre actuelle et de fournir des orientations concernant l'utilisation et l'élaboration de normes pertinentes. L'analyse s'est principalement concentrée sur les solutions permettant le vieillissement chez soi pour les personnes atteintes de démence, car il s'agit du domaine le plus avancé parmi les technologies de soutien à la vie autonome. Les produits passés en revue constituaient un échantillon représentatif de ceux disponibles sur le marché en août 2023.

Les domaines dans lesquels nous avons cerné des besoins d'amélioration en matière de normes et de conformité comprennent ce qui suit :

- **Sécurité et protection de la vie privée** : la documentation publique aborde rarement la manière dont les systèmes protègent la confidentialité et la

sécurité des données, malgré l'existence de normes se rapportant aux données de santé.

- **Propriété des données** : la plupart des descriptions de produits ne précisent pas clairement les pratiques de stockage des données ni les personnes qui ont accès aux données des personnes utilisatrices.
- **Interopérabilité** : les produits mentionnent peu l'intégration à d'autres systèmes ou l'interopérabilité avec ces derniers.
- **Domaines géographiques** : la conception et la documentation axées sur les États-Unis limitent la clarté pour les personnes utilisatrices provenant de l'extérieur de ce pays.
- **Considérations éthiques** : de nombreux produits négligent certains enjeux d'ordre éthique, notamment l'exclusion des personnes âgées d'une participation réelle aux solutions en matière de soins.

Pour consulter le rapport complet :

- Masson, Philipe, Kelly Milne, Bruce Wallace, et coll. 2025. *Supportive Systems for Cognitive Health and Dementia: Survey of Technology and the Role of Standards*. Institut de l'accessibilité, Université Carleton. <https://doi.org/10.22215/rcgl/25dr1>.

6.2. Élargir les capacités des maisons intelligentes pour soutenir la vie quotidienne

a) Évaluation automatisée de la toux pour la gestion de la santé

L'ensemble des groupes de personnes participantes ont désigné la gestion des soins personnels comme un domaine prioritaire d'intervention, dans lequel la technologie est déjà utilisée pour soutenir la vie autonome et où ils souhaitent voir les capacités se développer davantage. Dans cette optique, nous avons effectué des recherches sur un capteur intelligent de toux capable de reconnaître les toux provenant d'une personne précise et de détecter les changements dans le son ou le comportement de la toux. Ce système permet de contribuer à détecter précocement certaines maladies, de limiter leur propagation et de permettre une intervention rapide, tout en aidant les personnes à surveiller des problèmes de santé chroniques comme l'asthme, les allergies ou la maladie obstructive respiratoire chronique.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons appliqué des méthodes de traitement de la parole pour modéliser les voies respiratoires lors de la production d'un son de toux. Nous avons découvert qu'il était possible de distinguer les toux grasses des toux sèches en s'appuyant sur les différences physiologiques dans la manière dont les sons de toux sont produits. Ces travaux ont été publiés dans :

- B. Laska et coll., « Cough Sound Analysis using Vocal Tract Models », 2024 *IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, Glasgow, Royaume-Uni, 2024, pp. 01-06, doi : 10.1109/I2MTC60896.2024.10560576.

Nous avons également utilisé de grands réseaux neuronaux entraînés sur des données vocales pour modéliser le son de la toux. Ces modèles peuvent être utilisés pour identifier la personne qui tousse et surveiller les changements dans son comportement de toux. Ces travaux ont été publiés dans :

- B. Laska, P. Xi, J. J. Valdés, B. Wallace et R. Goubran, « Zero-Shot Multi-Task Cough Sound Analysis with Speech Foundation Model Embeddings », 2024 *IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA)*, Eindhoven, Pays-Bas, 2024, pp. 1-6, doi : 10.1109/MeMeA60663.2024.10596816.
- B. Laska et coll., « Coughprint : Distilled Cough Representations from Speech Foundation Model Embeddings », dans *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, vol. 74, pp. 1-10, 2025, Art n°2532210, doi : 10.1109/TIM.2025.3568985

b) Sens de l'odorat pour les maisons intelligentes de soutien à l'autonomie

Nos personnes âgées participantes ont exprimé des préoccupations concernant la protection de la vie privée associée aux appareils de maison intelligente équipés de caméras et de microphones. Pour répondre à ces préoccupations, nous avons étudié de nouveaux capteurs offrant une meilleure conformité du respect de la vie privée. Plus précisément, nous avons exploré l'utilisation d'un capteur de gaz pour créer un capteur d'odeur intelligent capable de détecter des aliments avariés. L'objectif initial était d'aider les personnes ayant des limitations sensorielles ou cognitives qui pourraient ne pas reconnaître les signes de détérioration des aliments. Nous avons également

constaté que ce système pourrait détecter des signes précoces de détérioration avant même que les aliments ne commencent à dégager une odeur. Ces travaux ont été publiés dans :

- B. Laska, B. Wallace, R. Goubran et F. Knoefel, « Environment-Compensated Gas Sensor Time-Series Analysis for Tracking Food Spoilage », *2025 IEEE Medical Measurements & Applications (MeMeA)*, La Canée, Grèce, 2025, pp. 1-6, doi : 10.1109/MeMeA65319.2025.11068061.

6.3. Mesurer l'accessibilité sonore dans l'environnement bâti

Des personnes participantes présentant une grande variété de handicaps ont fait remarquer que le bruit affecte leur capacité de concentration et peut rendre certains espaces inconfortables. L'effort requis pour filtrer le bruit pour entendre une personne en particulier peut entraîner une fatigue physique et mentale. Cette préoccupation était fréquente, même chez des personnes ne présentant pas de handicap auditif. Motivés par cette constatation, nous avons étudié des moyens d'améliorer l'expérience avec le son dans les environnements bruyants. Nous avons développé une méthode qui utilise le scanner LiDAR intégré à un téléphone intelligent pour créer un modèle 3D de la propagation du son dans l'espace. En réponse aux préoccupations de nos personnes participantes étudiantes concernant l'acoustique, nous avons utilisé les tunnels de l'Université Carleton comme exemple afin de montrer comment ce modèle peut servir à mettre à l'essai différentes conceptions permettant de réduire le bruit et les échos. Ces travaux ont été publiés dans :

- A. Laghai, B. Wallace, B. Laska et R. Goubran, « Ray Tracing Modelling Using LiDAR 3D Scans for Rapid Acoustical Measurement and Simulation », *2025 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC)*, Chemnitz, Allemagne, 2025, pp. 1-6, doi : 10.1109/I2MTC62753.2025.11079164.

Étant donné que de nombreuses personnes utilisent des casques d'écoute antibruit dans ces environnements bruyants, nous avons également développé des méthodes permettant de mesurer la performance de ces casques afin d'évaluer de quelle manière ils modifient les sons que nous souhaitons entendre. Ces travaux ont été publiés dans :

- B. Laska, R. Goubran et B. Wallace, « Binaural Characterization of Active Noise Cancelling Headphones », *2024 IEEE International Instrumentation*

and Measurement Technology Conference (I2MTC), Glasgow, Royaume-Uni, 2024, pp. 01-06, doi : 10.1109/I2MTC60896.2024.10560585.

Références

- Abhari, Shahabeddin, Bin Noon, Gaya, Tithi Joshi, et al. 2025. *AgeTech for Aging in Place: A Standards-Based Approach to Inclusive, Secure, and Scalable Innovation*. CSA Group.
- Abhari, Shahabeddin, Josephine McMurray, Tanveer Randhawa, et al. 2024. "Exploring the Landscape of Standards and Guidelines in AgeTech Design and Development: Scoping Review and Thematic Analysis." *JMIR Aging* 7 (October): e58196. <https://doi.org/10.2196/58196>.
- Agree, Emily M. 2014a. "The Potential for Technology to Enhance Independence for Those Aging with a Disability." *Disability and Health Journal* 7 (1 Suppl): S33–39. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2013.09.004>.
- Agree, Emily M. 2014b. "The Potential for Technology to Enhance Independence for Those Aging with a Disability." *Disability and Health Journal* 7 (1): S33–39. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2013.09.004>.
- Aly, Mohab, Foutse Khomh, Yann-Gaël Guéhéneuc, Hironori Washizaki, and Soumaya Yacout. 2019. "Is Fragmentation a Threat to the Success of the Internet of Things?" *IEEE Internet of Things Journal* 6 (1): 472–87. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2863180>.
- Baronet, A. 1999. "Factors Associated with Caregiver Burden in Mental Illness A Critical Review of the Research Literature." *Clinical Psychology Review* 19 (7): 819–41. [https://doi.org/10.1016/S0272-7358\(98\)00076-2](https://doi.org/10.1016/S0272-7358(98)00076-2).
- Bialon, Laura Nelson, and Sallie Coke. 2012. "A Study on Caregiver Burden: Stressors, Challenges, and Possible Solutions." *American Journal of Hospice and Palliative Medicine*® 29 (3): 210–18. <https://doi.org/10.1177/1049909111416494>.
- Bin Noon, Gaya, Thokozani Hanjahanja-Phiri, Harishree Dave, Laura Fadrique, Jennifer Teague, and Plinio P. Morita. 2023. "Exploring the Role of Active Assisted Living in the Continuum of Care for Older Adults: Thematic Analysis." *JMIR Aging* 6 (May): e40606. <https://doi.org/10.2196/40606>.
- Boger, Jennifer. 2022. "Culture Change, Human-Centered Design, and Ethical by Design as Transactional Cornerstone Concepts in the Development of Technology for Supporting Aging." *The 15th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, June 29, 556–61.

- Byrne, Caroline, Rem Collier, and Gregory O'Hare. 2018. "A Review and Classification of Assisted Living Systems." *Information* 9 (7): 182. <https://doi.org/10.3390/info9070182>.
- Carmien, Stefan Parry, and Gerhard Fischer. 2008. "Design, Adoption, and Assessment of a Socio-Technical Environment Supporting Independence for Persons with Cognitive Disabilities." *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, April 6, 597–606. <https://doi.org/10.1145/1357054.1357151>.
- CEUD. n.d. "The 7 Principles | Centre for Excellence in Universal Design." Accessed August 16, 2023. <https://universaldesign.ie/what-is-universal-design/the-7-principles/>.
- Chu, Charlene, Rune Nystrup, Simon Donato-Woodger, et al. 2022. "Examining the Technology-Mediated Cycles of Injustice That Contribute to Digital Ageism: Advancing the Conceptualization of Digital Ageism: Evidence and Implications." *The 15th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, June 29, 545–51.
- Clyburn, Leah, Stones, Michael, Hadjistavropoulos, Thomas, and Tuokko, Holly. 2000. "Predicting Caregiver Burden and Depression in Alzheimer's Disease." *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 55 (1): S2–13. <https://doi.org/10.1093/geronb/55.1.S2>.
- Connectivity Standards Alliance. (2020) 2023. *Matter. C++*. March 3, Released November 22. <https://github.com/project-chip/connectedhomeip>.
- CSA Group. 2025. *CSA Z2202:25 Technology in Home and Community Care Settings*.
- CSA-IOT. n.d. "Zigbee | Complete IOT Solution." Accessed November 22, 2023. <https://csa-iot.org/all-solutions/zigbee/>.
- Eckes, S, and T Ochoa. 2005. "Students with Disabilities: Transitioning from High School to Higher Education." *American Secondary Education*, 6–20.
- El-Basioni, Basma M Mohammad, Sherine Mohamed Abd El-Kader, and Hussein S Eissa. 2014. *Independent Living for Persons with Disabilities and Elderly People Using Smart Home Technology*. 3 (4).
- Etters, Lynn, Debbie Goodall, and Barbara E. Harrison. 2008. "Caregiver Burden among Dementia Patient Caregivers: A Review of the Literature."

- Journal of the American Academy of Nurse Practitioners* 20 (8): 423–28.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-7599.2008.00342.x>.
- Fadrique, Laura X, Dia Rahman, Hélène Vaillancourt, Paul Boissonneault, Tania Donovska, and Plinio P Morita. 2020. “Overview of Policies, Guidelines, and Standards for Active Assisted Living Data Exchange: Thematic Analysis.” *JMIR mHealth and uHealth* 8 (6): e15923.
<https://doi.org/10.2196/15923>.
- Fisher, Karen R., Sarah Parker, and Christiane Purcal. 2009. “Measuring the Effectiveness of New Approaches to Housing Support Policy for Persons with Disabilities.” *Australian Journal of Public Administration* 68 (3): 319–32. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8500.2009.00642.x>.
- Guha, Mona Leigh, and Allison Druin. 2008. *Designing with and for Children with Special Needs: An Inclusionary Model*.
- Hasselbring, T, and C Glaser. 2023. “Use of Computer Technology to Help Students with Special Needs.” *The Future of Children* 10 (2): 102–22.
- Hornby, Garry. 2011. “Inclusive Education for Children with Special Educational Needs: A Critique.” *International Journal of Disability, Development and Education* 58 (3): 321–29.
<https://doi.org/10.1080/1034912X.2011.598678>.
- IEC. 2023. “IEC - SyC AAL: Active Assisted Living > Scope.”
https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:186:105527637483401:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:11827,25.
- ISO. 2014. “ISO/IEC Guide 71:2014 Guide for Addressing Accessibility in Standards.” International Organization for Standardization.
<https://www.iso.org/standard/57385.html>.
- Janus, Magdalena, Jessica Lefort, Ruth Cameron, and Lauren Kopechanski. 2007. “Starting Kindergarten: Transition Issues for Children with Special Needs.” *Canadian Journal of Education / Revue Canadienne de l'éducation* 30 (3): 628. <https://doi.org/10.2307/20466656>.
- Kafle, Ved P., Yusuke Fukushima, and Hiroaki Harai. 2016. “Internet of Things Standardization in ITU and Prospective Networking Technologies.” *IEEE Communications Magazine* 54 (9): 43–49.
<https://doi.org/10.1109/MCOM.2016.7565271>.
- Lam, Lena, Laura Fadrique, Gaya Bin Noon, Aakanksha Shah, and Plinio Pelegrini Morita. 2022. “Evaluating Challenges and Adoption Factors for

- Active Assisted Living Smart Environments.” *Frontiers in Digital Health* 4 (May): 891634. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2022.891634>.
- Lopes, Isabel Maria, Teresa Guarda, and Pedro Oliveira. 2019. “How ISO 27001 Can Help Achieve GDPR Compliance.” *2019 14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, June, 1–6. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760937>.
- Masson, Philipe, Kelly Milne, Bruce Wallace, et al. 2025. *Supportive Systems for Cognitive Health and Dementia : Survey of Technology and the Role of Standards*. Accessibility Institute, Carleton University. <https://doi.org/10.22215/rcgl/25dr1>.
- Meynert, Mariam John. 2014. “Inclusive Education and Perceptions of Learning Facilitators of Children with Special Needs in a School in Sweden.” *International Journal of Special Education* 29 (2).
- Mujirishvili, Tamara, Caterina Maidhof, Francisco Florez-Revuelta, Martina Ziefle, Miguel Richart-Martinez, and Julio Cabrero-García. 2023. “Acceptance and Privacy Perceptions Toward Video-Based Active and Assisted Living Technologies: Scoping Review.” *Journal of Medical Internet Research* 25 (May): e45297. <https://doi.org/10.2196/45297>.
- Naef, Brendan, and Mayra Perez-Leclerc. 2019. *Bill C-81: An Act to Ensure a Barrier-Free Canada*. Library of Parliament.
- Quesada-García, Santiago, Pablo Valero-Flores, and María Lozano-Gómez. 2023. “Active and Assisted Living, a Practice for the Ageing Population and People with Cognitive Disabilities: An Architectural Perspective.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20 (10): 5886. <https://doi.org/10.3390/ijerph20105886>.
- Sadikovna, R, and O Azimjon o‘g‘li. 2023. “The Importance of Inclusive Education in Solving the Problem of Equality in the Education of Children with Special Needs.” *Open Access Repository* 4 (3): 757–64.
- Savundranayagam, M. Y., M. L. Hummert, and R. J. V. Montgomery. 2005. “Investigating the Effects of Communication Problems on Caregiver Burden.” *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences* 60 (1): S48–55. <https://doi.org/10.1093/geronb/60.1.S48>.
- Scott, Ava, Carolin Stellmacher, Jasmin Niess, and Yvonne Rogers. 2022. “Vicious or Virtuous Cycle? The Privacy Implications of Active Assisted Living Technologies for Older People.” *Proceedings of the 15th*

- International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, June 29, 434–38.
<https://doi.org/10.1145/3529190.3534732>.
- Sixsmith, Judith Agnes. 2022. “Key Ethical Challenges in the AgeTech Sector.” *The 15th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, June 29, 532–35.
- Thompson, Stephen. 2018. *Mobile Technology and Inclusion of Persons with Disabilities*. K4D Emerging Issues. UK: Institute of Development Studies.
- “Thread.” n.d. Accessed November 22, 2023. <https://www.threadgroup.org/>.
- UNIDO. 2006. *Role of Standards A Guide for Small and Medium-Sized Enterprises*. Working paper. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). https://www.unido.org/sites/default/files/2009-04/Role_of_standards_o.pdf.
- Waldschmidt, Anne, and Marie Sépulchre. 2019. “Citizenship: Reflections on a Relevant but Ambivalent Concept for Persons with Disabilities.” *Disability & Society* 34 (3): 421–48.
<https://doi.org/10.1080/09687599.2018.1543580>.
- Wallace, Bruce, and Frank Knoefel. 2022a. “Ethics | Law | Policy and the Supportive Smart Home (Evidence to Impact: A Research Partner Series).” AGE-WELL National Innovation Hub - APPTA. <https://agewell-nih-appta.ca/evidence-to-impact/>.
- Wallace, Bruce, and Frank Knoefel. 2022b. *Ethics, Law, Policy and the Supportive Smart Home*. AGE-WELL National Innovation Hub Sensors and Analytics for Monitoring Mobility and Memory (SAM3) and Advancing Policies and Practices in Technology and Aging (APPTA).
- Wallace, Bruce, Frank Knoefel, Rafik Goubran, Heidi Sveistrup, and Neil Thomas. 2023. “Technology Enabling Aging in Place - The Supportive Smart Home.” *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine* 26 (7): 34–40.
- Wang, Ru, Nihan Zhou, Tam Nguyen, Sanbrita Mondal, Bilge Mutlu, and Yuhang Zhao. 2023. “Characterizing Barriers and Technology Needs in the Kitchen for Blind and Low Vision People.” arXiv.Org, October 9.
<https://arxiv.org/abs/2310.05396v1>.
- World Health Organization. 2001a. “International Classification of Functioning, Disability and Health : ICF.” Title of Beta 2, Full Version:

International Classification of Functioning and Disability : ICIDH-2 (WHO Document No. WHO/HSC/ACE/99.2). *Classification Internationale Du Fonctionnement, Du Handicap et de La Santé : CIF* (Geneva). WHO IRIS. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42407>.

World Health Organization. 2001b. “International Classification of Functioning, Disability and Health : ICF.” Title of Beta 2, Full Version: International Classification of Functioning and Disability : ICIDH-2 (WHO Document No. WHO/HSC/ACE/99.2). *Classification Internationale Du Fonctionnement, Du Handicap et de La Santé : CIF* (Geneva). WHO IRIS. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42407>.

World Health Organization. 2022. *Ageism in Artificial Intelligence for Health: WHO Policy Brief*.

Zheng, Lidan, Kitty-Rose Foley, Rachel Grove, et al. 2022. “The Use of Everyday and Assistive Technology in the Lives of Older Autistic Adults.” *Autism* 26 (6): 1550–62. <https://doi.org/10.1177/13623613211058519>.