


RECHERCHE SUR LES NORMES

# Lignes directrices pour les modernisations et les nouvelles constructions de logements intelligents pour le vieillissement à domicile

novembre 2024

# Auteurs

**Gaya Bin Noon,** B. Sc., Université de Waterloo

**Shahabeddin Abhari,** B. Sc., M. Sc., MBA, M.P.H., Ph. D., Université de Waterloo

**Gillian Morgan,** B. A., MHE, Université de Waterloo

**Ruah Al-Saghier,** B. Sc., M. Sc., Université de Waterloo

**Dmytro Chumachenko,** B. Sc., M. Sc., Ph. D., Université de Waterloo

**Plinio Pelegrini Morita,** ing., M. Sc., Ph. D., Université de Waterloo

# Comité consultatif du projet

**Langdon Baker,** Smith + Anderson

**Ted Maulucci,** SmartONE

**Ben Mortenson,** Université de la Colombie-Britannique

**Fiona Manning,** Groupe CSA

***Clause de non-responsabilité***

Cette étude a été produite par l'auteur et est la propriété de l'Association canadienne de normalisation. Elle vise à fournir de l'information de nature générale sur le sujet traité. Les opinions exprimées dans cette publication sont celles de l'auteur et des participants d'étude. L'auteur et l'Association canadienne de normalisation ne sauraient être tenues responsables d'aucune perte ni d'aucun dommage qui pourraient résulter de la confiance que vous accordez au contenu de cette publication ou de l'utilisation que vous en faites.

# Table des matières

**Glossaire** 5

**Sommaire** 6

**1 Introduction** 7

**1.1 Contexte et motivation** 7

**1.2 Buts et objectifs de la recherche** 9

**2 Lignes directrices existantes sur la conception d'environnements de vie intelligents** 10

**2.1 Codes et normes** 10

**2.2 Pratiques exemplaires tirées de la recherche** 12

**3 Un exemple de logement intelligent** 13

**3.1 Infrastructure générale** 15

**3.2 Chambre à coucher** 16

**3.3 Salle de bains** 16

**3.4 Salle de lavage** 17

**3.5 Salon** 17

**3.6 Cuisine et salle à manger** 18

**4 Évaluation des technologies** 18

**4.1 Types de technologies domestiques intelligentes** 19

**4.2 Exigences relatives aux bâtiments** 20

4.2.1 Exigences physiques aux bâtiments 20

4.2.2 Exigences électriques aux bâtiments 22

4.2.3 Connectivité 22

**4.3 Principales tendances en matière de technologie d'AAD** 24

4.3.1 Surveillance du mode de vie, IA et modèles prédictifs 24

4.3.2 Intégration et interopérabilité 26

4.3.3 Stratégies de centralisation des données 26

4.3.4 Intégration du cercle de soins 27

**5 Recommandations pour le développement de logements intelligents** 27
5.1 Orientations générales 27
5.2 Modernisation 29
5.3 Nouvelles constructions 30
**6 Orientations futures de la recherche** 32
**7 Conclusions** 33
**Références** 36
**Annexe A : Liste des technologies** 42
**Annexe B : Évaluation des technologies** 56

# Glossaire des termes

| Terme | Définition |
|---|---|
| **Assistance à l'autonomie à domicile (AAD)** | Systèmes conçus dans le but d'améliorer la qualité de vie, de favoriser l'autonomie et d'encourager des modes de vie plus sains. |
| **Technologies adaptatives** | Objets ou systèmes conçus spécifiquement pour adapter ou modifier des technologies existantes afin d'en accroître ou d'en maintenir l'accessibilité pour les personnes ayant des besoins supplémentaires en matière d'accessibilité. |
| **Technologies d'assistance** | Tout produit, logiciel ou équipement offert sur le marché, modifié ou personnalisé, visant à maintenir ou à améliorer les capacités fonctionnelles des personnes ayant un handicap. |
| **Internet des objets (IdO)** | Interconnexion d'objets usuels, souvent domestiques, par Internet au moyen de composants informatiques intégrés. |
| **Soins de longue durée (SLD)** | Établissements offrant une prestation de soins supervisés en continu aux personnes ayant des besoins complexes et ne pouvant plus y subvenir de manière autonome. |

# Sommaire

Les systèmes et dispositifs d'assistance à l'autonomie à domicile (AAD) ont le potentiel de soutenir la population vieillissante du Canada en permettant aux personnes âgées de vivre de manière autonome plus longtemps. Compte tenu du large éventail de technologies domestiques accessibles, adaptables et intelligentes qui sont à la disposition des consommateurs, il est nécessaire de comprendre les exigences relatives à la fabrication et à l'infrastructure de ces technologies lorsqu'elles sont utilisées dans un environnement domestique. Cette compréhension est cruciale non seulement pour répondre aux besoins évolutifs des personnes âgées en matière de soins, mais aussi pour anticiper ces besoins de manière proactive et créer des milieux de vie adaptés. Cependant, il y a eu historiquement un manque de supervision pour guider le développement et la mise en œuvre d'environnements de vie intelligents compatibles avec les technologies d'AAD, ce qui a fait en sorte de laisser aux fabricants la responsabilité de concevoir l'aménagement de l'espace.

L'objectif principal du présent rapport est d'explorer les exigences visant à faciliter l'intégration des technologies d'AAD dans les maisons de retraite et les milieux de vie autonomes. Ces lignes directrices visent à appuyer les promoteurs communautaires, les fabricants de technologies d'AAD, les entrepreneurs et les entreprises de la construction engagés dans la modernisation de résidences existantes et la construction de nouveaux bâtiments. Ce rapport propose également des pratiques exemplaires pour l'utilisation des technologies d'AAD, et considère les besoins et les caractéristiques de l'infrastructure ainsi que les moyens de garantir la résilience et la capacité d'adaptation de l'environnement bâti à plusieurs générations de technologies d'AAD.

Pour atteindre cet objectif, nous avons examiné les lignes directrices contenues dans les normes et codes actuels du bâtiment, ainsi que la littérature universitaire publiée. Un exemple d'utilisation type d'un logement intelligent a ensuite été élaboré afin d'explorer les considérations pratiques de la conception d'un logement intelligent destiné à une personne âgée vivant dans une communauté de retraite, en considérant le logement et la collectivité comme un système intégré. Enfin, une évaluation de 156 technologies distinctes issues de 143 fournisseurs a été réalisée afin de cerner les exigences relatives à l'aménagement d'un logement intelligent. Cette évaluation a été suivie d'un examen des tendances émergentes dans ce domaine.

Sur la base de ces résultats, des recommandations générales sont présentées, lesquelles sont accompagnées de considérations supplémentaires concernant d'une part la modernisation de logements existants vers des milieux de vie intelligents et, d'autre part, les nouvelles constructions de logements intelligents. Les recommandations générales incluent la prise en charge de l'encombrement, la préservation du champ de vision, l'établissement de mécanismes de partage des données, la prise en compte de l'interopérabilité, de la sécurité et de la protection de la vie privée en ce qui concerne les différentes options des dispositifs, et la planification des révisions périodiques visant à revoir et à modifier la conception du logement intelligent. Les considérations clés pour les modernisations incluent la gestion de l'incompatibilité entre les technologies intelligentes offertes sur le marché et l'infrastructure des bâtiments existants, la réduction des perturbations dans la vie des résidents de même que le maintien d'un environnement familier et confortable tout au long du processus de transformation. En ce qui concerne les nouvelles constructions, les considérations essentielles incluent une conception modifiable en fonction de l'évolution des besoins des résidents et de l'évolution de la technologie, la mise en place de systèmes de secours pour l'alimentation électrique et pour Internet, la facilité d'entretien et l'évaluation permettant de déterminer si un logement dispose d'un accès réseau suffisant pour soutenir l'intégration et le fonctionnement des dispositifs et systèmes intelligents. Enfin, ce rapport présente des recommandations pour des recherches futures visant à faire progresser et à affiner l'intégration des technologies d'AAD dans les milieux de vie intelligents afin d'en assurer l'amélioration et l'efficacité continues.



**« Tout au long du continuum de soins, l'assistance à l'autonomie à domicile (AAD), l'IdO et les technologies intelligentes peuvent être utilisés pour aider les personnes âgées à conserver et à améliorer leur autonomie à mesure qu'elles vieillissent, et pour éviter les transitions prématurées vers ou entre les milieux de soins »**

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte et motivation

Avec l'amélioration de l'espérance de vie, il est attendu que les personnes âgées auront des besoins en matière de soins plus complexes et variés à mesure qu'elles vieillissent, ce qui accentue la nécessité de les aider à vivre de manière autonome le plus longtemps possible [1], [2]. Le niveau et l'intensité des soins requis tendent à évoluer au cours de la vie adulte, avec une augmentation probable des besoins au fil du temps. Pour chaque type de besoin, des services de santé et des aménagements de logements sont offerts pour soutenir la santé et le bien-être, quoiqu'à des degrés différents selon les provinces et les territoires canadiens [3]. Ce continuum de soins offre un éventail d'options allant des soins à domicile privés à l'assistance à l'autonomie et aux communautés de retraite, en passant par les soins de longue durée (SLD) [3].

L'**Internet des objets (IdO)** désigne l'interconnexion de dispositifs intelligents autonomes connectés à Internet et capables de collecter, de partager et de recevoir des données sans intervention humaine [4]. Les **technologies de l'IdO** contribuent de manière significative à la création d'applications et de services innovants pouvant répondre aux besoins des personnes âgées en matière de soins de santé [5]. Plus précisément, les technologies de l'IdO conçues pour les activités adaptatives et d'assistance à la vie quotidienne englobent un large éventail de technologies intégrées dans un milieu de vie, qui peuvent être utilisées pour aider les personnes âgées à vivre plus longtemps à domicile tout en conservant autant d'autonomie que possible [2]. Dans le présent rapport, les technologies d'assistance désignent tout produit, logiciel ou équipement offert sur le marché, modifié ou personnalisé, visant à maintenir ou à améliorer les capacités fonctionnelles des personnes présentant un handicap [6], [9]. Cependant, ces dispositifs ne sont pas réservés aux personnes présentant un handicap; ils sont également couramment utilisés par des personnes pour soutenir diverses capacités sensorielles, physiques et/ou cognitives, telles que l'audition, la vision, la mobilité, la marche, la mémoire, la dextérité et l'apprentissage. Les technologies d'assistance incluent notamment des ouvre-portes automatiques, des dispositifs télécommandés, des systèmes d'activation vocale et des systèmes de rappels [7]. Les **technologies adaptatives**, un sous-ensemble des technologies d'assistance, sont des objets ou des systèmes spécialement conçus pour modifier les infrastructures ou les technologies existantes afin d'améliorer ou de maintenir l'accessibilité des dispositifs pour les personnes ayant des besoins supplémentaires en matière d'accessibilité [6], [9]. Par exemple, les logements équipés de rampes, de rampes d'escalier et d'éclairage automatique ont une infrastructure domestique existante adaptée qui permet d'améliorer l'accessibilité et de faciliter l'utilisation de l'environnement domestique par les personnes âgées.

Tout au long du continuum de soins, l'**assistance à l'autonomie à domicile (AAD)**, l'IdO et les technologies intelligentes peuvent être utilisés pour aider les personnes âgées à conserver et à améliorer leur autonomie à mesure qu'elles vieillissent, et pour éviter les transitions prématurées vers ou entre les milieux de soins [8]. Les systèmes d'AAD, qui comprennent généralement des dispositifs de l'IdO, sont conçus pour améliorer la qualité de vie, favoriser l'autonomie et créer des modes de vie plus sains [9]. Ils présentent un intérêt particulier dans le domaine des soins aux personnes âgées. La gamme de technologies domestiques accessibles, adaptables et intelligentes mises à la disposition des consommateurs offre l'occasion de répondre aux besoins changeants des personnes âgées en matière de soins, mais aussi potentiellement d'anticiper ces besoins et de créer des milieux de vie favorables. Cela dit, ces technologies peuvent être intégrées uniquement lorsque certaines exigences relatives à la construction et à l'infrastructure sont satisfaites [4], [5], [6], [7].

Une meilleure intégration des technologies domestiques intelligentes et de l'IdO dans les milieux de vie à domicile constitue un pas en avant vers le développement de soins continus intelligents et de communautés de retraite. Contrairement aux établissements de SLD, qui offrent des soins supervisés constants et continus pour les personnes ayant des besoins de soins complexes et ne pouvant plus prendre soin d'elles-mêmes de manière autonome, les communautés de retraite sont des milieux de vie résidentiels flexibles conçus pour permettre aux personnes âgées de vivre soit de manière entièrement autonome, soit avec des soins minimaux [10]. En 2018-2019, l'Institut canadien d'information sur la santé rapportait qu'environ un Canadien nouvellement résident en SLD sur neuf aurait pu recevoir des soins à domicile [11]. Malgré le désir croissant de nombreuses personnes âgées de rester chez elles le plus longtemps possible, certaines peuvent intégrer hâtivement un établissement de SLD pour diverses raisons, notamment les difficultés à naviguer dans les services de santé, les obstacles financiers aux soins à domicile, la crainte de besoins émergents en matière de soins de santé et le manque de soutien pour les besoins non médicaux [11]. Les avantages perçus d'un accès direct et continu à un soutien en matière de soins et au personnel infirmier révèlent, à leur tour, des lacunes importantes dans les ressources disponibles pour soutenir les personnes âgées capables de vivre de manière principalement autonome. En utilisant des technologies telles que la surveillance à domicile de la santé en temps réel et en implantant des systèmes d'AAD dans les milieux de vie, les prestataires de soins sont en mesure d'évaluer les besoins des personnes âgées et d'aider à garantir qu'elles reçoivent les soins appropriés pour maintenir leur bien-être et leur sécurité. Cette approche proactive peut aider à retarder la transition de l'assistance à l'autonomie vers les établissements de SLD [12].

Dans le passé, les progrès réalisés dans les initiatives communautaires destinées aux personnes âgées souhaitant vivre de manière autonome ont favorisé le vieillissement en bonne santé des résidents qui nécessitent moins d'interventions médicales, grâce à l'autodétermination, à des services axés sur le bien-être et à la prestation directe de soins communautaires [13], [14], [15]. Cependant, contrairement aux établissements de SLD, les communautés de retraite et d'assistance à l'autonomie existantes ne disposent pas de systèmes normalisés de production de rapports pour évaluer et communiquer les besoins des résidents en matière de santé et de bien-être [13]. Une étude de cohorte menée en Ontario a révélé que, comparativement aux résidents des établissements de SLD, les résidents des communautés de retraite visitaient plus fréquemment les services d'urgence, les hôpitaux et les autres milieux de soins, tels que les établissements de transition ou de réadaptation, et consultaient moins fréquemment leur prestataire de soins primaire [13]. Bien que l'inclusion sociale, l'engagement social, le soutien communautaire et les soins personnalisés soient essentiels pour promouvoir le bien-être des personnes âgées [14], les modèles existants appliqués aux communautés de retraite ne répondent pas aux besoins critiques de leurs résidents en matière de soins de santé.

En outre, ces modèles ne tiennent pas compte du potentiel de l'IdO et des technologies domestiques intelligentes pour combler les lacunes dans les soins aux personnes âgées. Ces technologies peuvent aider à identifier les besoins individuels, à alléger certains

fardeaux directs liés aux soins et à améliorer les résultats globaux en matière de santé. L'utilisation de dispositifs domestiques intelligents et utilisant l'IdO permet de suivre l'état de santé d'une personne, fournissant ainsi des informations cruciales sur le soutien dont elle a besoin pour pallier les lacunes de son milieu de vie et détecter le moment où des interventions peuvent être nécessaires pour prévenir des problèmes de santé [16]. Bien que le soutien aux soins dans les communautés de retraite soit minimal et intermittent, les prestataires de soins ont la possibilité de réduire la fréquence et le degré des interventions tout en optimisant leur temps et leurs ressources en exploitant les technologies intelligentes existantes pour mieux comprendre l'état de santé et les conditions de vie d'une personne.

Les systèmes et dispositifs d'AAD ont le potentiel d'améliorer la qualité de vie et peuvent être utilisés pour soutenir la population vieillissante du Canada [8]. Il est possible d'utiliser les données provenant des systèmes d'AAD pour mobiliser les services de soins et de soutien si les informations pertinentes sont rassemblées et diffusées à des prestataires de soins de confiance. Un exemple de la manière dont cela peut fonctionner est illustré à la figure 1. Cependant, un manque de sensibilisation aux avantages potentiels de ces technologies et une supervision minimale guidant leur développement et leur mise en œuvre limitent le déploiement généralisé et coordonné des systèmes d'AAD pour soutenir le vieillissement à domicile [17]. De plus, la conception et la mise en œuvre des espaces de vie intelligents sont principalement pilotées par les fabricants et les développeurs de technologies [9], [18]. Plusieurs facteurs ont limité le déploiement de l'AAD pour le vieillissement à domicile, comme la faible interopérabilité entre les différentes technologies et leur utilisation limitée par les personnes âgées [5]. En outre, les technologies intelligentes ne sont pas faites pour être mises en œuvre dans des environnements incompatibles sur le plan physique ou technologique. Ainsi, une étape clé pour favoriser une utilisation plus répandue de l'AAD consiste à examiner et à éliminer les obstacles existants à l'installation et à l'utilisation des technologies dans ces milieux de vie.

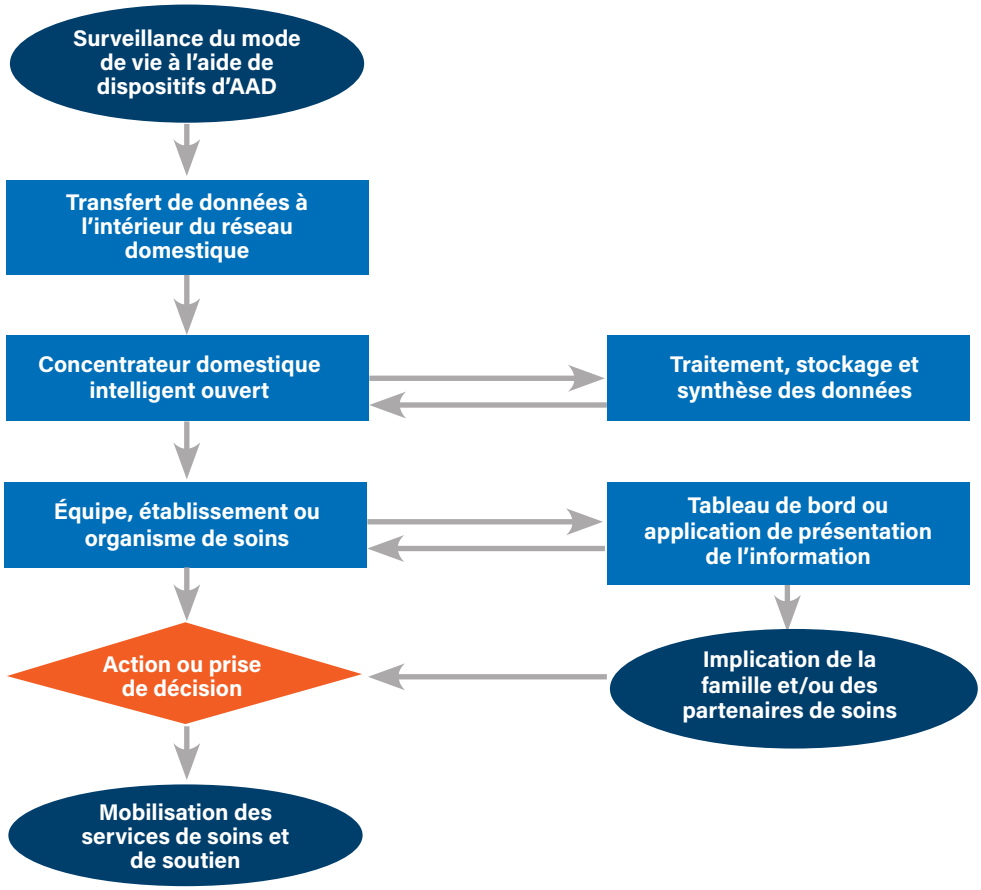
## 1.2 Buts et objectifs de la recherche

L'objectif principal du présent rapport est de fournir des lignes directrices quant à l'intégration des technologies d'AAD dans les communautés de retraite et les milieux de vie autonomes, en mettant l'accent sur l'environnement bâti. Ces lignes directrices offrent un soutien précieux aux promoteurs de résidences pour personnes âgées, aux fabricants de technologies d'AAD ainsi qu'aux architectes, aux entrepreneurs et aux entreprises de construction participant à la modernisation de logements existants ou à la construction de nouveaux logements. Les présentes lignes directrices visent à :

1. définir les exigences technologiques minimales nécessaires pour établir des environnements d'AAD favorables;
2. proposer des pratiques exemplaires relatives à l'utilisation des technologies d'AAD, en tenant compte des besoins particuliers et des caractéristiques de l'infrastructure; et
3. garantir que l'environnement bâti est résilient et en mesure d'accueillir les technologies d'AAD existantes et émergentes.

La création de ces lignes directrices vise à favoriser un déploiement accru des technologies d'AAD dans les communautés de retraite et les milieux de vie autonomes en vue d'améliorer la qualité de vie et la sécurité des personnes âgées, par le biais d'une mise en œuvre optimale de ces technologies dans l'environnement bâti. Afin d'étudier les fondements de ces lignes directrices, le présent rapport passe en revue les lignes directrices existantes dans les normes et la recherche (section 2), examine un exemple de milieu de vie intelligent, incluant différentes pièces et leurs exigences (section 3), et évalue les technologies existantes de l'IdO offertes sur le marché ainsi que les nouvelles tendances en matière d'AAD (section 4). Enfin, le rapport identifie certaines lacunes et formule des recommandations pour la conception de logements intelligents adaptés aux personnes âgées (section 5).

**Figure 1 :** Utilisation proposée de l'AAL dans le cadre de soins




# 2 Lignes directrices existantes pour la conception de milieux de vie intelligents

Compte tenu de l'apparition relativement récente des technologies d'AAD, peu de lignes directrices existent pour appuyer leur intégration dans la conception des logements et environnements résidentiels. Cependant, les lignes directrices existantes en matière de conception des logements, les exigences de construction, les normes et les recommandations relatives aux logements intelligents fournissent des renseignements utiles. De plus, la mise à profit des principes de conception traditionnels et des meilleures pratiques peut aider à l'élaboration d'environnements efficaces et efficients compatibles avec les technologies d'AAD. Cette section présente brièvement plusieurs ressources afin de mettre en contexte la conception de logements et d'environnements résidentiels adaptés aux technologies d'AAD.

## 2.1 Codes et normes

Le Code national du bâtiment du Canada (CNB) 2020 [19] énonce les exigences relatives à la conception des bâtiments au Canada. Élaboré par le Conseil national de recherches du Canada, le CNB constitue un code de construction modèle qui définit les exigences minimales relatives à la conception et à la construction de structures et de bâtiments neufs, ainsi qu'à la rénovation ou à la modernisation de bâtiments existants. Ces exigences poursuivent quatre grands objectifs : la protection contre les incendies et la protection des structures des bâtiments, la santé, la

sécurité et l'accessibilité. Le CNB aborde également l'efficacité énergétique et la durabilité environnementale, notamment au moyen de dispositions favorisant l'utilisation d'énergies renouvelables et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Bien que le CNB s'applique à l'ensemble des provinces et territoires du Canada, chaque province ou territoire est responsable de son adoption et de son application, et a le droit d'adapter ses exigences aux réalités et besoins locaux. Certaines provinces ou certains territoires peuvent aussi imposer des exigences plus strictes que celles prévues par le CNB. Par conséquent, les constructeurs, concepteurs et propriétaires ont l'obligation de connaître tous les codes du bâtiment et les réglementations applicables sur leur territoire, car le non-respect de ceux-ci pourrait entraîner des amendes, des sanctions ou des conséquences juridiques. Pour assurer la conformité et la sécurité des bâtiments et de leurs occupants, il est recommandé de faire appel à un architecte ou à un ingénieur qualifié, tant pour les nouvelles constructions que pour les projets de modernisation.

Par exemple, la Loi de 1992 sur le code du bâtiment est une loi provinciale de l'Ontario qui constitue le cadre juridique pour l'élaboration, la mise en œuvre et l'application du Code du bâtiment de l'Ontario (CBO) [20]. Comme pour les autres codes provinciaux, le CBO se base sur le CNB. La *Loi sur le code du bâtiment* en Ontario précise les modalités d'application, les sanctions en cas de non-conformité ainsi que le processus pour l'obtention des permis de construction et les inspections. Le CBO, quant à lui, énonce des exigences techniques détaillées relatives à la conception des structures, à la protection contre les incendies, à la plomberie, aux installations électriques, au chauffage, à la ventilation et au conditionnement d'air (CVCA), à l'accessibilité et à l'efficacité énergétique. Le CBO est régulièrement mis à jour afin de refléter les progrès réalisés dans les domaines des technologies, des matériaux et des méthodes de construction, et aborde les questions et les préoccupations émergentes en matière de conception et de construction de bâtiments. En se conformant au CBO, les constructeurs et les concepteurs sont en mesure de garantir le respect des réglementations de base et de créer des bâtiments qui priorisent la sécurité, l'accessibilité et l'efficacité énergétique.

Même si le Canada compte de nombreux codes du bâtiment, dont ceux sur l'énergie, les bâtiments et la prévention des incendies [19], [21], peu de normes encadrent l'intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les bâtiments. Ces normes favorisent l'intégration de diverses TIC afin de soutenir la mise en œuvre de logements intelligents pour les personnes âgées et d'orienter l'installation, la conception, les plateformes de surveillance, la connectivité, la confidentialité et la cybersécurité des technologies. Par exemple, la norme CSA EXP100:22 *Information and communication technology (ICT) code for buildings,* comprend des exigences qui soutiennent le développement des infrastructures de TIC dans les bâtiments et qui sont évolutives pour permettre l'intégration future des technologies [21], bien que cette norme ne s'applique pas spécifiquement aux milieux de vie ni au contexte de soins ciblant les personnes âgées.

Au-delà de la nécessité d'adopter des normes de TIC supplémentaires propres aux personnes âgées, les normes relatives aux équipements permettent de clarifier les technologies de la santé qui sont avantageuses pour les logements intelligents qui les accueillent [22]. À l'instar des normes régissant la gestion des équipements médicaux en milieu hospitalier, une norme serait nécessaire pour soutenir la gestion des dispositifs et des technologies utilisés dans les logements intelligents. Par exemple, des normes exigent l'inspection des équipements médicaux dans les établissements hospitaliers afin de détecter les défectuosités, telles que la norme CAN/CSA C22.2 *Appareils électromédicaux* [22]. Cependant, aucune norme complémentaire n'a été identifiée pour soutenir l'usage des équipements médicaux utilisés dans les logements intelligents. Ainsi, peu de lignes directrices existent pour la mise en œuvre sécuritaire et efficace des technologies dans les logements intelligents pour personnes âgées, ce qui est susceptible de limiter la capacité de ces personnes à accéder aux soins à domicile [23].



**« Peu de lignes directrices existent pour la mise en œuvre sécuritaire et efficace des technologies dans les logements intelligents pour personnes âgées, ce qui est susceptible de limiter la capacité de ces personnes à accéder aux soins à domicile. »**

## 2.2 Pratiques exemplaires tirées de la recherche

Bien qu'il existe peu de documentation sur les lignes directrices et les considérations opérationnelles relatives à la conception de logements intelligents, cette section passe en revue la documentation sur les pratiques exemplaires en matière de développement et de mise en œuvre des technologies d'AAD et des technologies domestiques intelligentes dans les environnements résidentiels. Afin de répondre aux besoins individuels tout en respectant les normes et les exigences opérationnelles, il est essentiel de reconnaître à la fois les éléments infrastructurels et les éléments humains de la conception de logements intelligents. Plusieurs lignes directrices et cadres existants reflètent ces considérations et fournissent des informations précieuses pour planifier, développer et mettre en œuvre efficacement la conception de logements intelligents.

Le document intitulé *Cisco Digital Building Design Guide* [24] présente une série d'exigences et de considérations relatives à la conception et à la création de bâtiments intelligents. Ce guide se concentre sur les bâtiments commerciaux plutôt que résidentiels, mais il fournit également quelques recommandations clés en matière d'infrastructure. La section consacrée aux considérations de conception décrit les rôles et les responsabilités des parties prenantes impliquées dans le processus de conception. Cette ressource tient compte des intérêts communs des résidents, des propriétaires de bâtiments, des concepteurs et des constructeurs, mais ne prend pas explicitement en considération l'utilisateur final. Une autre section propose des considérations relatives à la conception des systèmes, couvrant la conception de l'infrastructure réseau et les normes réseau, l'infrastructure des centres de données et les intergiciels. Le Cisco présente également un cadre pour la conception et le développement de bâtiments intelligents, incluant une feuille de route opérationnelle pour la conception et la création de bâtiments intelligents, de la stratégie à la construction [24].

De plus, une étude récente identifie les principales exigences architecturales et techniques relatives à la conception de logements intelligents dans le contexte des codes de construction des villes intelligentes [25]. Cette étude classe ces exigences en plusieurs catégories, notamment les pratiques de construction écologique, l'énergie solaire et l'éclairage à DEL, la ventilation naturelle, la gestion des déchets et le recyclage, la récupération des eaux de pluie ainsi que la sécurité et la communication intégrées. Cette recherche a permis d'élaborer un cadre général pour la conception de logements intelligents qui favorisent la durabilité et une utilisation efficace des ressources. Les discussions portant sur la durabilité sont particulièrement pertinentes compte tenu de l'attention accrue accordée aux déchets et au renouvellement rapide des technologies en raison des progrès ou de l'obsolescence dans les domaines de la biomédecine, de la santé et de l'ingénierie [25]. Bien que des facteurs tels que le chauffage, la ventilation et l'éclairage entraînent des répercussions significatives sur la durabilité globale d'un bâtiment, un environnement de vie véritablement

durable doit également tenir compte des systèmes plus vastes, notamment les ressources municipales et le cycle de vie des technologies.

Enfin, deux cadres de référence utiles catégorisent les technologies d'AAD et de l'IdO existantes, et définissent le processus de modification des logements intelligents [26], [27]. Ces cadres peuvent constituer un point de départ pertinent pour réfléchir à l'adaptation de logements déjà existants, ce qui sera probablement le cas pour de nombreuses personnes recevant des soins. Il est également important de reconnaître que, même dans un logement intelligent conçu à cette fin, les besoins du résident peuvent évoluer. Il s'avère donc essentiel de réévaluer périodiquement la conception du logement. Le premier cadre [26] définit le processus de modification d'un logement intelligent en quatre étapes : l'évaluation du logement, la sélection des technologies, la stratégie de conception et l'évaluation par les utilisateurs [26] :

1. L'évaluation du logement permet d'identifier les besoins en matière de modifications structurelles, d'ajustements d'aménagement et d'intégration de dispositifs afin d'améliorer la vie quotidienne de la personne.

2. La sélection des technologies tient compte des répercussions des technologies sur la vie quotidienne des personnes âgées, notamment leur acceptation des technologies d'AAD et leurs préférences quant à certaines fonctionnalités et modalités de contrôle.

3. La stratégie de conception vise à résoudre les enjeux concrets liés à la conception et à la transformation des milieux de vie intelligents, comme les éléments architecturaux et les besoins des personnes âgées, et à choisir une approche appropriée.

4. L'évaluation par les utilisateurs examine l'expérience de ces utilisateurs pour guider la mise en œuvre d'une technologie ou d'un dispositif donné, et éclairer les futures pratiques exemplaires qui y sont liées. Elle tient également compte du type de soutien offert (p. ex., stimulation, accessibilité, soutien sensoriel, sécurité, sûreté).

Dans l'ensemble, ce cadre se concentre sur les dispositifs actuellement offerts aux consommateurs et aux entreprises qui aident à classer les nombreux capteurs et outils importants pouvant être intégrés dans les logements intelligents afin de promouvoir des milieux de vie durables, autonomes et sécuritaires qui s'adaptent à l'évolution des besoins individuels [26]. Grâce à cette classification, les consommateurs et les entreprises seraient en mesure de mieux identifier les solutions qui combleraient le plus efficacement les lacunes dans la conception existante des logements ou des logements intelligents.

Le deuxième cadre de référence [27] examine divers contextes d'application des technologies offertes dans les environnements de vie intelligents compatibles avec l'AAD, en tenant compte des utilisateurs du produit, du lieu où il sera implanté et de son objectif. La population cible pour l'utilisation des produits proposés dans ce cadre inclut les personnes qui possèdent les caractéristiques, les capacités et les compétences qui leur permettront de tirer profit de la technologie. En outre, l'environnement dans lequel le produit sera utilisé implique d'envisager différentes solutions tant d'un point de vue technologique que d'un point de vue méthodologique. Ce cadre souligne que les systèmes d'AAD offrent un large éventail de fonctions, allant des simples rappels à l'enregistrement d'observations complexes. De ce fait, des solutions universelles pour l'ensemble d'une population, ou même pour des individus à différents moments de leur vie, s'avèrent souvent inadaptées [27]. Dans la présente étude, ce cadre a été mis en œuvre afin de classer le contexte d'application de divers dispositifs et capteurs, et d'établir les exigences nécessaires à leur utilisation efficace. Les deux cadres décrits précédemment fournissent des informations précieuses sur la planification et la modification des systèmes domestiques intelligents, et soulignent la nécessité d'une approche dynamique et personnalisée [26], [27].

# 3 Un exemple de logement intelligent

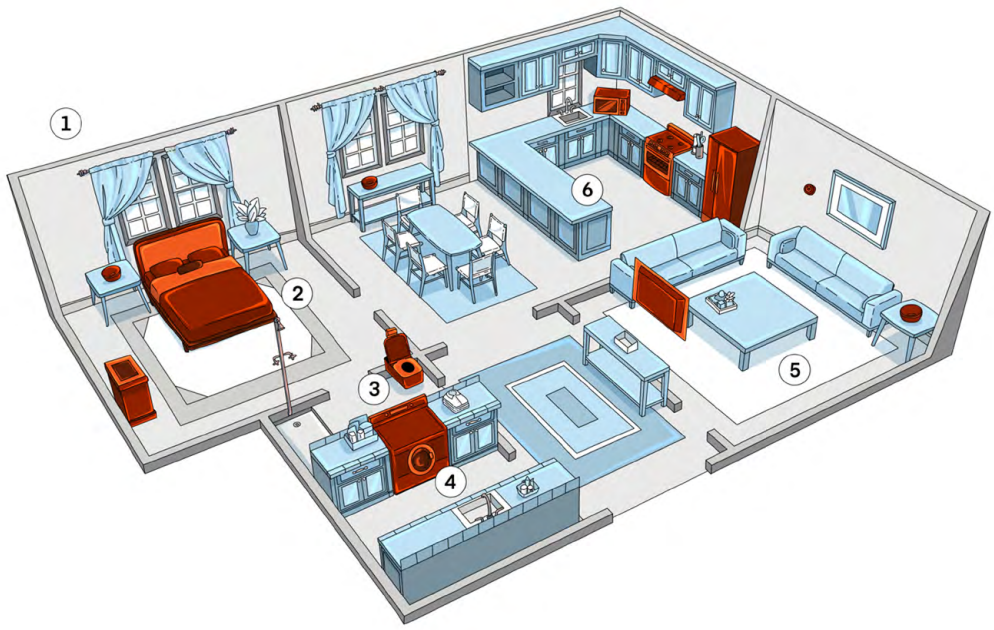
Bien que les lignes directrices et les pratiques exemplaires existantes soient utiles pour comprendre les considérations générales liées au développement et à la modification des logements intelligents, le principal

défi consiste à déterminer comment elles devraient être appliquées concrètement. En d'autres termes, comment adapter les lignes directrices et les pratiques exemplaires existantes aux besoins de la personne qui reçoit les soins. Un exemple de cet exercice est présenté ci-dessous.

Afin d'explorer les exigences d'un milieu de vie intelligent nouvellement construit, nous avons créé un cas d'utilisation centré sur un exemple fictif de logement intelligent conçu pour une résidente nommée « Grace », une bénéficiaire de soins âgée de 79 ans. Grace vit actuellement seule dans son propre logement, mais au fil du temps, sa famille a constaté une diminution de sa capacité à entretenir son logement, une baisse de moral, un plus grand isolement social et des difficultés cognitives. Elle manque fréquemment ses rendez-vous et ses activités sociales, et présente des épisodes de désorientation. À la suite d'un diagnostic de trouble cognitif léger, la famille de Grace et son équipe médicale envisagent de la transférer dans un milieu de soins plus encadré. Toutefois, il est important pour Grace de continuer à vivre de façon autonome. La solution retenue consiste donc à transférer Grace dans une communauté de retraite nouvellement construite conçue pour préserver son autonomie tout en offrant l'assistance nécessaire pour surveiller et préserver sa santé.

Un exemple de logement intelligent issu de cette communauté de retraite fictive est présenté à la figure 2. Une description pièce par pièce des besoins en matière de technologie et des caractéristiques du bâtiment est présentée dans les sections suivantes. Les pièces sont numérotées de manière à correspondre à la section associée dans ce rapport, en commençant par l'infrastructure générale du bâtiment (1) et en poursuivant avec les pièces numérotées (2 à 6). Les dispositifs domestiques intelligents et de l'IdO dans la figure 2 sont présentés en orange foncé et énumérés dans la légende de la figure.

**Figure 2 :** L'exemple de logement intelligent. Les pièces sont numérotées et les dispositifs intelligents sont présentés en orange. (1) Infrastructure générale. (2) Chambre à coucher : matelas intelligent, moniteur de sommeil, purificateur d'air. (3) Salle de bains : toilette intelligente. (4) Salle de lavage : laveuse et sécheuse intelligentes. (5) Salon : téléviseur intelligent, assistant domestique virtuel, thermostat intelligent. (6) Cuisine et salle à manger : four à micro-ondes intelligent, cuisinière intelligente, hotte de cuisinière intelligente, réfrigérateur intelligent, lave-vaisselle intelligent (non illustré), assistant domestique virtuel (dans la salle à manger)



Selon un calcul fondé sur la consommation totale d'énergie des technologies comparables offertes sur le marché, l'utilisation de ces dispositifs entraîne peu de coûts supplémentaires par rapport à un logement sans technologies intelligentes. Toutefois, cette estimation repose sur des technologies d'AAD et de l'IdO offertes sur le marché et non réglementées sur le plan médical. Elle n'inclut pas les dispositifs médicaux susceptibles de consommer davantage d'énergie [23]. Il est également essentiel de tenir compte des coûts supplémentaires liés à l'installation, à l'entretien et à la mise en place des infrastructures associées à ces technologies. De plus, le cas d'utilisation de ce modèle de logement intelligent est centré sur une personne âgée bénéficiant d'un solide réseau de soutien composé de membres de sa famille et de sa communauté qui peuvent l'aider à installer et à entretenir son logement intelligent. Cependant, nous ne pouvons pas supposer que toutes les personnes âgées auront accès à un réseau de soutien similaire ou aux moyens nécessaires pour installer, entretenir et réparer les dispositifs domestiques intelligents.

## 3.1 Infrastructure générale

Plusieurs éléments d'infrastructure générale sont nécessaires dans tout le logement intelligent, notamment l'éclairage, les interrupteurs, le chauffage, la ventilation et les prises électriques. Il est essentiel d'accorder du temps et de la réflexion à l'emplacement stratégique des points d'accès et des commandes de ces composants. Par exemple, les prises électriques devraient être placées de manière à éviter les fils qui traînent, et les thermostats et interrupteurs devraient être installés à une hauteur maximale de 1,2 m au-dessus du sol, dans des endroits dégagés, conformément à la norme CAN/CSA B651-23 *Conception accessible pour l'environnement bâti* [28]. De plus, il est fortement recommandé de privilégier les fonctions d'automatisation du logement lorsque cela est possible, car elles sont susceptibles d'améliorer grandement l'expérience du résident. Par exemple, si Grace était désorientée pendant la nuit, un éclairage automatisé s'avérerait bénéfique, puisqu'elle n'aurait pas à chercher l'interrupteur dans le noir, ce qui l'exposerait à un risque de blessure ou de chute [29]. La consommation d'énergie annuelle et le coût des solutions de rechange intelligentes ou automatisées pour la quincaillerie domestique (c.-à-d. les ampoules et les prises intelligentes) sont négligeables, ce qui en fait une solution efficace et économique pour assurer un milieu de vie intelligent et sécuritaire.

Grace et ses partenaires de soins peuvent également bénéficier d'infrastructures ou de technologies de base qui, sans être des composants essentiels d'un logement donné, sont susceptibles d'améliorer la sécurité et le sentiment de sécurité de Grace. Ces infrastructures ou technologies de base incluent par exemple des caméras, des détecteurs de fuites, des détecteurs de mouvement et de température, et des détecteurs d'ouverture de portes et d'armoires. Par mesure de précaution, et afin d'assurer la continuité et le stockage des données, ces dispositifs peuvent utiliser des systèmes de sauvegarde pour stocker une copie des données. Ces données peuvent être stockées dans un disque en nuage ou sur un dispositif de sauvegarde secondaire sur site, tel qu'un disque dur. Une des limites courantes de ces dispositifs vient du fait qu'ils fonctionnent souvent avec des piles. Cela implique donc une considération supplémentaire en matière d'entretien, car une surveillance régulière du niveau de charge des piles, et leur remplacement au besoin, s'impose pour garantir la fonctionnalité et la fiabilité continues des dispositifs.

Un autre aspect crucial dans la conception d'un système domestique intelligent est la stratégie d'intégration des appareils locaux au réseau local (LAN) ainsi que la détermination du degré approprié et nécessaire de connectivité Internet et de la quantité de données partagées avec des tiers. La figure 1 illustre la manière dont le réseau de données, le concentrateur domestique intelligent et les interfaces utilisateur fonctionnent ensemble. Le réseau comprend un réseau IP (protocole Internet) normalisé qui sert de système central en reliant les dispositifs dans le logement [24] [30]. Lors de sa mise en place, la communauté de retraite dans laquelle Grace emménage aurait pris les mesures nécessaires pour garantir que le réseau peut supporter la charge des dispositifs provenant de plusieurs unités. Un réseau résidentiel standard permet l'adressage de 254 dispositifs. Autrement dit, un réseau peut rapidement devenir saturé si plusieurs logements intelligents fonctionnent simultanément sur la même infrastructure. La communauté aurait donc besoin

d'utiliser des réseaux partagés pour les dispositifs domestiques intelligents ou d'investir dans des réseaux commerciaux capables de supporter le nombre requis de dispositifs.

Pour obtenir une vue analytique d'ensemble du logement intelligent avec assistance, les dispositifs doivent transmettre leurs données à une forme de référentiel central [24], [30]. Bien que les communications entre dispositifs puissent se faire par connexion filaire ou sans fil, les connexions sans fil qui utilisent différentes bandes de fréquence sont de loin les plus courantes en raison de leur faible coût d'installation et de leur facilité d'utilisation. Pour permettre la gestion d'un logement ou d'un ensemble de logements dans une communauté de retraite, la communication numérique entre le logement intelligent et un dispositif de gestion est essentielle. Ce réseau centralisé permet de relier les activités du logement à une source centrale contrôlable et de gérer un profil de consommation énergétique. Dans un logement individuel comme celui de Grace, un concentrateur intelligent ouvert (c.-à-d. compatible avec des dispositifs de différents fabricants) communiquerait selon des protocoles standard afin d'assurer la connectivité avec tout capteur ou dispositif intelligent [30]. Ces concentrateurs domestiques intelligents devraient idéalement être gérés de manière centralisée par le personnel soignant ou les responsables de la communauté de retraite afin de faciliter la prestation des soins. Cette gestion centralisée nécessiterait une interface utilisateur avec laquelle les prestataires de services et les responsables de la communauté de retraite pourraient interagir en toute sécurité, ainsi qu'un portail spécifique au logement et accessible aux clients pouvant être utilisé par Grace et ses partenaires de soins. Toutefois, des recherches et des développements supplémentaires devront être effectués pour définir les exigences de cette interface.

## 3.2 Chambre à coucher

La chambre à coucher est un espace privé du logement conçu pour privilégier le confort et le repos. Étant donné que les personnes âgées passent souvent beaucoup de temps dans leur chambre, il est nécessaire de s'assurer que ces espaces sont équipés pour répondre à leurs besoins particuliers et pour garantir leur sécurité et leur confort tout au long de la nuit. Pour répondre à ces besoins, des technologies telles que des matelas intelligents, des moniteurs de sommeil et des purificateurs d'air peuvent être intégrées dans la chambre. Lors de la conception de cet espace, il est essentiel de veiller à ce que les personnes âgées puissent se déplacer dans leur chambre sans encombrement ni obstacle afin de réduire les risques de chute et d'accident. Il faut également évaluer la capacité d'une personne âgée à se lever et à se coucher facilement de manière autonome et déterminer si des aides à la mobilité (p. ex., des barrières de lit ou un cadre de lit réglable) sont nécessaires pour faciliter sa transition vers et depuis le lit. Le fait de prioriser ces éléments contribuera à renforcer le sentiment de sécurité et d'autonomie des personnes âgées dans leur chambre à coucher.

Comme la plupart des personnes âgées, Grace vise à dormir entre sept et neuf heures par jour [31]. Étant donné que la qualité du sommeil d'une personne est susceptible d'avoir des effets significatifs sur son fonctionnement quotidien et qu'un mauvais sommeil peut entraîner des problèmes cognitifs et de santé mentale [32], le lit intelligent de Grace permet de surveiller la durée et la qualité de son sommeil, et d'alerter ses soignants si des changements dans ses habitudes de sommeil susceptibles d'avoir un impact sur sa santé sont identifiés. Afin d'optimiser la sécurité et l'esthétique, des technologies de détection ambiante et de contrôle de l'environnement (p. ex., un moniteur de la qualité de l'air) sont placées autour de la pièce dans le but de réduire l'encombrement et de limiter le câblage visible. Comme ces technologies ne sont pas fixes, elles offrent une grande souplesse de positionnement et sont faciles à reconfigurer ou à déplacer à la demande de Grace.

## 3.3 Salle de bains

Les salles de bain présentent plusieurs défis en matière de sécurité pour les personnes âgées, par exemple des planchers glissants et des difficultés de mobilité pour entrer et sortir de la baignoire ou utiliser les toilettes. Bien qu'il existe peu de technologies intelligentes explicitement conçues pour améliorer l'accessibilité et la facilité d'utilisation des salles de bain pour les personnes âgées, divers éléments d'infrastructure adaptés et peu technologiques permettent de modifier

l'espace. Il s'agit notamment de douches sans rebord, de chaises de douche, d'accessoires pour pommeaux de douche, de barres d'appui et de rampes, de chasses d'eau sans contact et à détection de mouvement pour les toilettes, et de toilettes surélevées. Bien que ces technologies soient offertes sur le marché, elles n'intègrent pas de fonctionnalités Internet ou de communication, ce qui en fait des solutions non intelligentes. Cela dit, on observe un intérêt grandissant pour la surveillance des eaux usées comme outil de surveillance [33], ce qui est susceptible d'accroître le recours à des composants intelligents de salle de bain offerts sur le marché dans les années à venir. Grace pourrait être intéressée par une telle solution, car elle permettrait à ses médecins d'obtenir des informations sur sa santé interne qui, autrement, seraient difficiles ou embarrassantes à aborder.

## 3.4 Salle de lavage

Le lavage du linge peut présenter des défis particuliers pour les personnes âgées en raison de leurs limitations physiques, notamment le poids des vêtements et des grands contenants de détergent, le transfert des vêtements d'une machine à l'autre ou l'étendage du linge pour les personnes qui n'ont pas de sécheuse. De plus, les personnes âgées atteintes de démence ou de troubles de la mémoire, comme Grace qui montre certains signes précurseurs, peuvent avoir de la difficulté à se souvenir de cette corvée, à se rappeler les étapes nécessaires ou à penser à transférer les vêtements d'une machine à l'autre. De nombreuses personnes âgées peuvent déléguer les tâches de lavage à des services communautaires, à leur famille ou à des soignants. Cependant, plusieurs solutions technologiques intelligentes sont susceptibles d'aider les personnes âgées à faire leur lavage de manière autonome, ce qui peut être préférable. Ces machines intelligentes sont équipées de fonctionnalités et de commandes intuitives capables d'aider les personnes âgées, par exemple des cycles préréglés, des systèmes de distribution automatique de détergent et des alertes sur le cellulaire pour avertir les personnes âgées ou les soignants qu'un cycle est terminé ou que les vêtements sont restés dans la machine pendant un certain temps. Les laveuses intelligentes peuvent également réduire la consommation d'énergie et les coûts énergétiques du foyer. Puisque les appareils de lavage ont une longue durée de vie et sont rarement déplacés une fois installés, les constructeurs et les concepteurs doivent accorder une attention particulière à l'aménagement de la salle de lavage, au choix des électroménagers et à leur emplacement.

## 3.5 Salon

Grace souhaite que son salon serve d'espace de divertissement pour se détendre, recevoir et se consacrer à ses loisirs. Les technologies de l'IdO proposées dans l'exemple de logement intelligent qui peuvent contribuer à l'atteinte de ces objectifs incluent un téléviseur intelligent et un assistant domestique virtuel. Les téléviseurs intelligents suscitent un intérêt croissant dans le domaine de l'AAD en raison, d'une part, de leur capacité à promouvoir l'activité physique et la communication [34], [35], et, d'autre part, de la possibilité d'examiner les données d'utilisation de ces appareils pour obtenir des informations sur le bien-être mental des résidents [36]. Il est également possible d'installer un thermostat intelligent dans cette pièce centrale du logement, à une hauteur ne dépassant pas 1,2 m [28]. Enfin, l'assistant domestique virtuel peut être utilisé à des fins d'automatisation du domicile, comme pour allumer et éteindre les lumières, ou à des fins de divertissement, comme pour lire les actualités ou faire jouer de la musique. Lors de la conception de cet espace de vie, le confort et l'esthétique devraient constituer les principales priorités. Par exemple, Grace pourrait préférer conserver un certain style et garder hors de vue les technologies d'assistance ou celles qui ont un « aspect médical » [37]. Idéalement, toutes les technologies présentes dans cette pièce devraient être discrètes et intégrées de manière réfléchie pour se fondre dans le décor. Le téléviseur intelligent dans l'exemple de logement intelligent est également fixé au mur, ce qui nécessite une installation sur un mur porteur avec des montants muraux et des prises électriques installées de manière appropriée. Enfin, l'assistant domestique virtuel est placé sur une table d'appoint, sans fil qui traîne, pour prévenir tout risque de trébuchement.

### 3.6 Cuisine et salle à manger

La cuisine et la salle à manger sont des espaces polyvalents du logement qui servent à la fois à la préparation des repas et aux rassemblements. Lors de la conception de ces espaces et du choix des électroménagers, les constructeurs doivent prioriser la sécurité et l'accessibilité pour les personnes âgées. Les considérations de sécurité comprennent la gestion des surfaces chaudes, la facilité de transport des objets et la réduction au minimum des mouvements de flexion et d'extension. Parallèlement, les constructeurs devraient s'efforcer de maintenir et d'améliorer l'autonomie des utilisateurs grâce à la mise en œuvre de solutions intelligentes simples et de fonctionnalités, telles que des sonneries et des carillons pour divers dispositifs, des commandes simplifiées et des actions intuitives. Les technologies intelligentes intégrées dans la cuisine et la salle à manger de l'exemple de logement tiennent compte d'une vaste gamme de technologies intelligentes qui visent à soutenir ces objectifs en favorisant la sécurité et l'autonomie de Grace tout en fournissant potentiellement des informations sur ses activités quotidiennes. Ces technologies incluent notamment un réfrigérateur intelligent, une cuisinière intelligente, un four à micro-ondes intelligent, un lave-vaisselle intelligent et un assistant domestique virtuel. L'assistant domestique virtuel dans cette pièce pourrait remplir plusieurs fonctions identiques à celles offertes par l'assistant domestique virtuel du salon. Grace pourrait ainsi apprécier d'en avoir un également dans la cuisine. Un autre avantage de l'assistant domestique virtuel est sa capacité à transmettre des rappels et des alertes, ce qui peut être particulièrement utile dans notre cas. Par exemple, pendant que Grace prépare et prend son déjeuner, le système pourrait lui rappeler de prendre ses médicaments avec son repas ou lui signaler les rendez-vous prévus pendant la journée. Ces appareils intelligents offrent une commodité, une facilité d'utilisation et des fonctionnalités améliorées qui répondent aux besoins uniques des personnes âgées tout en favorisant une expérience de vie indépendante et efficace.

## 4 Évaluation des technologies

Notre équipe de recherche a utilisé une approche ascendante pour comprendre les exigences d'une maison intelligente. En raison d'un encadrement limité et d'une insuffisance de lignes directrices, les fabricants de technologies ont façonné ce domaine [8], [9], [26]. Pour identifier les besoins propres aux maisons intelligentes, nous avons examiné les technologies actuellement offertes sur le marché ainsi que celles en cours de développement commercial. Notre évaluation des technologies a porté sur 156 technologies distinctes offertes par 143 fournisseurs. La liste initiale a été développée en se basant sur des travaux antérieurs effectués par notre équipe de recherche [18]; chaque technologie a été évaluée selon sa pertinence dans le projet en cours et son niveau de maturité technologique (NMT). Ici, le NMT désigne le degré de maturité d'une technologie pour sa commercialisation, mesuré sur une échelle de neuf niveaux [38]. Nous avons identifié d'autres technologies grâce à une recherche approfondie de la littérature scientifique et grise, et à la consultation de bases de données, telles que Scopus, PubMed, Google Scholar et Google Search. Nous avons ciblé les technologies existantes et émergentes qui a) ont été développées ou sont utilisées pour favoriser des comportements sains, fournir des soins préventifs à distance ou aider aux activités de la vie quotidienne, et b) sont définies comme faisant partie de l'Internet des objets (IdO), de la santé mobile, des technologies prêt-à-porter, des systèmes domestiques intelligents ou des suites technologiques intelligentes pour le logement. Les ressources que nous avons examinées comprenaient des documents techniques, des rapports et des publications universitaires axés sur la mise en œuvre des technologies de la santé. Les dispositifs et équipements médicaux réglementés (p. ex., appareils de VPPC, lits d'hôpital) n'ont pas été inclus dans cette évaluation afin de maintenir l'accent sur les dispositifs d'AAD destinés aux consommateurs; toutefois, l'élaboration de lignes directrices futures devrait tenir compte du rôle et des exigences de ces dispositifs et équipements médicaux réglementés dans le cadre d'un



**« Les constructeurs devraient s'efforcer de maintenir et d'améliorer l'autonomie des utilisateurs grâce à la mise en œuvre de solutions intelligentes simples et de fonctionnalités, telles que des sonneries et des carillons pour divers dispositifs, des commandes simplifiées et des actions intuitives. »**

logement intelligent, en se fondant sur les pratiques exemplaires identifiées [23].

Ensuite, l'équipe a consulté les pages de produits pour chaque technologie afin d'identifier les informations sur le fournisseur, l'objectif du produit, son application et son NMT. L'équipe de recherche a ensuite soigneusement examiné la liste compilée et discuté de celle-ci afin d'éliminer les doublons ou les technologies non pertinentes. Afin d'examiner les exigences de mise en œuvre de ces technologies dans un logement intelligent, trois membres de l'équipe de recherche se sont vu attribuer chacun deux à trois exigences potentielles relatives aux bâtiments pour chaque technologie. Ces exigences comprenaient les infrastructures relatives à l'électricité, à Internet, au réseau interne, à l'eau, aux égouts, au montage, au CVCA et au gaz. Ces informations ont été tirées des pages de produits, des sites Web des fournisseurs, d'articles de recherche et d'avis sur les produits. Un résumé de toutes les technologies évaluées, de leur NMT, de leurs applications et de leurs exigences est présenté à l'annexe A. Tout au long de cette évaluation, l'équipe de recherche a également noté les tendances ou les divergences dans les exigences relatives aux bâtiments. Ces évaluations nous ont permis d'identifier des thèmes communs et des défis potentiels pour ces dispositifs dans un environnement domestique intelligent. Sur la base de ces observations, l'équipe de recherche a formulé une série de recommandations pour chaque technologie. Ces recommandations sont détaillées dans la section 4.2 du présent rapport.

## 4.1 Types de technologies domestiques intelligentes

Sur les 156 technologies évaluées, 150 étaient offertes sur le marché. Bien que la plupart de ces technologies soient des dispositifs autonomes, certaines étaient vendues sous forme d'ensembles de dispositifs (« suites ») ou intégrées à des infrastructures de partage de données plus vastes (« plateformes »). Grâce à une évaluation inductive ascendante, les technologies ont été classées en neuf types d'applications distincts :

- **Évaluation :** technologies qui comprennent des dispositifs intelligents permettant de mesurer les signes vitaux et les indicateurs de santé de base (p. ex., température, fréquence cardiaque, équilibre) et qui peuvent être utilisées par un bénéficiaire de soins ou son soignant. Ces mesures fournissent généralement des lectures instantanées ou sont en mesure de produire une série d'indicateurs permettant d'observer les tendances générales. Ce type d'application était peu commun et représentait seulement quatre des 156 technologies évaluées (2,6 %).
- **Surveillance des maladies chroniques :** suites et plateformes destinées à aider les bénéficiaires de soins dans la gestion des maladies chroniques spécifiques (p. ex., diabète, maladie de Parkinson, maladie pulmonaire obstructive chronique) ainsi que dans le suivi des symptômes et des traitements. Cette application des technologies domestiques

intelligentes était également peu courante, ne représentant que six des 156 technologies évaluées (3,8 %). La nature sophistiquée de ces dispositifs de surveillance des maladies chroniques peut expliquer leur accessibilité limitée sur le marché.

- **Partage de données :** suites et plateformes qui consolident les données de santé et de l'IdO pour des applications cliniques et de recherche. Huit des 156 technologies évaluées (5,1 %) ont été classées comme étant des technologies de partage de données.
- **Condition physique :** suites et dispositifs destinés à encourager, à suivre ou à soutenir l'activité physique et les mouvements des bénéficiaires de soins. Bien que les fonctionnalités de condition physique soient courantes dans les applications de surveillance de la santé, peu d'applications se concentraient exclusivement sur l'activité physique. Elles représentaient seulement quatre des 156 technologies évaluées (2,6 %).
- **Surveillance et contrôle de l'environnement domestique :** technologies qui gèrent certains aspects de l'environnement domestique, tels que l'éclairage, la température, l'humidité et la sécurité. La diversité de ces dispositifs permet aux individus d'adapter les technologies à leurs besoins précis. Il est essentiel d'assurer l'intégration avec d'autres systèmes intelligents de surveillance domestique afin de créer un environnement domestique intelligent et cohérent. Ces technologies étaient relativement courantes et représentaient 26 des 156 technologies évaluées (16,7 %).
- **Entretien ménager :** dispositifs qui soutiennent les activités quotidiennes complexes, généralement en intégrant des capteurs et des concepts de l'IdO dans des électroménagers courants (p. ex., réfrigérateurs, laveuses, aspirateurs). Bien qu'il existe une demande pour des technologies d'entretien ménager qui soutiennent les activités quotidiennes, le nombre d'applications commerciales offertes reste limité. Les technologies d'entretien ménager figuraient dans neuf des 156 technologies évaluées (5,8 %).
- **Assistants personnels :** ces technologies prennent généralement la forme d'enceintes alimentées par l'IA qui permettent aux utilisateurs de contrôler d'autres dispositifs de l'IdO dans le logement. Les assistants personnels étaient peu courants, ne représentant que deux des 156 technologies évaluées (1,3 %).
- **Surveillance de la santé personnelle :** ces dispositifs et suites permettent aux utilisateurs de surveiller des variables précises liées à leur santé et à leur bien-être, notamment leur poids, leur sommeil, leur glycémie, leurs symptômes neurologiques ou une combinaison de ces éléments. Ce type d'application était relativement courant, représentant 36 des 156 technologies évaluées (23 %). La diversité des applications de surveillance de la santé personnelle permet aux individus d'adapter les technologies offertes sur le marché à leurs besoins et objectifs spécifiques en matière de soins de santé.
- **Surveillance à distance des patients :** dispositifs et plateformes permettant aux prestataires de soins de santé de surveiller à distance les bénéficiaires de soins, souvent en s'intégrant aux dossiers médicaux électroniques ou aux plateformes de télésanté. Ce type d'application s'est avéré très courant, représentant 60 des 156 technologies évaluées (46 %).

## 4.2 Exigences relatives au bâtiment

### 4.2.1 Exigences physiques relatives aux bâtiments

Les exigences physiques relatives aux bâtiments comprennent divers aspects de l'infrastructure d'un logement, notamment les systèmes de montage, d'eau et d'égouts, de gaz ainsi que de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air (CVCA). Dans le présent contexte, le montage désigne l'installation de capteurs, de dispositifs ou de suites qui préparent un produit à l'utilisation. Le montage peut impliquer la mise en place, le support ou la fixation d'un produit au sol, au mur, au plafond ou à toute autre surface. Les exigences relatives à l'eau concernent toutes les sources d'approvisionnement et de sortie d'eau au sein de l'infrastructure d'un logement, y compris celle des électroménagers. Les égouts font partie intégrante des exigences relatives à l'eau et désignent l'infrastructure qui achemine l'eau et les eaux usées (y compris les eaux « grises » et « noires ») hors du logement vers des structures réceptrices, qui peuvent être autonomes

(c.-à-d. une fosse septique) ou faire partie de l'infrastructure régionale. Les combustibles, tels que le gaz naturel ou le propane, sont utilisés pour alimenter certains logements et bâtiments, principalement pour le chauffage, la cuisson et l'électricité. Enfin, les systèmes de CVCA sont intégrés et contrôlent la température, l'humidité et la qualité de l'air dans un espace clos.

Lorsque les exigences relatives au bâtiment sont examinées, il est nécessaire de prendre en compte la complexité et l'intégration discrète des systèmes, ainsi que l'interaction entre les différents composants. Dans le cadre de cette analyse, chaque technologie a été évaluée en fonction d'exigences spécifiques aux bâtiments (c.-à-d. montage, eau, égouts, CVCA et gaz) en examinant les informations disponibles sur les produits, puis en les classant en fonction de leurs caractéristiques. Cette analyse a révélé l'identification de peu d'exigences physiques prescrites ou spécialisées parmi les technologies évaluées. Par exemple, les exigences relatives à l'eau et aux égouts étaient peu courantes parmi les dispositifs de l'IdO; toutefois, l'installation d'accessoires intelligents, par exemple sur les appareils existants ou sur des moniteurs d'eau, peut aider à réduire le Gazpillage (voir la section 4.3.1 pour plus d'informations sur l'intérêt croissant pour la surveillance des eaux usées). Les exigences relatives au CVCA et au gaz dépendent fortement des caractéristiques spécifiques des produits et de la source d'énergie du bâtiment (c.-à-d. gaz naturel, électricité ou propane). Ce facteur est essentiel pour évaluer la compatibilité avec l'infrastructure existante, en particulier dans les régions rurales et éloignées. Tous les détails concernant les exigences physiques relatives aux dispositifs analysés se trouvent à l'annexe B.1.

Les logements sont généralement équipés de l'infrastructure nécessaire pour prendre en charge les appareils de grande taille (p. ex., réfrigérateurs, cuisinières, laveuses et sécheuses intelligents). Toutefois, il est essentiel de tenir compte de la compatibilité de ces appareils avec l'infrastructure existante, en particulier dans les logements anciens où les espaces, comme les cuisines et les salles de lavage, qui sont susceptibles d'être conçus pour des électroménagers dont la taille diffère de celle des produits intelligents offerts sur le marché. La construction d'une maison intelligente compatible avec l'AAD pour une personne âgée diffère de celle d'une installation domestique classique du fait qu'elle doit accueillir des réseaux physiques ou une infrastructure électrique pour les dispositifs intelligents ainsi que tout dispositif médical pouvant être présent dans le logement du résident [23]. En effet, le câblage visible devrait être réduit au minimum ou dissimulé autant que possible, non seulement pour des raisons esthétiques, mais aussi pour des raisons de sécurité. L'infrastructure physique devrait être compatible avec la transmission de signaux sans fil, et les concentrateurs devraient être positionnés de manière à limiter la distance de transmission des signaux. En outre, les caméras et les capteurs de détection de mouvement nécessitent un champ de vision relativement ouvert. Ces environnements devraient être conçus de manière à privilégier l'emplacement idéal des dispositifs, un large champ de vision et un câblage minimal.

#### 4.2.1.1 Accessibilité des bâtiments

Les normes relatives aux espaces de vie fournissent des recommandations et des exigences visant à soutenir l'accessibilité et à faciliter l'utilisation des bâtiments. Ces normes présentent les pratiques exemplaires visant à limiter les obstacles physiques et technologiques, et à promouvoir l'inclusion des personnes présentant des handicaps physiques, sensoriels ou cognitifs [39], [28]. Trois normes offrent des recommandations spécifiques à la conception structurelle et aux pratiques de construction, à l'évacuation d'urgence, à l'hébergement résidentiel et à l'accès des véhicules. Les normes relatives à l'environnement bâti comprennent la norme CSA/ASC B651:23 *Conception accessible pour l'environnement bâti* [28] et la norme ISO 21542:2021 *Cadre bâti – Accessibilité et usage de l'environnement bâti* [40]. La norme CSA/ASC B652:25 *Logements accessibles* [41] fournit des lignes directrices détaillées sur les commandes de fonctionnement (p. ex., les thermostats, les prises, les panneaux électriques, les interrupteurs, les électroménagers et les interphones), y compris leur emplacement et leur éclairage.

La norme formule des recommandations pour garder les espaces au sol dégagés et des spécifications pour les objets fixés aux murs. Elle traite également de l'automatisation du logement pour soutenir un large éventail de handicaps physiques, sensoriels et cognitifs, dans le but de rendre les logements

accessibles à tous. Cette norme s'aligne sur les principes de conception universelle, qui favorisent le développement d'environnements accessibles à tous, peu importe l'âge, la taille et les capacités individuelles [41]. Ensemble, les normes qui fournissent des recommandations pour l'environnement bâti sont nécessaires pour élaborer de nouvelles normes qui soutiendront la mise en œuvre des technologies d'AAD dans les communautés intelligentes. Ces normes identifient les exigences minimales recommandées pour la construction de nouveaux bâtiments accessibles et fournissent des recommandations pour la modification des bâtiments existants afin de répondre aux besoins en matière d'accessibilité [28], [40].

### 4.2.2 Exigences électriques relatives aux bâtiments

Dans le contexte des technologies domestiques intelligentes, le nombre de dispositifs intelligents et leur intégration ont une incidence sur la consommation énergétique globale du système du logement. Les systèmes d'alimentation des bâtiments sont parfois complexes et interconnectés, et peuvent comprendre un ou plusieurs systèmes parallèles qui soutiennent simultanément des services publics, tels que le CVCA, l'éclairage et la sécurité [42], [43]. Les technologies domestiques intelligentes offrent aux utilisateurs un contrôle et une flexibilité accrus de leur consommation d'énergie, ce qui est susceptible d'améliorer l'efficacité énergétique de leur logement [44]. De plus, les technologies domestiques intelligentes bénéficient non seulement à la santé et au bien-être des individus, mais contribuent également à réduire les coûts des services publics et l'empreinte carbone [45]. Afin d'analyser les exigences électriques relatives aux bâtiments, les informations accessibles sur les produits ont été examinées afin de classer les dispositifs en fonction de leur mode d'utilisation ou de leur consommation d'énergie. Toutefois, cette analyse a révélé que l'intégration de solutions de construction écoénergétiques pose des défis particuliers en raison des besoins grandement variables en énergie des différents produits [42]. Un résumé de cette analyse figure à l'annexe B.2.

Dans un logement intelligent compatible avec les technologies d'AAD, le câblage apparent (c.-à-d. les câbles d'alimentation c.a. grand public ou même d'autres câbles apparents pour la connexion Internet, comme les câbles Ethernet) devrait être limité tout en garantissant la facilité d'entretien. À la section 3.1, nous avons décrit l'emplacement idéal des prises et l'utilisation du câblage mural en fonction des dispositifs, ce qui permet une certaine souplesse dans la conception des logements en fonction des besoins et des préférences des résidents. Une norme future est susceptible de guider les constructeurs relativement au nombre et à l'emplacement recommandés des prises, au matériel nécessaire et aux distances recommandées entre les prises et les installations de câblage.

Les informations concernant les produits accessibles au public présentaient des disparités en ce qui concerne les exigences relatives à l'alimentation électrique. Certaines descriptions précisaient les exigences relatives à l'alimentation électrique d'un produit spécifique, tandis que d'autres ne fournissaient pas cette information. De plus, les exigences relatives à l'alimentation variaient considérablement d'une technologie domestique intelligente à l'autre en fonction de leur utilisation (p. ex., un four intelligent consomme plus d'énergie qu'une serrure intelligente). Enfin, une fois les structures physiques construites, il est essentiel de tenir compte de l'équilibre entre les sources d'alimentation et la facilité d'utilisation lors de la sélection des dispositifs intelligents pour un milieu de vie donné. Par exemple, les dispositifs à piles requièrent de recharger ou de remplacer les piles, tandis que les options filaires peuvent avoir une portée limitée.

### 4.2.3 Connectivité

Dans le contexte de l'IdO, la connectivité désigne la manière dont les dispositifs se connectent et communiquent entre eux et avec d'autres dispositifs à travers des réseaux, tout en nécessitant une intervention minimale de l'utilisateur [46]. Afin d'analyser les exigences relatives à la connectivité, les informations accessibles sur les produits ont été examinées pour classer les dispositifs selon qu'ils nécessitent ou non une connexion Internet, et selon la nature de cette connectivité. Les exigences en matière de connectivité

qui sont spécifiques aux bâtiments comprennent l'Internet et les réseaux internes (p. ex., réseau LAN câblé, Matter, réseau sans fil maillé, courant porteur en ligne). L'exigence relative à Internet concerne la nécessité, pour un dispositif, d'être connecté à Internet pour fonctionner, tandis que le réseau interne décrit les connexions locales du dispositif (p. ex., concentrateur, applications mobiles sur les appareils de l'utilisateur). En raison de la tendance actuelle de l'industrie à recourir de plus en plus aux plateformes infonuagiques, il est de plus en plus rare de trouver des applications mobiles qui communiquent directement avec des dispositifs domestiques intelligents sans nécessiter de connexion Internet externe. Il s'agit d'une distinction importante. En effet, bien qu'il soit théoriquement possible qu'un dispositif domestique intelligent communique directement avec une application sur le téléphone, la tablette ou l'ordinateur d'un patient ou d'un prestataire de soins, la plupart des dispositifs grand public nécessitent une connexion réseau pour permettre cette communication. Ensemble, l'Internet et les réseaux internes permettent aux dispositifs physiques d'un milieu de vie de devenir des technologies intelligentes [26]. En d'autres termes, cette connectivité intègre les comportements, les besoins et le milieu de vie des utilisateurs, ce qui permet de recueillir des renseignements personnels sur la santé à l'aide des plateformes des fournisseurs, des systèmes de diagnostic et des bases de données [26]. Un résumé de cette analyse figure à l'annexe B.3.

Du point de vue des systèmes, les dispositifs se divisent en deux grandes catégories : les dispositifs autonomes et les dispositifs basés sur un concentrateur. Les dispositifs autonomes sont moins coûteux et combinent les technologies Wi-Fi et Bluetooth pour les connexions de données. Ils communiquent souvent directement avec un seul téléphone intelligent ou une seule tablette, ce qui rend difficile l'accès à d'autres utilisateurs (p. ex., d'autres fournisseurs de soins, les partenaires de soins du résident). De plus, ces dispositifs sont tous basés sur un protocole IP, ce qui entraîne une congestion du réseau de l'utilisateur. Ces dispositifs sont généralement faciles à configurer, mais offrent des connexions sans fil plus lentes et moins fiables, en particulier dans les zones urbaines congestionnées où il y a beaucoup de brouillage radio. Cela pourrait poser d'importants problèmes de conception des systèmes dans le cas de grandes communautés intelligentes, car les dispositifs communiqueraient sans fil et un excès de brouillage radio entraînerait des retards et/ou des problèmes de connectivité. Les systèmes basés sur un concentrateur sont généralement plus coûteux et impliquent un coût supplémentaire lors de l'achat d'un concentrateur domestique intelligent centralisé afin de connecter l'ensemble des dispositifs. Ces systèmes utilisent généralement des protocoles qui ne font pas partie des spectres Wi-Fi et Bluetooth conventionnels et qui sont généralement en mesure d'offrir des temps de réponse plus rapides et une connectivité plus fiable. Souvent, ils n'occupent pas d'adresses IP individuelles sur le réseau, mais offrent plutôt un système où le concentrateur est le seul dispositif IP et où les dispositifs domestiques intelligents à proprement parler existent sur un réseau distinct utilisant leur propre protocole.

La présente étude a démontré que, même si la plupart des dispositifs domestiques intelligents offrent une fonctionnalité Wi-Fi, certains ont la capacité de fonctionner sans elle. Toutefois, il est essentiel de tenir compte de la sécurité et de la confidentialité des renseignements personnels sur la santé recueillis par les dispositifs intelligents et stockés sur le réseau interne (c.-à-d. le réseau LAN câblé). Il est essentiel de comprendre la surveillance du réseau de même que la collecte, le stockage, la distribution et la gestion des données pour établir la confiance des utilisateurs et leur acceptation des dispositifs intelligents. De plus, la quantité de dispositifs qui nécessitent un accès à Internet et la bande passante disponible sur le réseau Wi-Fi du logement de l'utilisateur devraient être prises en compte afin de garantir la connectivité et le bon fonctionnement des technologies intelligentes.

#### 4.2.3.1 Limites de la connectivité Internet

Il est important de comprendre les limites liées à l'utilisation d'Internet, car une connexion haute vitesse est souvent nécessaire pour soutenir les besoins des dispositifs domestiques intelligents. Par exemple, les logements intelligents équipés de dispositifs médicaux ou de surveillance destinés à aider les personnes âgées nécessitent une connectivité continue. L'Internet haute vitesse utilise une capacité de bande passante élevée et de haute qualité, telle que la large bande, pour fournir une connexion Internet rapide.

Selon la technologie à large bande utilisée, la vitesse de connexion peut être limitée. Par exemple, les câbles à fibre optique sont capables de prendre en charge des vitesses Internet plus élevées que la ligne d'abonné numérique (*digital subscriber line* ou DSL). Les technologies à large bande moins avancées, telles que la DSL, peuvent être associées à des vitesses Internet plus lentes susceptibles de compromettre la connectivité entre les dispositifs et le fonctionnement des dispositifs domestiques intelligents.

La vitesse Internet constitue un défi important pour les installations qui ne disposent pas de l'infrastructure à large bande nécessaire pour soutenir la demande en Internet haute vitesse. Cela est particulièrement vrai dans les zones rurales et isolées de faible population où les fournisseurs pourraient ne pas investir dans des infrastructures à large bande avancées, ce qui se traduirait par des vitesses Internet plus lentes. Outre l'utilisation de la bande passante par le logement intelligent, l'utilisation de la bande passante par les personnes âgées vivant dans le logement devrait également être prise en compte. Les limites de la bande passante et de la connectivité Internet peuvent soulever des préoccupations quant à la gestion des coupures de courant et des cas où le réseau Internet ne répond pas ou est extrêmement lent. Dans de tels cas, il peut s'avérer utile d'avoir un fournisseur Internet de secours qui utilise un autre mode de transmission (p. ex., cellulaire, satellite) ou une génératrice domestique.

#### 4.2.3.2 Routeurs 5G de secours et génératrices domestiques

Il est possible de perdre la connexion Internet pour diverses raisons, ce qui pose un défi pour la connectivité continue requise par les dispositifs domestiques intelligents. Lorsque des perturbations Internet se produisent, plusieurs solutions peuvent s'avérer efficaces. Une option consiste à utiliser des sources Internet de secours, telles que des routeurs 5G mobiles [43]. Ces routeurs peuvent s'avérer particulièrement utiles lorsque le réseau Internet ne répond pas ou en cas de coupure de courant [43]. Ils ne fournissent cependant qu'une connectivité Internet temporaire, car ils nécessitent d'être rechargés une fois leur pile épuisée [44]. De plus, si les dispositifs ont besoin d'une alimentation continue et qu'ils ne sont pas alimentés par une pile, ils peuvent s'éteindre malgré la disponibilité d'Internet via le routeur mobile. Par conséquent, les routeurs 5G peuvent ne pas convenir si un résident âgé utilise un dispositif médical essentiel au maintien de la vie qui nécessite une source d'alimentation continue. Une autre solution consiste à utiliser des génératrices de secours pour alimenter le système domestique en cas de coupure de courant [45]. Ces génératrices pourraient s'avérer particulièrement utiles pour alimenter des dispositifs et des équipements médicaux essentiels au maintien de la vie [45].

Malgré ces options, la connexion Internet est toujours susceptible d'être interrompue pour diverses raisons, par exemple en cas de limitations de l'infrastructure ou de dommages à l'infrastructure existante. Pour faire face à de tels scénarios, les dispositifs domestiques intelligents devraient disposer d'un mode hors ligne afin de garantir la sauvegarde des données, même en l'absence de connexion Internet. Lorsque les dispositifs domestiques sont en mode hors ligne, ils utilisent le réseau LAN câblé pour stocker les données si la connexion Internet n'est pas disponible [46]. Ce mode est destiné à une utilisation temporaire, jusqu'à ce que les dispositifs soient reconnectés à Internet [46]. Une fois que les dispositifs sont à nouveau connectés à Internet, la connectivité entre les dispositifs est rétablie et ceux-ci sont synchronisés [47].

## 4.3 Principales tendances en matière de technologie d'AAD

L'examen des technologies décrites dans le présent rapport a permis d'identifier plusieurs tendances qui ne correspondent pas nécessairement à des dispositifs particuliers, mais qui sont susceptibles d'avoir une forte incidence sur le développement futur des logements intelligents équipés de technologies d'AAD. Par conséquent, ces tendances sont abordées dans cette section comme des approches générales.

### 4.3.1 Surveillance du mode de vie, IA et modèles prédictifs

L'un des principaux domaines d'intérêt de l'AAD est la possibilité d'utiliser ces systèmes pour être plus



**« L'examen des technologies décrites dans le présent rapport a permis d'identifier plusieurs tendances qui ne correspondent pas nécessairement à des dispositifs particuliers, mais qui sont susceptibles d'avoir une forte incidence sur le développement futur des logements intelligents équipés de technologies d'AAD. »**

proactif dans les soins offerts aux personnes âgées, en permettant aux prestataires de soins de prendre des mesures pour protéger ou améliorer leur santé et leur bien-être avant qu'un événement indésirable se produise [48], [49]. Cela permettrait aux prestataires de soins et aux gestionnaires de communautés de retraite de tirer parti des systèmes d'AAD pour anticiper les besoins des bénéficiaires de soins et déterminer si des ajustements ou des interventions sont nécessaires. Cela pourrait être réalisé grâce à la surveillance du mode de vie basée sur l'IA, qui utilise les données recueillies par les dispositifs d'AAD pour obtenir des informations sur les routines et les activités quotidiennes des bénéficiaires de soins [48], [49]. Après avoir identifié les habitudes et les routines du bénéficiaire de soins, le système pourrait détecter des anomalies dans son comportement ou un déclin de ses fonctions, ce qui déclencherait l'offre de soins [50]. Bien qu'il n'existe actuellement aucune solution bien établie dont l'efficacité ait été démontrée, ce domaine reste très intéressant pour les développeurs et les utilisateurs potentiels [51], [52].

La plupart des initiatives dans ce domaine utilisent les données collectées par des capteurs ambiants existants, tels que des détecteurs de température ou de bruit, pour fournir des informations sur les activités quotidiennes [53], [54]. Toutefois, de nouvelles formes et applications de capteurs sont également à l'étude pour permettre une surveillance plus précise du mode de vie [47], [50]. Par exemple, l'analyse des excrétions corporelles, telles que l'urine ou les matières fécales, pour comprendre les marqueurs de santé est un domaine qui suscite un intérêt croissant. La surveillance des eaux usées dans les systèmes d'égouts est de plus en plus utilisée comme outil de surveillance par la santé publique [55]. Il y a également un intérêt à appliquer ce type de surveillance à plus petite échelle, notamment aux déchets collectés dans les toilettes des logements [56]. Cette approche est particulièrement intéressante, car elle offre une méthode non invasive et peu contraignante pour collecter des données sur les biomarqueurs d'un bénéficiaire de soins, ce qui pourrait contribuer à identifier des changements dans son état de santé [56].

Malgré le grand potentiel de la surveillance du mode de vie basée sur l'IA, celle-ci soulève des questions éthiques et de protection de la vie privée [57], [58]. La surveillance du mode de vie offre un aperçu beaucoup plus intime des activités quotidiennes d'une personne âgée que d'autres formes d'évaluation plus traditionnelles. Il est donc essentiel de garantir la protection des données. De plus, une communication claire entre le bénéficiaire de soins et ses partenaires de soins est essentielle afin que les deux comprennent quelles données sont collectées et utilisées, les avantages de cette surveillance et les droits du bénéficiaire de soins.

### 4.3.2 Intégration et interopérabilité

Une autre exigence clé est la transition des technologies propriétaires au sein de systèmes isolés vers un écosystème qui facilite la fluidité des flux. Un aspect fondamental de cette transition est l'interopérabilité, c'est-à-dire la capacité des dispositifs du logement intelligent à communiquer entre eux et à partager des données ou à gérer des plateformes [31]. Cependant, la réalisation de l'interopérabilité est souvent difficile en raison d'incompatibilités de conception entre les différents dispositifs et composants, et de l'absence de normes universellement acceptées relativement au partage de données [31], [59]. Même si cette incompatibilité est souvent intentionnelle, résultant de la concurrence entre différents fournisseurs, elle constitue pourtant un obstacle au flux de données [31]. L'utilisation indépendante des dispositifs représente également un défi considérable pour les utilisateurs, car cela signifie généralement que les informations provenant de chaque dispositif sont accessibles sur une plateforme différente. Avec l'augmentation du nombre de dispositifs, cela risque de devenir plus difficile à gérer [30], [50].

Le consortium Matter [50] constitue une étude de cas intéressante à cet égard. Matter a été conçue comme une norme de connectivité universelle permettant l'intégration multiplateforme des dispositifs dans les logements intelligents, éliminant ainsi le besoin de ponts ou de concentrateurs [50]. Toutefois, comme cette innovation provient du secteur privé, des normes indépendantes fondées sur la recherche dans le domaine des plateformes de communication et de commercialisation doivent être élaborées, en particulier dans les secteurs des soins de santé et de la santé publique. Au Canada, le programme interinstitutionnel d'accélération des technologies de soins à domicile (PATH), également connu sous le nom de plateforme PATH, est un exemple d'initiative de recherche pertinente. Ce programme propose d'intégrer plusieurs protocoles de communication afin de connecter des dispositifs et des capteurs à un moteur d'IA infonuagique [51].

### 4.3.3 Stratégies de centralisation des données

Les stratégies de centralisation du partage des données concentrent les données recueillies dans les logements intelligents en un seul endroit [52]. Ces stratégies peuvent inclure le stockage de certaines données sur |un serveur local ou sur une plateforme infonuagique à distance. Les détails de la stratégie en matière de données varieront probablement en fonction du milieu de vie. Par exemple, la stratégie de centralisation du partage des données pour une personne âgée vivant de façon autonome différera de celle d'une personne âgée résidant dans une communauté offrant des soins, comme une communauté de retraite. La communauté offrant des soins partage probablement le même réseau et la même infrastructure, ce qui soulève des questionnements relatifs à la confidentialité, principalement en ce qui concerne l'accès aux renseignements personnels recueillis à partir des dispositifs d'AAD. Tant dans le cadre d'une vie autonome qu'au sein d'une communauté offrant des soins, certaines personnes âgées peuvent s'inquiéter de la confidentialité de leurs renseignements personnels, d'une perte d'autonomie et de leur dépendance face à la technologie [53]. La crainte de perdre son autonomie peut être influencée par la peur que les prestataires de soins de santé agissent sur la base des informations recueillies par les dispositifs d'AAD d'une manière qui ne leur convient pas, par exemple en recommandant une surveillance accrue ou des soins intensifs aux membres de la famille [53]. L'accès aux données recueillies au Canada ainsi que la responsabilité des décisions prises à partir de ces données demeurent également incertains. Les personnes âgées vivant de façon autonome peuvent partager leurs données avec un établissement centralisé, leurs partenaires de soins, leurs professionnels de la santé et leurs professionnels de la santé paramédicaux. Toutefois, dans le cas des communautés offrant des soins, la manière dont les données seraient gérées au sein de la communauté de retraite et la manière dont elles seraient partagées avec les personnes âgées et, éventuellement, leurs partenaires de soins, leurs prestataires de soins, leurs

aides à domicile, ou leurs professionnels de la santé paramédicaux n'est pas clairement établie. Les aides à domicile comprennent les services d'entretien ménager, de transport et de livraison de repas.

Les organismes de soins sont susceptibles de disposer de réseaux intégrés qui permettent de connecter les systèmes domestiques intelligents des patients à une infrastructure dorsale commune. Afin d'assurer la durabilité et l'évolutivité de l'infrastructure, trois éléments fondamentaux devraient être pris en compte pour la mise en œuvre de réseaux intégrés. D'abord, des pratiques de gestion de réseau appropriées, comme la gestion des connexions sans fil afin d'éviter la congestion, la surveillance de la cohérence et de la fiabilité des réseaux, et la mise en place de mesures visant à garantir l'interopérabilité des nouveaux dispositifs [54]. Ensuite, la structure et l'accès aux données, qui peuvent inclure l'adoption d'un format de données standard, l'utilisation d'un modèle sémantique pour améliorer l'interopérabilité et la prise en compte de mesures de sécurité [55]. Enfin, la résilience, qui est la capacité du système à se remettre de difficultés, telles que la récupération des données après une catastrophe [54], [55]. Il est important de prendre en compte ces facteurs lors de la planification d'une stratégie de centralisation des données, que le bénéficiaire des soins de santé vive de manière autonome ou dans un cadre plus formel.

### 4.3.4 Intégration du cercle de soins

Comme souligné dans la section précédente, les bénéficiaires de soins, les partenaires de soins, les prestataires de soins, les professionnels de soins paramédicaux et les aides à domicile peuvent avoir besoin d'accéder aux informations recueillies par les dispositifs d'AAD afin de promouvoir la santé des personnes âgées. Toutefois, il est important de réfléchir à la manière dont ces informations seront partagées de façon claire et compréhensible avec le bénéficiaire de soins. Étant donné que certaines personnes âgées peuvent ne pas être à l'aise avec la technologie et que les prestataires de soins de santé peuvent avoir besoin d'accéder facilement aux informations, ces dernières doivent être aussi conviviales que possible afin d'éviter toute confusion ou frustration [66]. Par conséquent, la navigation de l'interface utilisateur devrait être facile, tant sur une application que sur un navigateur Web. Puisque certains bénéficiaires de soins sont susceptibles d'avoir besoin de contexte pour comprendre certaines informations, il pourrait être utile d'inclure des conseils sur la manière d'interpréter leurs données.

# 5 Recommandations pour le développement de logements intelligents

## 5.1 Orientation générale

Que le milieu de vie intelligent constitue la modernisation d'une résidence existante ou une construction entièrement nouvelle, certains facteurs essentiels doivent être pris en compte. Les principales préoccupations visent à éviter l'encombrement et à maintenir des voies de passage dégagées, notamment en limitant la longueur des câbles qui traînent sur le sol en veillant à ce que ceux-ci soient bien plaqués contre les murs et en évitant les enchevêtrements ou les boucles, en particulier à la jonction avec les voies de passage. En outre, l'emplacement des technologies devrait être conforme aux lignes directrices en matière d'accessibilité, telles que celles énoncées dans les normes CSA/ASC B651:23 [28] et ISO 21542:2021 [40]. Par exemple, les commandes murales des dispositifs d'AAD devraient être installées à 1,2 m de hauteur ou moins et les voies accessibles en fauteuil roulant devraient avoir une largeur minimale de 1,2 m. Enfin, les considérations relatives au confort et à l'esthétique ne devraient pas être négligées, et il convient d'éviter tout câblage visible excessif, toute surface encombrée ou tout autre élément susceptible de nuire à un environnement confortable et accueillant [37].

Bien que non présentées dans l'exemple de logement intelligent, les exigences relatives aux capteurs, aux caméras intelligentes, aux caméras infrarouges, etc., qui sont installés pour surveiller les indicateurs de santé ou environnementaux, devraient être prises en compte. Comme ces dispositifs nécessitent un bon champ de vision, l'emplacement idéal de ces capteurs est généralement au plafond ou dans le coin d'une

pièce [56]. Cela nécessite de renforcer les zones concernées afin d'être en mesure d'installer et de placer correctement les prises à ces endroits afin de réduire au minimum le nombre de fils dans l'environnement. Par conséquent, chaque coin de la pièce devrait disposer d'au moins une prise. Il pourrait également être utile d'envisager de placer des prises au plafond près des coins des pièces. Bon nombre de ces dispositifs ont également de grands besoins en matière de réseau. Des câbles de haute qualité aideraient à résoudre ces problèmes, en particulier si l'électricité est alimentée par les mêmes câbles que la connexion Internet (c.-à-d. l'alimentation par Ethernet [PoE]) [24].

L'interopérabilité et les stratégies de partage de données sont également critiques lors de l'intégration des systèmes et dispositifs d'AAD dans les environnements de vie intelligents. Au Canada, des efforts sont déjà déployés pour établir des réglementations portant sur l'échange de données qui couvrent les dispositifs sans fil, y compris les dispositifs domestiques intelligents, qui relèvent de la compétence d'Innovation, Sciences et Développement économique (ISDE) Canada [57]. De plus, Industrie Canada, qui fait maintenant partie d'ISDE, a élaboré des spécifications techniques pour les dispositifs de communication sans fil couramment utilisés dans les dispositifs domestiques intelligents, tels que Zigbee et Z-Wave [57]. Toutefois, des lacunes persistent en ce qui concerne les lignes directrices portant sur l'intégration des technologies de l'IdO et d'AAD dans les structures existantes et les nouveaux bâtiments. À mesure que des normes sont élaborées, il serait utile de profiter des enseignements tirés de l'expérience d'autres pays ayant réglementé ce secteur en pleine croissance. Parmi les exemples notables, citons le règlement général sur la protection des données (RGPD) de l'Union européenne [58], qui régit la collecte, le stockage et l'utilisation des données personnelles, et la directive européenne relative aux équipements radio [59], qui traite des questions des communications sans fil et de la cybersécurité pour les dispositifs domestiques intelligents.

Lors du choix des technologies à mettre en œuvre, la priorité devrait être accordée à la vie privée des personnes âgées dans le cadre de leurs activités quotidiennes à domicile. Cela fait partie intégrante d'un débat plus large sur la confiance. Les personnes âgées et leurs partenaires de soins veulent avoir l'assurance que leurs données sont protégées, ce qui réduit le sentiment d'atteinte à la liberté et à la sécurité [60], [61]. Bien que cela devrait constituer une priorité dans les structures de gestion des données, la mesure dans laquelle cela est fait varie selon les technologies et les systèmes [62]. Plusieurs outils et cadres ont été proposés pour maintenir la sécurité de l'IdO dans les logements intelligents. Il s'agit notamment de la gestion des infrastructures infonuagiques dans leur ensemble [63], de la configuration automatique des nouveaux dispositifs de l'IdO ajoutés au réseau du logement [63], [64] et de la définition des privilèges d'accès pour les différents utilisateurs qui pourraient avoir besoin d'accéder aux données du réseau des dispositifs de l'IdO afin de fournir des soins [65].

Du point de vue de la conception, plusieurs stratégies simples peuvent être mises en œuvre pour protéger la vie privée des résidents lors du choix des dispositifs de l'IdO et de la conception de l'infrastructure de données d'un milieu de vie intelligent. L'une de ces stratégies est la localisation des données [66], qui consiste à stocker et à traiter les données de l'IdO localement plutôt que sur un serveur infonuagique distant [66]. Bien que le stockage en nuage soit couramment utilisé pour stocker les données de l'IdO [67], la mise en œuvre de solutions localisées, lorsqu'elle est possible, présente des avantages notables [66]. D'un point de vue pratique, cela peut permettre la sélection de dispositifs qui stockent localement leurs informations d'accès sécurisées, éliminant ainsi la nécessité d'accéder à une base de données d'authentification distante ou même de maintenir des serveurs locaux. Cette approche peut renforcer la confidentialité, mais également augmenter les coûts, rendant cette option peu viable pour de nombreuses opérations.

Enfin, la conception d'un milieu de vie intelligent pour les personnes âgées ne devrait pas partir du principe qu'aucune modification ne sera nécessaire une fois l'environnement mis en place [27]. La planification et l'allocation des ressources devraient être effectuées à l'avance afin de permettre une certaine flexibilité dans la modification de l'environnement en fonction des besoins et des préférences des personnes âgées ainsi

que de l'évolution des technologies [26]. La conception du logement devrait être réexaminée périodiquement afin, d'une part, de s'assurer qu'elle répond toujours aux besoins du résident, et, d'autre part, que les ajustements nécessaires seront apportés au besoin. Des lignes directrices pour l'élaboration de ces plans de modification sont présentées dans la référence [26]; toutefois, les promoteurs de communautés devraient également tenir compte des coûts d'entretien et de modification dans leur budget.

## 5.2 Modernisation

Au Canada, la plupart des personnes âgées préfèrent rester dans leur logement plutôt que de déménager dans un nouveau milieu [2], [68]. Les technologies domestiques intelligentes jouent un rôle crucial pour soutenir cet objectif, car elles permettent aux personnes de rester dans leur milieu de vie, d'accéder aux services nécessaires et de maintenir leurs liens sociaux tout en profitant des avantages des solutions d'AAD [2]. Cependant, la modernisation de vieux logements dans le but d'intégrer ces systèmes présente certains défis particuliers qui ont été mis en évidence dans l'examen des technologies réalisé dans le cadre du présent rapport.

L'un des défis fondamentaux est l'incompatibilité potentielle entre les technologies intelligentes offertes sur le marché et l'infrastructure existante des bâtiments. Par exemple, de nombreux électroménagers intelligents consomment beaucoup d'énergie et, lorsqu'ils sont utilisés ensemble, ils peuvent exercer une pression importante sur les systèmes électriques des vieux bâtiments. De plus, l'hébergement de nombreux dispositifs de l'IdO sur un même réseau peut consommer une bande passante Internet importante et nécessiter un nouveau forfait auprès du fournisseur d'accès Internet.

Une évaluation similaire à celle décrite à la section 3 du présent rapport peut aider à déterminer ce qui est faisable pour le logement dans les limites du budget des résidents. Une autre considération importante concerne la structure physique du logement, qui peut s'avérer obsolète ou mal adaptée à certaines technologies intelligentes. Par exemple, si une cuisine a été conçue pour accueillir un réfrigérateur et un four d'une certaine largeur, mais que leurs équivalents intelligents ne sont pas offerts dans les mêmes dimensions, des coûts supplémentaires importants pourraient être engendrés pour modifier la cuisine. De même, certains murs pourraient ne pas être en mesure d'accueillir du câblage supplémentaire. Des surfaces pourraient aussi ne pas pouvoir supporter le poids des nouveaux dispositifs. Ces considérations sont cruciales pour décider de l'étendue de la modernisation d'un logement et devraient être prises en compte dans le coût global de l'intégration des technologies d'AAD.

Une autre question qui se pose est celle de la perturbation potentielle de la vie des résidents. Comme décrit précédemment, les modernisations peuvent être importantes ou nécessiter une refonte de l'infrastructure existante d'un bâtiment, ce qui peut obliger les résidents à quitter temporairement les lieux. Ce déplacement, qu'il soit direct (c.-à-d. les personnes âgées ne sont pas en mesure de rester dans le même logement) ou indirect (c.-à-d. leur milieu de vie est radicalement modifié), pourrait exposer les personnes âgées à des risques sociaux, financiers et psychologiques accrus [69]. Même sans modifications importantes du logement, l'intégration de certains dispositifs domestiques intelligents nécessite une installation spéciale par un électricien, ce qui peut entraîner une coupure temporaire de l'alimentation électrique.

Une autre préoccupation concerne les potentielles répercussions globales sur un milieu de vie familier et confortable. La modernisation d'un logement pour y intégrer des systèmes d'AAD vise à maintenir le confort et la familiarité d'un espace. Cependant, elle peut nécessiter l'ajout de produits pour améliorer les dispositifs existants, encombrant ainsi un espace clos. L'accumulation de dispositifs peut constituer une source de détresse pour les personnes âgées, car elle est susceptible de conférer à un espace un aspect plus clinique et moins accueillant, contribuant ainsi à un sentiment de fragilité qui peut les perturber [70]. De plus, cela peut nuire à la capacité des personnes âgées à localiser et à utiliser les dispositifs dans leur environnement, ce qui risque d'entraîner de la confusion et de la frustration. Pour y remédier, il est essentiel de limiter l'encombrement supplémentaire, en particulier sur les comptoirs et les meubles, et

d'éliminer la présence de fils au sol. Il peut également être préférable de choisir des dispositifs plus élégants et plus discrets afin de préserver l'esthétique et la familiarité d'un espace de vie [70].

Enfin, l'intégration de dispositifs de l'IdO dans les réseaux existants est susceptible d'entraîner des complications. Par exemple, il est nécessaire de déterminer si les produits introduits dans le milieu de vie intelligent conserveront la mémoire des réseaux et des dispositifs auxquels ils étaient précédemment connectés. Pour faciliter l'entretien, il est important de déterminer si l'utilisateur a besoin de répéter le processus de configuration ou d'intégrer le dispositif à un réseau existant, ce qui peut avoir une incidence sur la configuration et la compatibilité d'un dispositif au sein du réseau actuel.

## 5.3 Nouvelles constructions

Bien que les personnes âgées au Canada souhaitent vivre de façon autonome dans leur propre logement, il arrive parfois que leur milieu de vie ne soit plus sécuritaire ou adapté à leur santé et à leur bien-être [71]. La transition vers une nouvelle construction peut, dans un premier temps, nuire au confort et à l'autonomie des personnes âgées, mais elle offre l'avantage de proposer les soutiens nécessaires pour leur permettre de vivre plus longtemps dans leur logement de façon autonome. Dans ce contexte, vieillir à domicile est possible grâce à la planification et à la mise en œuvre de soutiens personnalisés en fonction des caractéristiques de chaque personne [72] et par la conception d'un milieu de vie capable de s'adapter aux besoins des personnes âgées au fil du temps [73].

Le vieillissement s'accompagne souvent d'un déclin des fonctions physiques et cognitives, ce qui nécessite des solutions d'AAD adaptatives qui aident les personnes à demeurer plus longtemps dans leur logement et à conserver leur autonomie [74]. Par conséquent, lors de la conception de nouveaux logements intelligents, il est essentiel de réfléchir à la manière d'aménager, de modifier et de gérer le milieu de vie d'une personne tout au long de sa vie [72]. Cela est particulièrement important dans la mesure où nous souhaitons intégrer des technologies domestiques intelligentes qui interagissent de manière cohérente et systématique.

Par exemple, une nouvelle construction peut être initialement équipée de structures physiques adaptées à une personne sans problèmes de mobilité, et ces structures physiques peuvent influencer les types de produits présents dans un logement de même que l'emplacement des dispositifs et des électroménagers. Cependant, à mesure que la personne vieillit et que s es besoins en matière de mobilité évoluent, elle peut avoir besoin d'une aide à la mobilité, ce qui modifie la manière dont elle interagit avec son environnement. Par conséquent, en comprenant les besoins actuels et en anticipant les besoins futurs des résidents, les promoteurs sont en mesure de créer un milieu de vie flexible, adaptatif et capable d'être mis à jour pour répondre aux besoins changeants d'une personne sans nécessiter de changements infrastructurels radicaux. Une nouvelle construction offre également l'occasion de mettre en place des systèmes de secours pour l'alimentation électrique et l'Internet afin d'assurer la continuité des services, qui devraient être mis en œuvre en conséquence.

En outre, de nombreuses technologies d'AAD ont été développées en tenant compte des besoins de divers groupes démographiques. Cependant, leur efficacité est souvent compromise par le manque d'acceptation |de la population visée, notamment en raison des préoccupations liées au coût et à la facilité d'utilisation de la technologie, aux avantages attendus, à la perception du besoin de technologie, à la disponibilité de solutions de rechange, aux influences sociales et aux caractéristiques propres aux personnes âgées [72]. Il convient de noter que les personnes âgées peuvent se sentir indifférentes ou insuffisamment qualifiées pour utiliser la technologie, ce qui risque de nuire à son acceptation [72]. Bien que l'acceptation des technologies par les personnes âgées soit susceptible de varier au fil du temps, il est nécessaire de tenir compte des répercussions des technologies intelligentes dans leur milieu de vie à toutes les étapes [72]. Lors de la planification et du lancement d'un nouveau projet de construction, il est essentiel de veiller à ce que les personnes qui vivront dans le logement ou les soignants qui vivront à l'extérieur aient la possibilité d'interagir en toute confiance avec l'environnement et le contrôler (c.-à-d. modifier les fonctionnalités et les actions, ou résoudre de manière autonome les erreurs techniques



**« Le vieillissement s'accompagne souvent d'un déclin des fonctions physiques et cognitives, ce qui nécessite des solutions d'AAD adaptatives qui aident les personnes à demeurer plus longtemps dans leur logement et à conserver leur autonomie. »**

des dispositifs ou des suites). De plus, les constructeurs doivent réfléchir à des moyens de favoriser une connexion fluide au réseau et à d'autres dispositifs (p. ex., en établissant des connexions manuelles, en balayant un code pour se connecter, en jumelant des dispositifs ou des applications) et se demander si une personne âgée sera capable de mettre en œuvre et de gérer de manière autonome ses interactions avec les technologies intelligentes.

Il est important de se rappeler que les besoins des personnes âgées changent avec le temps et que la technologie elle-même évolue – les dispositifs tombent en panne, les technologies et les protocoles deviennent obsolètes, et d'autres technologies deviennent plus abordables ou plus à la mode. Étant donné que les nouvelles constructions nécessitent une planification minutieuse de l'infrastructure du logement afin de soutenir les technologies et de déterminer leur emplacement optimal dans le logement, la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux changements futurs doit également être prise en compte dans la planification. Les exigences relatives à la connectivité constituent un élément crucial de cette planification, compte tenu de facteurs tels que l'emplacement des dispositifs lorsqu'une connexion filaire est nécessaire. Les besoins en matière de connectivité sont susceptibles d'influencer l'emplacement des dispositifs et de déterminer si les éléments seront en mesure d'être changés ou déplacés dans le logement après leur installation. S'il est souhaitable de dissimuler autant que possible les fils afin de réduire l'encombrement et les enjeux de sécurité, une certaine flexibilité devrait néanmoins être prévue pour la modification et l'entretien des technologies. Plus précisément, il ne devrait pas être impossible ou excessivement difficile de retirer les technologies, et les composants nécessitant un entretien ne devraient pas être inaccessibles, même s'il peut être souhaitable de les dissimuler discrètement lorsqu'ils ne sont pas utilisés.

Bien qu'il existe un large éventail de technologies adaptées aux besoins spécifiques des personnes âgées, d'importants défis sociaux, économiques et géographiques créent un accès inégal et inéquitable aux technologies d'assistance à l'autonomie [75]. Lors de la construction de nouveaux bâtiments utilisant des technologies domestiques intelligentes, l'emplacement géographique et les ressources disponibles peuvent limiter la compatibilité de certains produits et systèmes.

Les besoins en énergie des produits sélectionnés et les sources d'énergie disponibles doivent être soigneusement pris en compte, car différentes sources d'énergie pourraient entraîner des coûts financiers variables. Par conséquent, l'équipement d'un logement avec un système domestique intelligent sophistiqué pourrait ne pas être réalisable en termes de consommation d'énergie ou de viabilité financière. Enfin, il est nécessaire de prendre en compte l'accès au réseau en fonction des exigences relatives à la connectivité des technologies intelligentes. Il est essentiel d'évaluer si un logement dispose d'un accès réseau adéquat pour soutenir l'intégration et la fonctionnalité des dispositifs et systèmes intelligents.

# 6 Orientations futures de la recherche

Outre la nécessité d'élaborer des lignes directrices dans les domaines susmentionnés, nous proposons quatre projets de recherche susceptibles de contribuer de manière significative à l'élaboration de lignes directrices pour les milieux de vie intelligents destinés aux personnes âgées. Le premier projet proposé répond à un besoin immédiat et vise à élaborer des orientations spécifiques fondées sur des données probantes concernant la conception des environnements. Il s'agit notamment d'établir des lignes directrices et des listes de vérification portant sur des facteurs, tels que le nombre et l'emplacement des prises électriques, ou l'emplacement idéal des dispositifs de surveillance. Ce travail peut être réalisé au mieux à l'aide d'une norme élaborée avec l'aide d'un groupe d'experts en la matière.

Le deuxième projet proposé est axé sur la durabilité environnementale. Comme le montrent l'exercice de modèle de logement intelligent et l'examen des technologies ci-dessus, de nombreux dispositifs intelligents sont déjà dotés de modes intégrés d'économie d'énergie et consomment moins d'électricité que leurs homologues plus anciens, non connectés à l'IdO. De plus, certaines des technologies examinées dans le présent rapport, en particulier celles classées dans les catégories « Surveillance et contrôle de l'environnement domestique » et « Entretien ménager », sont spécialement conçues pour surveiller et automatiser la consommation d'électricité, de chauffage et d'eau afin d'éviter tout Gazpillage inutile. Compte tenu de la nécessité croissante de protéger la planète et de préserver les ressources naturelles, les projets visant à développer des logements et des communautés adaptés à l'AAD devraient chercher à créer des milieux de vie certes intelligents, mais également durables.

Le troisième projet de recherche proposé porte sur la facilité d'entretien des milieux de vie intelligents par les personnes âgées, leurs cohabitants ou leurs soignants.

**Tableau 1 :** Résumé des principales recommandations pour les milieux de vie intelligents

| Type de bâtiment | Recommandations |
|---|---|
| **Général** | ▪ Positionner les dispositifs de manière à minimiser l'encombrement et à respecter les lignes directrices en matière d'accessibilité<br>▪ Maintenir un champ de vision pour les technologies de capteurs<br>▪ Établir des stratégies et des mécanismes de partage des données<br>▪ Tenir compte de l'interopérabilité et de la sécurité des données des dispositifs<br>▪ Comparer les mesures de protection de la confidentialité des données des différentes options de dispositifs et les configurations de gestion des données<br>▪ Établir un plan de modification périodique des logements intelligents |
| **Modernisation** | ▪ Estimer le coût global de l'intégration des technologies d'AAD au-delà de l'achat (p. ex., modification de l'infrastructure du logement, bande passante)<br>▪ Réduire les perturbations potentielles dans la vie des résidents et leurs déplacements<br>▪ Préserver la familiarité de l'espace<br>▪ Tenir compte des problèmes pouvant découler de l'intégration de nouvelles technologies dans les réseaux existants |
| **Nouvelles constructions** | ▪ Veiller à ce que les environnements soient modulables et évolutifs<br>▪ Mettre en place des systèmes de secours pour l'alimentation électrique et l'Internet<br>▪ Permettre la modification et l'entretien des technologies<br>▪ Évaluer si un logement offre un accès réseau adéquat pour soutenir l'intégration et la fonctionnalité des dispositifs et systèmes intelligents |

Dans notre exercice de modèle de logement intelligent, nous avons exploré les éléments à prendre en compte dans la conception d'un milieu de vie intelligent au sein d'une communauté intelligente pour Grace, une personne âgée fictive. Cette étude de cas décrit une personne âgée vivant dans une communauté urbaine ou suburbaine ayant accès en permanence à des professionnels capables de l'aider à entretenir son logement intelligent. Cependant, cette affirmation pourrait ne pas s'appliquer à toutes les personnes âgées. Par exemple, certaines personnes peuvent résider dans des zones mal desservies où l'assistance professionnelle ou le soutien communautaire ne sont pas facilement accessibles. Elles peuvent aussi simplement vivre loin de leurs partenaires et prestataires de soins. De plus, de nombreuses personnes âgées peuvent préférer gérer elles-mêmes les problèmes et garder le contrôle sur leur environnement plutôt que de compter sur des professionnels pour apporter des modifications ou résoudre des problèmes. Pour cette raison, il est essentiel d'étudier la facilité d'entretien et de trouver un équilibre entre l'offre de soutien et la garantie que les personnes âgées seront en mesure de conserver un milieu de vie intelligent, convivial et sans obstacle.

Enfin, le quatrième projet de recherche proposé porte sur l'utilisation des données provenant des dispositifs d'AAD et explore comment ces données pourraient être utilisées dans les soins cliniques et communautaires. Tout au long du présent rapport, nous avons délibérément laissé ambiguë la question de savoir qui collecte et surveille les données provenant des dispositifs d'AAD et de l'IdO afin de tenir compte des divers cas d'utilisation et des types de collectivités. Toutefois, il existe un besoin évident d'orientation sur la manière dont les données peuvent être efficacement agrégées et interprétées pour être utilisées dans le domaine des soins. Ces travaux peuvent inclure l'élaboration de cadres normalisés pour la collecte, le stockage et l'analyse des données provenant des milieux de vie intelligents, et l'étude des moyens pour partager et utiliser ces données en toute sécurité dans le but d'éclairer les décisions en matière de soins. En outre, quel que soit le milieu de vie, des bases de données centralisées gérées par une autorité centrale pourraient s'avérer nécessaires pour coordonner les soins.

Déterminer comment cela peut être fait de manière sûre et efficace est essentiel pour soutenir le déploiement approprié de l'AAD.

# 7 Conclusions

Le présent rapport vise à fournir des lignes directrices aux promoteurs de communautés et aux développeurs de technologies intéressés par la création ou la modernisation de milieux de vie intelligents qui soutiennent efficacement les personnes âgées. Ce rapport a été réalisé par l'exploration des lignes directrices existantes, la proposition d'un exemple de modèle de logement intelligent et l'évaluation des technologies et des tendances en matière d'AAD. Il est essentiel que les conseils fournis dans le présent rapport tiennent compte de l'évolution des besoins des personnes âgées tout au long du continuum de soins [3], [8] et du fait que de nombreuses technologies de l'IdO ont été initialement conçues en tant que produits de consommation, sans tenir compte des besoins spécifiques des personnes âgées et/ou des personnes présentant un handicap [5]. Les conseils présentés dans ce rapport doivent également donner la priorité à l'établissement d'une relation de confiance entre les personnes âgées et leurs partenaires de soins en ce qui concerne la sécurité et la valeur du système d'AAD [8], [9]. Néanmoins, l'investissement dans les systèmes d'AAD peut offrir une valeur ajoutée considérable, notamment en permettant aux personnes âgées de vivre dans des environnements propices à leur mode de vie préféré [2], [11] et en réduisant les dépenses de santé liées aux SLD [12] – [15]. Le présent rapport s'est principalement concentré sur les exigences relatives à la construction des milieux de vie intelligents et sur l'examen des exigences spécifiques relatives aux dispositifs d'AAD offertes sur le marché.

Le CNB canadien [19] fournit des lignes directrices fondamentales pour la conception de logements et de bâtiments intelligents au Canada, en mettant l'accent sur la sécurité des résidents et l'intégrité des bâtiments. Les codes du bâtiment provinciaux et territoriaux respectent généralement ces lignes directrices, mais peuvent inclure des exigences supplémentaires qui

tiennent compte des facteurs locaux. Cela rend la législation associée encore plus utile pour aider à répondre aux besoins en matière d'infrastructures et de bâtiments dans un milieu de vie intelligent. Malgré les informations fournies par la recherche universitaire et du secteur concernant les composants et les exigences les plus importants pour créer des milieux de vie intelligents ainsi que les facteurs ayant limité le déploiement des technologies dans le passé, aucunes lignes directrices complètes portant sur le déploiement des technologies d'AAD et intelligentes dans les milieux de vie n'existe actuellement. Cela offre une marge de manœuvre pour poursuivre le développement dans ce domaine en pleine évolution.

L'exemple du modèle de logement intelligent avec une chambre à coucher et une salle de bains dans une communauté de retraite (voir la figure 2) a démontré que le coût supplémentaire lié à l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un logement intelligent est négligeable. Les dépenses les plus importantes proviennent de l'installation, de l'entretien et de la mise en place de l'infrastructure associés à ces technologies. Cet exercice a également montré comment les décisions relatives à l'emplacement des technologies devraient être prises et, par conséquent, les endroits où l'infrastructure est susceptible d'offrir un soutien. Il est recommandé de réunir un groupe d'experts en la matière afin de formaliser des lignes directrices et des pratiques exemplaires à cet égard, lesquelles pourraient éventuellement servir à l'élaboration d'une nouvelle norme. Il devrait toutefois être noté que le cas d'utilisation du modèle de logement intelligent décrit une personne âgée bénéficiant d'un réseau familial et communautaire important pour l'aider à installer et à entretenir son logement intelligent. Nous ne pouvons cependant pas supposer que toutes les personnes âgées auront accès à des réseaux de soutien similaires. Par conséquent, des mesures supplémentaires pourraient s'avérer nécessaires pour entretenir et réparer leurs dispositifs intelligents.

L'évaluation des technologies a été réalisée en recueillant des renseignements sur les pages des produits, les sites Web des fournisseurs, des articles de recherche et des critiques de produits. Cette approche visait à déterminer les exigences particulières de chaque technologie en matière d'alimentation électrique, d'Internet, de réseau interne, d'eau, d'égouts, d'installation, de CVCA et de gaz. Parmi les types de technologies examinées dans le présent rapport, les plus répandus étaient ceux destinés à la surveillance à distance des patients et à la surveillance de la santé personnelle. À l'inverse, les dispositifs facilitant la mise en forme physique ou l'entretien ménager étaient moins courants. Le marché grand public est saturé de certains types de dispositifs intelligents et d'AAD, tandis que d'autres technologies sont susceptibles de prendre plus de place sur le marché. Cependant, la disponibilité des produits n'est pas nécessairement fondée sur des données probantes concernant les besoins concrets des personnes âgées. Il est donc possible de développer ou d'affiner des technologies qui répondent plus explicitement à leurs besoins et à leurs préférences. Les domaines futurs du développement des technologies d'AAD qui risquent de susciter un intérêt accru comprennent la surveillance du mode de vie à l'aide de l'IA, l'interopérabilité, les stratégies de centralisation des données et les moyens de faciliter l'inclusion du cercle de soins des personnes âgées à l'aide de la technologie.

L'examen des technologies et les exercices présentés dans le présent rapport ont donné lieu à des recommandations d'ordre général ainsi qu'à des recommandations pour deux situations différentes : la modernisation des logements existants pour en faire des milieux de vie intelligents et la construction de nouveaux logements intelligents. Les recommandations générales comprennent les suivantes : éviter l'encombrement pour des raisons de sécurité et d'accessibilité; maintenir un champ de vision pour les capteurs et autres technologies grâce à des moyens tels que le montage au plafond et dans les coins; envisager un interfaçage sécurisé des technologies; établir des mécanismes de partage des données; examiner comment la gestion des données est susceptible de préserver la vie privée des résidents; et établir des plans pour réexaminer et modifier périodiquement la conception des logements intelligents. La modernisation offre l'avantage de permettre aux personnes âgées de rester dans leur environnement préféré, avec des services et dans un contexte social familiers [2]. Cependant, travailler avec des structures et des infrastructures anciennes pose des défis particuliers.

Il s'agit notamment de remédier aux incompatibilités entre les technologies intelligentes et les infrastructures existantes des bâtiments, de limiter les perturbations dans la vie des résidents pendant le processus de modernisation, de veiller à ce que le cadre de vie demeure familier et confortable, et de tenir compte des problèmes qui peuvent découler de l'intégration de nouvelles technologies dans les réseaux existants. Les nouvelles constructions sont utiles lorsque le milieu de vie actuel n'est plus sécuritaire ou adapté, et que des solutions de rechange en matière de logement et de soins sont nécessaires pour favoriser le vieillissement en bonne santé [70].

Les principaux éléments à prendre en considération pour les nouvelles constructions incluent la planification de l'adaptabilité du milieu de vie à mesure que les besoins des résidents et la technologie évoluent, la mise en place de systèmes de secours pour l'électricité et l'Internet afin d'assurer la continuité des services, la conception en fonction de la facilité d'entretien, et la prise en compte de l'emplacement géographique et des ressources du logement afin d'identifier les produits et les systèmes compatibles. Des lignes directrices spécifiques soutiendront l'intégration des technologies d'AAD dans le milieu de vie des personnes âgées, facilitant ainsi le développement d'environnements qui privilégient la fonctionnalité et la qualité des soins. Ces lignes directrices constitueront des outils précieux pour la conception et la création de milieux de vie intelligents qui améliorent le bien-être et l'autonomie des personnes âgées.

# Références

[1] Association canadienne de soins et services à domicile, « Un plan national pour de meilleurs soins à domicile au Canada », Association canadienne de soins et services à domicile, 2016. [en ligne]. Disponible : https://cdnhomecare.ca/campagne-un-plan-national-pour-de-meilleurs-soins-a-domicile-au-canada/?lang=fr.

[2] R. Turjamaa, A. Pehkonen et M. KanGazniemi, "How smart homes are used to support older people: An integrative review," *Int. J. Older People Nurs.,* vol. 14, nº 4, déc. 2019, https://doi.org/10.1111/opn.12260.

[3] C. Evashwick, "Creating the continuum of care.," *Health Matrix,* vol. 7, nº 1, p. 30-9, 1989. [en ligne]. Disponible : https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10293297/.

[4] A. Abdullah, R. Hamad, M. Abdulrahman, H. Moala et S. Elkhediri, "Cybersecurity: A Review of Internet of Things (IoT) Security Issues, Challenges and Techniques," présenté lors de la 2e édition de l'International Conference on Computer Applications & Information Security (ICCAIS), Riyadh, Arabie Saoudite, 1er au 3 mai 2019, p. 1-6.

[5] S. Fattah, N.-M. Sung, I.-Y. Ahn, M. Ryu et J. Yun, "Building IoT Services for Aging in Place Using Standard-Based IoT Platformes and Heterogeneous IoT Products," Sensors, vol. 17, nº 10, 2017, https://doi.org/10.3390/s17102311.

[6] Université Queen's, "Assistive and adaptive technologies," Queen's Alumni Review, 2017. [en ligne]. Disponible : https://www.queensu.ca/alumnireview/articles/2017-05-25/assistive-and-adaptive-technologies.

[7] R. Goski, "Adaptive Vs Assistive Technology," Dakota Center for Independent Living. [en ligne]. Disponible : https://dakotacil.org/adaptive-vs-assistive-technology/#:~:text=Assistive%20technology%20refers%20to%20%E2%80%9Cany,that%20are%20specifically%20designed%20for.

[8] G. Bin Noon, A. Shah, T. Hanjahanja-Phiri, L. X. Fadrique et P. P. Morita, "Data Governance for Active Assisted Living Technologies Along the Continuum of Care," Association canadienne de normalisation, Toronto, Ont., 2022. [en ligne]. Disponible : https://www.csagroup.org/article/research/data-governance-for-active-assisted- living-technologies-along-the-continuum-of-care/.

[9] L. X. Fadrique, D. Rahman et P. P. Morita, "The Active Assisted Living Landscape in Canada: Insights for Standards, Policies, and Governance," Association canadienne de normalisation, Toronto, Ont., 2019. [en ligne]. Disponible : https://www.csagroup.org/wp-content/uploads/CSA-Group-Research-AAL.pdf.

[10] Cogir Senior Living, "Retirement Home vs. Long Term Care – What's the Difference?" cogirseniorliving.ca. [en ligne]. Disponible : https://www.cogirseniorliving.ca/why-senior-living/long-term-care-vs-retirement-living/.

[11] Institut canadien d'information sur la santé, « Parmi les nouveaux résidents en soins de longue durée, un sur 9 aurait pu recevoir des soins à domicile », Institut canadien d'information sur la santé, 2020. [en ligne]. Disponible : https://www.cihi.ca/fr/parmi-les-nouveaux-residents-en-soins-de-longue-duree-un-sur-9-aurait-pu-recevoir-des-soins-a.

[12] K. Wild, N. Sharma, N. Mattek, J. Karlawish, T. Riley et J. Kaye, "Application of In-Home Monitoring Data to Transition Decisions in Continuing Care Retirement Communities: Usability Study," *J Med Internet Res,* vol. 23, nº 1, janv. 2021, https://doi.org/10.2196/18806.

[13] D. R. Manis et coll., "Rates of health services use among residents of retirement homes in Ontario: a population-based cohort study," *CMAJ,* vol. 194, nº 21, p. E730-E738, mai 2022, https://doi.org/10.1503/cmaj.211883.

[14] D. V. Jeste et coll., "Age-Friendly Communities Initiative: Public Health Approach to Promoting Successful Aging," *Amer. J. of Geriatric Psychiatry,* vol. 24, nº 12, p. 1158-1170, déc. 2016, https://doi.org/10.1016/j.jagp.2016.07.021.

[15] A. J. Lehning, A. E. Scharlach et J. K. Davitt, "Variations on the Village Model: An Emerging Typology of a Consumer-Driven Community-Based Initiative for Older Adults," *J. of Appl. Gerontology,* vol. 36, nº 2, p. 234-246, févr. 2017, https://doi.org/10.1177/0733464815584667.

[16] T. Tannou, T. Lihoreau, M. Gagnon-Roy, M. Grondin et N. Bier, "Effectiveness of smart living environments to support older adults to age in place in their community: An umbrella review protocol," *BMJ Open,* janv. 2022. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-054235.

[17] M. Memon, S. Wagner, C. Pedersen, F. Beevi et F. Hansen, "Ambient Assisted Living Healthcare Frameworks, Platformes, Standards, and Quality Attributes," *Sensors,* vol. 14, nº 3, p. 4312-4341, mars 2014, https://doi.org/10.3390/s140304312.

[18] A. Oetomo, L. X. Fadrique, P. Amaral, A. Kuang et P. P. Morita, "Zero-Effort, In-home Health Monitoring Using IoT Technology," Sidewalk Toronto Small Research Grant, Toronto, Canada, 2018.

[19] Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, 2022, Conseil national de recherches Canada, Ont., Canada, 2020. [en ligne]. Disponible : https://nrc.canada.ca/fr/certifications-evaluations-normes/codes-canada/publications-codes-canada/code-national-prevention-incendies-canada-2020.

[20] Gouvernement de l'Ontario, O. Reg. 332/12, *Building Code,* [en ligne]. Disponible : https://www.ontario.ca/laws/regulation/120332

[21] *Information and communication technology (ICT) code for buildings,* CSA EXP 100:22, Association canadienne de normalisation, Toronto, Ont., 2022.

[22] *Appareils électromédicaux – Partie 1-11 : Exigences générales pour la sécurité de base et les performances essentielles – Norme collatérale : Exigences pour les appareils électromédicaux et les systèmes électromédicaux utilisés dans l'environnement des soins à domicile »* CAN/CSA-C22.2 no 60601-1-11:11, Association canadienne de normalisation, Toronto, Ont., 2011.

[23] T. Easty, B. Gentles, E. B. Sloane et E. W. K. Wong, "Evaluating Best Practices and Gaps in Equipment and Medication Management in Home and Community Care Settings," Association canadienne de normalisation, Toronto, Ont, 2022. Consulté le : 6 mai 2024. [en ligne]. Disponible : https://www.csagroup.org/wp-content/uploads/CSA-Group-Research-Equipment-and-Medication-Management-in-Home-and-Community-Care-Settings.pdf.

[24] Cisco, "Cisco Digital Building Design Guide," 2017. Consulté le : 5 mai 2024. [en ligne]. Disponible : https://www. cisco.com/c/dam/en/us/solutions/collateral/workforce-experience/digital-building/digital-building-design- guidelines.pdf.

[25] C. Zheng, J. Yuan, L. Zhu, Y. Zhang et Q. Shao, "From digital to sustainable: A scientometric review of smart city literature between 1990 and 2019," *J. of Cleaner Production,* vol. 258, p. 120689, juin 2020, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120689.

[26] C. Ma, O. Guerra-Santin et M. Mohammadi, "Smart home modification design strategies for ageing in place: a systematic review," *J. of Housing and the Built Environ.,* vol. 37, nº 2, p. 625-651, juin 2022, https:// doi.org/10.1007/s10901-021-09888-z.

[27] G. Cicirelli, R. Marani, A. Petitti, A. Milella et T. D'orazio, "Ambient assisted living: A Review of Technologies, Methodologies and Future Perspectives for Healthy Aging of Population," *Sensors,* vol. 21, nº 10, mai 2021, https://doi.org/10.3390/s21103549.

[28] *Conception accessible pour l'environnement bâti*, CSA B651:18, Association canadienne de normalisation, Toronto, Ont., Canada, 2018. Consulté le : 24 avril 2023. [en ligne]. Disponible : https://www.csagroup.org/wp-content/uploads/B651-18FR.pdf?srsltid=AfmBOoqhZjoAm03wBgTtVGGruoEJir6iG4a6fI-tt6AMhjBuWB2KJU0M.

[29] E. Tural, D. Lu et D. Austin Cole, "Safely and Actively Aging in Place: Older Adults' Attitudes and Intentions Toward Smart Home Technologies," *Gerontology and Geriatric Med.,* vol. 7, 2021, https://doi.org/10.1177/23337214211017340.

[30] E. Gambi, L. Montanini, L. Raffaeli et S. Spinsante, "Interoperability in IoT Infrastructures for enhanced living environments," présentée au IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (BlackSeaCom), Varna, Bulgarie, 6 au 9 juin 2016, https://doi.org/10.1109/BlackSeaCom.2016.7901573.

[31] National Institute on Aging, "A Good Night's Sleep." National Institute on Aging. https://www.nia.nih.gov/health/good-nights-sleep#:~:text=Older%20adults%20need%20about%20the,to%209%20hours%20each%20night (consulté le : 25 avr. 2023).

[32] A. D. Christie, E. Seery et J. A. Kent, "Physical activity, sleep quality, and self-reported fatigue across the adult lifespan," *Exp. Gerontology,* vol. 77, p. 7-11, mai 2016, https://doi.org/10.1016/j.exger.2016.02.001.

[33] M. D. Parkins et coll., "WasteEau-based surveillance as a tool for public health action: SARS-CoV-2 and beyond," *Amer. Soc. for Microbiology,* vol. 37, nº 1, mars 2024, https://doi.org/10.1128/cmr.00103-22.

[34] J. M. Goodman-Casanova et coll., "TV-based assistive integrated service to support European adults living with mild dementia or mild cognitive impairment (TV-AssistDem): study protocol for a multicentre randomized controlled trial," *BMC Geriatric,* vol. 19, nº 1, sept. 2019, https://doi.org/10.1186/s12877-019-1267-z.

[35] A. Hernandez, F. Ibañez et N. Atallah, "SENIORCHANNEL An Interactive Digital Television Channel for Promoting Entertainment and Social Interaction amongst Elderly People," présentée à l'International Workshop on Ambient Assisted Living, Torremolinos, Espagne, 8 au 10 juin 2011, vol. 6693, p. 137-142. https://doi. org/10.1007/978-3-642-21303-8_19.

[36] A. S. Billis, A. Batziakas, C. Bratsas, M. S. Tsatali, M. Karagianni et P. D. Bamidis, "Enabling active and healthy ageing decision support systems with the smart collection of TV usage patterns," *Healthcare Technol. Lett.,* vol. 3, nº 1, p. 46-50, mars 2016, https://doi.org/10.1049/htl.2015.0056.

[37] R. Thomson, J. L. Martin et S. Sharples, "The psychosocial impact of home use medical devices on the lives of older people: A qualitative study," *BMC Health Service Res.,* vol. 13, nº 1, nov. 2013, https://doi.org/10.1186/1472-6963-13-467.

[38] « Outil d'évaluation du niveau de maturité technologique (NMT) », Gouvernement du Canada. 2021. [en ligne]. Disponible : https://ised-isde.canada.ca/site/carrefour-croissance-propre/fr/outil-devaluation-niveau-maturite-technologique-nmt.

[39] Normes d'accessibilité Canada, « Modèle de norme d'accessibilité pour l'environnement bâti », 2022. [en ligne]. Disponible : https://accessibilite.canada.ca/centre-expertise/environnement-bati#s2.6.

[40] *Cadre bâti – Accessibilité et usage de l'environnement bâti,* ISO 21542:2021, Organisation internationale de normalisation, 2021. [en ligne]. Disponible : https://www.iso.org/fr/standard/71860.html.

[41] *Logements accessibles,* CSA/ASC B652:23, Association canadienne de normalisation, Toronto, Ont., Canada, 2023. [en ligne]. Disponible : https://www.csagroup.org/wp-content/uploads/2430700.pdf?srsltid=AfmBOoryMEjIHCGOzhzM7N8H-Fr5WPmzySs9RxB0VOhBbaxvVEMjECeX.

[42] V. Moudgil, K. Hewage, S. A. Hussain et R. Sadiq, "Integration of IoT in building energy infrastructure: A critical review on challenges and solutions," *Elsevier,* mars 2023, https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.113121.

[43] M. Jia, A. Komeily, Y. Wang et R. S. Srinivasan, "Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications," *Automat. In Construction,* vol. 101, p. 111-126, mai 2019, https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.01.023.

[44] L. Gonçalves et L. Patrício, "From smart technologies to value cocreation and customer engagement with smart energy services," *Energy Policy, vol.* 170, p. 113249, nov. 2022, https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.113249.

[45] Businesswire, "Canadian homeowners are eager to embrace smart home technology in the fight against climate change," Businesswire. [en ligne]. Disponible : https://www.businesswire.com/news/home/20220421005734/en/Canadian-Homeowners-are-eager-to-embrace-smart-home-technology-in-the-fight-against-climate-change.

[46] B. Conde Gallego et J. Drexl, "IoT Connectivity Standards: How Adaptive is the Current SEP Regulatory Framework?," *IIC Int. Rev. of Intellectual Property and Competition Law, v*ol. 50, nº 1, p. 135-56, janv. 2019, https://doi.org/10.1007/s40319-018-00774-w.

[47] M. Umair, M. A. Cheema, B. Afzal et G. Shah, "Energy management of smart homes over fog-based IoT architecture," *Sustain. Comput.,* vol. 39, sept. 2023, https://doi.org/10.1016/j.suscom.2023.100898.

[48] R. Turjamaa, A. Pehkonen et M. KanGazniemi, "How smart homes are used to support older people: An integrative review," *Int. J. Older People Nursing,* vol. 14, nº 4, déc. 2019, https://doi.org/10.1111/opn.12260.

[49] P. Liu et coll.., "The effect of smart homes on older adults with chronic conditions: A systematic review and meta-analysis," Geriatric Nursing, vol. 40, nº 5, p. 522-530, sept. 2019, https://doi.org/10.1016/j.gerinurse.2019.03.016.

[50] J. Pattison Tuohy, "Matter: what you need to know," The Verge. https://www.theverge.com/23390726/matter-smart-home-faq-questions-answers (consulté le : 3 sept. 2023).

[51] PATH. "About PATH," Path Platforme. Consulté le : 4 sept. 2023. [en ligne]. Disponible : https://pathPlatforme.ca/ about-path.

[52] R. Jabbar, N. Fetais, M. Krichen et K. Barkaoui, "Blockchain technology for healthcare: Enhancing shared electronic health record interoperability and integrity," présentée à l'IEEE International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIoT), Doha, Qatar, févr. 2020, https://doi.org/10.1109/ICIoT48696.2020.9089570.

[53] G. Dermody, R. Fritz, C. Glass, M. Dunham et L. Whitehead, "Factors influencing community-dwelling older adults' Maturité technologique to adopt smart home technology: A qualitative exploratory study," *J of Advanced Nursing,* vol. 77, nº 12, p. 4847-4861, déc. 2021, https://doi.org/10.1111/jan.14996.

[54] N. Tcholtchev et I. Schieferdecker, "Sustainable and Reliable Information and Communication Technology for Resilient Smart Cities," *Smart Cities,* vol. 4, nº 1, p. 156-176, mars 2021, https://doi.org/10.3390/smartcities4010009.

[55] P. Antonios, K. Konstantinos et G. Christos, "A systematic review on semantic interoperability in the IoE-enabled smart cities," *Internet of Things,* vol. 22, p. 100754, juil. 2023, https://doi.org/10.1016/j.iot.2023.100754.

[56] Y. E. Osais, M. St-Hilaire et F. R. Yu, "Directional Sensor Placement with Optimal Sensing Range, Field of View and Orientation," *Mobile Netw. and Appl.,* vol. 15, p. 216-225, mai 2009, https://doi.org/10.1007/s11036-009-0179-0.

[57] « Portefeuille de l'Innovation, des Sciences et du Développement économique ». Gouvernement du Canada. https://ised-isde.canada.ca/site/isde/fr/notre-organisation/portefeuille-linnovation-sciences-developpement-economique (consulté le : 21 mai 2023).

[58] « Règlement général sur la protection des données (RGPD) de l'Union européenne ». Gouvernement du Canada. https://www.deleguescommerciaux.gc.ca/guides/gdpr-eu-rgpd.aspx?lang=fra (consulté le 21 mai 2023).

[59] European Commission, "Radio equipment directive (RED)." European Commission. https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/electrical-and-electronic-engineering-industries-eei/radio-equipment-directive-red_en#:~:text=The%20radio%20equipment%20directive%202014,use%20of%20the%20radio%20spectrum (consulté le : 21 mai 2023).

[60] A. R. Niemeijer, B. J. M. Frederiks, M. F. I. A. Depla, J. Legemaate, J. A. Eefsting et C. M. P. M. Hertogh, "The ideal application of surveillance technology in residential care for people with dementia," *J. Med Ethics,* vol. 37, nº 5, p. 303-310, mai 2011, https://doi.org/10.1136/jme.2010.040774.

[61] L. X. Fadrique, "Privacy and Trust in Healthcare IoT Data Sharing: A Snapshot of the Users' Perspectives," Thèse de maîtrise, School of Public Health Sci. Univ. de Eauloo. Eauloo, Ont., Canada, 2019. Consulté le : 17 mai 2023. [en ligne]. Disponible : http://hdl.handle.net/10012/15333.

[62] M. Mulvenna et coll., "Views of Caregivers on the Ethics of Assistive Technology Used for Home Surveillance of People Living with Dementia," *Neuroethics,* vol. 10, nº 2, p. 255-266, juil. 2017, https://doi.org/10.1007/s12152-017-9305-z.

[63] A. Arabo, I. Brown et F. El-Moussa, "Privacy in the Age of Mobility and Smart Devices in Smart Homes," présentée à l'IEEE International Conference on Social Computing (SocialCom), Privacy, Security, Risk and Trust (PASSAT). Amsterdam, Pays-Bas, 3 au 5 sept. 2012, https://doi.org/10.1109/SocialCom-PASSAT.2012.108.

[64] H. Lin et N. Bergmann, "IoT Privacy and Security Challenges for Smart Home Environments," *Inf.,* vol. 7, nº 3, p. 44, juil. 2016, https://doi.org/10.3390/info7030044.

[65] S. Moncrieff, S. Venkatesh et G. West, "Dynamic Privacy in a Smart House Environment," présentée à l'IEEE International Conference on Multimedia and Expo, Pékin, Chine, 2 au 5 juil. 2007, https://doi.org/10.1109/ICME.2007.4285080.

[66] Y. Yao, J. R. Basdeo, S. Kaushik et Y. Wang, "Defending My Castle," présentée à la CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, New York, NY, États-Unis, 2 au 5 juil. 2007. https://doi.org/10.1145/3290605.3300428.

[67] J. Bugeja, A. Jacobsson et P. Davidson, "On Privacy and Security Challenges in Smart Connected Homes ," présentée à la *Eur. Intell. and Secur. Inform. Conf., Uppsala,* Suède, 17 au 19 août 2016, https://doi. org/10.1109/EISIC.2016.044.

[68] N. S. Channer, M. Hartt et S. Biglieri, "Aging-in-place and the spatial distribution of older adult vulnerability in Canada," *Appl. Geography,* vol. 125, p. 102357, déc. 2020, https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102357.

[69] H. Shellae Versey, S. Murad, P. Willems et M. Sanni, "Beyond Housing: Perceptions of Indirect Displacement, Displacement Risk, and Aging Precarity as Challenges to Aging in Place in Gentrifying Cities," *Int. J. Environ. Res. Public Health,* vol. 16, nº 23, déc. 2019, https://doi.org/10.3390/ijerph16234633.

[70] G. Spinelli, M. Micocci, W. Martin et Y.-H. Wang, "From medical devices to everyday products: exploring cross-cultural perceptions of assistive technology," *Des. for Health,* vol. 3, nº 2, p. 324-340, juil. 2019, https://doi.org/10.1080/24735132.2019.1680065.

[71] D. B. Kaplan, T. C. Andersen, A. J. Lehning et T. E. Perry, "Aging in Place vs. Relocation for Older Adults with Neurocognitive Disorder: Applications of Wiseman's Behavioral Model," *J Gerontology Social Work,* vol. 58, nº 5, p. 521-538, juil. 2015, https://doi.org/10.1080/01634372.2015.1052175.

[72] S. T. M. Peek, E. J. M. Wouters, J. van Hoof, K. G. Luijkx, H. R. Boeije et H. J. M. Vrijhoef, "Factors influencing acceptance of technology for aging in place: A systematic review," *J. of Med. Inform.,* vol. 83, nº 4, p. 235-248, avr. 2014, https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2014.01.004.

[73] S. Helal et C. N. Bull, "From Smart Homes to Smart-Ready Homes and Communities," *Dementia and Geriatric Cogn. Disorders,* vol. 47, nº 3, p. 157-163, juil. 2019, https://doi.org/10.1159/000497803.

[74] S. Abdi, A. Spann, J. Borilovic, L. de Witte et M. Hawley, "Understanding the care and support needs of older people: a scoping review and categorisation using the WHO international classification of functioning, disability and health framework (ICF)," *BMC Geriatrics,* vol. 19, nº 1, p. 195, déc. 2019, https://doi.org/10.1186s12877-019-1189-9.

[75] C. A. Mattison, M. G. Wilson, R. H. Wang et K. Waddell, "Enhancing Equitable Access to Assistive Technologies in Canada: Insights from Citizens and Stakeholders," *Can. J. on Aging,* vol. 39, nº 1, p. 69-88, mars 2020, https://doi.org/10.1017/S0714980819000187.

# Annexe A – Liste des technologies

**Tableau A :** Sommaire des technologies évaluées avec une description du NMT, des applications et des exigences

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caméra de surveillance intelligente Arlo Pro 2 (VMC4030P)** | Arlo | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement<br>▪ Surveillance des activités sociales | ▪ Pile | Oui | ▪ Filaire<br>▪ Ethernet<br>▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Debase<br>▪ Montage suggéré | Non | Non |
| **Awair** | Bitfinder | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ 100 à 240 V CA<br>▪ 50/60 Hz USB-C<br>▪ 10 W<br>▪ Compatible avec la PoE | Oui | ▪ Wi-Fi (2,4 GHz)<br>▪ Cellulaire<br>▪ Ethernet<br>▪ BACnet (MSTP/IP)<br>▪ API locale | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Moniteur de sommeil Beddit 3** | Beddit / Apple | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ NEMA 5, 2,5 W | Non | ▪ Bluetooth 4.2 | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Body+** | Withings (Nokia Health) | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Oui | ▪ WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Lave-vaisselle** | Whirlpool | TRL-9 | S. O. | ▪ NEMA 5<br>▪ CA<br>▪ 120 V<br>▪ 15 à 20 A<br>▪ 60 Hz | Oui | ▪ Wi-Fi | Oui | Oui | ▪ Participatif | Non | Non |
| **Echo Amazon Alexa** | Amazon | TRL-9 | ▪ Surveillance des activités sociales | ▪ NEMA 5<br>▪ 30 W | Oui | ▪ Bluetooth 4.1<br>▪ Wi-Fi 5 (802.11ac) 2,4 GHz, 5 GHz | Non | Non | ▪ Montage suggéré | Non | Non |
| **Ecobee4** | Ecobee | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ 3,5 W<br>▪ Nécessite un cinquième fil pour l'alimentation<br>▪ (Trousse de rallonge électrique en option) | Oui | ▪ Wi-Fi 2,4 GHz | Non | Non | ▪ Debase<br>▪ Montage suggéré | Oui | Non |
| **Aria 2 de Fitbit (balance intelligente)** | Fitbit | TRL-9 | ▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi 802.11 b/g/n, 2,4 GHz | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Google Home** | GTX Corp | TRL-8 | ▪ Surveillance des activités sociales<br>▪ Gestion de l'environnement<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ NEMA 5<br>▪ 30 W | Oui | ▪ Wi-Fi 802.11ac (2.4GHz/5Ghz) | Non | Non | ▪ Montage suggéré | Non | Non |
| **hugOne** | Sevenhugs | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Montage suggéré | Non | Non |
| **Draps intelligents** | Studio 1 Labs | TRL-5 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Inconnue | Oui | ▪ Wi-Fi<br>▪ Filaire | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Liftware** | Verily | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Non | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Four à micro-ondes** | Whirlpool | TRL-9 | S.O. | ▪ NEMA 5<br>▪ CA<br>▪ 60 Hz<br>▪ 1 100 W | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ De base | Non | Non |
| **Panneaux lumineux Nanoleaf** | Nanoleaf | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ 100 à 120 V<br>▪ 42W | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ De base | Non | Non |
| **Botvac D7 connecté de Neato** | Neato Robotics | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi, 2,4 GHz, 5 GHz | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Thermostat intelligent Nest Learning** | Nest | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi 802.11b/g/n à 2,4 GHz, 5 GHz, interconnexion sans fil : 802.15.4 à 2,4 GHz, Bluetooth à faible consommation | Non | Non | ▪ De base<br>▪ Montage suggéré | Oui | Non |
| **Détecteur de gluten Nima** | Nima | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Détecteur d'arachide Nima** | Nima | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Proteus Discover** | Proteus Digital Health | TRL-8 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | S. O. | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **ResearchKit** | Apple | TRL-9 | S. O. | S. O. | S. O. | S. O. | Non | Non | ▪ Plateforme | Non | Non |
| **Rf265beaesg (Refrigerator)** | Samsung | TRL-9 | ▪ Surveillance des activités sociales | ▪ NEMA 14<br>▪ 100 W | Oui | ▪ Wi-Fi<br>▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Participatif | Non | Non |
| **Capteur de sommeil S+** | Resmed | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Moniteur de sommeil (n'importe quel matelas Eight)** | Eight | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ NEMA 14<br>▪ 250 W | Oui | ▪ Wi-Fi 2,4 GHz, 5 GHz | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Moniteur intelligent de la qualité de l'air intérieur / Coach santé pour la maison** | Netatmo | TRL-9 | ▪ Gestrion de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ USB<br>▪ 4,5 W | Oui | ▪ Wi-Fi 802.11 b/g/n compatible (2,4 GHz) | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Serrure intelligente Pro + Connect** | August | TRL-9 | ▪ Surveillance des activités sociales<br>▪ Surveillance de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ 2 batteries AA<br>▪ Bloc d'alimentation mural de 12 V | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ De base | Non | Non |
| **Cuisinières intelligentes** | Whirlpool | TRL-9 | S. O. | ▪ NEMA 14<br>▪ 220 V | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Participatif | Non | Oui/Non |
| **Système de capteurs intelligents** | Curiato | TRL-3 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Inconnue | Oui | S.O. | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Flacons de médicaments sans fil intelligents** | Adheretech | TRL-7 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi<br>▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Smartmat** | Performance Research Inc. | TRL-4 | ▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Inconnue | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Fours encastrés** | Whirlpool | TRL-9 | S.O. | ▪ NEMA 14<br>▪ 220 V | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Participatif | Non | Oui/Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Laveuse et sécheuse** | Whirlpool | TRL-9 | | ▪ NEMA 14<br>▪ 220 V | Oui | ▪ Wi-Fi | Oui | Oui | ▪ Participatif | Oui/Non | Oui/Non |
| | Schneider Electric | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement | ▪ Câblé | Non | S.O. | Non | Non | ▪ Participatif | Oui | Oui |
| | Bosch | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ NEMA 14<br>▪ Mixte | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Participatif | Oui/Non | Oui/Non |
| | Allen-Bradley (Rockwell) | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement | ▪ Câblé | Non | ▪ S.O. | Non | Non | ▪ Participatif | Non | Non |
| **G6 CGM** | Dexcom | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Eversense** | Senseonics | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Resideo** | Honeywell | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Monitorage des patients** | Philips | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ NEMA 5<br>▪ Mixte | Oui | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **ResMed** | ResMed | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | Oui | ▪ S.O. | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **VRI** | VRI | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | Oui | ▪ S.O. | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **KardiaMobile**<br>**KardiaPro**<br>**KardiaBand**<br>**KardiaMobile 6L**<br>**Moniteur cardiaque vétérinaire** | AliveCor | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **ScienceSoft** | ScienceSoft | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Softeq** | Softeq | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Sleepace** | Sleepace | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | Non | ▪ Bluetooth 4.0 | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Awair** | Awair | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | Oui | ▪ Wi-Fi 2,4 GHz<br>▪ Bluetooth 4.1 | Non | Non | ▪ Positionnement précis | Non | Non |
| — | Bosch | TRL-9 | ▪ Gestion de l'environnement | ▪ Câblé | Non | ▪ S.O. | Non | Non | ▪ De base | Oui | Non |
| **Vitls** | Vitls | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Mixte | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Neteera** | Neteera | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Mixte | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Cardiomo** | Cardiomo | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Blumio** | Blumio | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **100Plus** | 100Plus | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Mixte | Non | No | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Encora Therapeutics** | Encora Therapeutics | TRL-6 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | Non | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Neursantys** | Neursantys | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth à faible consommation d'énergie | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **FlowSense** | Rhaeos | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Oui | ▪ S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Sway** | Sway | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Vivalink** | Vivalink | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Mixte | Non | ▪ Bluetooth à faible consommation d'énergie | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Pressac** | Pressac | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Mixte | Non | ▪ EnOcean | Non | Non | ▪ De base | Oui | Non |
| **Monnit** | Monnit | TRL-9 | ▪ Gestion du changement comportemental<br>▪ Surveillance de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | Non | ▪ Bandes radio ISM 900 MHz (902 à 928 MHz) et 868 MHz, 433 MHz, et 940 MHz | Oui | Oui | ▪ De base<br>▪ Montage suggéré | Oui | Oui |
| **Hôpital à domicile** | The Surgical Company | TRL-9 | ▪ Surveillance des ignes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Tado** | Tado | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Pile | Oui | ▪ Filaire<br>▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ De base<br>▪ Montage suggéré | Oui | Oui |
| **Rachio** | Rachio | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Câblé | Oui | ▪ Wi-Fi | Oui | Non | ▪ Participatif | Non | Non |
| **Radiator Labs** | Radiator Labs | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Inconnue | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Participatif | Oui | Oui/Non |
| **Eco Frigo-Eco Term** | ecoVent | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Europe seulement | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Participatif | Oui | Oui |
| **IOTAS** | IOTAS | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Mixte | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Participatif | Oui | Oui |
| **Broadlink** | Broadlink | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Mixte | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Participatif | Non | Non |
| **LifeSmart** | LifeSmart | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | Oui | S.O. | Oui | Oui | ▪ De base | Oui | Oui |
| **Orvibo** | Orvibo | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Mixte | Oui | S.O. | Non | Non | ▪ Participatif | Oui | Oui |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cielowigle** | Cielowigle | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Câblé | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ De base | Oui | Oui |
| **Accuhealth** | Accuhealth | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | S.O. | Oui | ▪ 4G | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Agartee** | Agartee | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **AllHealth CHOICE** | AllHealth CHOICE | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Anelto Health** | Anelto Health | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **AOJ Medical** | AOJ Medical | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Biobeat** | Biobeat | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Biofourmis Care@Home** | Biofourmis | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Seporte | Non | Non |
| **Biotricity** | Biotricity | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **TempTraq** | Blue Spark Technologies | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **BlueStar Telehealth** | BlueStar Telehealth | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anneau de suivi du sommeil et de la condition physique CIRCUL** | BodiMetrics | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **CareClix** | CareClix | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **CareSimple** | CareSimple | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte<br>▪ Positionnement précis<br>▪ Platforme | Non | Non |
| **Carium** | Carium | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Cloud DX** | Cloud DX | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Current Health** | Current Health | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Eko Health** | Eko Health | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **healthmote** | healthmote | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **HealthSnap** | HealthSnap | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se  porte | Non | Non |
| **Health Wealth Safe** | Health Wealth Safe | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Kencor Health** | Kencor Health | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Life365** | Life365 | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Livongo** | Livongo | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **Revup** | MD Revolution | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **MedM** | MedM | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte<br>▪ Montage suggéré<br>▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **One Touch** | One Touch | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **PhysIQ** | PhysIQ | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Aucune (pile) | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Qardio** | Qardio | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Mixte | Non | ▪ Bluetooth 4.0 | Non | Non | ▪ Se porte<br>▪ Positionnement pprécis | Non | Non |
| **Raziel Health** | Raziel Health | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Seporte<br>▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Remote Care Partners** | Remote Care Partners | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Rimidi** | Rimidi | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **Signallamp Health** | Signallamp Health | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Smart Meter** | Smart Meter | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Spire Health** | Spire Health | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Stel** | Stel | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ NEMA 5 | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Montage suggéré<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **Validic** | Validic | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **Vianova Health** | Vianova Health | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies<br>▪ Surveillance de l'environnement | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **VitalTech** | VitalTech | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **ViTel Net** | ViTel Net | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Vivify** | Vivify | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **VSee** | VSee | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **VyTrac** | VyTrac | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Play-it Health** | Play-it Health | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **Ottalaus Health** | Ottalaus Health | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Optimize Health** | Optimize Health | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **One Healthcare Solution** | One Healthcare Solution | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Onduo** | Onduo | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **Nonna Technologies** | Nonna Technologies | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte<br>▪ Positionnement précis | Non | Non |
| **Cosinuss** | Cosinuss | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | | |
| **Cycplus** | Cycplus | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Misfit** | Misfit | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Indie Health** | Indie Health | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Temp Pal** | Temp Pal | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Oui | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **J-Style** | Jointcorp | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Pile | Oui | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Kingyield** | Kingyield | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Oui | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **LEICKE** | LEICKE | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth 4.0 | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Taiwan Biophotonic Co.** | Taiwan Biophotonic Co. | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Oui | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Transtek** | Transtek | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Viatom** | Viatom | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Oui | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **TICKR** | Wahoo | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth<br>▪ ANT+ | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Technologie Zephyr** | Medtronic | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ NEMA 5<br>▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Zewa** | Zewa | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Sensoria** | Sensoria | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Anneau Motiv** | Motiv | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Moov** | Moov | TRL-9 | ▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Atlas Wearables** | Atlas Wearables | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Muse** | InteraXon | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Ybrain** | Ybrain | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Fitbit** | Fitbit | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Proteus** | Proteus | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Oui | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Athos** | Athos | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Lively** | Lively | TRL-9 | ▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Oui | ▪ Réseau cellulaire | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Whoop** | Whoop | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Silvertree** | Silvertree | TRL-9 | ▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **Human API** | Human API | TRL-9 | ▪ Gestion du changement comportemental | S.O. | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |
| **Ravean** | Ravean | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Chargeur USB | Non | Non | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Cala Health** | Cala Health | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Platforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **QMedic** | QMedic | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile<br>▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Platforme | Non | Non |

| Nom du produit | Fournisseur | Maturité technologique | Application | Source d'alimentation | Internet | Réseau interne | Eau | Égout | Montage | CVCA | Gaz |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **One Drop** | One Drop | TRL-9 | ▪ Surveillance des signes vitaux<br>▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ Pile | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Plateforme<br>▪ Se porte | Non | Non |
| **Strados** | Strados | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth 4.0 | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Lief Therapeutics** | Lief Therapeutics | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Goodrich International** | Goodrich International | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Mixte | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **SolitonReach** | SolitonReach | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Montre Polso** | Chronisens ePolso | TRL-7 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Surveillance des signes vitaux | ▪ Pile | Non | ▪ Bluetooth | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Trousse de soins à domicile Howz** | Howz | TRL-9 | ▪ Gestion du changement comportemental<br>▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Câblé | S.O. | S.O. | Non | Non | ▪ Positionnement précis<br>▪ Montage suggéré | Non | Non |
| **Concentrateur Rx Pense** | Medipense | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies<br>▪ Gestion du changement comportemental | ▪ NEMA 5<br>▪ 120/240 V<br>▪ 50/60 Hz<br>▪ 3,0 A max.<br>▪ Alimentation de secours de 12 h | Oui | ▪ Wi-Fi | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |
| **Détecteur de fuite d'eau Monnit** | Monnit | TRL-9 | ▪ Surveillance de l'environnement | ▪ Pile | Oui | ▪ Wi-Fi<br>▪ Ethernet | Oui | Non | ▪ De base | Non | Non |
| **Pillcam** | medtronic | TRL-9 | ▪ Gestion des maladies | ▪ Pile | Non | S.O. | Non | Non | ▪ Se porte | Non | Non |

# Annexe B : Évaluation des technologies

## B.1 Physique

Le montage désigne l'installation de capteurs, de dispositifs ou de suites qui préparent un produit à l'utilisation. Le montage peut impliquer la mise en place, le support ou la fixation d'un produit au sol, au mur, au plafond ou à une autre surface. Les exigences relatives à l'eau concernent toutes les sources d'approvisionnement et de sortie d'eau au sein de l'infrastructure d'un logement, y compris celles associées aux électroménagers. Les égouts font partie intégrante des exigences relatives à l'eau et désignent l'infrastructure qui achemine l'eau et les eaux usées (y compris les eaux « grises » ou « noires ») hors du logement vers des structures réceptrices, qui peuvent être individuelles (c.-à-d. une fosse septique) ou faire partie de l'infrastructure régionale. Les combustibles, tels que le gaz naturel ou le propane, sont utilisés pour alimenter certains logements et bâtiments, principalement pour le chauffage, la cuisson et l'électricité. Enfin, les systèmes de CVCA sont des systèmes intégrés qui contrôlent la température, l'humidité et la qualité de l'air dans un espace clos. Lors de l'examen des exigences relatives au bâtiment, il est nécessaire de prendre en compte la complexité et l'intégration discrète des systèmes, ainsi que l'interaction entre les différents composants.

Chaque technologie a été évaluée en fonction des exigences spécifiques au bâtiment et classée en fonction de ses caractéristiques. Pour l'eau et les égouts, les éléments ont été classés en deux catégories : ceux qui nécessitent une intégration et ceux qui ne nécessitent pas d'intégration avec ces systèmes respectifs. Les résultats de l'évaluation de l'énergie sont présentés dans le tableau B1. De même, les articles ont été classés comme impliquant, n'impliquant pas, ou étant susceptible d'impliquer un système de CVCA, compte tenu des différentes options offertes aux consommateurs. Ces résultats sont présentés dans le tableau B2. En ce qui concerne les besoins en gaz, également résumés dans le tableau B2, les produits ont été regroupés selon qu'ils nécessitent, ne nécessitent pas, ou sont susceptibles de nécessiter du gaz comme source d'énergie. Enfin, les exigences relatives au montage, résumées dans le tableau B3, ont été divisées en trois catégories : aucun montage requis (c.-à-d. qu'il est possible de placer le dispositif sur une surface ou de le porter sur le corps, par exemple au poignet, comme un vêtement ou un pendentif), montage de base requis (c.-à-d. que le dispositif nécessite une fixation par des modifications simples et temporaires, telles que des clous ou des fixations) et montage requis (c.-à-d. que le dispositif nécessite des modifications de l'infrastructure du logement ou de l'ensemble du logement).

**Tableau B1 :** Nombre de technologies avec des exigences du bâtiment relatives à l'eau et aux égouts

| | Nécessite une intégration | Ne nécessite pas d'intégration |
|---|---|---|
| **Eau** | 6 | 149 |
| **Égouts** | 4 | 151 |

**Tableau B2 :** Nombre de technologies avec des exigences du bâtiment relatives au CVCA et au gaz

| | Nécessite une intégration | Ne nécessite pas d'intégration | Susceptible de nécessiter une intégration |
|---|---|---|---|
| **HVAC** | 13 | 140 | 140 |
| **Gaz** | 8 | 142 | 5 |

**Tableau B3 :** Nombre de technologies avec des exigences du bâtiment relatives au montage

| | Aucun montage requis | Montage de base requis | Montage requis |
|---|---|---|---|
| **Montage** | 129 | 13 | 14 |

## B.2 Électricité

Les technologies ont été classées en fonction de leurs besoins en énergie, notamment les connecteurs NEMA 5 (National Electrical Manufacturers Association) calibrés pour un maximum de 125 V, les connecteurs NEMA 14 calibrés pour un maximum de 250 V, l'alimentation par Ethernet (PoE), les dispositifs câblés (qui se branchent sur un système existant avec une consommation électrique minimale) et les dispositifs fonctionnant avec des piles (qui peuvent ou non être rechargées). Les connecteurs NEMA sont un type de fiche ou de connecteur électrique fabriqués avec des intensités nominales précises. Un connecteur NEMA 5 prend en charge les dispositifs électriques courants, tandis qu'un connecteur NEMA 14 est destiné aux appareils plus gros. Les suites de dispositifs avec des sources d'alimentation uniques, pour lesquels les informations sur les dispositifs individuels ne sont pas accessibles au public, ont été classées comme étant « mixtes ». Ces suites consistaient souvent en une combinaison de NEMA 5 et de piles. La catégorie « inconnue » a été utilisée pour identifier les produits pour lesquels aucun prototype n'avait été développé, et la note « S. O. » a été utilisée lorsqu'aucune consommation électrique propre n'était associée à une technologie (p. ex., plateformes de partage de données). Les résultats de l'évaluation de l'énergie sont présentés dans le tableau B4.

**Tableau B4 :** Exigences du bâtiment relatives à l'alimentation

| | NEMA 5 | NEMA 14 | PoE | Câblé | Pile | Mixte | Inconnue | S.O. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre de produits** | 28 | 6 | 1 | 6 | 80 | 43 | 4 | 28 |

## B.3 Connectivité

Lors de l'évaluation des technologies basées sur la connectivité, les produits ont été classés selon qu'ils nécessitent une connexion Internet, qu'ils ne nécessitent pas de connexion Internet (c.-à-d. que les capteurs sont toujours en mesure de collecter des données et peuvent les transmettre par d'autres moyens) ou ne sont pas applicables (c.-à-d. qu'il existe des plateformes de partage de données ou d'autres services basés sur Internet). Les résultats de l'évaluation de la connectivité sont présentés dans le tableau B5. De plus, les produits ont été classés selon qu'ils disposaient d'une connexion réseau interne, qu'ils n'avaient pas de réseau interne ou qu'ils offraient d'autres options de connexion. Les types de réseaux internes comprennent le Wi-Fi, le Bluetooth, les connexions filaires, les connexions cellulaires et le Bluetooth à faible consommation d'énergie (BLE). Ils sont résumés dans le tableau B6.

**Tableau B5 :** Exigences du bâtiment relatives à la connectivité Internet

| | Nécessite Internet | Ne nécessite pas Internet | S.O. |
|---|---|---|---|
| **Nombre de produits** | 54 | 41 | 56 |

**Tableau B6 :** Exigences du bâtiment relatives au réseau interne

| | Wi-Fi | Bluetooth | Filaire | Cellulaire | BLE | Autre | Aucun |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nombre de produits** | 39 | 38 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 |

# Recherche du Groupe CSA

Dans le but de favoriser l'adoption de solutions normatives fondées sur le consensus afin d'accroître la sécurité et de favoriser l'innovation, le Groupe CSA soutient et effectue des recherches dans des domaines qui visent les industries nouvelles ou émergentes ainsi que sur des sujets et des questions qui touchent une vaste gamme de parties prenantes actuelles et potentielles. Les résultats de nos programmes de recherche étaieront l'élaboration de solutions normatives futures, ils offriront aux industries des directives provisoires sur la conception et l'adoption de nouvelles technologies et ils contribueront à démontrer notre engagement continu envers l'édification d'un monde meilleur, plus sécuritaire et plus durable.

GROUPE CSA[MC]

© 2025 Association canadienne de normalisation. Tous droits réservés.