

RECHERCHE SUR LES NORMES

Nouvelles technologies pour les dispositifs libre-service et leurs répercussions sur l'utilisabilité pour les personnes en situation de handicap

septembre 2023

Auteurs

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

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

Larissa Ugaya Mazza, **B. A., M. Sc,** Université de Waterloo

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

Comité consultatif du projet

Dimo Jovanov, RBC

Hilton Schwartz, représentant de Canadian Advocacy

John Apgar, Diebold Nixdorf

Laura Miller, Vispero

Leslie Yee, membre du conseil d'administration du Conseil canadien des aveugles

Monica Ackermann, Banque Scotia

Rylan Vroom, Scotia Digital

Steven Winters, Transports Canada

Dragica Jeremic Nikolic, Groupe CSA

Stephanie Singh, Groupe CSA (chargée de projet)

Soutien financier

Ce travail a été subventionné en partie par les Normes d'accessibilité Canada.

Accessibility Standards Canada | Normes d'accessibilité Canada

Clause de non-responsabilité

Cette étude a été réalisée par l'Université de Waterloo et demeure la propriété de l'Association canadienne de normalisation. Elle vise à fournir des renseignements généraux sur le sujet traité. Les opinions exprimées dans cette publication représentent celles des auteurs et des personnes interrogées. L'Université de Waterloo et l'Association canadienne de normalisation ne sauraient être tenues responsables des préjudices résultant de la confiance accordée au contenu de cette publication ou de son utilisation.

Table des matières

Sommaire 5

1 Introduction 6

1.1 Incidence des handicaps 6

1.2 Types de besoins technologiques et définitions 7

1.3 Objectifs 8

2 Méthodes 8

2.1 Évaluation de la technologie 8

2.1.1 Utilisabilité 9

2.1.2 Confidentialité et sécurité 9

2.1.3 Potentiel d'intégration 10

2.1.4 Niveau de maturité technologique 10

2.1.5 Disponibilité de normes pertinentes 10

2.2 Consultations auprès des parties prenantes 11

3 Résultats et discussion 11

3.1 Sécurité et confidentialité 11

3.2 Technologies pour les dispositifs libre-service accessibles 12

3.2.1 Technologies d'entrée pour les dispositifs libre-service accessibles 12

3.2.2 Technologies de sortie pour les dispositifs libre-service accessibles 24

3.3 Consultation avec les parties prenantes 27

3.3.1 Caractéristiques des participants 27

3.3.2 Thèmes principaux 28

3.3.3 Solutions proposées par les participants à l'entrevue 32

3.4 Recommandations aux fins d'inclusion des technologies 34

3.4.1 Technologies recommandées aux fins de considération pour inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 34

3.5 Recommandations à des fins de recherche future 39

3.5.1 Essais d'utilisabilité des technologies accessibles 39

3.5.2 Formation sur l'utilisation des technologies accessibles 39

3.5.3 Comparaison internationale des technologies accessibles et politiques connexes 39

3.5.4 Orientation vers les dispositifs libre-service 39

4 Conclusions 40

Références 41

Annexe A : Questions d'entrevue 52

A.1 Personnes ayant vécu en situation de handicap et porte-parole 52

A.2 Industrie et réglementation 53

Sommaire

Les dispositifs interactifs libre-service, ou bornes interactives, font référence aux dispositifs qui nécessitent l'intervention de l'utilisateur pour fournir un résultat physique ou électronique afin d'accéder à des renseignements ou à des services sans interagir avec le personnel de l'entreprise. Le commerce de détail, les services bancaires, le tourisme et les soins de santé figurent parmi les établissements qui exploitent déjà des dispositifs libre-service. Alors que leurs avantages pratiques sont sans équivoque pour les fournisseurs de services et les utilisateurs, le besoin d'une accessibilité accrue augmente en même temps que les efforts nationaux et internationaux déployés pour construire des sociétés inclusives.

La norme CSA/ASC B651.2*, Conception accessible des dispositifs interactifs libre-service,* décrit les exigences relatives à l'accessibilité et à l'utilisation des dispositifs libre-service interactifs électroniques et mécaniques par des personnes ayant une déficience visuelle, auditive, physique, cognitive ou intellectuelle. L'accessibilité fait référence à la manière avec laquelle les produits, les systèmes, les services, les environnements et les installations peuvent être utilisés par les individus d'une population ayant le plus grand éventail de besoins particuliers, d'attributs et d'aptitudes visant l'atteinte d'objectifs précis dans un contexte d'utilisation déterminé.

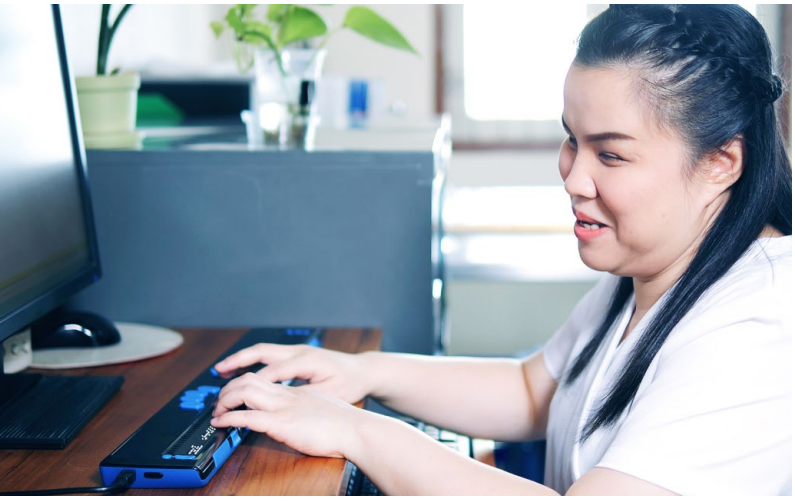
L'objectif principal de ce projet de recherche est de passer en revue les technologies d'entrée et de sortie nouvelles et existantes qui pourraient être intégrées aux dispositifs interactifs libre-service déjà en place afin d'améliorer leur accessibilité et leur utilisabilité. Chaque technologie a été évaluée afin de déterminer son but, sa mise en œuvre et sa présence sur le marché, son applicabilité directe ou indirecte, les normes applicables et les preuves de son utilisabilité par les personnes en situation de handicap.

L'utilisabilité d'une technologie a été déterminée en fonction de la qualité de l'expérience des gens lorsqu'ils interagissent avec elle, ou avec un produit ou un système dans lequel elle est intégrée. Son applicabilité à la norme CSA/ASC B651.2 était fondée sur l'omniprésence de la technologie pour des utilisations personnelles et commerciales, ainsi que sur la qualité de la documentation disponible sur son utilisabilité.

L'étude des objectifs a été effectuée au moyen de deux approches de recherche successives :

1. Une recherche documentaire et une évaluation des technologies d'entrée utilisateur existantes et émergentes potentiellement applicables aux dispositifs interactifs libre-service.
2. Des consultations auprès des parties prenantes ayant vécu ou vivant une situation de handicap ainsi que des experts de l'industrie et de la réglementation afin de valider et d'explorer l'applicabilité des conclusions de la recherche.

Sur la vingtaine de technologies évaluées, 14 sont recommandées pour une évaluation plus approfondie en vue de la mise à jour de la norme : la détection du visage, la reconnaissance faciale, les avatars de langue des signes, la reconnaissance gestuelle, l'intégration des dispositifs personnels, la saisie semi-automatique et la prédiction des mots, les lecteurs d'écran, les écrans antireflets, la capacité de synthèse texte-parole, la reconnaissance des empreintes digitales, la reconnaissance de l'iris, la commande vocale et la dictée, l'agrandissement du texte et l'afficheur dynamique en braille. Ces technologies ont été réexaminées afin de prendre en considération leurs lignes directrices. Toutefois, les recommandations présentées dans ce rapport ne s'appliquent pas de manière universelle aux dispositifs libre-service, car certaines technologies recommandées aux fins d'inclusion peuvent avoir une portée, une utilité et une incidence juridique divergentes selon le contexte dans lequel elles sont utilisées. Enfin, des recommandations de futures recherches sont fournies.



« Ce sont des objets ou des systèmes spécialement conçus pour adapter ou modifier les technologies existantes afin d'accroitre ou de maintenir l'accessibilité des dispositifs pour les personnes en situation de handicap. »

1 Introduction

1.1 Incidence des handicaps

La *Loi canadienne sur l'accessibilité*, adoptée en 2019 dans le but de rendre le Canada sans obstacles d'ici 2040, définit un obstacle comme « tout élément – notamment celui qui est de nature physique ou architecturale, qui est relatif à l'information, aux communications, aux comportements ou à la technologie ou qui est le résultat d'une politique ou d'une pratique – qui nuit à la participation pleine et égale dans la société » des personnes en situation de handicap [1]. Un handicap est défini comme une limitation fonctionnelle ou une restriction de la capacité d'un individu à effectuer une activité [2]. Selon l'Enquête canadienne sur l'incapacité de 2017, 6,2 millions de Canadiens âgés de 15 ans et plus, ou environ 22 % de la population canadienne, ont déclaré avoir un handicap [3]. Parmi les personnes interrogées, 23 % ont indiqué avoir des handicaps récurrentes, 25 % ont des handicaps fluctuantes et 13 % ont des handicaps progressives [3]. On s'attend à ce que ces proportions augmentent à mesure que la population canadienne vieillit [2].

Près de 45 % des personnes interrogées ont indiqué rencontrer des difficultés avec l'utilisation des technologies de l'information et des communications [3]. Parmi ces personnes, 27 % ont été freinées par des technologies libre-service [3]. Pour faciliter leur utilisation, 48,1 % des jeunes âgés de 15 à 24 ans ont indiqué se servir d'au moins un type d'aide, d'un dispositif d'assistance ou d'un accommodement [5].

Une technologie d'assistance décrit tout produit, logiciel ou équipement acheté sur le marché, modifié ou personnalisé pour maintenir ou renforcer les capacités fonctionnelles des personnes en situation de handicap [4], [6]. Ces dispositifs ne sont pas conçus exclusivement pour les personnes en situation de handicap et sont couramment utilisés comme aides fonctionnelles à l'audition, à la vision, à la mobilité, à la marche, à la mémoire, à la dextérité et à l'apprentissage. Les technologies d'assistance comprennent les lunettes de lecture, le sous-titrage et les dispositifs munis d'interrupteurs [4].

Les technologies d'adaptation forment un sous-ensemble des technologies d'assistance. Ce sont des objets ou des systèmes spécialement conçus pour adapter ou modifier les technologies existantes afin d'accroitre ou de maintenir l'accessibilité des dispositifs pour les personnes en situation de handicap [4], [6]. Elles englobent entre autres les lecteurs d'écran, le braille, les embosseuses en braille et les dispositifs tactiles ou haptiques. Celles les plus fréquemment utilisées sont les logiciels, les ordinateurs portables et les tablettes spécialisés (43,6 %) [2]. Tandis que près de la moitié (41,7 %) des personnes malentendantes utilisent au moins un type de technologie d'assistance, environ une personne sur dix (10,8 %) ayant une déficience visuelle a signalé en utiliser [5].

Selon l'Enquête canadienne sur l'incapacité, 14 % des individus ayant une déficience visuelle ont mentionné avoir des besoins non comblés en matière d'aides ou de dispositifs d'assistance, alors que 29,6 % des

individus ayant une déficience auditive et 54,4 % des personnes ayant des déficiences de l'apprentissage ou des déficiences sur le plan du développement ont signalé une insatisfaction quant à leurs besoins en technologie d'assistance [5].

1.2 Types de besoins technologiques et définitions

Un dispositif interactif libre-service, ou borne interactive, est un dispositif électronique ou mécanique qui nécessite l'intervention de l'utilisateur pour fournir une sortie physique ou électronique [7]. Ces dispositifs, généralement des tablettes interactives ou des ordinateurs à écran tactile, permettent à une personne d'accéder à des renseignements ou à des services sans interagir directement avec le personnel de l'établissement. Les dispositifs libre-service utilisés dans le commerce de détail, les services bancaires, le tourisme et les soins de santé comprennent (sans s'y limiter) les tablettes d'enregistrement dans les cabinets de médecin, les bornes d'enregistrement dans les aéroports, les bornes de commande en libre-service dans les restaurants et les systèmes de point de vente dans les magasins de détail [8]. Pour les détaillants et les fournisseurs de services, les avantages de l'utilisation de dispositifs libre-service incluent la réduction des coûts, une meilleure satisfaction de la clientèle et l'augmentation de la portée commerciale [8]–[10]. D'autre part, l'accessibilité des dispositifs libre-service doit prendre en considération la facilité d'utilisation par les personnes en situation de handicap et la sécurité de ces technologies.

La série ISO 9241 décrit les exigences en matière d'ergonomie pour les interactions homme-système, et fournit des conseils sur l'accessibilité et l'utilisabilité des systèmes interactifs [11]. La norme ISO 9241-112 [12] définit l'accessibilité comme étant « le degré selon lequel des produits, des systèmes, des services, des environnements et des installations peuvent être utilisés par des personnes appartenant à une population ayant le plus large éventail possible de besoins, de caractéristiques et de capacités des utilisateurs pour atteindre des buts définis dans les contextes d'utilisation identifiés », et le terme « contexte d'utilisation » comprend « l'utilisation directe ou l'utilisation assistée par des technologies d'assistance ». La norme ISO 9241-11 [13] définit l'utilisabilité comme étant le « degré selon lequel un système, un produit ou un service peut être utilisé, par des utilisateurs spécifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction dans un contexte d'utilisation spécifié ».

Une limitation majeure à l'accessibilité des dispositifs libre-service ne découle pas nécessairement de leurs caractéristiques techniques. Par exemple, les utilisateurs ayant une déficience visuelle peuvent ne pas être conscients de la présence de technologies d'adaptation dans un dispositif libre-service lorsqu'ils l'utilisent pour la première fois. De plus, les caractéristiques d'accessibilité disponibles peuvent ne pas répondre aux besoins particuliers de l'individu. Dans de tels cas, l'utilisateur peut avoir à demander de l'aide au personnel, ce qui mine l'objectif fondamental d'un dispositif libre-service, ou à demander de l'aide à un étranger, risquant ainsi de révéler ses renseignements personnels [14].

La norme CSA/ASC B651.2 [7] précise les exigences relatives aux dispositifs interactifs libre-service électroniques et électromécaniques accessibles et utilisables par les personnes ayant une déficience visuelle, auditive ou physique, et inclut les exigences relatives à la conception accessible pour les guichets automatiques bancaires (GAB). Elle est également mentionnée dans le *Règlement sur les transports accessibles aux personnes handicapées* [15].

La norme CSA/ASC B651.2 [7] définit un dispositif interactif libre-service comme un « dispositif où l'utilisateur pourrait avoir à saisir des données, à lire les informations, à répondre à des messages ou à sélectionner parmi un certain nombre de choix pour le service à effectuer. » De plus, elle définit l'accessibilité comme la façon selon laquelle « la conception ou l'adaptation, ou les deux, des dispositifs interactifs libre-service, des sites et des espaces extérieurs possèdent les caractéristiques nécessaires pour qu'ils soient aussi utilisables que possible ».

1.3 Objectifs

Le but de ce projet de recherche était d'examiner les nouvelles technologies, de les évaluer et de fournir des recommandations sur celles pertinentes à la mise à jour de la norme CSA/ASC B651.2, en plus d'améliorer l'accessibilité et la pertinence des dispositifs interactifs libre-service. Les principaux objectifs étaient d'étudier les nouvelles technologies d'entrée et de sortie, et d'évaluer la possibilité et la pertinence de les intégrer dans les dispositifs interactifs libre-service afin d'améliorer l'accessibilité et le bien-fondé de ces dispositifs pour les personnes en situation de handicap. Les autres objectifs de ce travail étaient les suivants :

- Démontrer la légitimité des technologies émergentes identifiées pour améliorer l'accessibilité des technologies d'entrée (qui incitent le dispositif à agir) ou des technologies de sortie (qui présentent des renseignements à l'utilisateur) pour les dispositifs libre-service; et
- Recueillir les commentaires des utilisateurs sur leur expérience avec les dispositifs libre-service afin de cerner leurs lacunes et d'émettre des recommandations dans le but de les améliorer.
- La recherche sur les technologies identifiées a tenu compte des obstacles rencontrés par les personnes en situation de handicap qui, aux fins de ce rapport, ont été regroupées selon les classes suivantes : déficience physique, déficience visuelle, déficience cognitive et déficience auditive.

2 Méthodes

Les méthodes de recherche qualitatives [16]–[18] ont été utilisées en deux phases :

1. L'analyse de documents tels que des revues scientifiques, des normes ou autres et l'analyse environnementale des technologies émergentes applicables.
2. L'analyse des données obtenues lors des entrevues avec des personnes ayant vécu en situation de handicap et détenant une expérience avec l'utilisation de technologies d'adaptation dans un contexte réel, des groupes ou des organisations de défense des droits, des experts de l'industrie et des organismes de réglementation.

2.1 Évaluation de la technologie

L'équipe de recherche a entrepris une analyse documentaire et une analyse de l'environnement pour déterminer et examiner les nouvelles technologies actuellement sur le marché. Les documents examinés comprenaient de la documentation révisée par des pairs et de la documentation parallèle publiée entre 2012 et 2023, et récupérée dans les bases de données Scopus, PubMed, EconLit et GreyNet International, et par l'intermédiaire des moteurs de recherche Google Scholar et Google Search. Les termes de recherche incluaient « kiosques », « libre-service », « handicap », « accessibilité » et « utilisabilité », les types de handicaps et les technologies découvertes par l'analyse documentaire et les entrevues préliminaires, de même que par le comité consultatif. Ce protocole de recherche aux multiples facettes était requis en raison du nombre de technologies couvertes par les objectifs de recherche et le niveau de maturité technologique différent de chacune d'elles [19], [20].

Une liste de 22 technologies existantes (se référer à la section 3.4 *Recommandations aux fins d'inclusion de la technologie* pour le résumé de chacune d'elle) a été dressée à partir d'une recherche documentaire sur les données probantes disponibles [3], [21], [22]. Chaque technologie a été évaluée afin de déterminer son but, son état de préparation à l'utilisation et à la mise en œuvre, son applicabilité directe ou indirecte, les normes applicables et les preuves de son utilisabilité par les personnes en situation de handicap.

Chacune de ces technologies a été examinée en fonction de son applicabilité à la norme CSA/ASC B651.2 selon les critères suivants : l'utilisabilité, la confidentialité et la sécurité, la possibilité d'intégration dans les dispositifs libre-service ou l'utilité et le niveau de maturité technologique (NMT). Ces critères sont détaillés dans les sections 2.1.1 à 2.1.4.

Les résultats sont présentés en détail à la section 3 *Résultats et discussion* et résumés dans les tableaux 1 et 2. L'évaluation fondée sur ces critères décrit l'application étendue de ces technologies dans les dispositifs libre-service. Cependant, les recommandations fondées sur ces critères ne s'appliquent pas à eux de manière universelle et le



« On entend par confidentialité des données « les droits et obligations des individus et des organisations à l'égard de la collecte, l'utilisation, la conservation, la divulgation et l'élimination de renseignements personnels » »

contexte d'utilisation doit être pris en compte, c'est-à-dire que certaines technologies (p. ex. la reconnaissance faciale) peuvent être limitées par des considérations juridiques ou pratiques dans un contexte, mais avantageuses et largement acceptables dans d'autres.

2.1.1 Utilisabilité

L'utilisabilité fait référence à la mesure avec laquelle les utilisateurs visés peuvent utiliser un système, un produit ou un service pour atteindre des objectifs précis de manière efficace et satisfaisante dans un contexte d'utilisation donné [13]. L'utilisabilité d'une technologie a été déterminée en fonction de la qualité de l'expérience qu'ont les personnes avec ou sans handicap lorsqu'elles interagissent avec la technologie, ou un produit ou un système dans lequel cette dernière est intégrée. L'applicabilité à la norme CSA/ASC B651.2 était fondée sur l'omniprésence de la technologie pour des utilisations personnelles et commerciales, ainsi que sur la qualité de la documentation disponible sur son utilisabilité.

Les données empiriques publiées sur l'utilisabilité ont été jugées adéquates lorsque les technologies avaient été mises à l'essai par des personnes avec ou sans handicap. La documentation publiée sur les essais d'utilisabilité des technologies par des personnes sans handicap a été considérée comme étant « partielle », ayant du potentiel, mais limitée. Les technologies, dont la documentation ne comportait pas d'essai empirique pour évaluer l'utilisabilité, étaient jugées inadéquates.

Les commentaires des personnes ayant vécu en situation de handicap et détenant de l'expérience avec l'utilisation de ces technologies dans des contextes réels ont également été considérés dans les recommandations. Les descriptions de la technologie comme étant fonctionnelle et facile d'accès par les individus interrogés ont été considérées comme plus utiles que leurs commentaires sur la difficulté ou l'inutilité de la fonction.

2.1.2 Confidentialité et sécurité

On entend par confidentialité des données « les droits et obligations des individus et des organisations à l'égard de la collecte, l'utilisation, la conservation, la divulgation et l'élimination de renseignements personnels » [23]. On entend par sécurité la protection des données contre la destruction, la modification ou la divulgation intentionnelle ou non intentionnelle [24]. Par exemple, les fonctions de dictée peuvent poser un problème de confidentialité si des gens à proximité entendent quelqu'un dicter ses renseignements personnels; en revanche, elles ne constituent pas un problème de sécurité, à moins que les données vocales soient stockées pour servir de moyen d'identification et qu'elles puissent être volées.

Au Canada, la *Loi sur la protection des renseignements personnels et les documents électroniques* (LPRPDE) gouverne les questions de confidentialité et de sécurité concernant la protection des renseignements personnels. Cette loi fédérale régit la collecte de

données permettant d'identifier les personnes et le stockage de renseignements pour assurer la sécurité et la confidentialité des individus dont les données ont été recueillies [25]. La section 3.1 contient de plus amples renseignements sur la LPRPDE et ses répercussions sur les technologies.

2.1.3 Potentiel d'intégration

Le potentiel d'intégration, ou l'utilité, d'une technologie fait référence à la capacité avec laquelle elle peut être intégrée aux dispositifs libre-service. Deux formes d'intégration ont été envisagées : l'intégration directe de la technologie au dispositif libre-service; et la connexion, puis la synchronisation, d'un dispositif libre-service avec un dispositif personnel de l'utilisateur équipé de la technologie permettant d'interagir entièrement ou partiellement avec le système. L'intégration de dispositifs personnels n'a été envisagée que pour les technologies apportées par l'utilisateur, comme les écouteurs ou les preneurs de notes en braille.

2.1.4 Niveau de maturité technologique

Le niveau de maturité technologique (NMT), décrit sur une échelle de neuf points, fait référence au degré de développement et de préparation de la mise en marché [26]. Il existe quatre grandes étapes de développement technologique selon le NMT : recherche fondamentale, recherche et développement, pilote et démonstration, et adoption et disponibilité commerciale [26]. Chaque note du NMT est associée à une liste de vérifications des activités qui doivent être réalisées avant qu'une technologie soit considérée à un niveau particulier [26]. Pour être analysée dans cette évaluation de faisabilité, une technologie doit être offerte sur le marché ou avoir un NMT de 9, ce qui signifie qu'elle est à l'étape d'adoption précoce, qu'elle a été déployée avec succès et mise à l'épreuve dans une variété de contextes d'utilisation, et que des essais de fonctionnement ont été effectués sur le prototype et des rapports ont été remplis à la suite des essais. Les NMT ont été attribués selon l'état de préparation et le niveau d'adoption d'une technologie, tels que rapportés dans les articles économiques, les communiqués de presse ou d'autres communications liées aux produits.

2.1.5 Disponibilité de normes pertinentes

Des normes pertinentes qui fournissent des conseils sur la conception ou le rendement de chaque technologie ont été définies. Elles ne décrivent pas nécessairement les exigences liées à l'utilisation de la technologie dans les dispositifs interactifs libre-service, mais bon nombre de celles examinées sont couramment utilisées dans d'autres contextes.

La plupart des normes pertinentes ont été élaborées par des comités techniques et sous-comités de l'Organisation internationale de normalisation/Commission électrotechnique internationale (ISO/CEI). La portée du comité technique de la norme ISO/IEC JTC 1 est la normalisation dans le domaine des technologies de l'information [27]. Le sous-comité ISO/IEC JTC 1/SC 35 contrôle spécifiquement les normes relatives à la façon dont les interfaces utilisateur, dans les environnements de technologies de l'information et de la communication, soutiennent tous les utilisateurs, incluant ceux ayant des besoins d'accessibilité différents [28]. Le sous-comité ISO/TC 159/SC 4 gère les conseils ergonomiques pour les interactions homme-système et est responsable de la normalisation de l'ergonomie du matériel (p. ex. les dispositifs d'entrée et de sortie, les écrans et les dispositifs interactifs), de l'ergonomie du logiciel (p. ex. interaction et conception d'interface), de l'ergonomie dans le contexte d'utilisation (p. ex. pertinence des tâches et environnement bâti) et des méthodes et processus de conception axés sur l'humain (p. ex. conception participative, accessibilité et ingénierie de l'utilisabilité) [29]. Le sous-comité ISO/TC 173/SC 7 gouverne les normes relatives aux produits d'assistance conçus pour aider les personnes ayant des fonctions sensorielles affaiblies dans leurs activités quotidiennes et dans leurs interactions sociales [30]. La norme ISO/IEC JTC 1/SC 37 couvre la normalisation des technologies biométriques génériques impliquant des êtres humains pour soutenir l'interopérabilité et l'échange de données sécurisé [31].

2.2 Consultations auprès des parties prenantes

Les résultats de l'analyse documentaire et de l'analyse environnementale ont permis de cibler les principaux domaines d'accessibilité technologique pour une enquête plus approfondie afin de mieux préparer les entrevues semi-structurées. Ces dernières ont été menées selon des méthodes qualitatives établies [16]-[18], [22], [32], en consultation avec le comité consultatif du projet, lequel était constitué de personnes ayant vécu en situation de handicap, de membres de l'industrie et de porte-paroles de personnes en situation de handicap. Une entrevue semi-structurée permet de modifier les questions pendant l'entrevue en fonction des antécédents et de l'expertise des personnes interrogées [33]. Les personnes interrogées comprenaient des experts de trois domaines :

- Les utilisateurs ayant vécu en situation de handicap.
- Les porte-paroles de personnes situation de handicap
- Les fabricants et les organismes de réglementation des dispositifs libre-service et des technologies accessibles.

Le comité consultatif du projet a suggéré des personnes et des groupes pertinents qui pourraient vouloir prendre part aux entrevues. Les participants potentiels ont reçu une lettre de consentement éclairé décrivant l'objectif de l'entrevue et les résultats prévus de ce rapport, puis ont été invités à confirmer leur participation. Les entrevues, qui ont été menées par Microsoft Teams ou Zoom selon les préférences de chaque participant, ont été enregistrées puis transcrites. Par la suite, le contenu des transcriptions a été analysé par trois chercheurs à l'aide de l'analyse du contenu [16], [34]-[36] dans le but de comprendre les points de vue des participants et les inquiétudes liées à l'utilisation de certaines technologies, y compris les complexités qui ne sont pas mentionnées dans la documentation.

Les principaux thèmes abordés dans les entrevues font l'objet d'une discussion sous forme de recommandations, décrites à la section 3.3 du présent rapport, aux fins d'examen complémentaire par le comité responsable du maintien à jour de la norme CSA/ASC B651.2. Le guide d'entrevue a été légèrement modifié pour les experts de l'industrie. Pour obtenir la liste complète des questions d'entrevue, se référer à l'annexe A.

Les questions d'entrevue ont été conçues pour étudier ce qui suit :

- Les expériences des participants avec les technologies accessibles, le cas échéant.
- La compréhension par les utilisateurs d'un système accessible idéal pour les dispositifs libre-service.
- Les préoccupations concernant les dispositifs libre-service.
- L'état actuel des efforts de l'industrie pour rendre les technologies libre-service plus accessibles, y compris la formation et l'utilisabilité.

Quoique les besoins des participants aient été pris en compte dans la mesure du possible, les ressources limitées du projet ne permettaient pas la prestation de services d'interprétation en langue des signes. Par conséquent, nous reconnaissons une limite à notre capacité à représenter les points de vue des personnes ayant une déficience auditive et des utilisateurs de la langue des signes.

3 Résultats et discussion

3.1 Sécurité et confidentialité

La LPRPDE établit des règles pour l'utilisation et la collecte de données biométriques, y compris la reconnaissance faciale, de la paume, des empreintes digitales et de l'iris [25]. La LPRPDE est la loi fédérale sur la protection des renseignements personnels qui régit la collecte, l'utilisation et la divulgation des renseignements personnels par le secteur privé dans tous les milieux commerciaux au Canada, y compris les organisations sous réglementation fédérale (p. ex. banques, transport aérien, télécommunications) [25]. L'Alberta, la Colombie-Britannique et le Québec en sont exemptés, car ces provinces ont adopté des lois semblables régies au niveau provincial [25].

Dans le cadre des technologies pour les dispositifs libre-service dont il est question dans ce rapport, les données biométriques peuvent être utilisées pour identifier ou authentifier un individu, notamment pour confirmer son admissibilité aux services, surveiller ou enregistrer certaines expériences individuelles ou authentifier son identité personnelle [37]. De plus, comme les données biométriques sont uniques à chaque personne, les organisations qui recueillent ces données doivent respecter les principes relatifs à l'équité dans le traitement de l'information tels que définis dans la LPRPDE afin d'assurer la protection des renseignements personnels de chaque utilisateur [25].

3.2 Technologies pour les dispositifs libre-service accessibles

Cette section décrit l'objectif de chaque technologie et les obstacles qu'elle pourrait aider à surmonter. Il est à noter que dans certains cas, elle n'a pas été explicitement conçue comme une technologie d'assistance, mais d'une technologie dont les personnes en situation de handicap pourraient tout de même profiter si elle était intégrée dans un dispositif libre-service. Les technologies pour les dispositifs libre-service accessibles ont été regroupées en technologies d'entrée et de sortie selon qu'elles amènent le dispositif à effectuer une certaine action (entrée) ou à présenter des renseignements à l'utilisateur (sortie).

3.2.1 Technologies d'entrée pour les dispositifs libre-service accessibles

Dans cette section, 15 technologies d'entrée sont décrites en termes d'utilisabilité, de confidentialité et de sécurité, d'intégration (ou d'utilité), des obstacles qu'elles pourraient aider à surmonter et de pertinence selon la norme CSA/ASC B651.2. Toutes, sauf une, sont offertes sur le marché.

3.2.1.1 Détection du visage

La détection du visage permet aux appareils de numériser des images et des vidéos, et de déterminer la présence de visages humains au moyen de l'intelligence artificielle [38]. Cette technologie implique généralement un algorithme qui, lorsqu'il est jumelé à une caméra, peut lire des images et distinguer les visages humains des images en arrière-plan. Elle est souvent le précurseur de la reconnaissance faciale et de la reconnaissance des gestes faciaux [38]. Pour reconnaitre un visage, l'algorithme localise d'abord les yeux, les lèvres, les oreilles et le nez humains et les cartographie afin de créer une image du visage [38]. Une fois cette étape terminée, l'algorithme effectue plus d'essais pour s'assurer que ce qu'il a détecté est bien un visage humain [38].

Des algorithmes de reconnaissance faciale ont été mis à niveau au cours des dernières années pour tenir compte de l'utilisation accrue des masques pendant la pandémie de COVID-19 [39].

Plusieurs solutions disponibles sur le marché pourraient convenir aux dispositifs interactifs libre-service.

Cette technologie accessible pourrait jouer un rôle important dans l'automatisation des dispositifs libre-service. Lors de la détection et de l'identification d'un utilisateur, elle peut déclencher des interactions planifiées, comme des salutations et des offres d'aide appropriées. Elle peut également être utilisée pour déterminer la présence d'autres individus, ce qui pourrait avoir un impact sur la confidentialité des utilisateurs. Contrairement à la confidentialité, la sécurité des données de l'utilisateur de la détection du visage n'est pas compromise, car les données biométriques ne sont pas stockées dans le dispositif libre-service après qu'un visage a été détecté et identifié.

Il n'existe aucune norme en matière de technologies de détection du visage. Néanmoins, elle doit être envisagée aux fins d'intégration dans les dispositifs interactifs libre-service, car il s'agit d'une technologie préliminaire à d'autres algorithmes d'analyse faciale, y compris la reconnaissance faciale [40]. Bien que cette dernière autorise certaines fonctions du système selon l'identité d'une personne, la détection du visage peut déterminer si un visage humain se trouve dans une image et activer les fonctions générales du système.

La technologie de détection du visage peut être utile pour les personnes ayant une déficience visuelle, cognitive ou d'autres handicaps, car le système peut commencer à fonctionner et fournir automatiquement

des conseils dès qu'un visage est détecté, sans nécessiter d'intervention physique. Cependant, l'inclusion de la détection du visage nécessite également de tenir compte des technologies de sortie qui peuvent soutenir les personnes ayant des besoins d'accessibilité physique, cognitive et visuelle pour recevoir l'information qu'un dispositif libre-service présente. Des difficultés peuvent survenir lorsqu'il y a trop de visages dans l'image, un faible éclairage, une faible résolution d'image, un arrière-plan complexe, une occlusion du visage (p. ex. lunettes, foulards, cheveux), des expressions faciales et des différences anthropométriques [40].

3.2.1.2 Reconnaissance faciale

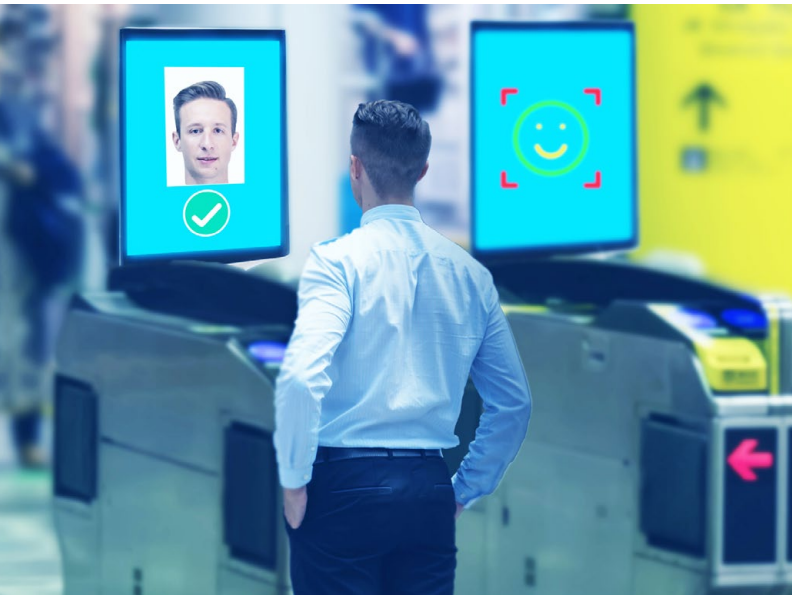
Les technologies de reconnaissance faciale font correspondre l'image du visage d'un utilisateur à une image de référence aux fins d'authentification. Ce processus consiste à utiliser des capteurs pour reconnaitre un visage humain, analyser sa géométrie et ses caractéristiques clés et comparer sa signature unique à une base de données de visages connus [41].

Des solutions de reconnaissance faciale commerciales et opérationnelles pertinentes aux dispositifs interactifs libre-service sont offertes sur le marché [42-43]. Les progrès récents ont permis d'utiliser cette technologie pour reconnaitre les individus qui portent des lunettes [44] ou des masques [39]. Cependant, elle présente un défi à la fois pour la confidentialité et la sécurité : le visage d'une personne doit d'abord être détecté par le dispositif libre-service et les données biométriques sont ensuite analysées puis comparées avec celles d'une base de données d'images stockées à des fins d'identification. Selon la LPRPDE, les utilisateurs doivent être conscients de la collecte, de l'utilisation et de la divulgation de renseignements personnels, et que toute collecte, utilisation ou divulgation de renseignements personnels ne doit être effectuée qu'à des fins raisonnables et appropriées selon les circonstances. L'obligation de démontrer un objectif raisonnable de collecte peut être remise en question dans divers contextes, tels que les milieux commerciaux et de vente au détail. Il faut être particulièrement prudent lorsque des mineurs utilisent les dispositifs; puisque la LPRPDE ne distingue pas les adultes des mineurs, la photographie et la collecte de données de ces derniers doivent être traitées avec prudence et peuvent nécessiter des mesures de sécurité et de protection supplémentaires [25].

Trois normes pertinentes pour la technologie de reconnaissance faciale ont été trouvées. La norme CSA ISO/IEC 19794-5 [45] précise le format des données et de la scène, et les caractéristiques de photographie et de numérisation requises pour les images qui seront utilisées dans le contexte de la vérification de visages humains et de la reconnaissance automatisée par ordinateur. Elle présente également les spécifications relatives au stockage, à l'enregistrement et à la transmission des images faciales et des données. L'utilisation de technologies conformes à la norme CSA ISO/IEC 19795-5 [46] faciliterait l'évolutivité et l'interopérabilité entre différents dispositifs et technologies libre-service interactifs. Toutefois, elle indique que ces directives ne sont pas adaptées aux utilisateurs handicapés, et qu'il n'y a pas de dispositions pour les iris qui ne sont pas visibles ou les visages qui sont mal positionnés devant la caméra. Elle précise que les applications spécialisées garantiront des processus d'essai spécialisés.

La norme IEEE P2884 [47] définit les exigences et les méthodes d'essai d'un système de reconnaissance faciale pour les dispositifs des utilisateurs finaux. Les paramètres clés de cette norme comprennent les taux de fausse acceptation, les taux de faux rejet, la fausse acceptation de présentation d'attaque et le taux de faux rejet de présentation authentique.

Cette norme et la norme CSA ISO/IEC 30137-1 [48] établissent un précédent pour les dispositifs de reconnaissance faciale, y compris les appareils photo et les logiciels, afin de produire des images de haute qualité, cohérentes et précises, réduisant ainsi le nombre d'erreurs système et améliorant l'utilisabilité des dispositifs. L'amélioration des fonctions du système et des capacités des technologies de reconnaissance faciale permettra à un individu ayant des différences anthropométriques ou un handicap de diriger ses yeux vers le dispositif libre-service, d'être reconnu par celui-ci et d'être autorisé à effectuer des tâches [48]. La réduction du nombre d'erreurs système permet



« L'adoption de ce type de technologie devra tenir compte des limitations légales de leur intégration et de l'hésitation à leur adoption généralisée, en particulier en ce qui concerne les données personnelles des mineurs. »

aux personnes avec ou sans handicap d'utiliser les dispositifs libre-service de façon indépendante, sans l'aide du personnel de l'établissement.

La reconnaissance faciale exige que le dispositif libre-service obtienne et stocke des données biométriques, puis y accède à partir du dispositif. Les organisations qui utilisent ces dispositifs doivent respecter les principes relatifs à l'équité dans le traitement de l'information de la LPRPDE [25] et demander le consentement des personnes dont les données sont recueillies. Selon la sophistication de cette technologie, elle peut être plus utile dans certains dispositifs libre-service, par exemple un GAB ou une borne interactive pour soins de santé, plutôt que dans une borne interactive de point de vente ou de commande de nourriture.

L'adoption de ce type de technologie devra tenir compte des limitations légales de leur intégration et de l'hésitation à leur adoption généralisée, en particulier en ce qui concerne les données personnelles des mineurs. Cependant, elle offre aux personnes, y compris celles ayant une déficience physique, une déficience visuelle ou une déficience cognitive, une autre méthode d'entrée lorsqu'elles accèdent à des services et effectuent des tâches qui nécessitent un niveau élevé d'authentification personnelle. Par conséquent, l'intégration de la technologie de reconnaissance faciale aux dispositifs interactifs libre-service et son inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 sont recommandées.

3.2.1.3 Reconnaissance des gestes faciaux

La reconnaissance des gestes faciaux peut être appliquée aux dispositifs libre-service afin d'offrir aux utilisateurs une option d'entrée qui ne requiert pas l'utilisation des bras ou des mains : les systèmes lisent les gestes faciaux des utilisateurs et les convertissent en actions. Par exemple, une personne peut utiliser sa langue ou sa tête pour pointer un objet sur un écran et l'interface lira ce mouvement et répondra en conséquence [49]. Des commandes spécifiques peuvent être associées à des gestes comme des hochements de tête, des sourires et des clins d'œil [50]. Certains aspects de cette technologie ont initialement été développés dans le but de soutenir les personnes à mobilité réduite ou ayant des troubles d'équilibre et de posture [51]. Elle peut aussi améliorer l'accessibilité pour les personnes ayant une déficience physique ou intellectuelle [52], [53].

La note du NMT pour la reconnaissance des gestes faciaux est de 6 (NMT 6), car des prototypes ont été démontrés et mis à l'essai dans un milieu simulé [26]. Cependant, ils sont généralement mis à l'essai pour en vérifier l'utilisabilité dans des conditions limitées, par exemple des groupes de recherche et des fabricants. Aucune préoccupation en matière de confidentialité ou de sécurité associée à cette technologie n'a été décelée.

Bien qu'il n'existe aucune norme spécifique à la reconnaissance des gestes faciaux, les normes

relatives aux technologies gestuelles pour le contrôle des interfaces pourraient servir de base à leur développement. Par exemple, la norme ISO 9241-960 [54] fournit des conseils sur la détermination et la sélection des gestes corporels et les facteurs à prendre en considération lors de la définition de ces gestes, mais pas spécifiquement des gestes faciaux. La norme ISO/TS 9241-430 [55] présente la sélection des gestes des bras et des mains les plus efficaces pour les interactions homme-système, en favorisant leur utilisabilité et leur ergonomie afin de prévenir la fatigue et l'inconfort pendant le mouvement. Les deux normes pourraient servir de lignes directrices lors de l'évaluation des technologies de reconnaissance de gestes faciaux afin de faciliter l'accessibilité et l'utilisabilité des dispositifs libre-service par des personnes ayant différents niveaux de mobilité.

La norme ISO 9241-910 [56] définit les termes courants et détaille divers concepts pertinents lors de la conception des dispositifs avec interactions tactiles et haptiques. Quant à la norme ISO 9241-940 [57], elle décrit les façons d'évaluer l'interaction tactile et haptique en fonction de la qualité de l'interaction, des attributs du dispositif haptique, de l'espace logique et de l'utilisabilité de la conception. Ces normes pourraient inclure les personnes utilisant un fauteuil roulant ou des aides à la mobilité lors de l'évaluation des interactions tactiles et haptiques afin de déterminer comment elles peuvent bénéficier de différentes configurations physiques autour des dispositifs libre-service.

Aucun dispositif de reconnaissance des gestes faciaux n'est actuellement offert sur le marché ou fonctionnel. Par conséquent, l'intégration de la technologie de la reconnaissance de gestes faciaux aux dispositifs interactifs libre-service et son inclusion à la norme CSA/ASC B651.2 ne sont pas recommandées. Toutefois, comme la reconnaissance des gestes faciaux est une technologie adaptative pour les personnes pour lesquelles la reconnaissance des gestes du corps entier n'est pas envisageable, par exemple les personnes ayant une déficience physique, cette technologie pourrait être réévaluée après un développement ultérieur.

3.2.1.4 Pointeurs montés sur la tête

Les pointeurs montés sur la tête sont un groupe de dispositifs qui permettent de manipuler des objets ou de déplacer des pointeurs de souris par des mouvements volontaires de la tête [58]. Les options comprennent un simple pointeur mécanique, qui agit comme un doigt, et un pointeur laser qui nécessite souvent un capteur intégré à l'écran. Des pointeurs montés sur la tête, déployés commercialement et sur le plan opérationnel, sont offerts, mais ils ont généralement été conçus pour un usage personnel, et non pour faire partie d'un dispositif commercial communautaire.

Aucun problème de sécurité ni aucun problème de confidentialité n'ont été reliés à l'utilisation de pointeurs montés sur la tête. Dans le cas de pointeurs mécaniques simples, aucune modification supplémentaire n'est nécessaire pour permettre à l'utilisateur d'interagir avec le dispositif libre-service. Dans le cas des pointeurs laser, les dispositifs libre-service exigeraient des capteurs laser intégrés.

La norme ISO 9241-410 [59] fournit des conseils sur la conception de dispositifs d'entrée physique pour les systèmes interactifs. Ces dispositifs comprennent les claviers, les souris, les curseurs graphiques, les manches à balai, les boules de commande, les pavés tactiles, les tablettes et les grilles de clavier, les écrans sensibles ou tactiles, les stylets et les pointeurs optiques, ainsi que les dispositifs à commande vocale et gestuelle. Bien que la norme ISO 9241-410 ne couvre pas spécifiquement les pointeurs montés sur la tête, ses directives pourraient s'appliquer, car elles fournissent des critères de conception génériques fondés sur les capacités de l'utilisateur. De son côté, la norme ISO/TS 9241-411 [60] précise les moyens d'évaluer la conception de ces dispositifs d'entrée physique.

Bien que les pointeurs montés sur la tête puissent être avantageux pour les personnes ayant une déficience physique, il n'y a pas suffisamment de données sur leur utilisabilité et leur commodité lorsqu'ils sont intégrés à des dispositifs interactifs libre-service. Cette technologie n'est pas recommandée pour la norme CSA/ASC B651.2.

3.2.1.5 Commande vocale et dictée

La commande vocale et la dictée permettent à l'utilisateur d'interagir avec un dispositif uniquement par la parole. Le dispositif est doté d'un microphone intégré et utilise l'intelligence artificielle et le traitement du langage naturel pour analyser la parole et s'adapter aux variations de la qualité de la voix et de la formulation [61]. Cette technologie permet à l'utilisateur d'indiquer au dispositif quelles actions effectuer. La dictée, ou la synthèse texte-parole, transcrit le discours d'un utilisateur, ce qui constitue une option à la saisie manuelle. Toute technologie de commande vocale devrait théoriquement avoir une capacité de dictée, mais une technologie de dictée ne sera pas nécessairement dotée d'une commande vocale et n'invoquera pas d'actions spécifiques. La commande vocale ou la dictée peuvent être combinées à la reconnaissance vocale pour plus de sécurité ou une expérience utilisateur plus personnalisée.

Plusieurs solutions déployées sur le plan commercial et opérationnel, incluant les dispositifs interactifs libre-service, sont offertes sur le marché. Cette technologie pourrait s'appliquer à un large éventail de besoins en matière d'accessibilité [62], [63].

Bien qu'aucun problème de sécurité n'ait été associé aux technologies de commande vocale, d'importantes préoccupations en matière de confidentialité existent si les utilisateurs déclinent leurs renseignements personnels et mots de passe en présence d'inconnus.

Deux normes s'appliquent à la commande vocale et à la dictée, et les deux ont été adoptées au Canada. La norme CAN/CSA ISO/IEC 30122-1 [64] fournit un cadre et des directives générales pour les commandes vocales essentielles et décrit un nombre limité de commandes qu'un utilisateur peut mémoriser pour faciliter l'utilisation des dispositifs, mais elle ne fournit pas de directives pour le traitement du langage naturel. La norme CAN/CSA ISO/IEC 30122-2 [65] offre des méthodes d'essai pour les commandes vocales et la reconnaissance vocale, y compris les exigences phonétiques pour les mots ou les phrases prononcés. L'application des deux normes sur les dispositifs libre-service entraînerait une expérience utilisateur relativement uniforme sur différents dispositifs libre-service, améliorant ainsi l'accessibilité et l'utilisabilité globales.

De plus, les normes ISO 9241-154 [66] et ISO/IEC 13714 [67] décrivent les applications de réponse vocale interactive et de messagerie vocale dans les services téléphoniques. La première fournit des directives générales pour la conception de l'interface utilisateur dans les systèmes vocaux interactifs et automatisés et contient des exigences élaborées pour répondre aux besoins particuliers des appelants. La seconde fournit des conseils sur le maintien d'un mode d'interaction uniforme, indépendamment du système d'exploitation sous-jacent. Bien que ces normes ne soient pas directement liées au développement de dispositifs libre-service, elles sont utiles pour comprendre les exigences des systèmes vocaux interactifs sur les différents systèmes d'exploitation. Même si l'intégration de la réponse aux appels dans les dispositifs libre-service n'est pas recommandée, elles démontrent des façons d'améliorer les commandes vocales et la dictée qui peuvent être pertinentes pour la façon avec laquelle les utilisateurs interagissent avec les dispositifs libre-service. Enfin, la norme ISO 9241-410 [59] fournit des conseils sur la conception des interactions pour les commandes vocales et les systèmes de dictée, tout en tenant compte des capacités et des limites des différents utilisateurs.

La norme ISO 9241 pourrait préciser les conditions d'utilisation pour les populations d'utilisateurs ayant différents handicaps, y compris les déficiences physiques, visuelles, auditives et cognitives. Cependant, l'environnement dans lequel le dispositif sera utilisé et l'incidence que les niveaux de bruit peuvent avoir sur les fonctions de commande vocale doivent être examinés avec attention. La commande vocale est une technologie largement adoptée et pratique que les personnes, y compris celle vivant en situation de handicap, peuvent utiliser pour entrer des renseignements et accomplir des tâches. La commande vocale peut être appliquée à de nombreux dispositifs libre-service, incluant les bornes interactives de commande de nourriture, les bornes d'enregistrement et les bornes de point de vente. Cependant, la sécurité des individus doit

également être prise en considération. Par conséquent, l'intégration de la commande vocale et de la dictée aux dispositifs interactifs libre-service et leur inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 sont recommandés.

3.2.1.6 Reconnaissance de la paume

La technologie de reconnaissance de la paume analyse la paume de l'utilisateur et l'authentifie en fonction de caractéristiques spécifiques telles que les lignes, les crêtes, les motifs de veines, les empreintes de la paume et la géométrie de la main [68], [69]. En général, l'utilisateur passe la paume de sa main sur un numériseur, sans y toucher, rendant ainsi le processus plus hygiénique que celui des techniques de reconnaissance d'empreintes digitales [69].

Un certain nombre de solutions déployées sur le plan commercial et opérationnel sont présentes sur le marché. La reconnaissance de la paume a été adoptée à l'échelle mondiale dans divers contextes, comme dans les institutions fédérales (p. ex. les banques) et les magasins de détail [68], [70]. Malgré l'absence de problèmes de confidentialité connexes, plusieurs problèmes de sécurité existent en raison de la divulgation possible des données biométriques collectées et utilisées pour permettre l'identification de l'utilisateur et l'activation des fonctions sur les dispositifs libre-service.

La norme ISO/IEC 19794-15 [71] précise les exigences relatives aux formats d'enregistrement interchangeables pour les plis de la paume de la main aux fins d'identification et de vérification, exigences qui relèvent de la LPRPDE sur l'utilisation des renseignements personnels [25].

Cette technologie peut améliorer l'expérience de l'utilisateur en réduisant les entrées supplémentaires aux fins d'authentification personnelle. Cependant, la technologie exige que les utilisateurs repèrent les capteurs de reconnaissance de la paume de la main, puis maintiennent fermement leur main dans une position précise au-dessus du lecteur [72]. Ce geste peut occasionner des difficultés aux personnes ayant une déficience visuelle ou physique [58], [72].

En raison des difficultés d'accessibilité, l'intégration de la technologie de reconnaissance de la paume aux dispositifs interactifs libre-service et son inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 ne sont pas recommandées.

3.2.1.7 Reconnaissance des empreintes digitales

La reconnaissance des empreintes digitales permet la comparaison des empreintes digitales d'un individu avec celles d'une base de données existante pour l'authentifier. Cette technologie : (1) saisit les données d'empreintes digitales à l'aide d'un capteur; (2) prétraite les données pour éliminer les impuretés ou les données incomplètes; (3) traite l'image pour extraire les données sur les empreintes digitales qui peuvent être utilisées pour la reconnaissance; et (4) fait correspondre les données recueillies à celles de la base de données pour confirmer l'identité de l'utilisateur [73]. Les données d'empreintes digitales peuvent être recueillies de plusieurs façons, notamment par l'imagerie bidimensionnelle, la cartographie tridimensionnelle des crêtes des doigts ou la comparaison des points caractéristiques propres à chaque bout de doigt [74], [75].

Les utilisateurs de téléphones cellulaires tirent profit de cette technologie et divers systèmes de reconnaissance d'empreintes digitales sont offerts sur le marché. Cependant, la reconnaissance des empreintes digitales exige que les utilisateurs placent leur doigt et le maintiennent correctement sur un lecteur, ce qui peut s'avérer difficile [76], [77].

À l'instar de la technologie de reconnaissance de la paume, la reconnaissance des empreintes digitales présente un problème de sécurité, en raison de la divulgation possible des données biométriques collectées et utilisées pour permettre l'identification de l'utilisateur. Dans de tels cas, l'organisation responsable du dispositif libre-service doit respecter les dix principes relatifs à l'équité dans le traitement de l'information de la LPRPDE [25].

La norme ISO/IEC 19794-8:2011 [78] fournit des directives sur la façon par laquelle une empreinte digitale peut être enregistrée, définissant ainsi les paramètres relatifs aux algorithmes et aux procédures



informatiques [60]. La norme ISO/IEC 19794-2:2011 [79] met l'accent sur le concept des points caractéristiques, soit la comparaison de deux empreintes digitales en fonction du nombre de points caractéristiques communs. La norme IEEE P2891 [80] décrit un système d'essai d'empreintes digitales pour les dispositifs intelligents afin d'évaluer les mesures de rendement comme les taux de fausse acceptation et de faux rejet [80].

Dans l'ensemble, l'intégration de la reconnaissance des empreintes digitales aux dispositifs interactifs libre-service et son inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 sont recommandées, car cette technologie fournit une solution de rechange aux personnes ayant une déficience cognitive ou physique, tout en minimisant la collecte de renseignements personnels permettant l'utilisation de certaines fonctions du système. Pour pallier les problèmes d'accessibilité liés à la motricité fine requise pour balayer une empreinte digitale, des considérations ergonomiques peuvent être prises en compte dans la taille et la conception des lecteurs d'empreintes digitales. Par ailleurs, la reconnaissance des empreintes digitales peut ne pas être nécessaire sur les dispositifs libre-service qui ne nécessitent pas de renseignements personnels telles les bornes interactives de commande de nourriture et les caisses libre-service.

3.2.1.8 Reconnaissance de l'iris

La reconnaissance de l'iris est largement considérée comme l'un des moyens les plus efficaces de recueillir des renseignements biométriques [81]. Après qu'une lumière infrarouge invisible a été dirigée dans l'œil pour révéler les motifs uniques et invisibles d'un iris [82], la technologie compare ces motifs à ceux des balayages de l'iris disponibles dans une base de données. Cette technologie peut être utilisée dans des milieux sombres ou faiblement éclairés [81]. De plus, elle est sans contact et le port d'accessoires comme des lunettes ou des masques n'a aucune incidence, [81] à l'exception des taux de rejet erronés qui varient selon les différents types de lentilles cornéennes et de lentilles artificielles [82]. Les problèmes de confidentialité ne sont pas un obstacle à cette technologie, mais elle présente les mêmes enjeux de sécurité que les deux précédentes, soit la divulgation possible des données biométriques recueillies pour permettre l'identification de l'utilisateur. En plus de se conformer aux règles et règlements relatifs à la collecte, à l'utilisation et à la divulgation des données de la LPRPDE, les organisations sont tenues d'obtenir le consentement éclairé des utilisateurs [25].

Un certain nombre de solutions déployées sur le plan commercial et opérationnel sont présentes sur le marché.

La norme ISO/IEC 19794-6 [83] détaille les formats d'échange d'images d'iris pour les systèmes d'inscription (c.-à-d. la collecte et le stockage de données pour comparaison ultérieure), d'identification et de vérification. La norme ISO/IEC 29794-6 [84] établit les normes et les méthodes pour quantifier la qualité des images d'iris, y compris les exigences normatives relatives au logiciel et au matériel qui les produisent et mesurent leur utilisabilité. Enfin, la norme IEC 62471 [85] énonce les exigences tels les limites d'exposition des lampes et des systèmes de lampes utilisés dans les caméras pour iris et les techniques de mesure de référence pour la réduction du risque photobiologique.

Bref, l'intégration de la reconnaissance de l'iris aux dispositifs interactifs libre-service et son inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 sont recommandées, car cette technologie peut être utile pour confirmer l'identité sans intervention supplémentaire de l'utilisateur. Cependant, la reconnaissance de l'iris peut être inaccessible ou inutile pour les personnes aveugles ou ayant une déficience visuelle.

De plus, la conception ergonomique d'un dispositif libre-service équipé de cette technologie doit faire l'objet d'une attention particulière, puisque les utilisateurs ne sont pas tous de la même taille et que certains devront approcher le dispositif avec un certain angle.

3.2.1.9 Claviers en braille

Les claviers en braille sont des technologies d'assistance intégrées ou portatives destinées à entrer des renseignements dans un système numérique plutôt qu'à recevoir de l'information [86]. Les claviers en braille comprennent des claviers QWERTY standards, qui contraignent l'utilisateur à mémoriser les séquences de touches pour sélectionner le bon caractère. Ils sont moins populaires que les preneurs de notes en braille, qui ont généralement du matériel et des logiciels uniques et conçus sur mesure qui consistent en un écran dynamique en braille pour lire une sortie et un clavier en braille, ou une émulation tactile, pour l'entrée en braille.

Un certain nombre claviers en braille déployés sur le plan commercial et opérationnel sont offerts sur le marché. De plus, l'utilisation de ce type de clavier n'est pas associée à des problèmes de sécurité ou de confidentialité.

La norme ISO 17049 [87] décrit en détail les exigences pour les utilisateurs de braille du monde entier ainsi que les lignes directrices pour la mise en œuvre du braille sur l'équipement, les appareils et les affiches. La langue braille officielle de l'Amérique du Nord, la *Unified English Braille* ou UEB existe en deux formes distinctes : l'abrégée et l'intégrale. L'UEB intégrale utilise la forme complète des mots, tandis que l'UEB abrégée utilise des abréviations, des symboles distinctifs ou des mots abrégés. Les diacritiques français peuvent être ajoutés aux tuiles en braille de l'UEB pour indiquer les accents et la prononciation, mais le Code braille français uniformisé (CBFU) est couramment utilisé par les personnes qui connaissent le braille français [88].

Certaines solutions de rechange à l'entrée en braille (p. ex. les commandes vocales et la dictée) existent, mais elles peuvent ne pas plaire ou convenir à tous. De plus, certaines personnes ont commencé à utiliser des systèmes de braille avant l'adoption de l'UEB en 2010 et connaissent donc le code Nemeth pour les mathématiques et les notations scientifiques en braille [89]. Les claviers en braille sont équipés pour produire les deux formes d'UEB, mais il est nécessaire de déterminer si un dispositif libre-service peut comprendre les entrées dans toutes les formes de braille.

Ainsi, l'intégration de claviers en braille aux dispositifs interactifs libre-service et leur inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 ne sont pas recommandées, car les claviers QWERTY en braille en relief et les preneurs de notes en braille sont difficiles à intégrer aux dispositifs libre-service et ne profiteront pas aux utilisateurs du braille, incluant les personnes ayant une déficience visuelle, dans le sens où d'autres méthodes d'entrée peuvent être utilisées. De plus, les claviers QWERTY en braille sont démodés et exigent que l'utilisateur ait mémorisé les séquences de touches pour sélectionner

le bon caractère. D'autre part, les preneurs de notes en braille sont des dispositifs hautement personnalisés qui sont uniques à chaque utilisateur. D'autres considérations sont l'espace et la configuration nécessaires pour intégrer un clavier en braille sur un dispositif libre-service et le matériel nécessaire pour intégrer un dispositif personnel dans le dispositif libre-service.

3.2.1.10 Dispositifs de reconnaissance gestuelle

Les dispositifs de reconnaissance gestuelle (souris, stylets, manches à balai, écrans tactiles, etc.) permettent à l'utilisateur d'interagir avec un dispositif par des mouvements de la main. Ces mouvements sont détectés par des capteurs et interprétés par le dispositif comme des commandes. Les gestes tactiles propres aux lecteurs d'écran sont décrits à la section 3.2.2.1.

Un certain nombre de solutions de reconnaissance gestuelle déployées sur le plan commercial et opérationnel sont offertes sur le marché, principalement pour une utilisation avec des dispositifs personnels tels que des ordinateurs et des téléphones cellulaires [90]. Quoique ces dispositifs de reconnaissance gestuelle soient conçus pour la commodité de tous les utilisateurs, ils peuvent également être utiles pour les personnes ayant une déficience de la motricité fine ou des difficultés de dextérité manuelle. La reconnaissance gestuelle peut ne pas être utile pour les personnes quadriplégiques ou qui ont de la difficulté à remuer leurs mains ou leurs bras.

L'utilisabilité de cette technologie a été mise à l'essai auprès de personnes ayant des lésions de la moelle épinière ou une déficience auditive, ainsi qu'auprès de personnes ayant des séquelles physiques et cognitives découlant d'un accident vasculaire cérébral. Les utilisateurs ont trouvé l'utilisation de cette technologie positive lorsqu'ils apprenaient le fonctionnement d'un nouveau système, ce qui augmentait leur motivation à utiliser le dispositif [91], [92].

L'utilisation de dispositifs de reconnaissance gestuelle n'entraîne pas de problème de sécurité ou de confidentialité.

La norme ISO 9241-971 [93] fournit des conseils pour améliorer l'accessibilité des systèmes interactifs qui utilisent des modalités d'entrée et de sortie tactiles et haptiques, y compris les gestes, les vibrations et le retour d'effort. Elle décrit également la façon d'appliquer les systèmes interactifs tactiles et haptiques à des dispositifs inaccessibles. La norme CSA/ASC B651.2 pourrait s'y référer pour la mise en œuvre des interactions haptiques dans les dispositifs libre-service. L'emplacement des capteurs sur les dispositifs mérite une réflexion particulière, car ceux-ci devraient être en mesure de détecter les mouvements des personnes de différentes tailles ou celles qui se positionnent d'une manière différente devant le dispositif. Par exemple, une personne en fauteuil roulant qui ne peut pas faire face au dispositif libre-service devra peut-être l'approcher par le côté.

De même, la norme ISO 9241-410 [59] fournit des recommandations en matière de conception ergonomique, mais elles y sont présentées pour un environnement sans contexte. La norme CSA/ASC B651.2 pourrait donc tenir compte des cas uniques des personnes en situation de handicap, dans des environnements présentant différents niveaux de distraction et exigences variables en matière d'espace et d'éclairage. De plus, la norme ISO 9241-960 [54] fournit des conseils sur la sélection ou la détermination des gestes à utiliser dans une interface gestuelle. L'utilisation de dispositifs conformes à cette norme devrait garantir que tous les dispositifs interactifs libre-service utilisant cette technologie offrent une expérience utilisateur relativement uniforme, améliorant ainsi l'accessibilité. Elle ne dicte pas la réponse du système et peut donc être adaptée aux besoins du dispositif [54].

La norme ISO/IEC 30113-11 [94] définit les gestes monopoint et multipoints communs aux interfaces gestuelles. Les gestes monopoint, comme les touchers, les clics et les glissements, sont des actions courantes du système dans les technologies de l'information et de la communication, exécutées avec un dispositif d'entrée (p. ex. une souris et un stylet) ou une partie du corps (p. ex. le bout des doigts et la main). La norme



ISO/IEC 30113-12 [95] précise les entrées multigestes ou les mouvements courants, comme les touchers à deux points ou les glissements à deux doigts.

Dans l'ensemble, il est recommandé de déterminer l'application étendue et la faisabilité des dispositifs de reconnaissance gestuelle dans les dispositifs libre-service, et d'envisager leur inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2.

3.2.1.11 Dispositifs d'entrée à interrupteur unique

Un dispositif d'entrée à interrupteur unique renvoie à une technologie d'assistance utilisée avec un clavier virtuel ou affiché à l'écran afin d'éliminer l'interaction physique avec ces dispositifs. Un curseur se déplace automatiquement sur les touches du clavier ou du menu à l'écran, et lorsque l'élément souhaité est sélectionné, l'utilisateur appuie, bascule ou clique sur l'interrupteur [96].

Un certain nombre de solutions déployées sur le plan commercial et opérationnel sont offertes. Cependant, elles sont le plus souvent intégrées à des dispositifs personnels, comme des ordinateurs personnels, ou utilisées avec ceux-ci. Néanmoins, les dispositifs d'entrée à interrupteur unique peuvent fournir une autre méthode d'entrée pour les personnes ayant une déficience physique. De plus, ces dispositifs ne présentent pas de problèmes de sécurité ou de confidentialité pour les utilisateurs.

Aucune norme pertinente ne s'applique à cette technologie.

Compte tenu du manque d'intérêt commercial pour cette technologie, il n'est pas recommandé de l'intégrer dans les dispositifs interactifs libre-service ou de l'inclure dans la norme CSA/ASC B651.2.

3.2.1.12 Interrupteurs au pied

Un interrupteur au pied est un commutateur, un pavé ou une pédale de commande au pied permettant à un utilisateur de demander au logiciel compatible d'activer une action ou une commande précise dans un ordinateur [96]. Un certain nombre de solutions déployées sur le plan commercial et opérationnel sont offertes, mais elles sont généralement intégrées à des dispositifs personnels comme des ordinateurs, des électroménagers et des luminaires, ou utilisées avec ceux-ci.

Semblables aux dispositifs d'entrée à un seul interrupteur, les interrupteurs au pied offrent une solution de rechange aux personnes ayant une déficience physique, car elle ne nécessite pas de dextérité manuelle ou digitale. Cependant, ils ne seront probablement avantageux que pour une faible proportion des personnes ayant des pertes de mobilité.

Aucune norme pertinente ne s'applique à cette technologie.

Il n'y a aucun risque en matière de sécurité ou de confidentialité associé à l'utilisation des interrupteurs au pied dans les dispositifs libre-service. Bien que l'intérêt et l'ubiquité de ces dispositifs continuent de croître, la demande commerciale pour les interrupteurs au pied en tant que technologies d'assistance accessibles demeure insuffisante. Par conséquent, l'intégration des interrupteurs au pied dans les dispositifs libre-service et leur inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 ne sont pas actuellement recommandées.

3.2.1.13 Oculométrie

L'oculométrie permet à l'utilisateur d'interagir avec un dispositif en déplaçant un curseur sur un clavier affiché à l'écran ou sur une surface par des mouvements volontaires des yeux. Cette technologie implique généralement l'utilisation d'une diode électroluminescente (DEL) infrarouge à faible puissance et d'une caméra. La DEL peut être montée sur un dispositif personnel, un dispositif libre-service ou une paire de lunettes portée par l'utilisateur. La lumière émise est orientée vers l'œil de ce dernier et se reflète vers la caméra. Cette dernière suit les mouvements de ses yeux et lui permet d'effectuer des actions spécifiques [97].

Un certain nombre de solutions déployées sur le plan commercial et opérationnel sont accessibles sur le marché. Ces dispositifs sont le plus souvent utilisés dans ou avec des dispositifs personnels comme des ordinateurs, mais certaines solutions existent déjà pour les dispositifs interactifs libre-service dans le secteur commercial [98].

Aucune norme pertinente n'existe pour cette technologie. Les normes ISO 9241-400 [99] et ISO/TS 9241-411 [60] incluent la conception ergonomique et les exigences d'essai pour les dispositifs d'entrée à captage physique (y compris les boules de commande et les pavés tactiles), mais elles ne s'appliquent pas à l'oculométrie. De même, la WCAG2.1 traite des modalités d'entrée, en particulier la commande par le mouvement et la capacité de désactiver temporairement la fonction pour éviter les commandes accidentelles [100]. L'EN301-549 [101] émule le tout en recommandant que des fonctions d'accessibilité spécifiques soient accessibles tant pour le logiciel que pour le matériel avec fonctionnalité fermée.

Le logiciel d'oculométrie ne présente aucun problème de sécurité ou de confidentialité important pour les utilisateurs.

La technologie d'oculométrie peut aider les personnes ayant une déficience physique ou une perte de mobilité lors de l'entrée d'information et de la navigation dans un dispositif libre-service. Des dispositifs d'oculométrie sont offerts sur le marché; or ils sont hautement personnalisés et demandent une grande précision. Les essais de ces dispositifs ont révélé qu'ils peuvent être difficiles à étalonner et à réétalonner après une erreur système ou une erreur d'utilisateur, limitant ainsi leur commodité dans un dispositif libre-service [102]. Pour cette raison, l'intégration des dispositifs d'oculométrie dans les dispositifs interactifs libre-service et leur inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 ne sont pas présentement recommandées.

3.2.1.14 Claviers adaptatifs, prédiction des mots et saisie semi-automatique

Les claviers adaptatifs décrivent des claviers commerciaux modifiés pour mieux convenir à une personne handicapée. Les adaptations comprennent des protège-touches, des touches plus grandes, une taille compacte et des claviers affichés à l'écran [103]. Un clavier peut être combiné à d'autres technologies d'assistance, comme la prédiction des mots et la saisie semi-automatique, qui suggèrent des mots au fur et à mesure que l'utilisateur tape, ou remplissent automatiquement des phrases sans que l'utilisateur ait à terminer l'entrée [104].

Certains types de claviers adaptatifs (p. ex. les protège-touches et les claviers dotés de touches plus grandes [103]) sont offerts sur le marché. Les technologies de prédiction et de saisie semi-automatique sont également commercialisées et largement adoptées dans plusieurs logiciels. Ce type de technologie d'assistance pour l'écriture et l'entrée manuelle bénéficie aux personnes ayant une déficience physique, visuelle ou cognitive.

Aucune norme pertinente n'a été trouvée pour ces technologies. Aucune préoccupation en matière de sécurité ou de confidentialité n'a été associée aux technologies de prédiction des mots ou aux claviers adaptatifs.

Par conséquent, l'intégration de la prédiction des mots et de la saisie semi-automatique et leur inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 sont recommandées.

3.2.1.15 Dispositifs personnels

Les dispositifs personnels sont souvent équipés de logiciels et d'outils d'accessibilité auxquels les utilisateurs sont habitués [105], [106], et dont les paramètres ont été adaptés à leurs préférences et à leurs besoins spécifiques [107]. Une façon de soutenir les personnes en situation de handicap peut être d'accommoder l'utilisation de leurs dispositifs personnels avec des dispositifs libre-service, plutôt que de tenter d'intégrer une technologie dans le dispositif libre-service. L'intégration de dispositifs personnels fait référence à l'option permettant aux utilisateurs de connecter leurs propres dispositifs d'entrée ou de sortie au dispositif libre-service par une connexion câblée ou sans fil. Par exemple, un téléphone intelligent, une tablette, des applications mobiles pertinentes ou tout autre dispositif utilisé pour la communication assistée et alternative.

Cette option suscite plusieurs inquiétudes en ce qui concerne la sécurité et la confidentialité, car le dispositif libre-service doit avoir accès aux données des utilisateurs pour coordonner les fonctions d'accessibilité. La LPRPDE exige la divulgation de l'utilisation, de la collecte et du stockage des données, ainsi que le consentement de l'utilisateur avant d'activer l'intégration du dispositif [25]. D'autres menaces et procédés de piratage peuvent avoir lieu, principalement par l'intermédiaire de connexions sans fil et Bluetooth.

En général, les dispositifs libre-service peuvent être vulnérables à une variété d'attaques réseau, même sans connexion à des dispositifs personnels, par le biais d'un mode câblé ou sans fil. Diverses techniques utilisées par les pirates pour contourner la sécurité et les contrôles d'accès leur permettent d'intercepter les renseignements personnels des utilisateurs. Plus précisément, les applications avec éditeurs Visual Basic (VB) intégrés et les navigateurs Web représentent une menace pour les dispositifs libre-service [108], [109]. La plupart des bornes de santé, par exemple, utilisent les éditeurs VB afin que les programmeurs accèdent aux applications du système et puissent les modifier [108]. Les pirates peuvent accéder à ces éditeurs et les utiliser pour créer de courts scripts de codage qui créent des failles de sécurité et leur donnent un accès illimité au système [108]. Ils peuvent également accéder à des systèmes de fichiers protégés par l'intermédiaire d'un logiciel de navigation. De nombreuses fonctions du fureteur sont bloquées sur la plupart des bornes et la barre d'adresse URL est généralement désactivée. Néanmoins, cliquer sur un hyperlien tout en maintenant la touche Maj enfoncée ouvre le lien dans un nouvel onglet du navigateur, généralement avec le champ d'adresse activé. Le lancement du navigateur en ligne donne accès à d'autres emplacements de système de fichiers [109].

La technologie Bluetooth est une technologie largement utilisée qui permet aux dispositifs mobiles de se connecter et de partager de l'information sans fil depuis une courte portée [110]. Malgré sa fiabilité raisonnable, le protocole de la technologie Bluetooth possède quelques lacunes et est vulnérable aux attaques et aux logiciels malveillants [110]. Les pirates informatiques peuvent tenter d'obtenir un accès non autorisé aux dispositifs d'une personne, soit activement (p. ex. en manipulant le propriétaire afin qu'il fournisse l'accès), soit passivement (p. ex. au moyen de piratage pour obtenir les commandes du dispositif). Les logiciels malveillants tels que les chevaux de Troie et vers informatiques sont intégrés discrètement dans un système dans le but d'en compromettre l'intégrité [110]. Les attaques et les logiciels malveillants peuvent être classés comme étant de gravité faible, moyenne, ou élevée, selon l'étendue des répercussions sur les victimes. Les attaques de gravité élevée peuvent entraîner la perte de renseignements personnels, le vol de données, l'accès à la géolocalisation et les pertes financières, tandis que les attaques de faible gravité comprennent l'impossibilité temporaire d'associer un dispositif à un autre ou la perturbation de la connexion Bluetooth [110].

Compte tenu des vulnérabilités courantes liées à la technologie Bluetooth, il est nécessaire d'évaluer les brèches de sécurité actuelles, d'effectuer des mises à jour pour protéger les opérations effectuées par une connexion Bluetooth et d'accroitre les connaissances des utilisateurs et des fabricants

sur l'atténuation des risques [111]. La mise en œuvre de mesures d'atténuation des risques aux niveaux individuel et organisationnel peut réduire le nombre de vulnérabilités et assurer la sécurité et la confidentialité de l'utilisateur. Ces derniers devraient être conscients des menaces et faire preuve de prudence pour prévenir les failles de sécurité. Certaines stratégies d'atténuation des risques comprennent la personnalisation des paramètres Bluetooth par défaut sur un dispositif personnel, l'utilisation de codes d'accès robustes, la surveillance de l'activité du dispositif et la mise à jour du logiciel de sécurité Bluetooth sur les dispositifs personnels [109].

Les concepteurs et les entreprises peuvent également mettre en œuvre des stratégies d'atténuation des risques plus soutenues pour protéger les utilisateurs. Des techniques de programmation avancées peuvent être appliquées pour empêcher les dispositifs de surveillance d'accéder aux renseignements sur les dispositifs personnels de l'utilisateur. Plus précisément, le script d'espace utilisateur sur le système de commande Bluetooth peut être facilement implanté sur toutes les bornes libre-service sans en modifier le matériel [112]. Ce script utilisateur modifie l'état des sous-canaux, ce qui rend l'apprentissage de la méthode de rebondissement plus difficile pour un pirate informatique [112].

3.2.2 Technologies de sortie pour les dispositifs libre-service accessibles

Toutes les technologies décrites dans cette section sont des dispositifs de sortie qui facilitent la transmission et la présentation de l'information du dispositif libre-service à l'utilisateur. Six technologies ont été examinées et évaluées en fonction de leur utilisabilité, de leur confidentialité, de leur sécurité et de leur potentiel d'intégration dans les dispositifs libre-service et de leur pertinence pour la norme CSA/ASC B651.2.

3.2.2.1 Lecteurs d'écran

Les lecteurs d'écran peuvent lire à haute voix le contenu des fichiers, des textes, des boites de dialogue, des images et des options de menu sur un écran ou l'envoyer à un dispositif d'affichage dynamique en braille [113]. À l'aide de claviers, de gestes sur un écran tactile ou de commandes vocales, les utilisateurs ayant une déficience visuelle ou une difficulté à la lecture utilisent souvent les lecteurs d'écran sur leurs dispositifs personnels, au travail et dans des contextes communautaires, pour effectuer des tâches quotidiennes ainsi que des opérations complexes [113].

Un certain nombre de lecteurs d'écran déployés sur le plan commercial et opérationnel sont sur le marché et compatibles avec la plupart des systèmes d'exploitation informatiques courants. La version la plus connue de ces logiciels est une version allégée du logiciel de lecture d'écran JAWS [Job Access with Speech] utilisé dans l'environnement Microsoft, spécialement conçu pour être utilisé aux caisses libre-service, aux comptoirs d'enregistrement, aux comptoirs de paiement de factures et aux autres dispositifs libre-service pour les applications [114]. Ils peuvent également être adaptés pour les personnes ayant une déficience cognitive afin de faciliter l'identification et la compréhension de l'information affichée sur l'écran [113]. Puisque les lecteurs d'écran sont généralement personnalisés, les versions du logiciel des dispositifs libre-service sont plus limitées dans leur fonctionnalité [114]. De plus, la sécurité des utilisateurs n'est pas compromise par les lecteurs d'écran, mais leur confidentialité peut l'être lorsque leurs renseignements personnels affichés à l'écran sont lus et entendus par des étrangers.

La norme ISO/IEC 30113-60 [115] fournit des directives générales sur les gestes et les fonctions des écrans tactiles, spécialement pour ceux fonctionnant sur divers dispositifs technologiques d'information et de communication. L'objectif est de surmonter les problèmes liés à la rétroaction des dispositifs de technologie de l'information et de la communication pour les personnes ayant une déficience visuelle. La normalisation des commandes de navigation des lecteurs d'écran améliore l'apprentissage et l'accessibilité de l'utilisateur, garantissant ainsi que divers logiciels de lecture d'écran aient des fonctions système communes. De plus, la norme ISO/IEC 30113-61 [116] définit les mouvements pour les gestes monopoint reconnus de manière uniforme par les lecteurs d'écran, peu importe le système d'exploitation.



« En tant que technologie adaptative qui facilite la lecture, la synthèse texte-parole peut servir aux personnes ayant une déficience visuelle ou cognitive. »

3.2.2.2 Technologies de synthèse texte-parole

Le logiciel de synthèse texte-parole contient des phonèmes individuels, des dictionnaires de prononciation et d'autres composantes de parole artificielle qui permettent à un ordinateur de parler [117]. Cette technologie est implicite dans la technologie de lecture d'écran. Le logiciel de synthèse texte-parole lit à haute voix le texte affiché sur un écran, mais ne dispose pas des outils de navigation de la technologie de lecture d'écran. Tandis que les lecteurs d'écran sont conçus pour être utilisés par les personnes ayant une déficience visuelle, les synthétiseurs texte-parole sont généralement intégrés à la plupart des dispositifs, tels que les téléphones intelligents, les ordinateurs, les portables, les tablettes et des dispositifs libre-service. Ils peuvent également être adaptés aux navigateurs Web et aux applications numériques pour améliorer l'accessibilité et servir de lecteur d'écran moins complet. Certains dispositifs et programmes permettent aux utilisateurs de modifier la langue, la fréquence de la parole et la tonalité en fonction de leurs préférences et de leurs besoins. Cependant, ces fonctions de commande varient souvent en fonction du système d'exploitation de l'ordinateur, du moteur de recherche et des applications.

Plusieurs solutions de technologie de synthèse texte-parole déployées sur le plan commercial et opérationnel sont offertes sur le marché. En tant que technologie adaptative qui facilite la lecture, la synthèse texte-parole peut servir aux personnes ayant une déficience visuelle ou cognitive. La capacité de synthèse texte-parole ne compromet pas la sécurité d'une personne, mais la confidentialité peut l'être lorsque des renseignements personnels sont lus à haute voix pour confirmer la saisie correcte.

La norme CSA/ASC B651.2 [7] précise les exigences relatives aux technologies de sortie vocale :

- Il y a deux voix distinctes, une pour les instructions et une pour le contenu dynamique.
- Les textes abrégés sont exprimés sous forme non abrégée.
- Les nombres sont exprimés en chiffres seuls (p. ex. « 12 » est exprimé « un » et « deux »).
- Les utilisateurs peuvent modifier la vitesse de la parole.
- Ils peuvent choisir entre différentes tonalités de voix selon leur tolérance et leur préférence de fréquence.

De plus, la norme ISO 24551 [118] recommande que les dispositifs fournissent des renseignements sur l'état de fonctionnement du produit ou du système, ou les deux. Ainsi, un utilisateur ayant une déficience visuelle ou cognitive peut utiliser des dispositifs en grande partie de façon indépendante [118].

3.2.2.3 Dispositifs d'affichage dynamique en braille

Les dispositifs d'affichage dynamiques en braille convertissent le texte à l'écran en braille. Cette technologie est intégrée à un ordinateur ou est un dispositif autonome compatible avec le matériel informatique existant. Les afficheurs en braille contiennent généralement une seule rangée de touches pour représenter chaque cellule braille. Chaque touche est dotée de six ou huit petites épingles qui sont abaissées et surélevées en groupes selon le motif qui détermine le caractère [119]. Pour utiliser un dispositif d'affichage en braille, l'utilisateur passe ses doigts le long des touches pour lire les sorties de texte qui reflètent ce qui est affiché à l'écran de l'ordinateur.

Les afficheurs en braille sont offerts sous différents formats : des dispositifs de taille comparable à celle d'un clavier d'ordinateur ou de taille compacte conçus pour être utilisés avec les portables et les tablettes.

L'existence de plusieurs applications pour téléphone intelligent ou tablette contribue à l'utilisation d'un afficheur en braille Bluetooth connecté sans fil à l'un de ces appareils. Cependant, ces applications sont généralement des lecteurs d'écran, et seuls les systèmes d'exploitation Nix exécutent un programme de traduction en braille de façon indépendante.

Il existe néanmoins plusieurs solutions sur le plan commercial et opérationnel déployées sur le marché. Aucun problème de sécurité ou de confidentialité facilement identifiable n'a été associé aux dispositifs d'affichage en braille avec fil, les modèles connectés sans fil peuvent cependant ne pas présenter le même niveau de sécurité et de confidentialité. De plus amples renseignements sur ces préoccupations sont présentés à la section 3.2.1.15.

Bien que d'autres technologies de sortie soient offertes sur le marché, y compris la capacité de synthèse texte-parole et les lecteurs d'écran, elles ne sont peut-être pas appropriées aux personnes présentant une déficience visuelle ou universellement privilégiées par celles-ci. Les dispositifs dynamiques en braille peuvent être la technologie la plus adaptée pour les gens qui peuvent lire le braille ou qui ont à la fois une perte de vision et une perte auditive, même s'ils représentent une plus faible proportion des utilisateurs ciblés. La norme ISO/IEC 24751-1 [120] souligne que l'expérience de chaque personne en situation de handicap varie et que les besoins et les préférences de chacun doivent être pris en considération, en particulier dans le cas de la technologie numérique éducative.

3.2.2.4 Écrans antireflets

Un écran antireflet est doté d'une couche protectrice ou d'un revêtement qui diminue le reflet de la lumière provenant du soleil et de l'éclairage artificiel. Les reflets peuvent obscurcir l'écran, nuisant à la visibilité de son contenu, ce qui réduit l'exploitabilité [121].

Plusieurs solutions déployées sur le plan commercial et opérationnel sont offertes sur le marché.

3.2.2.5 Logiciels d'agrandissement de texte

Un logiciel d'agrandissement de texte est une technologie d'assistance qui permet aux utilisateurs d'agrandir le contenu de l'écran et d'en améliorer la clarté visuelle. Il y a trois principales façons d'y parvenir : en modifiant la taille dans le système d'exploitation, en changeant le niveau de zoom dans le programme ou en utilisant un logiciel d'agrandissement d'écran. Les utilisateurs doivent être en mesure de manipuler la taille de ce qu'ils voient sans le déformer.

Plusieurs solutions de logiciels d'agrandissement de texte déployées sur le plan commercial et opérationnel sont offertes sur le marché. De tels logiciels se trouvent généralement sur les dispositifs personnels et conviennent aux milieux professionnels, sociaux et commerciaux. Les solutions comprennent des boutons de mise à l'échelle du texte ou une loupe qui agrandit les sections sélectionnées par le toucher à l'écran [122], [123]. De nombreux dispositifs libre-service dans les milieux de vente au détail et de service alimentaire possèdent déjà de grands écrans afin de rendre les présentoirs de marketing plus attrayants, mais ils améliorent également l'accessibilité [124].

Cette technologie pourrait être bénéfique aux personnes ayant une déficience visuelle, physique ou cognitive, ou des troubles d'apprentissage. Cependant,

elle peut compromettre la confidentialité d'un individu si ses renseignements personnels à l'écran sont visibles à des inconnus.

La norme CSA/ASC B651.2 [7] reconnait que les dispositifs électroniques interactifs, lorsque l'acuité visuelle requise est supérieure à 20/70, doivent comprendre au moins un autre mode de fonctionnement visuel ou non visuel et illustrer la sortie agrandie. L'inclusion de la technologie d'agrandissement de texte dans la norme CSA/ASC B651.2 n'est pas nécessaire. Néanmoins, le logiciel d'agrandissement demeure une technologie d'assistance courante pour les personnes ayant une déficience visuelle.

3.2.2.6 Avatars de langue des signes

Les avatars de langue des signes numériques convertissent le texte à l'écran en gestes. Le texte à l'écran peut inclure des pages Web, des plateformes interactives d'apprentissage en ligne ou des annonces de services [125]. Le langage des signes est un ensemble complet de gestes et de symboles organisés de façon linguistique. Chaque geste, principalement composé de la forme, de la posture et du mouvement des mains du signeur, représente un signe. Sa clarté peut être améliorée par des mouvements précis des doigts, des gestes faciaux et des mouvements corporels [125]. Les avatars de langue des signes sont des représentations graphiques numériques en deux et trois dimensions d'humains (et sont donc aussi appelés humains numériques).

Deux langues des signes distinctes sont utilisées au Canada : la *American Sign Language* (ASL) et la langue des signes québécoise (LSQ). Les deux langues utilisent les mêmes systèmes de lettres et de chiffres, mais les symboles et les phrases diffèrent d'une à l'autre [126].

La note du NMT pour cette technologie est de 9 (NMT 9), ce qui signifie que des prototypes entièrement opérationnels ont été développés et qu'il y a une adoption précoce. Cependant, les vidéos sont souvent des interprétations préenregistrées et ne peuvent pas s'adapter aux besoins dynamiques de l'utilisateur. Les études sur l'utilisation des avatars de langue des signes indiquent que l'utilisabilité et l'acceptation varient selon le statut d'audition de l'utilisateur, son âge lors de l'apprentissage de la langue des signes et le type d'avatar [127]. Ce dernier fait référence au cadrage de l'avatar (p. ex. de la tête aux pieds, le buste ou un gros plan), à la création des gestes, c'est-à-dire des gestes basés sur des mouvements humains ou synthétisés par ordinateur, et à son apparence [127], [128].

Aucune norme n'est dédiée aux avatars de langue des signes. Leur utilisation n'a pas d'incidence sur la sécurité ou la confidentialité de l'utilisateur.

3.3 Consultation avec les parties prenantes

3.3.1 Caractéristiques des participants

Au total, 22 entrevues ont été menées en janvier 2023 auprès de 16 personnes ayant vécu en situation de handicap, de trois porte-paroles des personnes en situation de handicap et de trois membres de l'industrie. Ces derniers ont également vécu en situation de handicap et ont présenté leurs réflexions dans deux des groupes. Le même guide d'entrevue a été utilisé pour les personnes ayant vécu en situation de handicap et pour les porte-paroles; un guide d'entrevue distinct a été utilisé pour les membres de l'industrie. Se référer à l'annexe A pour les deux guides d'entrevue.

Les comptes-rendus de toutes les entrevues ont été analysés pour trouver du contenu par l'équipe de recherche.

Sur les 22 participants, 18 personnes se décrivaient comme ayant une déficience visuelle, quatre comme ayant une déficience physique, trois comme ayant une déficience auditive et une comme ayant une déficience cognitive. Quatre participants se décrivaient comme ayant deux handicaps ou plus et ont reconnu la façon dont la combinaison de handicaps mène à des défis uniques lors de l'utilisation de dispositifs libre-service.

Les résultats de cette section ont été regroupés par thèmes récurrents qui ont été soulevés au cours des entrevues. Les handicaps des participants ont été indiqués lorsque cela semblait pertinent.

3.3.2 Thèmes principaux

3.3.2.1 Personnes ayant vécu en situation de handicap et porte-paroles

3.3.2.1.1 Confidentialité et sécurité

La confidentialité et la sécurité lors de l'utilisation de dispositifs libre-service étaient l'un des thèmes les plus fréquemment mentionnés par les participants à l'étude (15/19). Ils étaient préoccupés, en particulier ceux ayant une déficience visuelle, par l'exposition de leurs renseignements personnels lorsqu'ils utilisaient des dispositifs libre-service. Sept participants (7/19) ont signalé s'inquiéter qu'un étranger derrière eux puisse surveiller leurs actions à l'écran ou sur le clavier NIP sans qu'ils s'en aperçoivent et obtenir leurs mots de passe ou autres renseignements personnels. Certains ont décrit des préoccupations plus sérieuses lorsqu'ils ignoraient si l'extinction de l'écran était appliquée ou si l'écran était physiquement protégé de la vue des autres.

Trois participants (3/19) ayant une déficience visuelle ont décrit leur incapacité liée à l'utilisation des écrans tactiles en raison de l'absence d'indicateurs tactiles, de modes d'entrée alternatifs ou de commentaires audios confirmant leurs entrées et, par conséquent, qu'ils devaient demander à des étrangers d'entrer leurs renseignements pour eux. Les participants ont expliqué que ce scénario les rendait mal à l'aise et affaiblissait leur indépendance. Leurs solutions privilégiées étaient l'activation de la rétroaction audio lorsque des écouteurs étaient détectés et les modes de paiement sans contact qui ne requièrent pas l'entrée manuelle de l'information.

3.3.2.1.2 Incohérences

Treize participants (13/19) ont signalé le manque de cohérence entre les dispositifs libre-service. Dès lors, il est difficile de les utiliser intuitivement, ce qui oblige les utilisateurs à apprendre un autre système unique. La principale préoccupation était le manque de cohérence et de continuité dans les fonctions d'accessibilité des dispositifs libre-service, y compris les types de fonctions et la façon par laquelle elles sont accessibles et utilisées. Ils ont signalé avoir de la difficulté à comprendre la manière d'interagir avec le dispositif libre-service, particulièrement en l'absence de directives d'utilisation. Un participant a mentionné que, même s'ils connaissaient bien la technologie et ses caractéristiques d'accessibilité particulières, les fournisseurs de services pourraient ne pas être familiers avec elles et permettre leur utilisation, créant ainsi des possibilités d'utilisation incohérentes. Un participant ayant une déficience visuelle a donné l'exemple d'une commande de nourriture à l'aide d'une tablette dans un restaurant sans avoir accès à la voix hors champ qu'il utiliserait normalement avec ce type de plateforme.

Sept participants (7/19) ont expliqué comment la variété des fonctions d'accessibilité dans les différents dispositifs libre-service les oblige à mémoriser plusieurs systèmes, ce qui nuit à l'utilisabilité de ces derniers. Un participant a décrit qu'il préférerait avoir un format standard pour les dispositifs libre-service afin qu'il sache toujours comment les utiliser.

Trois participants (3/19) ont signalé que le type de prise audio qui permet la fonctionnalité du lecteur d'écran varie. Leur emplacement ainsi que le modèle d'écouteurs compatibles peuvent changer d'un appareil à l'autre. Un participant a suggéré que les prises audios ne devraient pas être la seule technologie de rechange pour utiliser les dispositifs en libre-service, car les écouteurs peuvent ne pas être disponibles en tout temps.

Six participants (6/19) ont exprimé le besoin d'une plus grande cohérence entre les différents types de fonctions d'accessibilité disponibles dans les dispositifs libre-service. L'absence d'information sur l'emplacement des dispositifs accessibles ou leurs caractéristiques particulières étaient des problèmes distincts, mais connexes. Quatre participants (4/19) ont mentionné qu'ils évitaient généralement les dispositifs libre-service parce qu'ils ne savaient pas quelles caractéristiques d'accessibilité étaient offertes ou ne savaient pas comment les utiliser.

3.3.2.1.3 Soutien du personnel

Huit personnes interrogées (8/19) ont mentionné le manque de soutien du personnel de l'établissement lors de l'utilisation des dispositifs en libre-service.

En général, les inquiétudes concernaient non pas la réticence des gens à les aider, mais le manque de personnel disponible ainsi que leur manque de connaissances pour les guider et répondre à leurs questions.

Trois de ces participants (3/19) ont décrit leur expérience d'utilisation des dispositifs libre-service comme étant une source d'isolement et de frustration, expliquant que peu de personnes sont disponibles pour les aider à naviguer dans le dispositif libre-service, y corriger des erreurs et intervenir lorsqu'ils deviennent inaccessibles. Un participant a noté que la capacité de demander de l'aide ou d'attirer l'attention diffère pour une personne handicapée; il est possible qu'elle ne puisse pas établir un contact visuel, faire un signe de la main pour attirer l'attention d'un membre du personnel ou savoir s'il y en a un à proximité. Ce participant a suggéré l'intégration d'un bouton d'appel sur les dispositifs libre-service pour aviser le personnel qu'une personne a besoin d'aide. Les dispositifs grand public sont dotés de fonctions d'accessibilité de base. Néanmoins, elles sont souvent désactivées dans les milieux sociaux et commerciaux, et le personnel n'est pas conscient de leur existence ou est incapable de les activer.

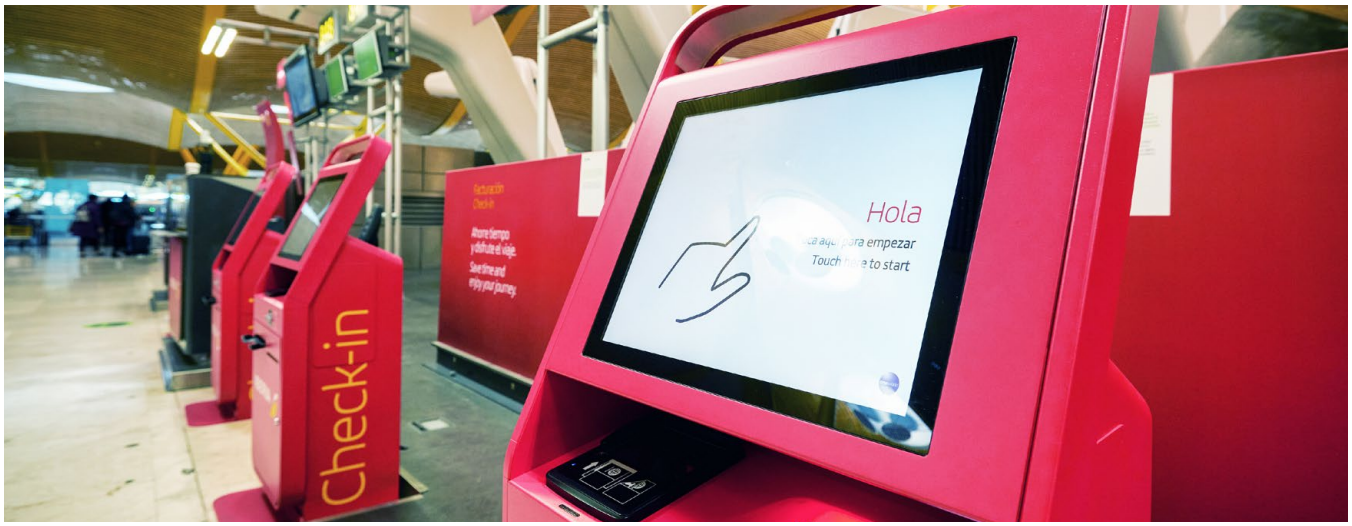
Les participants ont noté que l'activation des fonctions d'accessibilité favorise l'indépendance au quotidien des personnes en situation de handicap. Deux participants (2/19) ont décrit des situations où les actes du personnel allaient à l'encontre de leurs objectifs d'indépendance. Dans un cas, un participant a demandé à un membre du personnel d'activer la fonction de synthèse vocale sur un dispositif, mais ce dernier a insisté pour accomplir la tâche pour le participant. Un autre a décrit qu'il a été négligé par les membres du personnel qui ont interagi exclusivement avec ses accompagnateurs lorsqu'on leur a demandé de l'aide.

3.3.2.1.4 Manque d'instructions et de rétroaction

Le manque d'instructions et de rétroaction sur les dispositifs libre-service déjà accessibles était un sujet commun (15/19). Cinq personnes interrogées (5/19) ont décrit les instructions d'utilisation des dispositifs et la rétroaction subséquente comme essentielles à l'expérience de l'utilisateur. Néanmoins, des commentaires audios guidés, des instructions de navigation, des marques en braille ou d'autres méthodes de transmission des instructions et de la rétroaction étaient souvent manquants dans les dispositifs libre-service. Un participant a suggéré d'ajouter une visite guidée facultative des fonctions du dispositif pour permettre aux utilisateurs d'apprendre à l'utiliser de manière autonome. Un autre a expliqué qu'une rétroaction permet de s'assurer que la tâche a été correctement effectuée et permet des interactions indépendantes avec le dispositif. Deux participants ont décrit des situations où les renseignements sur le prix et l'article n'étaient pas lus à haute voix à la caisse libre-service du magasin, ce qui fait qu'il était difficile de savoir s'ils utilisaient le dispositif correctement. Ces deux participants ont souligné l'importance de s'assurer que les mêmes options d'affichage sont offertes aux personnes avec ou sans déficience visuelle.

Quatre participants (4/19) ont discuté du besoin d'obtenir une rétroaction qui n'est pas uniquement de nature opérationnelle et des instructions pour les dispositifs libre-service accessibles. Plus précisément, les utilisateurs ayant une déficience visuelle ont besoin de descriptions sur l'aménagement et l'environnement physiques des dispositifs libre-service afin d'être en mesure de suivre les instructions d'utilisation et la rétroaction du dispositif. Un participant a décrit les caisses libre-service de détail qui indiquaient aux utilisateurs de placer un article scanné dans une zone d'emballage sans expliquer oralement où elle se trouvait.

Deux participants (2/19) ont expliqué que des instructions sont nécessaires étant donné les fonctions intégrées et les configurations physiques des dispositifs libre-service. La capacité de naviguer dans un dispositif libre-service peut ne pas se traduire par une navigation réussie dans un autre. Un participant a décrit être incapable de localiser ces dispositifs dans l'environnement physique et avoir de la difficulté à déterminer la fonction de chacun. Parallèlement, un autre participant a évoqué l'impossibilité de connaitre quel dispositif était libre en l'absence d'un système ou d'un membre du personnel pour le diriger vers une borne disponible. Dans ce cas, les participants ont proposé d'utiliser des balises sonores pour indiquer la disponibilité, l'emplacement et l'objectif du dispositif libre-service.



Sept participants (7/19) ont discuté d'instructions et de rétroaction inadéquates ou incomplètes qui rendent les dispositifs libre-service seulement partiellement accessibles. Par exemple, les caisses libre-service dans les épiceries offrent souvent une sortie audio incomplète, qui ne guide l'utilisateur qu'à travers certaines fonctionnalités. Un participant ayant une déficience visuelle a décrit son utilisation d'un tensiomètre qui lui a fourni des instructions audios sur la façon et l'endroit où placer son bras, mais qui n'a pas lu ses résultats ou ne les a pas fournis autrement qu'en les affichant à l'écran.

3.3.2.1.5 Problèmes d'interface utilisateur et de conception

Six participants (6/19) ont mentionné leurs préoccupations concernant l'interface utilisateur et la conception des dispositifs libre-service. Deux participants (2/19) ont discuté de la visibilité de l'écran et de la taille du texte qui y est affiché. Ils ont expliqué que la hauteur et l'angle d'un dispositif peuvent avoir une incidence sur ce qu'ils voient à l'écran et sur la façon selon laquelle ils l'utilisent. Trois participants (3/19), étant de petite taille ou utilisant des fauteuils roulants ou des aides à la mobilité, ont mentionné avoir de la difficulté à utiliser certains dispositifs. Ils ont mentionné que l'espace devant est souvent insuffisant pour y placer un fauteuil roulant ou l'approcher de manière oblique.

Deux participants (2/19) ont noté qu'il serait avantageux pour de nombreux utilisateurs que la hauteur des dispositifs libre-service soit ajustable et qu'elle permette de laisser suffisamment d'espace pour un individu utilisant un fauteuil roulant ou une aide à la mobilité.

Par exemple, un participant a mentionné les bornes interactives d'immigration à hauteur réglable dans les aéroports. Celles-ci reconnaissent immédiatement un visage humain et s'ajustent à sa hauteur pour que la caméra soit au niveau des yeux de la personne.

Deux participants (2/19) ont exprimé leur insatisfaction à l'égard des fonctions de dictée et de reconnaissance vocale des dispositifs libre-service, particulièrement dans les milieux bruyants et achalandés. L'un d'eux a mentionné avoir un temps limité pour effectuer des tâches en utilisant une entrée audio dans un dispositif libre-service.

Deux participants (2/19) ont décrit leurs préoccupations en matière de santé et de sécurité concernant la propreté des dispositifs libre-service et la fréquence à laquelle ils sont désinfectés. Ils ont décrit comment, pour les personnes ayant un système immunitaire affaibli, le contact avec des surfaces fréquemment touchées peut être dangereux; les surfaces antimicrobiennes, de même que le nettoyage régulier des dispositifs d'entrée, sont préférables.

3.3.2.1.6 Préférence pour l'utilisation de dispositifs personnels

Six participants (6/19) ont décrit les avantages d'utiliser leurs dispositifs personnels (p. ex. des téléphones intelligents) avec les dispositifs libre-service. Quatre participants (4/19) ont expliqué que la familiarité avec les fonctions d'accessibilité de leurs dispositifs personnels permet une navigation efficace. Deux autres (2/19) ont révélé comment l'utilisation de leurs dispositifs personnels leur confère une plus grande indépendance, car ils peuvent résoudre des problèmes lorsqu'ils surviennent, chose qu'ils ne pourraient accomplir sur un dispositif public libre-service inconnu. Deux participants atteints d'une déficience auditive (2/19) ont décrit comment l'utilisation de leurs dispositifs personnels pourrait simplifier l'interfaçage avec leurs prothèses auditives, car la sortie audio pourrait être directement reliée à elles, ce qui la rend plus claire. Néanmoins, un participant a soulevé une inquiétude au sujet de l'équité de l'intégration des dispositifs personnels, car ce n'est pas tout le monde qui possède un téléphone intelligent, et les dispositifs libre-service devraient être en mesure de fonctionner de façon autonome.

3.3.2.1.7 Absence de réglementation

Cinq participants (5/19) s'inquiètent du manque de réglementation relative à l'accessibilité des dispositifs libre-service. Ils considèrent que l'absence de réglementation n'incite pas les fabricants et les entreprises à rendre les systèmes accessibles. Un participant a observé que malgré l'existence de normes d'accessibilité, les entreprises ne semblent souvent pas les respecter, possiblement pour éviter d'engager des dépenses supplémentaires pour l'intégration de fonctionnalités d'accessibilité qui ne sont pas requises par la loi. Un autre participant a expliqué que ce manque d'application de la loi a de graves conséquences pour les personnes en situation de handicap, ce qui pourrait ajouter à leur vulnérabilité. Les participants ont décrit devoir énoncer à voix haute leur NIP de carte de crédit à un membre du personnel d'un magasin achalandé pour effectuer une transaction, car il n'y avait pas d'autres modes de paiement disponibles. Un participant a souligné l'importance de rendre tous les dispositifs libre-service accessibles, sans exception, puisque l'accès à l'information et aux communications est un droit humain.

3.3.2.2 Observations sur l'industrie et la réglementation

Les trois participants représentant l'industrie des dispositifs libre-service et des dispositifs accessibles ont décrit au cours de l'entrevue avoir des conversations fréquentes avec des clients qui privilégient des fonctionnalités attrayantes et commercialisables plutôt qu'accessibles. En d'autres termes, un montant disproportionné des budgets de fabrication des entreprises est alloué au développement des fonctions qui attirent et excitent certains utilisateurs (p. ex. l'éclairage à DEL et la reconnaissance faciale) plutôt qu'à celui des caractéristiques qui améliorent l'utilisabilité et l'accessibilité. Les membres de l'industrie ont déclaré à maintes reprises que la priorité devrait être l'expérience utilisateur, et que les fonctionnalités permettant une utilisation de base accessible devraient être mises en œuvre avant tout le reste. Ils ont également noté les défis et les limites de la mise en œuvre de certaines technologies. Par exemple, les lecteurs d'écran et la prédiction des mots sont des fonctions personnalisées qui s'appuient sur le comportement des utilisateurs au fil du temps, ce qui n'est pas possible sur un dispositif commun, quoique la mise en œuvre de versions allégées de ces technologies puisse améliorer l'accessibilité.

Deux membres de l'industrie sont d'avis que les dispositifs libre-service devraient être utilisables et accessibles. Un participant a déclaré qu'il est préférable d'offrir plusieurs technologies d'accessibilité fonctionnelles et d'éviter de retirer ou de désactiver l'une ou l'autre des fonctions qui l'améliorent. Ils ont suggéré d'offrir plus d'un mode de saisie et plus d'un mode de paiement, ainsi que l'adaptabilité de l'expérience utilisateur entre différents modes d'utilisation afin de toujours offrir une expérience cohérente.

Un participant a noté qu'un écart dans les lignes directrices canadiennes existantes concernant les changements d'instructions et de rétroaction entravait l'accessibilité généralisée. Il n'est pas clair si le changement pour les méthodes d'entrée s'applique aux modes d'entrée standard ou à ceux destinés à améliorer l'accessibilité. Cet écart dans les directives



« Les participants ont jugé que la standardisation des méthodes pour passer d'un mode d'accessibilité à un autre demeure essentielle pour leur permettre d'utiliser plusieurs types de dispositifs libre-service en ayant le moins de fonctions à mémoriser. »

mène à des difficultés de maintien de l'uniformité pour les divers fabricants, et, par conséquent, pour les utilisateurs, qui s'attendent à une expérience cohérente.

Tous les participants de ce groupe ont souligné l'importance des essais de flux utilisateur pour tous les dispositifs par des personnes ayant vécu ou vivant en situation de handicap.

3.3.3 Solutions proposées par les participants à l'entrevue

3.3.3.1 Suggestions pour une interface utilisateur

Les participants à l'entrevue ont proposé un certain nombre de solutions pour améliorer l'interface utilisateur des dispositifs libre-service. Bon nombre d'entre elles, comme les gros boutons, un plus grand espacement entre les touches et un texte à contraste élevé, sont déjà présentes dans les normes existantes et les directives d'accessibilité.

Les essais de flux utilisateur, en particulier dans des environnements réels où il y a du mouvement et du bruit, sont essentiels pour s'assurer que les directives d'accessibilité ont été respectées. De plus, les participants ont recommandé de prêter une attention particulière aux caractéristiques tactiles, car de nombreuses personnes ayant une déficience visuelle se fient au toucher pour les aider à naviguer. Celles suggérées comprenaient des boutons physiques (en remplacement ou en plus des écrans tactiles) pour orienter l'utilisateur avec le dispositif, ou un tapis de sol avec une certaine texture pour trouver l'emplacement idéal pour l'utiliser. Dans la mesure du possible, plusieurs modes d'entrée et de sortie devraient être offerts sur tous les dispositifs libre-service.

Les participants ont jugé que la standardisation des méthodes pour passer d'un mode d'accessibilité à un autre demeure essentielle pour leur permettre d'utiliser plusieurs types de dispositifs libre-service en ayant le moins de fonctions à mémoriser. Certains participants ont suggéré la mise en œuvre d'un mécanisme de lecteur d'écran semblable à celui de certains GAB; ceux-ci sont activés en entrant un numéro particulier sur le clavier numérique. Ils ont aussi proposé la normalisation de l'emplacement des composants communs, comme les prises audios ou le symbole universel pour l'accessibilité. Ils ont estimé que les GAB étaient en général les dispositifs libre-service les plus accessibles et ont conseillé que leurs principes de conception soient plus largement appliqués.

3.3.3.2 Amélioration des instructions et de la rétroaction

Les participants ont noté que la navigation dans les dispositifs libre-service présente des difficultés lorsqu'aucune instruction, directive ou rétroaction n'y est intégrée. Une première étape pour les atténuer

consiste en un tutoriel visuel et sonore expliquant la disposition des composants d'entrée et de sortie du dispositif (p. ex. un bouton d'aide, une prise audio, une fente pour carte, etc.). Ce guide aiderait à prévenir le déclenchement accidentel d'une action inopportune et le recommencement du processus. L'option de sauter ou d'annuler la visite guidée devrait être autorisée à tout moment si l'utilisateur connait suffisamment bien le dispositif.

Les participants ont souligné l'importance d'obtenir de la rétroaction lorsqu'ils interagissent avec un dispositif libre-service. Tous les utilisateurs doivent savoir clairement où ils se trouvent dans le flux utilisateur et quelle action ils viennent d'effectuer. Cependant, lorsque des écouteurs ne sont pas connectés aux dispositifs, les renseignements personnels à l'écran ne devraient pas être lus. Dans l'ensemble, les instructions et la rétroaction ne devraient pas être données exclusivement par l'audio ou par des moyens visuels, mais en combinaison.

3.3.3.3 Intégration des dispositifs personnels

Il y a un grand intérêt à utiliser des dispositifs personnels, en particulier les téléphones intelligents, avec des dispositifs libre-service, car ils constituent souvent les principaux outils d'accessibilité des individus. L'utilisation de dispositifs personnels permettrait aux usagers de minimiser les entrées manuelles, par l'intermédiaire des fonctions de saisie automatique, et de ne pas avoir à se rappeler leurs réglages préférés, ce qui contribuerait potentiellement à compenser les lacunes d'accessibilité dans le dispositif libre-service. Cependant, ils ont reconnu que la logistique et les problèmes de confidentialité peuvent compliquer l'interopérabilité (p. ex. difficulté à connecter des dispositifs sans fil, transfert de données entre les dispositifs, logiciel qui peut interagir avec le dispositif libre-service, etc.). Une suggestion a été d'encourager le développement d'applications compatibles qui serviraient d'interfaces entre les téléphones intelligents et les dispositifs libre-service, et de les mettre à l'essai conformément aux directives d'accessibilité.

L'intégration de dispositifs personnels comprend également les casques d'écoute personnels, dont l'utilisation est entravée par l'incompatibilité du matériel (p. ex. de nombreux écouteurs sont sans fil ou utilisent des connecteurs USB de type C ou des câbles Lightning, tandis que de nombreux dispositifs libre-service sont équipés de prises audios de 3,5 mm). Dans ce cas, une option serait la possibilité d'échanger les modules de connexion, puisqu'une approche modulaire offrirait une flexibilité aux utilisateurs et leur donnerait la liberté de mettre à niveau leurs appareils personnels tout en restant compatibles avec les dispositifs libre-service.

Prendre note que pour éviter un accès inégal aux dispositifs libre-service, ceux-ci ne doivent pas s'appuyer uniquement sur l'intégration des dispositifs personnels comme outils d'accessibilité; les fonctions d'accessibilité doivent toujours être intégrées aux dispositifs libre-service et continuer d'être améliorées.

3.3.3.4 Promotion des fonctions

Un thème fréquent dans les entrevues était le besoin d'intensifier la promotion des fonctions accessibles des dispositifs libre-service. Les participants ont expliqué avoir souvent découvert qu'un dispositif était accessible par le bouche-à-oreille. L'acceptation des dispositifs libre-service reposait sur la connaissance des fonctions d'accessibilité disponibles, sur la façon d'y accéder et de les utiliser. Une meilleure connaissance des dispositifs libre-service pourrait être obtenue grâce à la promotion, à la publicité et à la formation accrue du personnel de l'établissement. Les participants ont mentionné que les utilisateurs recherchaient fréquemment de l'information en consultant les sites Web des entreprises ou des organisations. Il est donc particulièrement important que les sites Web indiquent clairement que les dispositifs libre-service de leur organisation possèdent des fonctions d'accessibilité.

3.4 Recommandations aux fins d'inclusion des technologies

La détection de visages, la reconnaissance faciale, les avatars de langue des signes, la reconnaissance gestuelle, l'intégration des dispositifs personnels, les claviers adaptatifs, la prédiction des mots et la saisie semi-automatique, les lecteurs d'écran, les

écrans antireflets, la technologie de synthèse texte-parole, la reconnaissance des empreintes digitales, la reconnaissance de l'iris, la commande vocale et la dictée, l'agrandissement du texte et les affichages dynamiques en braille constituent la liste des technologies dont l'intégration dans les dispositifs interactifs en libre-service et dont l'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 sont recommandées. La reconnaissance des gestes faciaux, la reconnaissance des gestes de la main, l'oculométrie, la reconnaissance de la paume et de l'iris, les pointeurs montés sur la tête, les dispositifs d'entrée à interrupteur unique, les interrupteurs au pied et les claviers en braille ne sont pas une priorité pour le moment, mais pourraient le devenir.

Le tableau 1 présente le résumé des évaluations, détaillées dans la section 3.2, des technologies recommandées aux fins d'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2. Le tableau 2 résume l'évaluation de celles qui ne sont pas actuellement recommandées aux fins d'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2. Les critères sont résumés comme suit :

- **Confidentialité et sécurité** – la confidentialité signifie les droits et obligations des personnes et des organisations en ce qui concerne la collecte, l'utilisation, la conservation, la divulgation et l'élimination des renseignements personnels [22]. La sécurité concerne la protection des données contre la destruction, la modification ou la divulgation intentionnelle ou non intentionnelle.
- **Essai d'utilisabilité** – l'utilisabilité fait référence à la mesure selon laquelle les utilisateurs spécifiés peuvent utiliser un système, un produit ou un service pour atteindre des objectifs précis de manière efficace et satisfaisante dans un contexte d'utilisation donné [12]. Les essais d'utilisabilité ont été considérés comme complets (indiqué par « oui ») si les données empiriques démontraient l'inclusion des personnes en situation de handicap dans les groupes d'essais. Ils ont été considérés comme incomplets (indiqué par « partiel ») s'ils n'incluaient pas de personnes en situation de handicap ou n'étaient pas entièrement axés sur l'utilisabilité et comme « inadéquats » lorsqu'aucun essai n'avait été effectué.
- **Intégration** – la technologie a été considérée comme « intégrée » si elle pouvait être intégrée au dispositif libre-service, comme un « dispositif personnel » si l'utilisateur pouvait apporter la technologie sur un dispositif personnel pour la connecter au dispositif libre-service, ou « les deux » si les deux options étaient possibles.
- **Niveau de préparation** – la majorité des technologies examinées dans ce rapport étaient offertes sur le marché.
- **Handicaps** – la recherche sur les technologies identifiées a tenu compte des obstacles rencontrés par les personnes ayant vécu une situation de handicap qui, aux fins de ce rapport, ont été regroupées selon les classes suivantes : déficience physique, déficience visuelle, déficience cognitive et déficience auditive. Les tableaux 1 et 2 présentent les principaux types de handicaps que chaque technologie pourrait contribuer à surmonter lorsqu'elle est intégrée aux dispositifs interactifs libre-service.

Pour obtenir de plus amples renseignements, se référer aux sections 2.1 et 3.2.

3.4.1 Technologies recommandées aux fins de considération pour inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2

Bien que la norme CSA/ASC B651.2 [7] fasse référence à certaines des technologies décrites dans ce rapport, les technologies suivantes sont recommandées aux fins d'inclusion dans cette norme.

Les technologies de détection du visage et de reconnaissance faciale sont recommandées aux fins d'intégration dans les dispositifs interactifs libre-service pour, respectivement, la détection automatique et l'authentification des utilisateurs. De plus, il est important que les caméras utilisées pour la détection du visage et la reconnaissance faciale soient adaptées à une variété de tailles et tiennent compte des utilisateurs de fauteuils roulants et d'aides à la mobilité [129].

La reconnaissance faciale sur les téléphones intelligents sert souvent de moyen pour accéder à un dispositif protégé sans entrer de mot de passe ou utiliser la reconnaissance des empreintes digitales. La reconnaissance faciale sur les dispositifs personnels

Tableau 1 : Résumé de l'évaluation des technologies recommandées aux fins d'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2

Technologie	La confidentialité est-elle menacée?	La sécurité est-elle menacée?	Les essais d'utilisabilité comprenaient-ils des personnes en situation de handicap?	La technologie peut-elle être intégrée au dispositif libre-service?	La technologie peut-elle être apportée par un utilisateur sur son dispositif personnel?	Niveau de préparation	Déficiences prises en charge
Détection du visage	Oui	Non	Partiellement	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Visuelle, physique, cognitive
Reconnaissance faciale	Oui	Oui	Oui	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Physique, visuelle, cognitive
Avatars de langue des signes	Non	Non	Oui	Oui	Oui	NMT 9	Auditive
Reconnaissance gestuelle	Non	Non	Oui	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Visuelle, cognitive, physique
Intégration des dispositifs personnels	Oui	Oui	Insuffisamment	S.O.	Oui	S.O.	Toutes les déficiences
Claviers adaptatifs, saisie semi-automatique, prédiction des mots	Non	Non	Oui	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Physique, visuelle, cognitive
Lecteurs d'écran	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Offerte sur le marché	Visuelle
Écrans antireflets	Non	Non	Insuffisamment	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Toutes les déficiences
Synthèse texte-parole	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Offerte sur le marché	Visuelle, cognitive
Reconnaissance des empreintes digitales	Oui	Oui	Oui	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Cognitive, physique
Reconnaissance de l'iris	Non	Oui	Partiellement	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Physique
Commande vocale et dictée	Oui	Non	Oui	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Visuelle, physique, cognitive
Agrandissement du texte	Oui	Non	Partiellement	Oui	Oui	Offerte sur le marché	Vision
Affichages dynamiques en braille	Non	Non	Oui	Oui	Oui	Offerte sur le marché	Vision, auditive

Tableau 2 : Résumé de l'évaluation des technologies qui ne sont pas actuellement recommandées aux fins d'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2

Technologie	La confidentialité est-elle menacée?	La sécurité est-elle menacée?	Les essais d'utilisabilité comprenaient-ils des personnes en situation de handicap?	La technologie peut-elle être intégrée au dispositif libre-service?	La technologie peut-elle être apportée par un utilisateur sur son dispositif personnel?	Niveau de préparation	Déficiences prises en charge
Reconnaissance des gestes faciaux	Non	Non	Oui	Oui	Non disponible	NMT 6	Physique
Reconnaissance des gestes de la main	Non	Non	Oui	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Visuelle, cognitive, physique
Oculométrie	Non	Non	Partiellement	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Physique
Reconnaissance de la paume	Non	Oui	Partiellement	Oui	Non disponible	Offerte sur le marché	Physique, cognitive, visuelle
Pointeurs montés sur la tête	Non	Non	Insuffisamment	S.O.	Oui	Offerts sur le marché	Physique
Dispositifs d'entrée à interrupteur unique	Non	Non	Insuffisamment	Oui	Non disponible	Offerts sur le marché	Physique
Interrupteurs au pied	Non	Non	Insuffisamment	Oui	Non disponible	Offerts sur le marché	Physique
Claviers en braille	Non	Non	Oui	Oui	Non disponible	Offerts sur le marché	Visuelle

et les téléphones intelligents a fait l'objet d'études approfondies, avec des résultats globaux positifs [129], [130]. Bien que la littérature grise et celle examinée par des pairs signalent certaines inquiétudes face à l'utilisabilité et à la sécurité de l'authentification biométrique, en particulier en ce qui concerne le comportement et l'habitude des utilisateurs [131] – [133], beaucoup de ces derniers ont indiqué se sentir à l'aise avec cette technologie et ne pas avoir de difficulté à ajuster leurs actions pour faire fonctionner les systèmes d'authentification biométrique [30], [133].

Les avatars de langue des signes sont recommandés en tant que technologie de sortie. Tandis que la traduction automatique des langues écrites dans une autre langue écrite ou en parole est répandue, il n'y a pas eu de progrès similaires dans les langues des signes, malgré les preuves qui mettent en évidence le besoin d'une telle traduction [133]. Les participants aux entrevues et les membres du comité consultatif ont souligné que le peaufinage et la mise en œuvre de cette technologie dans les dispositifs libre-service permettraient aux utilisateurs qui communiquent principalement au moyen du langage des signes d'interagir plus facilement avec le dispositif. Cela dit, il y a plusieurs limites aux affichages en langage des signes virtuels, y compris l'absence d'un guide écrit et complet sur la syntaxe ASL ou LSQ, la qualité des signes, la modalité de langue et la technologie d'affichage pour les avatars animés en trois dimensions [133]. Alors que des essais

d'utilisabilité supplémentaires peuvent être nécessaires avant une intégration généralisée, il est fortement recommandé de tenir compte des affichages en langue des signes virtuels aux fins d'intégration aux dispositifs interactifs en libre-service et d'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2.

Les claviers adaptatifs, la prédiction des mots et la saisie semi-automatique sont des ajouts précieux pour les utilisateurs qui ont de la difficulté à taper; toutefois, une meilleure intégration des dispositifs personnels ou des essais améliorés de flux utilisateur de ces technologies sont nécessaires. En fait, les participants interrogés ayant une déficience visuelle ont décrit les fonctions de prédiction des mots et de saisie semi-automatique comme étant agaçantes. Ces mises en garde devront être prises en compte lors de la considération de l'intégration de ces technologies dans les dispositifs interactifs libre-service et de l'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2. Il sera également nécessaire de tenir compte des essais d'utilisation approfondis effectués par des personnes ayant différentes capacités avant leur mise en œuvre.

L'inclusion des dispositifs de reconnaissance gestuelle dans la norme CSA/ASC B651.2 est recommandée, car certains mouvements courants pourraient être utilisés dans les dispositifs libre-service. De plus, des conseils sont disponibles sur le développement et la mise en œuvre de dispositifs de reconnaissance gestuelle dans des dispositifs libre-service pour soutenir les personnes ayant une déficience visuelle, cognitive ou physique. Par ailleurs, selon la partie du corps affectée par le handicap, l'utilisabilité de cette technologie par les personnes ayant une déficience physique peut être compromise.

La possibilité d'intégrer des dispositifs personnels comme des téléphones intelligents ou des dispositifs dynamiques d'affichage en braille dans des dispositifs libre-service est recommandée pour l'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2, car cette technologie était un thème répandu dans l'analyse documentaire et dans les entrevues avec les participants ayant vécu une situation de handicap. Il est prouvé qu'il est avantageux de permettre aux gens d'utiliser les appareils personnels avec lesquels ils se sentent à l'aise et qu'il existe un précédent permettant aux utilisateurs de brancher ou de connecter des appareils personnels à des fins d'interprétation [135], [136]. L'intégration de dispositifs personnels augmente l'utilisabilité en permettant aux gens d'utiliser les technologies avec lesquelles ils sont à l'aise et qui sont adaptées à leurs besoins, à leurs habitudes et à leurs préférences.

Les préoccupations en matière de protection des renseignements personnels devront faire l'objet d'une enquête, car les données recueillies seraient assujetties à la réglementation fédérale de la LPRPDE. Pour la mise en marché et l'intégration de toutes les technologies qui traitent des données permettant d'identifier des personnes, les fabricants doivent connaitre les lois sur la protection des renseignements personnels ainsi que les préoccupations en matière de sécurité qui les concernent.

La commande vocale et la dictée sont recommandées aux fins d'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 afin d'améliorer l'accessibilité, en particulier pour les personnes ayant une déficience physique ou visuelle. L'utilisabilité des fonctions de commande vocale sur les dispositifs personnels et domestiques a fait l'objet de nombreux essais, avec des résultats positifs, notamment par des personnes en situation de handicap [137], [138]. Cela dit, l'interférence du bruit peut en limiter l'efficacité dans un espace public ouvert [139], sans oublier les inquiétudes en matière de confidentialité et de sécurité concernant l'utilisation de la dictée soulevées par les participants. Les barrières physiques, l'insonorisation et les autres stratégies de conception environnementale visant à réduire le bruit et à isoler les voix dans la zone immédiate autour d'un dispositif libre-service valent la peine d'être étudiées.

Deux technologies recommandées pour l'authentification sont la reconnaissance des empreintes digitales et la reconnaissance de l'iris. Bien qu'il y ait peu de publications sur les essais d'utilisabilité et plusieurs préoccupations liées à l'accessibilité pour les personnes ayant un handicap visuel, cognitif ou physique [77] et, en raison de leur adoption généralisée et de leur excellente capacité à authentifier les utilisateurs, l'intégration de ces technologies aux dispositifs libre-service peut être utile,

en s'assurant que d'autres options d'authentification restent également disponibles. Si la reconnaissance des empreintes digitales et la reconnaissance de l'iris sont entièrement mises à l'essai avec des personnes ayant différentes déficiences, elles peuvent faciliter l'authentification puisqu'elles demandent un effort physique moindre. Il est recommandé de procéder à d'autres essais d'utilisabilité avant de les inclure dans les dispositifs libre-service.

Les affichages dynamiques en braille requièrent des technologies supplémentaires intégrées aux dispositifs libre-service, ou du matériel et des logiciels compatibles qui permettent à l'utilisateur d'y intégrer un dispositif d'affichage en braille personnel. Par conséquent, il faut prendre en considération la façon avec laquelle les personnes accèdent aux options d'affichage en braille (c'est-à-dire la manière avec laquelle les fonctions sont activées, le placement constant et cohérant de l'icône de menu ou du bouton physique et le sentiment d'une utilisation intuitive) et connectent leurs dispositifs d'affichage dynamique en braille aux dispositifs libre-service, et considérer l'endroit où ils peuvent déposer leur équipement. Un petit rebord ou une tablette à un emplacement uniforme peut être utile dans le cas présent.

La technologie antireflet offre des avantages pour la plupart des utilisateurs. Puisque le contenu affiché sur un écran peut être déformé lorsqu'il est examiné sous différents angles, limitant ainsi l'utilisabilité [140], il est nécessaire d'évaluer comment les utilisateurs debout et assis interagissent avec une technologie pour répondre aux divers besoins en fait de mobilité et tenir compte des différents angles avec lesquels les individus regarderont l'écran, y compris ceux utilisant des fauteuils roulants ou des aides à la mobilité. Il est également essentiel de procéder à des essais approfondis lorsque la technologie d'agrandissement de l'écran ou du texte est utilisée afin que le contenu redimensionné affiché à l'écran demeure utilisable, peu importe l'angle sous lequel il est visualisé. Par exemple, lorsque le texte est agrandi, il peut ne pas paraître sous tous les angles, car l'angle de visionnement peut changer la forme et la taille d'un objet. De plus, il est nécessaire de déterminer si l'agrandissement de l'écran ou du texte le sera à des rapports prédéterminés (p. ex. 125 %, 150 %, 175 %, 200 %) ou personnalisés par l'utilisateur.

Il est également nécessaire de tenir compte de la façon avec laquelle les utilisateurs de technologies de synthèse texte-parole interagissent avec cette fonction lorsqu'ils n'ont pas accès à des écouteurs. Cela peut être particulièrement inquiétant dans un environnement achalandé, où la qualité et la clarté du son sont réduites.

En fonction de l'étendue des éloges des informateurs clés pour les lecteurs d'écran, l'inclusion de cette technologie dans les dispositifs interactifs libre-service devrait être obligatoire. Les participants interrogés ont mentionné que les lecteurs d'écran contribuaient de manière significative à l'accessibilité, en particulier ceux qui exploitaient le logiciel JAWS. Bien que cette technologie ait été mise au point pour pallier les obstacles technologiques rencontrés par les personnes présentant des déficiences visuelles, d'autres individus profitent également de la réception d'informations par l'intermédiaire de l'audio [113]. Toutefois, l'uniformité des outils de navigation entre les lecteurs d'écran est essentielle pour l'expérience utilisateur et l'acceptation de la technologie [141]. Des considérations additionnelles ont été soulevées au cours du processus de recherche impliquant les situations où une personne pourrait avoir besoin d'un lecteur d'écran pour produire une transcription audio de renseignements confidentiels, ce qui souligne la nécessité de protéger la vie privée. Enfin, il est essentiel d'utiliser des voix clairement reconnaissables pour fournir des instructions et décrire le contenu de l'écran.

De plus, les technologies d'assistance doivent être en mesure d'interagir sans heurts. Par exemple, certains participants à l'entrevue ont dit qu'ils voulaient pouvoir utiliser l'agrandissement du texte et un lecteur d'écran en même temps.

3.5 Recommandations à des fins de recherche future

Comme il a été discuté à divers endroits dans ce rapport, il est essentiel d'inclure les personnes ayant vécu en situation de handicap dans la recherche sur les dispositifs libre-service accessibles et les technologies accessibles en général, et de privilégier leur expérience et leurs commentaires dans tout processus d'essai ou de formation.

3.5.1 Essais d'utilisabilité des technologies accessibles

L'un des principaux thèmes dégagés lors des entrevues avec les parties prenantes était la conception inadéquate des technologies accessibles dans les dispositifs libre-service et la faible expérience globale des utilisateurs. De plus, le manque d'uniformité dans la conception de différents dispositifs libre-service leur a occasionné des difficultés [97], [105], [126], [131]. Dans l'industrie des dispositifs médicaux, la *Food and Drug Administration* des États-Unis (FDA) a recommandé aux fabricants de mettre en œuvre un programme complet de conception et d'évaluation axé sur l'utilisateur pour leurs technologies. Les directives de la FDA, *Applying Human Factors and Usability Engineering to Medical Devices* [141], permettent de s'assurer que l'industrie harmonise les dispositifs médicaux avec les besoins des utilisateurs et conçoit les dispositifs pour réduire au minimum le nombre d'erreurs. Des lignes directrices, des protocoles et des programmes de certification similaires pour l'utilisabilité des dispositifs libre-service accessibles devraient être élaborés au Canada afin de répondre aux besoins des utilisateurs en matière d'accessibilité.

3.5.2 Formation sur l'utilisation des technologies accessibles

Le développement et la mise en œuvre de dispositifs libre-service accessibles au Canada dépendent fortement de la formation des utilisateurs finaux et du personnel de soutien sur place dans l'utilisation des technologies. Les entrevues ont révélé que les utilisateurs ne savent généralement pas quels dispositifs sont dotés de caractéristiques d'accessibilité et qu'ils ne connaissent pas les fonctions ou les technologies d'accessibilité des dispositifs libre-service. Ils ne savent pas non plus si les technologies qu'ils connaissent sont disponibles et, le cas échéant, dans quels dispositifs, ou ils ne savent pas comment y accéder. De plus, le personnel de l'établissement ou de l'organisation où se trouve le dispositif libre-service peut souvent être mal formé sur l'utilisation et l'activation correctes de toute caractéristique d'accessibilité. À l'avenir, des directives et des ressources de formation (p. ex. tutoriels numériques, guides audios, etc.) devraient être élaborées afin que les utilisateurs de technologies accessibles puissent recevoir de la formation ou du soutien de la part du personnel formé lorsqu'ils utilisent un dispositif libre-service inconnu. Par exemple, la formation du personnel devrait inclure des renseignements sur les besoins des personnes en situation de handicap et sur la façon de les accommoder lorsqu'elles utilisent les technologies présentes dans le dispositif libre-service.

3.5.3 Comparaison internationale des technologies accessibles et politiques connexes

Les entrevues avec les parties prenantes ont mis en évidence les différences entre les pays en matière de réglementation et de politiques pour les technologies et les dispositifs libre-service accessibles. Les participants ont décrit à quel point ils ont trouvé les dispositifs accessibles aux États-Unis et ont fait mention de leur expérience lorsqu'ils voyagent en Europe. Une évaluation globale et approfondie des politiques et règlements en matière d'accessibilité est recommandée pour déterminer les meilleures pratiques à mettre en œuvre au Canada.

3.5.4 Orientation vers les dispositifs libre-service

Plusieurs participants ont souligné les difficultés associées à la navigation dans les espaces à aires ouvertes lorsqu'ils voulaient localiser et utiliser les dispositifs libre-service accessibles. Les fonctions d'accessibilité sont essentielles pour permettre aux utilisateurs handicapés d'accéder aux services et à l'information, et des travaux sont nécessaires pour établir une orientation uniforme et normalisée vers les dispositifs libre-service accessibles.

4 Conclusions

Bien que les dispositifs libre-service comprennent des fonctions d'accessibilité, les utilisateurs handicapés éprouvent souvent des difficultés à les utiliser. Des directives améliorées sont nécessaires pour la conception et l'évaluation des dispositifs libre-service accessibles.

Les technologies suivantes doivent être prises en considération aux fins d'intégration aux dispositifs interactifs libre-service et d'inclusion dans la norme CSA/ASC B651.2 : la détection du visage, la reconnaissance faciale, les avatars de langue des signes, la reconnaissance gestuelle, l'intégration de dispositifs personnels, la saisie semi-automatique et la prédiction des mots, les lecteurs d'écran, les écrans antireflets, la capacité de synthèse texte-parole, la reconnaissance des empreintes digitales, la reconnaissance de l'iris, la commande vocale et dictée, l'agrandissement du texte et l'afficheur dynamique en braille. Même si certaines de ces technologies sont déjà représentées dans la norme CSA/ASC B651.2, la présente recherche propose des considérations supplémentaires.

Au cours des entrevues avec des participants ayant vécu en situation de handicap, plusieurs sujets d'étude ont été émis aux fins de mise en œuvre de nouvelles technologies pour les dispositifs libre-service. Ils comprennent la confidentialité et la sécurité, la cohérence, le soutien du personnel, le manque de rétroaction, l'accessibilité inadéquate, la conception globale, l'intégration des dispositifs personnels et la réglementation. En abordant les considérations pratiques pour l'intégration des technologies d'entrée et de sortie dans les dispositifs interactifs libre-service, il est possible de favoriser une expérience plus sécuritaire et accessible pour tous les utilisateurs. Les directives en matière de formation sur l'utilisation des dispositifs libre-service et des ressources de formation pour les utilisateurs des technologies accessibles qui doivent être mises en œuvre de façon constante sur différents dispositifs libre-service permettront d'offrir à tous des expériences utilisateur cohérentes, sécuritaires et fiables.

Références

[1] Gouvernement du Canada. *Loi canadienne sur* l'accessibilité (L.C. 2019, ch. 10), (21 juin 2019). [En ligne]. Adresse : https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/lois/a-0.6/TexteComplet.html

[2] « Guide fédéral de référence sur l'incapacité », Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), Canada, 16 décembre 2022. Consulté le : 10 avril 2023 [En ligne]. Adresse : https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/programmes/invalidite/cra/guide-reference.html

[3] « L'inclusion des personnes en situation de handicap et l'accessibilité », Emploi et Développement social Canada, Ottawa (Ontario), Canada, 23 février 2022. [En ligne]. Adresse : https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/ministere/rapports/documents-information-edsc/inclusion-2021-infographie.html

[4] "Assistive and Adaptive Technologies", *Queen's Alumni Review*, 5 mai 2017. Consulté le : 10 avril 2023. [En ligne]. Adresse : https://www.queensu.ca/alumnireview/articles/2017-05-25/assistive-and-adaptive-technologies

[5] R. Choi, « Résultats sur l'accessibilité tirés de l'Enquête canadienne sur l'incapacité » Statistique Canada, Ottawa (Ontario), Canada, 27 octobre 2021. [En ligne]. Adresse : https://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/89-654-x/89-654-x2021002-fra.htm

[6] DCIL Administrator. "Adaptive vs. Assistive Technology." Dakotacil.org. https://dakotacil.org/2016/10/31/adaptive-vs-assistive-technology/ (consulté le 10 avril 2023).

[7] *Conception accessible des dispositifs interactifs libre-service, y compris les guichets automatiques bancaires*, CSA/ASC B651.2:22, Groupe CSA, Toronto (Ontario), Canada, 2022. [En ligne]. Adresse : https://www.csagroup.org/fr/store/product/CSA-ASC%20B651.2:22/

[8] Y. Vakulenko, D. Hellström, et P. Oghazi, "Customer value in self-service kiosks: a systematic literature review," *Int. J. Retail Distrib.,* vol. 46, no. 5., pp. 507-527, Mai 2018. https://doi.org/10.1108/IJRDM-04-2017-0084

[9] P. Duarte, S. C. Silva, M. A. Linardi, et B. Novais, "Understanding the implementation of retail self-service check-out technologies using necessary condition analysis," *Int. J. Retail Distrib.,* vol. 50, no. 13, pp. 140-163, Sept. 2022. https://doi.org/10.1108/IJRDM-05-2022-0164

[10] M. J. Bitner, A. L. Ostrom, et M. L. Meuter, "Implementing successful self-service technologies," *A.M.P.*, vol. 16, no. 4, pp. 96-109, Nov. 2002. https://doi.org/10.5465/AME.2002.8951333

[11] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 20 : Approche ergonomique de l'accessibilité dans la série ISO 9241*, ISO 9241-20:2021, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, novembre 2021. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/80709.html

[12] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 112 : Principes relatifs à la présentation de l'information*, ISO 9241-112:2017, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Mars 2017. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/64840.html

[13] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 11 : Utilisabilité : Définitions et concepts*, ISO 9241-11:2018, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, 2018. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:fr

[14] Architectural and Transportation Barriers Compliance Board, 21 sept. 2022. ID du document : ATBCB-2022-0004-0001, *Americans With Disabilities Act Accessibility Guidelines for Buildings and Facilities; Architectural Barriers Act Accessibility Guidelines; Self-Service Transaction Machines and Self-Service Kiosks*. [En ligne]. Adresse : https://www.regulations.gov/document/ATBCB-2022-0004-0001

[15] Gouvernement du Canada, *Règlement sur les transports accessibles aux personnes handicapées (DORS/2019-244)*, 25 juin 2022. [En ligne]. Adresse : https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2019-244/index.html

[16] B. DiCicco-Bloom et B. F. Crabtree, "The qualitative research interview," *Med. Edu.,* vol. 40, no. 4. pp. 314-321, Mars 2006. https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x

[17] A. Galletta et E. C. William, *Mastering the Semi-Structured Interview and Beyond: From Research Design to Analysis and Publication*. New York, NY, USA: NYU Press, 2013. https://doi.org/10.18574/nyu/9780814732939.001.0001

[18] B. A. Gillham, *Research Interviewing: The Range of Techniques*, Milton Keynes, UK: Open University Press, 2005.

[19] « Niveaux de maturité technologique », Innovation Canada, Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), Canada, 23 janvier 2018. [En ligne]. Adresse : https://ised-isde.canada.ca/site/innovation-canada/fr/niveaux-maturite-technologique

[20] I. Tzinis, "Technology readiness level," NASA.gov, 28 oct. 2012. Adresse : https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/technology_readiness_level (consulté le 24 janvier 2023).

[21] Y. Lee, S. Park, J. Park, et H. K. Kim, "Comparative Analysis of Usability and Accessibility of Kiosks for People with Disabilities," *Appl. Sci.*, vol. 13, no. 5, 3058, Fevr. 2023. https://doi.org/10.3390/app13053058

[22] H.-F. Hsieh et S. E. Shannon, "Three approaches to qualitative content analysis," *Qual. Health Res.*, vol. 15, no. 9, pp. 1277-1288, Nov. 2005. https://doi.org/10.1177/1049732305276687

[23] *Perception de télépéage – Architecture de systèmes pour le péage lié aux véhicules – Partie 2 : Vocabulaire*, ISO/TS 17573-2:2020. Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, juillet 2020. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/79158.html

[24] *Informatique de santé – Interopérabilité et compatibilité avec les normes de messagerie et de communication – Caractéristiques*, ISO/TR 18307:2001. Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, 2001. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:tr:18307:ed-1:v1:en

[25] Commissariat à la protection de la vie privée du Canada, « Survol de la LPRPDE », *Commissariat à la protection de la vie privée du Canada*, Gatineau (Québec), 31 mai 2019. [En ligne]. Adresse : https://www.priv.gc.ca/fr/sujets-lies-a-la-protection-de-la-vie-privee/lois-sur-la-protection-des-renseignements-personnels-au-canada/la-loi-sur-la-protection-des-renseignements-personnels-et-les-documents-electroniques-lprpde/lprpde_survol/

[26] « Outil d'évaluation du niveau de maturité technologique (NMT) », Gouvernement du Canada, Ottawa (Ontario), Canada, 6 avril 2021. [En ligne]. Adresse : https://ised-isde.canada.ca/site/carrefour-croissance-propre/fr/outil-devaluation-niveau-maturite-technologique-nmt

[27] « ISO/IEC JTC 1 Technologies de l'information », ISO, Adresse : https://www.iso.org/fr/committee/45020.html (consulté le 28 mars 2023).

[28] « ISO/IEC JTC 1/SC 35 Interfaces utilisateur », ISO, Adresse : https://www.iso.org/fr/committee/45382.html (consulté le 28 mars 2023).

[29] « ISO/TC 159/SC 4 Ergonomie de l'interaction homme/système », ISO, Adresse : https://www.iso.org/fr/committee/53372.html (consulté le 28 mars 2023).

[30] « ISO/TC 173/SC 7 Appareils et accessoires fonctionnels pour personnes présentant une déficience des fonctions sensorielles », ISO, Adresse : https://www.iso.org/fr/committee/608504.html (consulté le : 28 mars 2023).

[31] « ISO/IEC JTC 1/SC 37 Biométrie », ISO. Adresse : https://www.iso.org/fr/committee/313770.html (consulté le 28 mars 2023).

[32] J. P. Spradley, "The ethnographic interview," *Adm. Sci. Q.*, vol. 25, no. 3, pp. 526-530, Sept. 1980. https://doi.org/10.2307/2392270

[33] A. Bryman et E. Bell, Social Research Methods, 5e éd. Oxford, Royaume-Uni: Oxford University Press, 2019.

[34] M. Bengtsson, "How to plan and perform a qualitative study using content analysis," *NursingPlus Open*, vol. 2, pp. 8-14, 2016. https://doi.org/10.1016/j.npls.2016.01.001

[35] L. S. Nowell, J. M. Norris, D. E. White, et N. J. Moules, "Thematic analysis: Striving to meet the trustworthiness criteria," *Int. J. Qual. Meth.*, vol. 16, no. 1, Sept. 2017. https://doi.org/10.1177/1609406917733847

[36] M. Vaismoradi, J. Jones, H. Turunen, et S. Snelgrove, "Theme development in qualitative content analysis and thematic analysis," *J. Nurs. Educ. Pract.,* vol. 6, no. 5, Jan. 2016. https://doi.org/10.5430/jnep.v6n5p100

[37] P. Backman et C. Kennedy, "Canadian and privacy concerns: Biometric identification perspective," *Aird and Berlis*. Adresse : https://www.airdberlis.com/docs/default-source/articles/biometric-identification-and-privacy-concerns.pdf?s. (consulté le 16 février 2023).

[38] "Face detection: What is it and how does this tech work?," *RecFaces*, Adresse : https://recfaces.com/articles/what-is-face-detection. (consulté le 16 février 2023).

[39] K. D. Manley, J. C. Chan, et G. L. Wells, "Improving face identification of mask-wearing individuals," *Cogn. Research,* vol. 7, no. 1, Mars 2022. https://doi.org/10.1186/s41235-022-00369-7

[40] A. Kumar, A. Kaur, et M. Kumar, "Face detection techniques: A Review," *Artif. Intell. Rev.,* vol. 52, no. 2, pp. 927-948, Août 2018. https://doi.org/10.1007/s10462-018-9650-2

[41] C. Stouffer, "What is facial recognition and how does it work," *Norton*, Adresse : https://us.norton.com/blog/iot/how-facial-recognition-software-works. (consulté le 16 février 2023).

[42] O. Ciftci, E.-K. (C.) Choi, et K. Berezina, "Let's face it: Are customers ready for facial recognition technology at quick-service restaurants?," *Int. J. Hosp. Manag.*, vol. 95, p. 102941, Mai 2021. https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2021.102941

[43] M. R. Firmanda, B. Sena Bayu Dewantara, et R. Sigit, "Implementation of illumination invariant face recognition for accessing user record in Healthcare Kiosk," 2020 *IES*, Surabaya, Indonesia, 29-30 Sept. 2020, pp. 371-376. https://doi.org/10.1109/IES50839.2020.9231644

[44] H. Baqeel et S. Saeed, "Face detection authentication on Smartphones: End users usability assessment experiences," dans 2019 *ICCIS*, Sakaka, Saudi Arabia, 3-4 avr. 2019, pp. 1-6. https://doi.org/10.1109/ICCISci.2019.8716452

[45] Technologies de l'information – Formats d'échange de données biométriques – Partie 5 : Données d'image de la face *(Adoptée ISO/IEC 19794-5:2011, deuxième édition, 2011-11-01, incluant la modification adoptée 1:2014, modification 2:2015 et erratum technique 1:2016 pour la modification 2:2015)*, CSA ISO/IEC 19794-5:20, Groupe CSA, Toronto (Ontario), Canada, 2020. [En ligne]. Adresse : https://www.csagroup.org/fr/store/product/2427982/

[46] *Technologies de l'information – Essais et rapports de performance biométriques – Partie 5 : Plan de classement pour évaluation de scénario de contrôle d'accès*, ISO/IEC 19795-5:2011, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, mars 2011. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/51768.html

[47] *IEEE Approved standard for performance evaluation of biometric information: Facial recognition*, IEEE P2884-2023, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, NY, USA, 5 juin 2023. Adresse : https://standards.ieee.org/ieee/2884/10304/

[48] *Technologies de l'information – Utilisation de la biométrie dans les systèmes de vidéosurveillance – Partie 1 : Conception et spécification*, CSA ISO/IEC 30137-1:20, Groupe CSA, Toronto (Ontario), Canada, 2020 [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/64935.html

[49] M. Hamedi, S. H. Salleh, T. S. Tan, K. Ismail, J. Ali, C. Dee-Uam, C. Pavaganun, et P. P. Yupapin, "Human facial neural activities and gesture recognition for machine-interfacing applications," *Int. J. Nanomed.*, vol. 2011, no. 6, pp. 3461-3472, 2011. https://doi.org/10.2147/IJN.S26619

[50] Fraunhofer-Gesellschaft, "Mobile control with facial gestures," *ScienceDaily*, Adresse : https://www.sciencedaily.com/releases/2017/07/170712074322.htm. (consulté le 16 février 2023).

[51] A. Barreto, S. Scargle, et M. Adjouadi, "A practical EMG-based human-computer interface for users with motor disabilities," *J.R.R.D.*, vol. 37, no. 1, pp. 53-64, 2000. Consulté le : 24 janvier 2023. [En ligne]. Adresse : https://digitalcommons.fiu.edu/ece_fac/26

[52] J. Varona, C. Manresa-Yee, et F. J. Perales, "Hands-free vision-based interface for computer accessibility," *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 31, no. 4, pp. 357-374, Nov. 2008. https://doi.org/10.1016/j.jnca.2008.03.003

[53] D. Rozado, J. Niu, et M. Lochner, "Fast human-computer interaction by combining gaze pointing and face gestures," *A. C. M. Trans. Access. Comput.*, vol. 10, no. 3, pp. 1-18, Août 2017. https://doi.org/10.1145/3075301

[54] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 960 : Cadre et lignes directrices relatives aux interactions gestuelles*, ISO/TS 9241-960:2017, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Septembre 2017. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/62535.html

[55] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 430 : Recommandations pour la conception de la saisie gestuelle sans contact pour la réduction du stress biomécanique*, ISO/TS 9241-430:2021, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Décembre 2021. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/80270.html

[56] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 910 : Cadre pour les interactions tactiles et haptiques*, ISO 9241-910:2011, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Juillet 2011. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/51097.html

[57] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 940 : Évaluation des interactions tactiles et haptiques*, ISO 9241-940:2017, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Novembre 2017. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/61362.html

[58] "Physical pointers: Accessibility," *Wunder*, Adresse : https://wunder.io/wunderpedia/accessibility/digital-assistive-technologies/physical-pointers/ (consulté le 16 février 2023).

[59] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 410 : Critères de conception des dispositifs d'entrée physiques*, ISO 9241-410:2008, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Février 2008. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/38899.html

[60] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 411 : Méthodes d'évaluation de la conception des dispositifs d'entrée physiques*, ISO/TS 9241-411:2012, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Mai 2012. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/54106.html

[61] C.I.E. Group, "Understanding Voice Control for Home Automation," *How does Voice Activation work?*, https://cie-group.com/how-to-av/videos-and-blogs/voice-control. (consulté le 27 février 2023).

[62] F. Chavez-Sanchez et L. M. Colin, "Apples and oranges: A framework for the usability evaluation of voice vs graphical user interfaces: A command-event based method proposal," Proceedings of the 2nd *Conf CUI*, Bilbao, Espagne, pp. 1–3, 2020, https://doi.org/10.1145/3405755.3406169

[63] E. Corbett et A. Weber, "What can I say?: addressing user experience challenges of a mobile voice user interface for accessibility," Proceedings of the 18th International *Conf MobileHCI*, Florence, Italie, pp. 72–82, 2016, https://doi.org/10.1145/2935334.2935386

[64] *Technologies de l'information – Interfaces utilisateur – Commande vocale – Partie 1 : Cadre et conseils généraux*, CAN/CSA ISO/IEC 30122-1:18, Groupe CSA, Toronto (Ontario), Canada, 2018. [En ligne]. Adresse : https://www.csagroup.org/fr/store/product/2704332/

[65] *Information technology — User interfaces — Voice commands — Part 2: Constructing and testing*, ISO/IEC 30122-2:2017, Group CSA, Toronto (Ontario), Canada, 2018 [En ligne]. Adresse : https://www.csagroup.org/fr/store/product/CAN-CSA-ISO-IEC%2030122-2:18/

[66] *Ergonomie de l'interaction homme-système — Partie 154 : Applications de serveur vocal interactif (SVI)*, ISO 9241-154:2013, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Février 2013. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/52172.html

[67] *Technologies de l'information – Traitement de documents et communication connexe – Interface de l'utilisateur et des services à base de téléphone – Applications de messagerie vocale*, ISO/IEC 13714:1995, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Février 1995. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/22721.html

[68] J. Vincent, "Amazon's palm reading starts at the grocery store, but it could be so much bigger," *The Verge*, https://www.theverge.com/2020/10/1/21496673/amazon-one-palm-reading-vein-recognition-payments-identity-verification (consulté le 1er février 2023).

[69] D. Liliana, "The combination of palm print and hand geometry for biometrics palm recognition" *Semantic scholar*, 2012. https://www.semanticscholar.org/paper/The-combination-of-palm-print-and-hand-geometry-for-Liliana/f698221cb79fc53536288d4affd409f06b7e3131#citing-papers (consulté le 1er février 2023).

[70] M. Liebowitz, "Japanese bank introduces palm-scanning ATMs," *NBCNews.com*. https://www.nbcnews.com/id/wbna47019911 (consulté le 1er février 2023).

[71] *Technologies de l'information – Formats d'échange de données biométriques – Partie 15 : Données relatives à l'image des lignes de la main*, ISO/IEC 19794-15:2017, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Mai 2017. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/63865.html

[72] Center for Devices and Radiological Health, "Applying human factors and usability engineering to medical devices: Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff," U.S. Food and Drug Administration, Rockville, MD, USA, 3 févr. 2016. [En ligne]. Adresse : https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/applying-human-factors-and-usability-engineering-medical-devices

[73] M. M. H. Ali, V. H. Mahale, P. Yannawar, et A. T. Gaikwad, «Overview of fingerprint recognition system,» presenté à la 2016 *ICEEOT*, Chennai, Tamil Nadu, Inde, pp. 1334-1338, 3-5 mars 2016. https://doi.org/10.1109/ICEEOT.2016.7754900.

[74] R. Triggs, "How fingerprint scanners work: Optical, capacitive, and Ultrasonic explained," *Android Authority*, https://www.androidauthority.com/how-fingerprint-scanners-work-670934/ (consulté le 1er février 2023).

[75] D. Thakkar, "Fingerprint reference point detection and feature extraction," *Bayometric*, https://www.bayometric.com/fingerprint-reference-point-detection-and-feature-extraction/ (consulté le 1er février 2023).

[76] S.K. Singla et A.S. Arora, "Biometric and its issues for disabled," *IJSTM* vol. 2, no. 2, pp. 37 – 41, 2010. https://www.sgi.ac.in/colleges/newsletters/1146080820111637301.pdf

[77] S. Furnell, K. Helkala, et N. Woods, "Accessible authentication: Assessing the applicability for users with disabilities," *Comput. Secur.*, vol. 113, p. 102561, Févr.. 2022. https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102561

[78] *Technologies de l'information – Formats d'échange de données biométriques – Partie 8 : Données des structures du squelette de l'empreinte*, ISO/IEC 19794-8:2011, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Décembre 2011. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/50869.html

[79] *Technologies de l'information – Formats d'échange de données biométriques – Partie 2 : Données du point caractéristique du doigt*, ISO/IEC 19794-2:2011, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Décembre 2011. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/50864.html

[80] *IEEE Approved draft standard for performance evaluation of biometric information: Fingerprint recognition*, IEEE P2891-2023, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, NY, USA, 5 juin 2023. Adresse : https://standards.ieee.org/ieee/2891/10306/

[81] "Iris recognition," *NEC,* 2022. https://www.nec.com/en/global/solutions/biometrics/iris/index.html (consulté le 1er février 2023).

[82] S. E. Baker, A. Hentz, K. W. Bowyer et P. J. Flynn, "Contact lenses: Handle with care for iris recognition," 2009 IEEE 3rd *Int. Conf. BTAS*, Washington, DC, USA, 2009, pp. 1-8, doi: 10.1109/BTAS.2009.5339050.

[83] *Technologies de l'information – Formats d'échange de données biométriques – Partie 6 : Données d'image de l'iris*, ISO/IEC 19794-6:2011, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Octobre 2011. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/50868.html

[84] *Technologies de l'information – Qualité d'échantillon biométrique – Partie 6 : Données d'image de l'iris*, ISO/IEC 29794-6:2015, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Juillet 2015. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/54066.html

[85] *Photobiological safety of lamps and lamp systems*, IEC 62471 Ed. 1.0 b:2006, International Electrotechnical Commission, Genève, Suisse, 2006.

[86] J. Jullion, "Braille writing with Braille keyboards," *T Base Communications*, https://allyant.com/braille-writing-with-braille-keyboards/ (consulté le 16 février 2023).

[87] *Conception accessible – Méthodes d'affichage des signes en braille*, ISO 17049:2013, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, 2013. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17049:ed-1:v1:fr

[88] "World braille usage," Perkins School for the Blind, https://www.perkins.org/resource/world-braille-usage/ (consulté le 10 juillet 2023).

[89] AccessComputing. "What is Nemeth Code?," Washington.edu. https://www.washington.edu/accesscomputing/what-nemeth-code (consulté le 23 mars 2023).

[90] Kellogg, V. Talla et S. Gollakota, "Bringing gesture recognition to all devices - USENIX," dans 11th *USENIX Symposium on NSDI*, Seattle, WA, USA, Avr. 2014. https://www.usenix.org/system/files/conference/nsdi14/nsdi14-paper-kellogg.pdf.

[91] A. Nelson, S. McCombe Waller, R. Robucci, C. Patel, et N. Banerjee, "Evaluating touchless capacitive gesture recognition as an assistive device for Upper Extremity Mobility Impairment," *RATE*, vol. 5, pp. 1–13, 2018. https://doi.org/10.1177/2055668318762063

[92] N. Alnaim, M. Abbod, et A. Albar, "Hand Gesture Recognition Using Convolutional Neural Network for People Who Have Experienced A Stroke," Presenté à 2019 3rd *ISMSIT*, Ankara, Turquie, pp. 1-6, 2019. https://doi.org/10.1109/ISMSIT.2019.8932739.

[93] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 971 : Accessibilité des systèmes interactifs tactiles/haptiques*, ISO 9241-971:2020, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Décembre 2020. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/74511.html

[94] *Technologies de l'information – Interfaces gestuelles entre dispositifs et méthodes – Partie 11 : Gestes à point unique pour actions courantes du système*, ISO/IEC 30113-11:2017, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Août 2017. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/62863.html

[95] *Technologies de l'information – Interfaces utilisateur – Interfaces fondées sur la gestuelle entre dispositifs et méthodes – Partie 12 : Gestes multi-points pour les actions courantes du système*, ISO/IEC 30113-12:2019, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Novembre 2019. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/74362.html

[96] "Introduction to 7 Common Adaptive Switches," *tecla*. Adresse : https://gettecla.com/blogs/news/introduction-to-assistive-switches (consulté le 10 avril 2023).

[97] "Creating accessible content for people who use eye-tracking devices," *Bureau of Internet Accessibility*. Adresse : https://www.boia.org/blog/creating-accessible-content-for-people-who-use-eye-tracking-devices (consulté le 1er février 2023).

[98] D. Fluckinger, "Retail facial recognition and eye tracking the next Tech Wave, maybe," *TechTarget.com*. https://www.techtarget.com/searchcustomerexperience/news/252477356/Retail-facial-recognition-and-eye-tracking-the-next-tech-wave-maybe (consulté le 1er février 2023).

[99] *Ergonomie de l'interaction homme-système – Partie 400 : Principes et exigences pour les dispositifs d'entrée physiques*, ISO 9241-400:2007, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Février 2007. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/38896.html

[100] *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*, World Wide Web Consortium, Cambridge, MA, USA, 5 juin 2018. [En ligne]. Adresse : https://www.w3.org/TR/WCAG21/#motion-actuatio

[101] *Accessibility requirements for ICT products and services*, EN 301 549 V3.2.1, European Telecommunications Standards Institute, Sophia Antipolis, France, Mars 2021. [En ligne]. Adresse : https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/03.02.01_60/en_301549v030201p.pdf

[102] V. G. Duffy, Q. Gao, J. Zhou, M. Antona, et C. Stephanidis, "HCI International 2022 - Late Breaking Papers: HCI for Health, Well-being, Universal Access and Active Aging," *Springer*, vol. 13521, 2022.

[103] Charlie, "Keyboards for people with disabilities," *bltt.org*. https://bltt.org/keyboards-for-disabled-people/ (consulté le 2 février 2023).

[104] J. Martin, "Word prediction technology: What it is and how it works," *Understood.org*, https://www.understood.org/en/articles/word-prediction-technology-what-it-is-and-how-it-works (consulté le 2 février 2023).

[105] M. Maiorana-Basas et C. M. Pagliaro, "Technology use among adults who are deaf and hard of hearing: A national survey," *J. Deaf Stud. Deaf Educ.*, vol. 19, no. 3, pp. 400-410, 2014. https://doi.org/10.1093/deafed/enu005

[106] A. Pradhan, K. Mehta, et L. Findlater, "'Accessibility came by accident': Use of voice-controlled intelligent personal assistants by people with disabilities," Presenté à la 2018 CHI, Montreal, QC, Canada, 21-26 avr. 2018. https://doi.org/10.1145/3173574.3174033

[107] V. Ashok, S. M. Billah, Y. Borodin, et I. V. Ramakrishnan, "Auto-suggesting browsing actions for personalized web screen reading," Presentéà la 27th ACM UMAP, Larnaca, Chypre, 9-12 juin 2019. https://doi.org/10.1145/3320435.3320460

[108] H. Takyi, V. Watzlaf, J. T. Matthews, L. Zhou, et D. DeAlmeida, "Privacy and Security in Multi-User Health Kiosks", *Int. J. Telerehab.*, vol. 9, no. 1, pp. 3-14, Juin 2017. https://doi.org/10.5195/ijt.2017.6217

[109] B. Ballmann, "Understanding network hacks: Attack and defense with Python. Berlin: Springer Berlin," 2016.

[110] S. S. Hassan, S. D. Bibon, M. S. Hossain, et M. Atiquzzaman, "Security threats in bluetooth technology," *Comput. Secur. J.*, vol. 74, pp. 308-322, Mai 2018. http://doi.org/10.1016/j.cose.2017.03.008

[111] S. Shrestha, E. Irby, R. Thapa, et S. Das, "SOK: A systematic literature review of bluetooth security threats and mitigation measures," Presenté à EISA, Copenhagen, DK, 12-13 nov. 2021. https://doi.org/10.2139/ssrn.3959316

[112] W. Albazrqaoe, J. Huang, et G. Xing, "Practical bluetooth traffic sniffing," Presenté à la 14th ACM MobiSys, Singapore, SG, 26-30 juin 2016. https://doi.org/10.1145/2906388.2906403

[113] "Screen reading technology and refreshable braille displays," *AFB.org*. https://www.afb.org/blindness-and-low-vision/using-technology/assistive-technology-videos/screen-reading-technology (consulté le 4 avril 2023).

[114] "JAWS for kiosk," *TPGi.com*. https://www.tpgi.com/accessibility-solutions/jaws-kiosk (consulté le 11 avril 2023).

[115] *Technologies de l'information – Interfaces gestuelles entre dispositifs et méthodes – Partie 60 : Recommandations générales relatives aux gestes pour les lecteurs d'écran*, ISO/IEC 30113-60:2020, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Octobre 2020. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/77179.html

[116] *Technologies de l'information – Interfaces gestuelles entre dispositifs et méthodes – Partie 61 : Gestes n'utilisant qu'un seul point pour lecteurs d'écran*, ISO/IEC 30113-61:2020, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Novembre 2020. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/75586.html

[117] Murf.AI. "Phonemes and their Role in Text to Speech Pronunciation." Murf Resources. https://murf.ai/resources/what-are-phonemes (consulté le 23 mars 2023).

[118] *Ergonomie – Conception accessible – Instructions orales pour les produits de consommation courante*, ISO 24551:2019. Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Octobre 2019. [En ligne]. Adresse : https://www.iso.org/fr/standard/72307.html

[119] "Refreshable Braille Displays," *The American Foundation for the Blind*. Consulté le 23 février 2023 [En ligne]. Adresse : https://www.afb.org/node/16207/refreshable-braille-displays

[120] *Technologies de l'information – Adaptabilité et accessibilité individualisées en e-apprentissage, en éducation et en formation – Partie 1 : Cadre et modèle de référence*, ISO/IEC 24751-1:2008, Organisation internationale de normalisation, Genève, Suisse, Octobre 2008. [En ligne]. Adresse: https://www.iso.org/fr/standard/41521.html

[121] "Why you need an anti-glare Screen & How It Works," *Lenovo.* https://www.lenovo.com/ca/en/glossary/anti-glare-screen/?orgRef=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F (consulté le 10 juillet 2023).

[122] "Screen magnifiers: Who and how they help," *boia.org*. https://www.boia.org/blog/screen-magnifiers-who-and-how-they-help (consulté le 11 avril 2023).

[123] K. Piff, "Make your self-service kiosks accessible," *YourDolphin.com*. https://blog.yourdolphin.com/blog/make-your-self-service-kiosks-accessible (consulté le 11 avril 2023).

[124] "Top 4 large touch screen advantages," *AdvancedKiosks.com*. https://advancedkiosks.com/top-4-large-touch-screen-advantages/ (consulté le 11 avril 2023).

[125] M. Kipp, A. Heloir, et Q. Nguyen, "Sign language avatars: Animation and comprehensibility," dans IVA 2011, Reykjavik, Islande, 15-17 sept. 2011. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23974-8_13

[126] Canadian Association of the Deaf - Association des Sourds du Canada. "Language." *cad-asc.ca*. https://cad.ca/issues-positions/language/ (MSL) (consulté le 28 février 2023).

[127] L. C. Quandt, A. Willis, M. Schwenk, K. Weeks, et R. Ferster, "Attitudes toward signing avatars vary depending on hearing status, age of signed language acquisition, and avatar type," *Front. Psych.*, vol. 13, Févr. 2022. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.730917

[128] F. C. Yang, C. Mousas, et N. Adamo, "Holographic sign language avatar interpreter: A user interaction study in a mixed reality classroom," *Comput. Animat. Virt. W.*, vol. 33, no. 3-4, pp. 1-14, Juin/Juil. 2022. https://doi.org/10.1002/cav.2082

[129] R. Sanchez-Reillo, R. Blanco-Gonzalo, J. Liu-Jimenez, M. Lopez, et E. Canto, "Universal access through biometrics in mobile scenarios," Presenté à la 47th ICCST, Medellin, Colombie, 8-11 oct. 2013. https://doi.org/10.1109/CCST.2013.6922051

[130] C. Bhagavatula, B. Ur, K. Iacovino, S. M. Kywey, L. F. Cranor, et M. Savvides, "Biometric authentication on iPhone and Android: Usability, perceptions, and influences on adoption," Presenté à la 2015 NDSS, San Diego, CA, USA, 8-11 févr. 2015. https://doi.org/10.14722/usec.2015.23003

[131] H. Hofbauer, L. Debiasi, S. Kränkl, et A. Uhl, "Exploring presentation attack vulnerability and usability of face recognition systems," *IET Biometrics*, vol. 10, no. 2, pp. 219-232, Mars 2021. https://doi.org/10.1049/bme2.12015

[132] F. Wolf, R. Kuber, et A. J. Aviv, "'Pretty close to a must-have': Balancing usability desire and security concern in biometric adoption," Presenté à la CHI '19, Glasgow, Écosse, UK, 4-9 mai 2019. https://doi.org/10.1145/3290605.3300381

[133] L. M. Mayron, Y. Hausawi, et G. S. Bahr, "Secure, usable biometric authentication systems," Presenté à la UAHCI 2013, Las Vegas, NV, USA, 21-26 juil. 2013. https://doi.org/10.1007/978-3-642-39188-0_21

[134] R. Wolfe, J. C. McDonald, T. Hanke, S. Ebling, D. Van Landuyt, F. Picron, V. Krausneker, E. Efthimiou, E. Fotinea, et A. Braffort, "Sign language avatars: A question of representation," *Information*, vol. 13, no. 4, pp. 1-17, Avr. 2022. https://doi.org/10.3390/info13040206

[135] J. N. Gilmore, "Design for everyone: Apple Airpods and the mediation of accessibility," *Crit. Stud. Media Comm.*, vol. 36, no. 5, pp. 482-494, Sept. 2019. https://doi.org/10.1080/15295036.2019.1658885

[136] J. H. Christensen, G. H. Saunders, L. Havtorn, et N. H. Pontoppidan, "Real-world hearing aid usage patterns and smartphone connectivity," *Front. Digit. Health*, vol. 3, 2021. https://doi.org/10.3389/fdgth.2021.722186

[137] D. S. Zwakman, D. Pal, et C. Arpnikanondt, "Usability evaluation of artificial intelligence-based voice assistants: The case of Amazon Alexa," *S. N. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 28, pp. 1-16, Janv. 2021. https://doi.org/10.1007/s42979-020-00424-4

[138] B. Leporini, M. C. Buzzi, et M. Buzzi, "Interacting with mobile devices via voiceover," Presenté à la 24th OzCHI, Melbourne, AU, 26-30 nov. 2012. https://doi.org/10.1145/2414536.2414591

[139] J. Vanus, M. Smolon, R. Martinek, J. Koziorek, J. Zidek, et P. Bilik, "Testing of the voice communication in Smart Home Care," *H.C.I.S.*, vol. 5, no. 1, pp. 1-22, Juin 2015. https://doi.org/10.1186/s13673-015-0035-0

[140] Ingenium Accessibility, "Accessibility standards for exhibitions," *accessibilitycanada.ca*. https://accessibilitycanada.ca/wp-content/uploads/2019/07/Accessibility-Standards-for-Exhibitions.pdf (consulté le 2 février 2023).

[141] S. M. Billah, V. Ashok, D. E. Porter, et I. V. Ramakrishnan, "Ubiquitous accessibility for people with visual impairments: Are we there yet?," Presenté à la CHI '17, Denver, CO, USA, 6-11 mai 2017. https://doi.org/10.1145/3025453.3025731

Annexe A : Questions d'entrevue

A.1 Personnes ayant vécu en situation de handicap et porte-parole

- Comment vous appelez-vous?
- Avec quels handicaps vous identifiez-vous?
- Quelle expérience possédez-vous en matière de technologies en général? Vous considérez-vous comme une personne technophile?
- Quelle est votre expérience des technologies accessibles? Pouvez-vous nous dire ce que vous avez utilisé dans le passé?
- Selon vous, quelle est l'expérience d'autres personnes en situation de handicap avec des dispositifs interactifs libre-service (p. ex. bornes interactives accessibles)?
- Si oui : avez-vous déjà entendu parler de problèmes avec les bornes interactives accessibles?
- Quelle expérience avez-vous avec les dispositifs interactifs libre-service (p. ex. bornes interactives accessibles, tablettes d'enregistrement dans les bureaux médicaux, bornes d'enregistrement à l'aéroport, bornes de commande et points de vente dans des restaurants comme McDonald's)?
- Avez-vous déjà utilisé un dispositif interactif libre-service comme borne interactive? Lesquels? Pouvez-vous nous en parler?
- L'avez-vous trouvé accessible?
- Quels étaient vos principaux problèmes lors de l'utilisation du dispositif?
- Si vous avez eu besoin d'aide, comment avez-vous obtenu du soutien?
- Qu'aimeriez-vous qu'un système accessible dans un dispositif interactif libre-service (p. ex. une borne interactive) fasse pour vous? Quel serait le système idéal pour vous?
- Nous passons en revue la liste suivante de technologies accessibles qui peuvent être utilisées dans des dispositifs interactifs libre-service. Avec laquelle des technologies suivantes avez-vous de l'expérience?
    - Détection du visage et reconnaissance faciale
    - Commande vocale
    - Reconnaissance vocale
    - Lecteurs d'écran
    - Paiements mobiles de plusieurs façons
    - Reconnaissance des empreintes digitales
    - Clavier et écran en brailles
    - Claviers à l'écran ou claviers virtuels
    - Logiciel d'oculométrie
    - Dictée
    - Prédiction des mots
    - Clavier adaptatif
    - Claviers prédictifs (saisie semi-automatique)
    - Synthèse texte-parole
- Quelles sont vos principales préoccupations lorsque vous utilisez des bornes interactives accessibles (demande de confidentialité, sécurité, etc.)?
- Y a-t-il autre chose dont vous voulez discuter?
- Avez-vous des suggestions d'autres personnes ayant vécu des expériences qui voudraient à participer à notre étude?

A.2 Industrie et réglementation

- Comment vous appelez-vous?
- Quel est votre rôle au sein de votre organisation?
- Avec quoi votre organisation travaille-t-elle?
- Dans quelle industrie travaillez-vous?
- Quel service votre industrie offre-t-elle? Comment l'offrez-vous? Utilisez-vous des bornes interactives pour le fournir?
- Quels types de technologies accessibles prévoyez-vous intégrer à vos produits à l'avenir? Explorez-vous actuellement de nouvelles technologies pour améliorer l'accessibilité de vos systèmes et produits?
- Quelle est votre expérience en matière de conception accessible?
- Quelle expérience votre entreprise possède-t-elle avec des bornes interactives accessibles?
- Nous passons en revue la liste suivante de technologies accessibles qui peuvent être utilisées dans des dispositifs interactifs libre-service. Laquelle des technologies suivantes votre entreprise a-t-elle examinée auparavant?
    - Détection du visage et reconnaissance faciale
    - Commande vocale
    - Reconnaissance vocale
    - Lecteurs d'écran
    - Paiements mobiles de plusieurs façons
    - Reconnaissance des empreintes digitales
    - Clavier et écran en brailles
    - Claviers à l'écran ou claviers virtuels
    - Logiciel d'oculométrie
    - Dictée
    - Prédiction des mots
    - Clavier adaptatif
    - Claviers prédictifs (saisie semi-automatique)
    - Synthèse texte-parole
- Avez-vous un système pour rendre les produits accessibles? Si oui, à quoi ressemble-t-il?
- Incluez-vous des personnes ayant de situation de handicap dans votre processus de conception ou de consultation?
- Offrez-vous une formation en place pour utiliser la technologie accessible? Si oui, à quoi cela ressemble-t-il?
- Utilisez-vous des essais d'utilisabilité axés sur l'accessibilité lors de la mise au point de vos produits? Si oui, à quoi cela ressemble-t-il?
- Quelles sont vos principales préoccupations lorsque vous créez des bornes interactives accessibles, le cas échéant (demande de confidentialité, sécurité, etc.)?
- Respectez-vous des normes?
- Y a-t-il autre chose dont vous voulez discuter?
- Avez-vous des suggestions d'autres entreprises ou de personnes que nous pourrions interroger pour ce projet?

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]

© 2024 Association canadienne de normalisation. Tous droits réservés.