

L'accessibilité et l'Internet des Objets

par Sophie Drouvroy

Mémoire réalisé dans le cadre de la formation Expert en Accessibilité Numérique
délivrée par Atalan - Océane Consulting - Temesis de mars à juin 2018

Table des matières

À propos	3
Définitions	4
Usages et chiffres	6
Les usages	6
La place de l'accessibilité dans les usages	7
Les chiffres	9
Les objets connectés	11
Le smartphone	11
Les objets connectés "grand public"	12
Quelques objets connectés spécifiques	13
La Connected Wheelchair	13
eSight	13
Watchelp	14
La fourchette connectée	15
Intelligence artificielle et l'Internet des Objets	17
MyEye	17
Assistants vocaux	17
Microsoft : AI for Accessibility	18
Une intelligence artificielle à surveiller	18
N'oublions pas ...	20
Sécurité, règlement de protection des données personnelles (RGPD)	20
Responsabilité	20
Obsolescence	20
Les interfaces	22
Les référentiels légaux	23
Le RGAA	23
Les WCAG	24
Directives et normes	25
La Convention des Nations Unies	26
Bonnes pratiques	27
E-accessibility for everyone	27
Applications mobiles et objets connectés de santé	27
Cas pratique : un thermostat connecté et accessible	28
Accessibilité de l'interface web	29
Accessibilité de l'application mobile	30
Les bénéfices pour les personnes handicapées	31
Conclusion	33

Le mot de la fin	34
Remerciements	34
Ressources	36
Les chiffres	36
Aides techniques	36
Objets connectés spécialisés	36
Intelligence artificielle et l'Internet des Objets	36
Responsabilité	37
Textes de loi	37
Ressources DInSIC	38
Ressources W3C	38
Directives, normes et référentiels	38
Sources des visuels	39

À propos

L'arrivée d'Internet a été un bouleversement total dans la société. Il y a eu de nouvelles perspectives sociales en vue, une amélioration de la communication, des avancées techniques que l'on n'aurait jamais imaginées.

“La puissance du Web réside dans son universalité. L'accès de tous, quel que soit le handicap, est un aspect essentiel” — Tim Berners-Lee, directeur du W3C et inventeur du World Wide Web.

Nous sommes passés de la page HTML statique à la page dynamique, de ce contenu dynamique au partage d'informations avec une attention axée sur l'utilisateur sans oublier le web collaboratif. Aujourd'hui, nous passons du web sémantique à l'intelligence artificielle car les technologies du web ont été améliorées.

Le Web 3.0 qui est la continuité de l'Internet des Objets, celui des objets connectés, dans lesquels Internet prend forme. Nous avons, finalement, réussi à passer du virtuel à la réalité à travers ces objets qui existent vraiment physiquement.

Ce sujet part d'un point de vue personnel, j'ai perdu le reste du peu d'audition que j'avais. Je l'ai retrouvé grâce aux implants cochléaires, qui sont aussi des objets connectés. Cette technologie m'a permis d'entendre mais d'avoir accès à des fréquences auditives que je n'avais jamais eues. J'ai été amenée à utiliser d'autres objets connectés pour améliorer mon quotidien.

Pendant cette formation, ma réflexion a évolué de manière à envisager l'accessibilité numérique sur un plan plus large. Il me semble intéressant de faire un point sur l'accessibilité et l'internet des objets. Je suis arrivée à cette interrogation : où en sommes-nous en terme d'accessibilité avec l'Internet des Objets ?

Je commencerai par aborder les usages avec quelques chiffres, on rentrera dans le cœur du sujet : les objets connectés qu'ils soient pour le grand public ou spécialisés pour un handicap spécifique. Je continuerai avec les interfaces qui permettent de faire la liaison entre les objets et l'utilisateur, ces interfaces sur lesquelles on pourra étudier la question des référentiels pour savoir s'ils sont accessibles. Je finirai avec les bénéfices pour les utilisateurs handicapés.

Définitions

Quelques définitions des principaux mots utilisés dans ce domaine de l'accessibilité et l'Internet des Objets avant d'aborder le cœur du sujet.

L'**accessibilité numérique** est la mise à la disposition de tous les individus, quels que soient leur matériel ou logiciel, leur infrastructure réseau, leur langue maternelle, leur culture, leur localisation géographique, ou leurs aptitudes physiques ou mentales, des ressources numériques. — [Source Wikipedia](#).

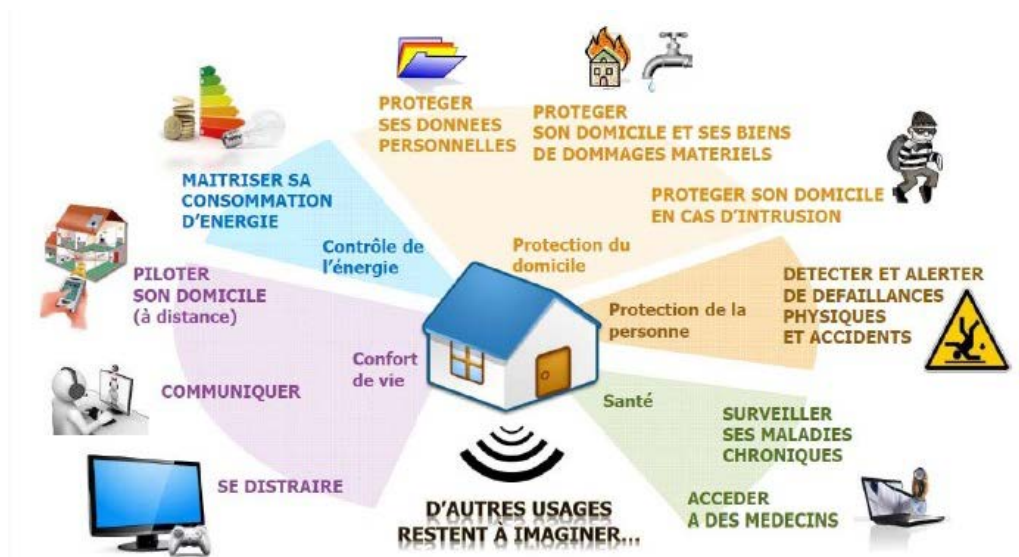
L'**objet connecté** est un “objet électronique connecté sans fil et partageant des informations avec un ordinateur, une tablette électronique ou autre appareil.” — [Source Wikitionary](#).

Le fait de connecter sans fil un objet ne fait pas de lui un objet plus intelligent ou plus intéressant. C'est l'usage qu'on fait qui nous intéresse aujourd'hui. Ces objets peuvent aussi communiquer entre eux. C'est ce qui est l'Internet des Objets connectés.

Internet des Objets ou IdO (en anglais : Internet of Things ou IoT)

C'est l'extension d'Internet à des choses et à des lieux du monde physique. Il est considéré comme la 3^e évolution d'Internet, qu'on pourra baptiser web 3.0.

La **domotique** est l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatisme, d'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments plus ou moins “interopérables” et permettant de centraliser le contrôle des différents systèmes et sous-systèmes de la maison. — [Source Wikipédia](#).



Sur une interface web ou mobile, elles peuvent activer certaines commandes comme allumer ou éteindre les lumières, ouvrir ou fermer les volets : dans tous les cas, apporter une assistance quel que soit le besoin de l'utilisateur. C'est un marché qui se démocratise aujourd'hui en partie grâce à la

population qui a plus de 60 ans (Silver Économie) et qui profite aussi aux personnes en situation de handicap.

Les retours utilisateurs ont permis d'imaginer différents scénarios (ensemble de commandes qu'on peut déclencher grâce à une action ou un événement précis) qui sont désormais intégrés ou proposés par les systèmes domotiques, mais aussi d'améliorer les interfaces utilisateurs. La domotique a inauguré les premiers objets connectés en multipliant le nombre de capteurs.

Dans les nouveaux logements, on voit apparaître la possibilité de domotiser sa maison pour correspondre aux besoins des utilisateurs. De nouvelles versions de systèmes domotiques apparaissent, elles évoluent tout en prenant compte des dernières normes de communication¹ entre objets connectés.

L'intelligence artificielle

C'est un ensemble de théories et de techniques mises en œuvre en vue de réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine. — Source Larousse

RGPD

Le règlement n° 2016/679, dit Règlement Général sur la Protection des Données (RGPD, ou encore GDPR, de l'anglais General Data Protection Regulation), est un règlement de l'Union européenne qui constitue le texte de référence en matière de protection des données à caractère personnel. Il renforce et unifie la protection des données pour les individus au sein de l'Union européenne. — [Source Wikipédia](#)

La **conception universelle** est la conception de tout aménagement, produit, équipement, programme ou service qui puisse être utilisé par toute personne, sans nécessiter ni d'adaptation ni de conception spéciale, et ce quels que soient son sexe, son âge, sa situation ou son handicap. — [Source Wikipédia](#)

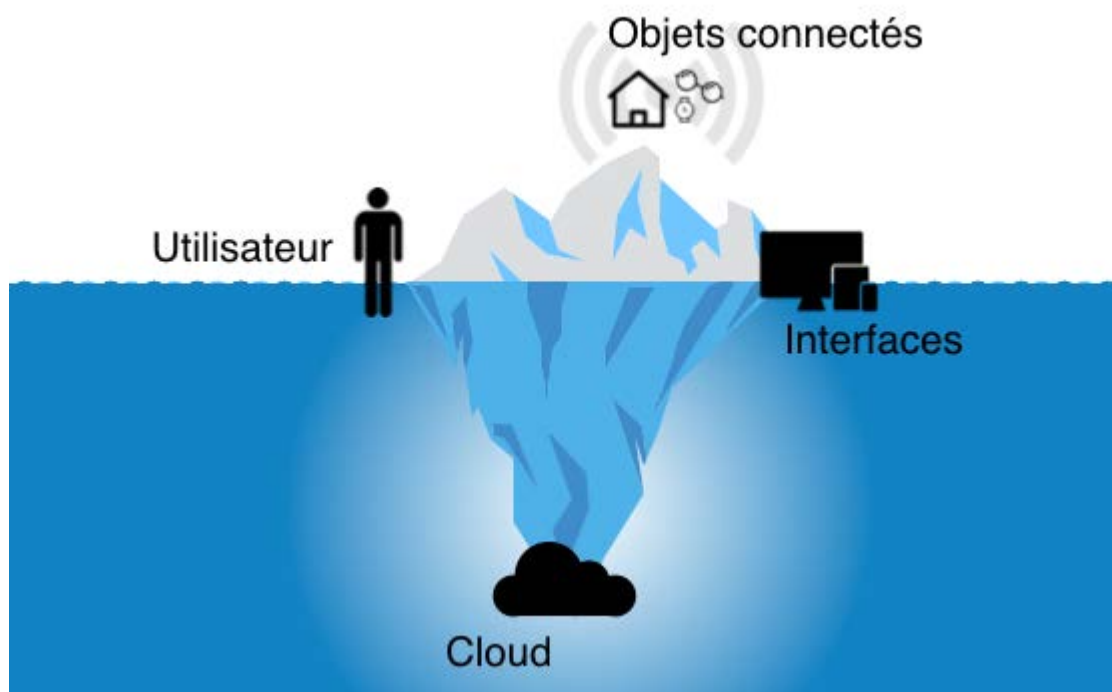
¹ Technologie de réseau de courte portée : protocole NFC, Bluetooth, Zigbee, technologies de moyenne portée : z-wave, wi-fi, bluetooth low energy et les technologies de grande portée : réseaux cellulaires mobiles, les réseaux radio bas-débit (sigfox et LoRa) et enfin les réseaux propriétaires. — Source : <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=objets-connectes-technologies>

Usages et chiffres

Les usages

On oublie souvent qu'un objet connecté n'existe pas tout seul. Dans les définitions, on met en avant la connexion sans fil en oubliant l'importance des trois autres éléments. Un objet connecté se compose souvent d'une interface, de données stockées sur le cloud et de l'utilisateur.

L'objet connecté n'est que la partie visible de l'iceberg. Internet se concrétise dans l'objet et c'est ce qui donne ce côté magique. Internet n'est plus virtuel mais devient un élément du quotidien.

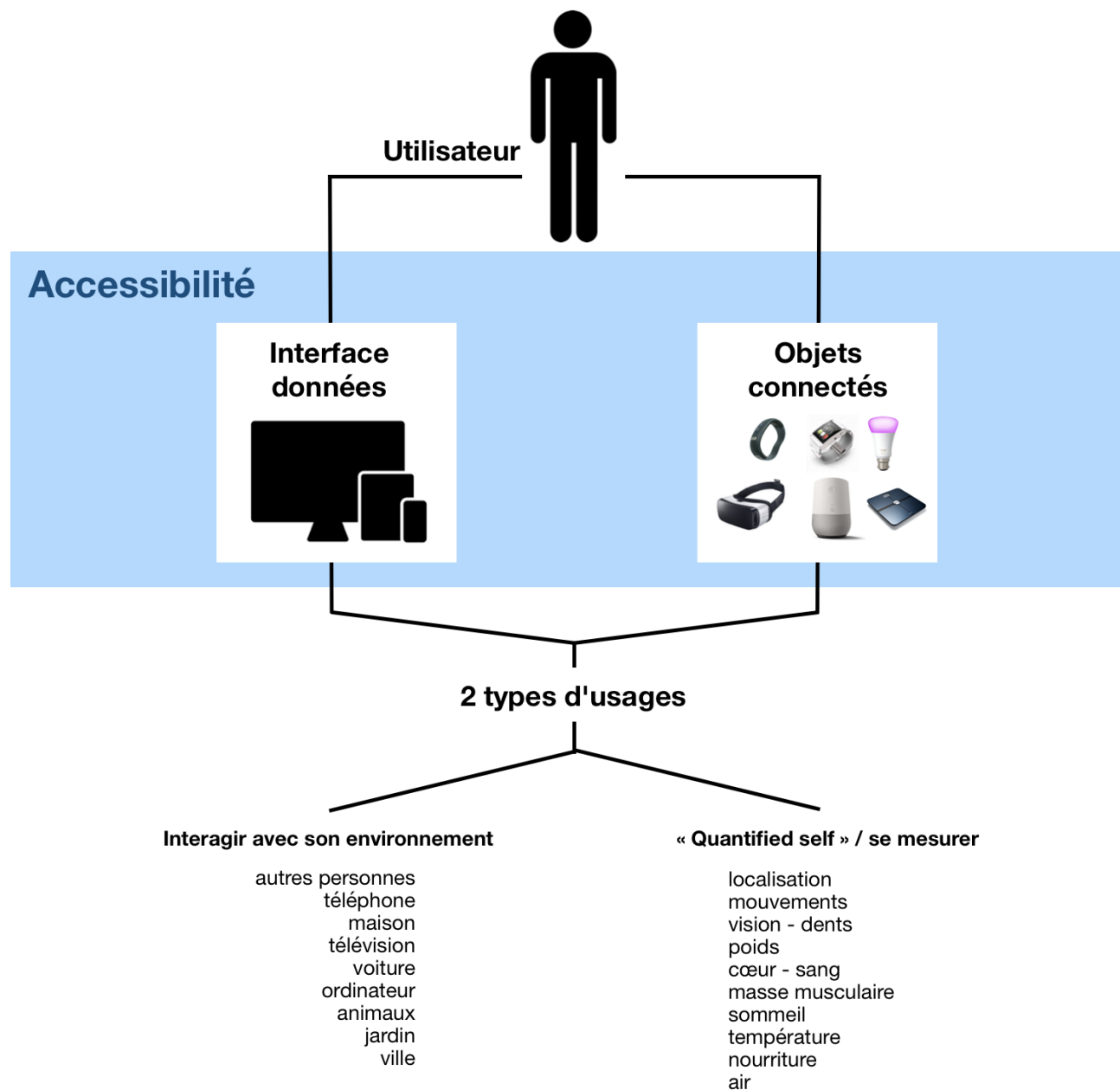


Il existe deux usages principaux.

Le premier usage est d'interagir avec son environnement par le biais d'un objet qui est dans son environnement. Cela peut être le téléphone, la maison, la voiture, la télévision ou encore l'ordinateur. L'objet connecté prend toute son importance par l'usage qu'on en fait.

Le second usage est le *quantified-self*, la mesure de soi. Mesurer son poids, sa qualité de sommeil, le rythme cardiaque, le nombre de pas effectués et bien d'autres choses... par le biais d'une application mobile ou d'un objet connecté. Les données personnelles, qui en ressortent sont partagées à l'initiative des utilisateurs.

La place de l'accessibilité dans les usages



Dans l'Internet des Objets, l'utilisateur a la possibilité d'interagir avec l'interface des données fournies par l'objet et l'objet connecté lui-même. Ces deux paramètres renvoient à son environnement (autres personnes, téléphone, voiture, télévision, maison, ordinateur, animaux, jardin, ville, etc...) soit au *quantified self*, qui est la mesure de soi (localisation, mouvements, vision - dents, poids, cœur - sang, masse musculaire, sommeil, température, nourriture, air, etc...). On aura deux interfaces à vérifier : l'interface web et l'interface physique.

Il y a donc deux accessibilités très différentes, celle de l'objet qui est un travail de design et d'ergonomie d'objets, et celui de l'interface (web ou numérique) qui sera celle de l'accessibilité numérique.

J'ai commencé à utiliser les objets connectés car j'avais un réveil avec un coussin vibrant qui lui était glissé sous mon oreiller. C'était une aide technique spécifique aux personnes sourdes qui est tombée en panne. J'ai cherché à la faire réparer ou racheter une nouvelle aide technique. Mais le prix m'a vite arrêtée.

Je me suis renseignée pour trouver une alternative à cette aide technique pour me réveiller. J'ai découvert les trackers d'activité.

J'ai d'abord été séduite par le Fitbit Flex car il avait la fonctionnalité que je recherchais : pouvoir me réveiller par le biais de la vibration du bracelet d'activité en plus des usages principaux. Il y avait toutefois un inconvénient : dormir avec un bracelet. Comparé au fait que je voulais un objet qui soit discret, joli et avec la fonctionnalité de réveil pour un prix raisonnable, ce n'était rien.

AVANT



300 euros

APRÈS



99 euros

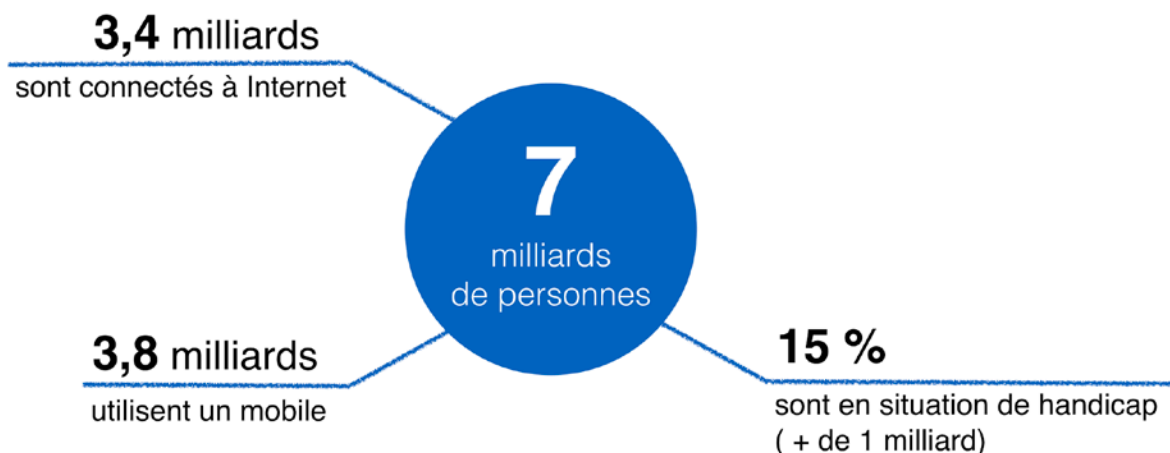
J'ai constaté que si un bracelet d'activité a cette fonction de pouvoir me réveiller par la vibration, il devait y avoir d'autres produits bien plus fonctionnels que ce que j'avais trouvé au départ.

J'ai également utilisé des montres connectées pour la même raison, mais en plus j'avais l'heure, la possibilité d'afficher un résumé de mes messages reçus sur mon téléphone si je n'avais pas ce dernier sur moi, toujours alertée par la vibration.

Je suis toujours à la recherche du produit qui me permettra d'avoir des fonctions supplémentaires qui me permettront une autonomie et inclusion complète.

Les chiffres

Dans le monde, il y a 7 milliards de personnes dont 3,4 milliards qui sont connectées à Internet et 3,8 milliards d'utilisateurs d'un mobile.

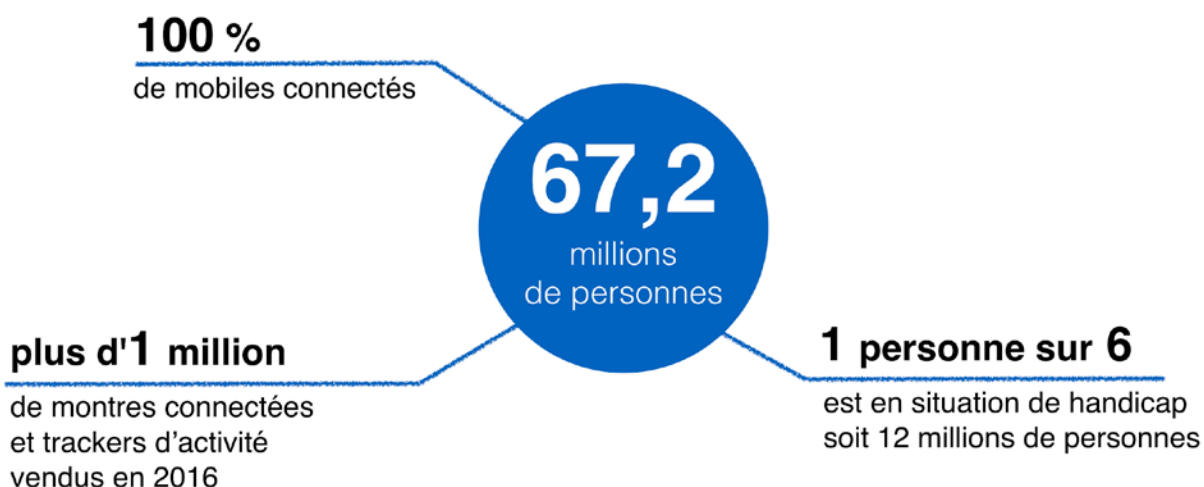


En France, il y a 67,2 millions de personnes et 100% de mobiles connectés.

Selon le Syntec numérique, le développement des objets connectés est considéré comme un progrès chez 84% des Français et ¼ des Français qui ont déjà un objet connecté. (dont 23% pour faciliter le quotidien, 21% pour surveiller leur santé, 20% pour se déplacer et 14% pour se protéger).

Le marché des objets connectés "wearables" n'est qu'au début de son expansion, les Français ont acheté plus d'1 million de smartwatches et de trackers d'activités en 2016 : 4% des Français en sont équipés.

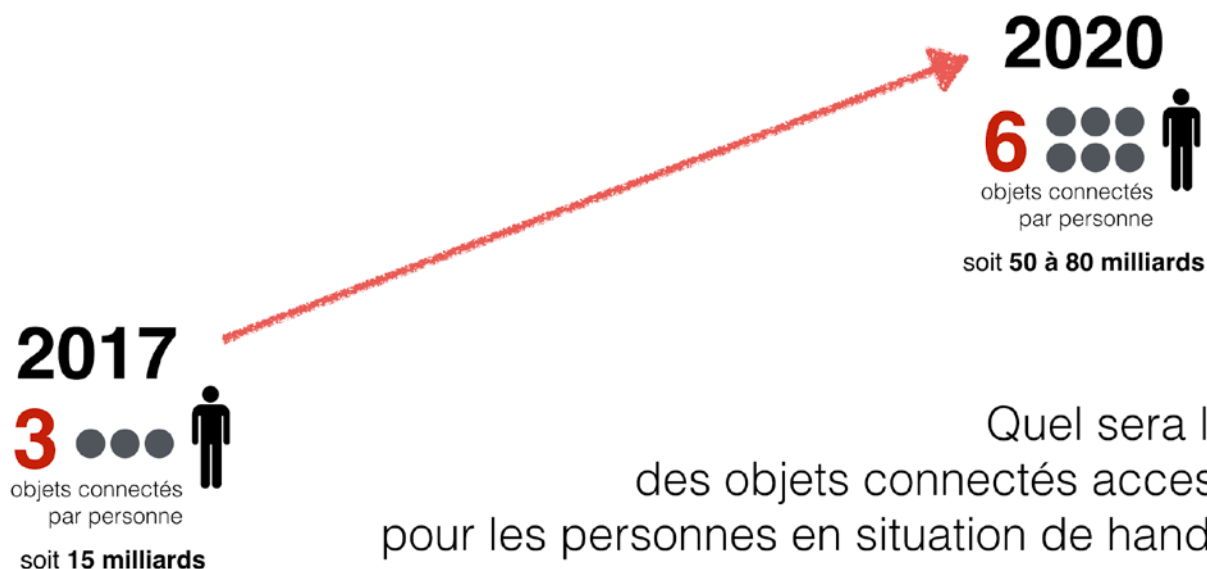
12 millions de Français sont touchés par un handicap en France soit 1 personne sur 6.



Il y a 15 milliards d'objets connectés à travers le monde en 2017. Il y en aura entre 50 et 80 milliards, chaque personne aura environ 6 objets connectés en 2020.

Il y a plus d'un milliard de personnes en situation de handicap dans le monde, soit 15% de la population mondiale.

Les personnes en situation de handicap n'auront pas le même ratio d'objets connectés accessibles.



Les objets connectés

Le smartphone

C'est l'objet connecté historique qui a révolutionné la vie des personnes en situation de handicap. Il a été très rapidement équipé d'un lecteur d'écran (*VoiceOver* pour les téléphones iOS et *TalkBack*, récemment renommé en Assistant Accessibility Suite pour Android, qui comprend désormais l'outil principal *TalkBack* complété de *Switch Access* et *Select to Speak*) et par la suite d'un assistant vocal (Siri pour iOS, Google Assistant pour Android).

Le smartphone est le point de départ, de contrôle et d'accès à ces objets connectés. Il fait office de "concentrateur" en étant le support des objets connectés. Il va faire le relais entre l'utilisateur, l'objet et l'internet.

Certaines personnes en situation de handicap pourront connecter des éléments externes au smartphone (Exemples : contracteur, plage braille portative, casque, etc...).

Cas pratique : il y a des personnes aveugles qui utilisent des plages brailles connectées à leur smartphone ou tablette. Elles peuvent continuer à saisir des notes sur leur plage braille lors de conférences tout en les écoutant.

Il y a des fonctionnalités qui ont été adoptées par le grand public. Par exemple, sur iOS la fonctionnalité du flash d'avertissement en cas de réception d'appel ou de SMS (initialement prévue pour les personnes sourdes et malentendantes) est largement utilisé par tous.

Les objets connectés “grand public”

Ces dernières années, le marché de l'Internet des Objets a connu une croissance importante. Autrefois, la question du choix du produit ne se posait pas. Aujourd'hui, on a l'embarras du choix.

Les grandes marques ont vu dans ce marché de l'Internet des Objets, une possibilité d'atteindre de nouveaux clients, d'améliorer leur image de marque et de fidéliser la clientèle.

Exemple : Les objets connectés “grand public” disponibles sur fnac.com - juin 2018

Catégories	Nom	Gamme de prix
Smartphone	Trop de résultats	
Apple watch	56 Apple Watch disponibles	De 300 à 1450 pour Apple
Bien être connecté	10 résultats	De 50 à 180 euros
Bracelets et montres connectées	90 résultats	De 25 à 550 euros voire 1450 euros pour Apple
Sport connecté	31 résultats mais 29 montres	De 70 à 100 euros
Innovation et loisirs connectés	14 résultats	De 30 à 170 euros
Maison connectée	109 résultats	De 20 à 380 euros

On peut trouver par exemple toutes ces caractéristiques sur 100 montres connectées disponibles sur Amazon : (X) correspond au nombre de modèles ayant la fonctionnalité citée.

Alarme (33)	Compteur de pas (28)	Notifications smartphone (31)
Android (31)	E-mail (21)	Recherche internet (4)
Appareil photo (18)	GPS (5)	Rétro éclairage (5)
Appel téléphonique (21)	iOS (34)	Suivi GPS (4)
Calendrier (30)	Lecteur de musique (28)	Tracker d'activité (34)
Chronomètre (8)	Message SMS (22)	Tracker de distance (17)
Commande vocale (12)	Moniteur de sommeil (29)	
Compteur de calories (20)	Multi fuseau-horaire (17)	

La majorité des objets connectés ont été conçus pour le grand public. Les personnes en situation de handicap ont détourné l'usage de ces objets connectés pour améliorer leur autonomie au quotidien.

Par exemple dans la montre connectée, on peut utiliser la vibration de la montre pour se réveiller, ou pour être averti d'un événement (notification sur téléphone, activation de la sonnette de son domicile, ...). La montre devient une aide technique connectée à plusieurs objets ou applications.

Autre exemple, il existe maintenant un large choix de robots aspirateurs. C'est un des premiers robots électroménagers autonomes et connectés. Il peut même être maintenant couplé à un assistant vocal.

C'est, avant tout, une tâche ménagère qui est prise en charge par un robot et qui soulage certaines personnes qui auraient du mal à le faire (handicap moteur, seniors, ...).

Quelques objets connectés spécifiques

Un nouveau marché commence à émerger : certaines entreprises commencent à fabriquer des objets qui ont pour cible une déficience spécifique qu'elle soit auditive, visuelle, moteur, cognitive ou psychique.

La Connected Wheelchair

C'est un fauteuil roulant qui est connecté par le biais de capteurs et technologies permettant de le piloter. Il a été fabriqué en collaboration avec Intel. Stephen Hawking était un des pionniers dans l'Internet des Objets.

La Connected Wheelchair est équipée d'un ordinateur connecté à Internet. Il pouvait communiquer à travers la synthèse vocale de son ordinateur car ses lunettes étaient équipées d'un capteur infrarouge, mais aussi se déplacer tout seul.

L'ordinateur était aussi relié à une télécommande qui permet de commander différents appareils à travers la domotique. Il pouvait, par exemple, ouvrir ou fermer les portes, allumer ou éteindre les lumières de son bureau et de sa maison. Son fauteuil lui a permis d'avoir une autonomie.

Il avait, également, des capteurs médicaux sans fil sur son corps. Ces derniers surveillaient ses signes vitaux et étaient envoyés à son ordinateur fixé sur son fauteuil qui les transmettait à son tour sur le cloud pour sa surveillance médicale.

Le fauteuil de Stephen Hawking est un exemple parmi d'autres, où l'Internet des Objets va contribuer à rendre le quotidien plus facile tout en ayant des besoins spéciaux.

Le fauteuil "Connected Wheelchair" est un prototype qui pourrait être utile à d'autres personnes handicapées.

eSight

Pendant le Salon Handicap, j'ai eu l'occasion de toucher et tester ces lunettes électroniques eSight. Elles ont été conçues pour les personnes qui ont une basse vision.

La caméra HD est placée au centre des lunettes et capture en temps réel les images. eSight traite immédiatement les images et les affiche sur deux écrans OLED devant les yeux de l'utilisateur.

eSight a un algorithme permettant de rendre l'image nette.



L'utilisateur peut optimiser sa vue grâce à la télécommande intégrée et une interface utilisateur intuitive pour gérer la couleur, le contraste, la mise au point, la luminosité ou l'agrandissement qui va jusqu'à 24x. La caméra est capable de prendre une photo pour pouvoir être examinée ultérieurement par l'utilisateur.

Il y a une fonction brevetée "Bioptic Tilt", permettant aux utilisateurs d'être mobiles avec l'appareil. Ils peuvent incliner les lunettes à une position précise qui, sera pour eux l'optimisation maximale de leur vision périphérique naturelle. Cette fonction supprime aussi la perte d'équilibre ce qui rend la mobilité possible.

Les lunettes électroniques peuvent être connectées à un ordinateur, par conséquent, elles deviennent également un "objet connecté" qui répond aux besoins spécifiques des personnes qui ont une basse vision. La dernière génération de ces lunettes permet de diffuser directement le contenu du smartphone, de la tablette ou de l'ordinateur voire même un streaming vidéo directement sur les écrans OLED des lunettes. Cette connectivité a permis de faire passer ces lunettes de loupe électronique à une interface de vision de contenus.

Watchelp

Watchelp est une application pour les montres connectées. Elle consiste à faciliter le quotidien des personnes atteintes de troubles cognitifs et mentaux. Elle est là pour les aider au quotidien, à organiser leurs journées ou à faire leurs activités.



C'est grâce à Estelle AST, maman d'enfant autiste qui a eu l'idée de développer cette solution pour l'aider. Watchelp est sorti en février 2016 grâce à une collecte de fonds et le soutien de développeurs.

L'application permet aux parents, aux aidants ou aux soignants de programmer des activités à réaliser sur un smartphone. Une fois le planning programmé, il est synchronisé à la montre connectée de l'utilisateur.

Ce dernier reçoit les alertes pour chaque tâche à effectuer sous forme de pictogrammes ou de texte court. Il peut (ou pas) valider la réalisation de cette tâche.

Grâce à la fonction rappel, elles peuvent alors contrôler les activités qui ont été effectuées dans la journée par l'utilisateur en situation de handicap.

La fourchette connectée

On a ici, un exemple qui est décliné de deux façons différentes :

- Le premier objet connecté est destiné aux personnes atteintes de la maladie de Parkinson ;
- Le second est destiné aux personnes qui mangent trop vite et qui souhaitent perdre du poids.

Grâce à cette nouvelle fourchette intelligente **Liftware**, les patients atteints de la maladie de Parkinson pourront prendre leur repas sans tremblement de la main (environ 175 000 personnes sont touchées par cette maladie dont 8000 nouveaux cas par an).



Cet objet connecté est équipé d'un dispositif composé d'une poignée de stabilisation ainsi que d'une tête de fourchette qui permet de diminuer les tremblements. L'utilisateur peut alors manger comme tout le monde.

Pour faciliter les repas, la tête de fourchette a été déclinée en cuillère à café, à soupe et va bientôt être déclinée en couteau.

Il y a des capteurs et des mini-moteurs qui sont intégrés à la fourchette (avec une batterie de 3h) et qui calculent le rééquilibrage de la fourchette dans le sens inverse du mouvement de la main. D'après les concepteurs, ils ont pu maîtriser 70% des tremblements de la cuillère connectée Liftware.

Elle est reliée à une application mobile qui s'appelle Lift Pulse. Cette application permet de mesurer la fréquence et l'amplitude des tremblements de l'utilisateur depuis le smartphone.

La liaison est faite grâce à la technologie bluetooth (les données sont partagées avec la communauté de Lift Labs, ce qui permet de réadapter la fourchette aux tremblements de l'utilisateur au fil du temps.

Le second objet connecté est la **fourchette HapiFork**.



C'est le même outil mais l'usage n'est pas le même. Elle nous aide à manger moins vite, elle vibre ou un signal lumineux apparaît pour nous indiquer qu'il faut ralentir les bouchées et prendre davantage de temps à mastiquer.

La satiété s'installe en 20 minutes. C'est le temps qu'il faut pour que l'information arrive au cerveau. Elle aide à briser les habitudes des mangeurs "rapides". Manger moins vite permet d'avoir une meilleure digestion, moins de maux de ventre et de perdre du poids. Par exemple, le pancréas est moins sollicité, on anticipe les problèmes de diabète de type 2 puisque l'insuline est sécrétée plus lentement grâce à la fourchette connectée.

L'application propose un tableau de bord qui se veut être un coach de santé. C'est un usage typique du *quantified-self*. On peut y voir la durée du repas, la date du dernier repas ainsi que des statistiques concernant



les 7 derniers jours sans oublier la géolocalisation de tous les endroits où vous avez mangé.

Les objets qui sont connectés à Internet, à notre smartphone, nous offrent une nouvelle avancée dans la gestion de notre autonomie au quotidien. On ne pouvait pas imaginer l'espoir que représentent ces objets qui, parfois, ont été détournés de leur usage initial.

Intelligence artificielle et l'Internet des Objets

Un grand nombre d'objets connectés utilisent l'intelligence artificielle pour traiter les données qui sont collectées. L'intelligence artificielle permet d'offrir de nouveaux services et de nouvelles interactions avec les utilisateurs. L'intelligence artificielle va, par exemple, pouvoir reconnaître des objets, des environnements, des voix et fournir ces informations à l'utilisateur. Un bon exemple, c'est MyEye d'Orcam.

MyEye

MyEye est une caméra qu'on peut rajouter sur la branche de nos lunettes.



La caméra est couplée à une intelligence artificielle. Elle est capable de lire spontanément des documents (avec une possibilité de régler la vitesse de lecture entre 100 et 240 mots à la minute), de reconnaître les visages familiers (féminin ou masculin avec une précision pouvant aller jusqu'à dire si cette personne est jeune ou pas), de détecter les couleurs sur une surface ou un vêtement et de reconnaître les billets de banque de différentes devises.

Si les lunettes MyEye d'Orcam identifient un code barre et envoient les informations du produit scanné.

Les informations se transmettent soit par un écouteur à induction osseuse ou des écouteurs standards. Le boîtier a une autonomie d'une journée, un point non négligeable pour l'utilisateur.

Assistants vocaux

L'intelligence artificielle permet en combinant la reconnaissance vocale et le big data de fournir des assistants vocaux qui peuvent aller chercher de l'information mais aussi de contrôler des objets connectés (allumer les lumières, contrôler le chauffage, ouverture des volets, mettre en marche les appareils multimédia, ouverture des portes, ...)

Les géants de l'Internet se positionnent très fortement sur ces produits. On retrouve HomePod pour Apple, Google Home, Amazon Echo, Linto.ai de Linagora (un projet open-source et français).

La reconnaissance vocale se base sur un panel de voix qui ont parfois des accents linguistiques. Par exemple, l'intelligence artificielle d'Amazon, Alexa a appris à reconnaître les accents.

Amazon a sorti une enceinte Echo équipée d'une intelligence artificielle nommée "Alexa". Il l'a déclinée en plusieurs versions. Seules trois versions sont disponibles en Europe (Echo Dot, Echo, Echo Spot). Les fonctionnalités sont les mêmes. Le prix varie selon le modèle. L'enceinte donne accès à plus de 200 applications vocales en français. Elle est sortie le 13 juin 2018 en France.

Seule l'enceinte Echo Spot, est équipée d'une interface visuelle et tactile. Elle permet d'afficher des vidéos, de prendre des appels vidéo, de faire babyphone, mais aussi d'afficher des informations écrites sur l'écran comme la météo et l'heure contrairement aux autres versions qui ne sont que "sonores".

Microsoft : AI for Accessibility

L'intelligence artificielle peut aussi être utilisée pour améliorer l'autonomie des personnes en situation de handicap.

Il existe plusieurs produits au sein de Microsoft pour le programme *AI for Accessibility*. Ces applications sont exploitables sur smartphone ou tablette. Elles sont dotées de l'intelligence artificielle Watson. En voici quelques-uns :

- **Soundscape** décrit l'environnement à la personne aveugle lors de ses déplacements,
- **Seeing AI** décrit les éléments qui sont visés par la caméra du smartphone (texte, objet, etc...)
- **Helpicto** est une application développée dans le but de simplifier la communication. On peut utiliser la reconnaissance vocale pour retranscrire par pictos et communiquer avec les personnes atteintes de troubles du langage mais aussi avec les personnes qui ont un handicap cognitif.
- **Translator** est une reconnaissance vocale qui retranscrit à l'écrit la parole. Je l'ai testée à la conférence des 20 ans de Brailenet. La reconnaissance vocale est meilleure quand la langue parlée est en anglais. Quand c'est en français, il y a encore des erreurs, en particulier pour les noms communs car ils ne sont pas connus de tous.

Une intelligence artificielle à surveiller

L'intelligence artificielle ne résout pas tous les problèmes. Il ne faut pas oublier la tentative de Microsoft avec son chatbot "Tay", qui en apprenant en direct sur Twitter au contact de ses utilisateurs est devenu raciste, sexiste et vulgaire. Plus récemment, des chercheurs du MIT et de l'université de Stanford ont démontré qu'il était possible de créer une intelligence artificielle psychopathe.

Maathics, une entreprise française, récemment lauréate du trophée Innovation 2018 du Salon Handicap, Emploi & Achats Responsables, a créé un label FDU-Label pour une utilisation équitable de l'intelligence artificielle. C'est une méthode qui permet de vérifier si l'intelligence artificielle ne contient pas des algorithmes racistes, sexistes, homophobes ou discriminatoires.

L'intelligence artificielle laisse place à beaucoup de possibilités pour les personnes en situation de handicap.

Une personne aveugle pourra mieux circuler en ayant des informations d'environnement ou d'identifier des objets qui l'entoure grâce à la reconnaissance visuelle fournie par son intelligence artificielle. Il sera également possible d'avoir une reconnaissance du texte imprimé sans passer par à une version électronique. L'intelligence artificielle fournira ces informations pour l'utilisateur qui est en situation de handicap et pourra certainement un jour décrypter la graphie de l'homme pour pouvoir la restituer vocalement.

L'intelligence artificielle peut avoir aussi la capacité d'interagir à la place de l'utilisateur. Des fauteuils peuvent être dirigés par la pensée de son utilisateur ou un mouvement quelconque de son corps.

Je suis peut-être utopiste, mais les avancées sont tellement rapides de nos jours que beaucoup d'espoirs sont permis.

L'intelligence artificielle est capable désormais de décrypter la langue des signes. Les utilisateurs valides vont pouvoir ainsi comprendre les utilisateurs sourds qui utilisent la langue des signes sans avoir à l'apprendre eux-mêmes.

Cependant, il y a des limites dans l'usage de l'intelligence artificielle.

Les personnes sourdes auront une difficulté à communiquer avec ces assistants vocaux. Leur voix ne seront pas facilement reconnues. J'en ai déjà fait moi-même l'expérience.

L'apprentissage de la parole sans entendre comme tout le monde donne des voix différentes.

On pourrait les percevoir comme une langue étrangère parlée par une personne française. Les voix sont différentes et donc pas reconnues vocalement.

La voix change en fonction de la personne, son âge, ses émotions, son caractère, ses intentions, autant de critères qui pourraient être compris par les intelligences artificielles, mais qui doivent encore être perfectionnées.

L'intelligence artificielle est en train de changer la relation entre l'utilisateur et la machine.

Est-ce que l'intelligence artificielle n'est pas la nouvelle interface qui va venir s'ajouter à celles qui existent déjà de nos jours ? Il est dit qu'en 2020, il y aura 30% des sessions web qui se feront sans écrans via les assistants vocaux. Est-ce qu'elles ne sont pas aussi le point de départ d'une nouvelle minorité qui ne pourra pas utiliser cette nouvelle interface ?

Comment pourra-t-on prendre en compte l'accessibilité de cette nouvelle interface à base de reconnaissance vocale et d'intelligence artificielle ?

N'oublions pas ...

Il y a quelques points qui mériteraient d'être évoqués au vu de l'actualité d'aujourd'hui.

Sécurité, règlement de protection des données personnelles (RGPD)

Les objets connectés vont entraîner de nouveaux débats de société.

L'utilisation des objets connectés engendre des flux de données personnelles qu'il va falloir sécuriser. Par exemple : la conception et l'exploitation des objets connectés dans le monde de la santé mobile doit se conformer aux cadres juridiques (national et européen) existants en matière de dispositifs médicaux, d'échange d'informations et de traitements des données de santé à caractère personnel.

Des normes de sécurité existent mais ne semblent pas être utilisées par les fabricants des objets connectés.

Il existe le label FDU-label de Maathics qui est aussi un moyen d'être en conformité avec le RGPD. Il couvre les points suivants : loyauté du traitement, absence de discriminations, transparence de la décision et droit à l'information, principe de responsabilité.

Les utilisateurs ne peuvent pas toujours refuser de donner leurs données personnelles, car c'est ce qui nourrit l'objet connecté pour pouvoir évoluer, améliorer le quotidien.

Responsabilité

L'interaction des objets connectés avec le monde réel pose également des problèmes de responsabilité. Quand un algorithme ou une intelligence artificielle prend une décision, qui est responsable ? Son concepteur, son utilisateur, l'objet connecté lui-même ?

Autant de questions de droit qui n'ont jamais été abordées. (par exemple : la voiture connectée)

Les utilisateurs d'objets connectés doivent également être conscients de leur responsabilité.

La CNIL a publié quelques pratiques concernant la partie "quantified-self" :

1. Préférez l'utilisation d'un pseudonyme sur les plateformes où vos données peuvent être publiées.
2. N'automatisez pas le partage de vos données vers d'autres services (notamment vers les réseaux sociaux).
3. Ne partagez les données qu'avec un cercle de confiance (en limitant l'accès au travers du réglage de vos paramètres de confidentialité lorsque cela est possible).
4. Effacez et/ou récupérez vos données lorsque vous n'utilisez plus un service.
5. Dans le cas de l'utilisation d'une application ou d'un capteur dédié à un usage médical ou présenté comme tel (outil de diagnostic, suivi de pathologie), assurez-vous de la fiabilité des informations fournies auprès d'un professionnel de santé.

Obsolescence

Aujourd'hui, on a une nouvelle forme d'obsolescence : l'objet est toujours fonctionnel mais la perte de connexion avec son cloud de données est coupé et le rend obsolète.

Par exemple, Le "Nabaztag" était un objet connecté qui avait une forme de lapin, équipé de 2 oreilles qui pouvaient bouger et communiquer avec d'autres lapins. Il avait aussi un lecteur de puce RFID et un micro pour faire de la reconnaissance vocale. Quand la société s'est arrêtée, les lapins se sont arrêtés aussi. Il est devenu un objet inutile. Cet objet connecté est devenu un objet purement décoratif.

Autre exemple : Revolv est une centrale domotique qui a été rachetée par Google début 2015. 18 mois plus tard, Google annonce l'arrêt de la centrale domotique du jour au lendemain. Il décide d'investir et lancer ses propres produits comme Google Nest, Google Home, etc... laissant ses utilisateurs avec un produit qui ne sera plus maintenu.

Les interfaces

Un objet connecté peut souvent être contrôlé de deux manières, d'abord par les moyens physiques de contrôle présents sur celui-ci mais aussi par le biais d'une interface.

Les interfaces permettent de faire la liaison entre l'utilisateur, l'objet connecté et le cloud. Il peut exister plusieurs interfaces différentes pour un même objet.

Si Les fabricants n'oublient pas de travailler l'ergonomie de leurs produits, ils oublient par contre très souvent l'accessibilité (taille des écritures, contrastes, couleurs, etc...).

Je remarque la multiplication des interfaces qui vont privilégier une seule façon (que ce soit vocal ou tactile) de commander l'objet sans offrir aucune alternative.

L'interaction entre l'utilisateur et l'objet connecté ne sera pas la même selon le type d'interface (ordinateur, tablette, mobile). Un objet connecté peut cumuler plusieurs interfaces différentes.

Vous pouvez interagir avec votre Apple Watch en utilisant : un bouton et une molette physique, un écran tactile, un microphone relié à un assistant vocal (Siri), et enfin une liaison avec votre smartphone permet d'avoir un tableau de bord de votre montre.

Note : La dernière série de montres Apple est devenue autonome car même si elle interagit avec votre smartphone, elle est connectée directement à internet par sa carte sim interne.

Dans un objet connecté, il y a d'abord l'ergonomie de l'objet lui-même qui peut aller jusqu'aux boutons pouvant permettre le paramétrage physiquement et il y a l'interface à laquelle il est connecté pour pouvoir le paramétrer ou consulter ses données.

Pour évaluer ces interfaces web et physiques, il faut avoir des référentiels, des normes et des bonnes pratiques.

Les référentiels légaux

Le RGAA

L'article 47 de la loi du 11 février 2005 (Loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées) n'impose pas de rendre accessible les objets connectés.

L'article 106 de la loi du 7 octobre 2016 (Loi pour une République numérique), a étendu l'accessibilité numérique en particulier au mobilier urbain numérique mais toujours pas à l'Internet des Objets.

“L'accessibilité des services de communication au public en ligne concerne l'accès à tout type d'information sous forme numérique, quels que soient le moyen d'accès, les contenus et le mode de consultation et concerne notamment les sites internet, intranet, extranet, les applications mobiles, les progiciels et le mobilier urbain numérique. ”

Le RGAA est une méthode d'évaluation pour les interfaces de contenus et d'applications consultables par le biais d'un navigateur web. C'est également le cas pour le mobile et la tablette (par extension), toujours par le biais d'un navigateur web.

La DInSiC a mis à disposition un référentiel qui est en cours de rédaction pour l'accessibilité sur mobile ou écran tactile pour accompagner les acteurs dans leur prise en compte de l'accessibilité numérique et a publié une liste de critères spécifiques aux mobiles et écrans tactiles. “Cette liste est pensée comme une extension du RGAA 3, indépendante du reste du référentiel technique et non obligatoire.” (Extrait de la DInSiC).

L'évaluation des applications mobiles ne sera pas effectuée de la même manière qu'un audit de site web car d'une part, l'application mobile n'a pas été conçue et pensée de la même manière, l'audit ne sera pas sur les mêmes critères et d'autre part les méthodes de tests seront différentes. Les méthodes sont différentes car on ne peut accéder au code d'une application mobile par le biais du mobile.

La DInSiC a également mis à disposition plusieurs documentations : un guide pour auditer une application mobile iOS ou Android, mais aussi un guide pour développer une application mobile native et accessible pour les développeurs.

La DInSiC a eu l'excellente idée de rajouter cette extension spécifique aux mobiles et écrans tactiles. Il faut recommencer l'expérience de proposer une liste de critères qui prend en compte l'accessibilité de l'internet des objets.

Les WCAG

Le groupe WAI du W3C a publié une première version de “travail” sur la partie mobile en complément aux WCAG (Web Content Accessibility Guidelines). Il faut noter que ce n’est pas une version finale. Toutefois, il était fait mention de petits appareils “wearables” ainsi que “intelligents” mais aussi d’objets connectés dans la version des WCAG 2.0.

Le W3C a publié un article concernant l’accessibilité des mobile, mise à jour en octobre 2017, cet article précise bien dans la partie “More than mobile” la liste des appareils qui sont concernées par l’accessibilité numérique et mobile.

“Mobile accessibility” refers to making websites and applications more accessible to people with disabilities when they are using mobile phones and other devices. WAI’s work in this area addresses accessibility issues of people using a broad range of devices to interact with the web, including:

- Phones and tablets
- Digital TVs
- Wearables such as smart watches
- Devices in car dashboards and airplane seatbacks
- Devices in household appliances and other “Internet of Things”
- And more

It address a wide range of issues, including:

- Touchscreens
- Small screen sizes
- Different input modalities, including voice and 3D touch enabled by pressure sensors
- Device use in a different settings, such as bright sunlight
- And more”

Il est fait mention d’”accessibilité mobile” qui désigne le fait de rendre les sites web et les applications mobile accessibles aux personnes en situation de handicap lorsqu’elles utilisent des mobiles et d’autres appareils. (Liste des appareils cités : téléviseurs numériques, montres intelligentes, les tableaux de bord dans les voitures par exemple, les appareils ménagers, “Internet des Objets” et plus encore.

Dans les WCAG 2.1, la liste des critères qui permet d’évaluer les appareils mobiles a été augmentée. Mais il ne faut pas oublier que le W3C, quand il parle d’appareils mobiles, prend bien en compte la liste ci-dessus et en particulier l’Internet des Objets.

Les professionnels du secteur (de l’Internet des Objets) doivent prendre en compte ces recommandations d’accessibilité numérique au plus tôt.

Directives et normes

Il existe des directives et normes qui font référence aux Techniques d'Information et de Communication. Les sites web, applications mobiles et contenus numériques en font partie.

Au niveau européen, il y a une directive qui est entrée en vigueur le 22 décembre 2016. Ce sont les exigences européennes pour l'accessibilité des sites internet et applications mobiles des organismes du secteur public. Dans cette directive, il est fait référence aux WCAG et elle ne s'applique qu'aux marchés publics de produits et de services TIC en Europe.

La norme EN 301 549 V1.1.2 (2015-04) contient les exigences d'accessibilité adaptées aux marchés publics de produits et services TIC en Europe. Cette norme permet de vérifier l'accessibilité des interfaces numériques mais aussi physiques.

Les points 4 (Fonctionnalités) et 5 (Exigences génériques) font référence à comment rendre une interface physique accessible. Elle contient toutes les exigences fonctionnelles par rapport aux usages.

Par exemple, si je ne vois pas et le mode de fonctionnement est visuel, il faudra qu'il y ait une alternative qui ne nécessite pas de vision et par conséquent on passera par l'audio et le tactile pour contribuer au respect de cette exigence fonctionnelle.

Dans cette norme européenne, il y a également des recommandations concernant la connectique pour les aides techniques, comme le branchement d'un casque par le biais d'une prise jack, s'il n'y a pas cette prise, il doit y avoir une alternative fournie par la TIC : connecter un casque par le biais de la technologie bluetooth.

Le point 9 de cette norme aborde le sujet du web et fait référence aux WCAG. Le document est complet puisqu'il va jusqu'à normaliser le hardware, le software, les documents qui ne sont pas sur le web ainsi que l'interopérabilité avec les assistances technologiques ainsi que les services d'urgence.

La W3C a écrit un article "WCAG2ICT" pour expliquer comment appliquer les principes des WCAG aux technologies d'information et de communication aux interfaces et logiciels non-web.

La Convention des Nations Unies

Un article a été publié par le MIT concernant les Standards Web pour permettre un Internet des Objets accessible et inclusif (IoT)². Dans cet article, les auteurs ont mis en avant la Convention relative des droits des personnes handicapées des Nations Unies publiée en 2006, qui a été ratifiée (avec un protocole) par 92 pays dont la France.

Dans cette convention, sont cités les points suivants qui nous permettent de soutenir que c'est une obligation :

- Article 9 - Accessibilité :
"Promouvoir l'accès des personnes handicapées aux nouveaux systèmes et technologies de l'information et de la communication, y compris l'internet ;"
- Article 17 - Protection de l'intégrité de la personne :
"Toute personne handicapée a droit au respect de son intégrité physique et mentale sur la base de l'égalité avec les autres."
- Article 19 - Autonomie de vie et inclusion dans la société :
[...] "toutes les personnes handicapées le droit de vivre dans la société, avec la même liberté de choix que les autres personnes, et prennent des mesures efficaces et appropriées pour faciliter aux personnes handicapées la pleine jouissance de ce droit ainsi que leur pleine intégration et participation à la société" [...]
- Article 20 - Mobilité personnelle :
"assurer la mobilité personnelle des personnes handicapées, dans la plus grande autonomie possible"
- Article 21 - Liberté d'expression et d'opinion et accès à l'information :
"Les États Parties" (...) "Demandent instamment aux organismes privés qui mettent des services à la disposition du public, y compris par le biais de l'internet, de fournir des informations et des services sous des formes accessibles aux personnes handicapées et que celles-ci puissent utiliser ; et encouragent les médias, y compris ceux qui communiquent leurs informations par l'internet, à rendre leurs services accessibles aux personnes handicapées ;"
- Article 22 - Respect de la vie privée :
"Les personnes handicapées ont droit à la protection de la loi contre de telles immixtions ou de telles atteintes"
- Article 26 - Adaptation et réadaptation :
"Les États Parties prennent des mesures efficaces et appropriées, faisant notamment intervenir l'entraide entre pairs, pour permettre aux personnes handicapées d'atteindre et de conserver le maximum d'autonomie, de réaliser pleinement leur potentiel physique, mental, social et professionnel, et de parvenir à la pleine intégration et à la pleine participation à tous les aspects de la vie."

Cette convention des Nations Unies est un argument supplémentaire en faveur de l'accessibilité de l'Internet des Objets que ces objets soient accessibles. Dans la Convention relative des droits des personnes handicapées de l'ONU, il est bien spécifié quel que soit la forme d'accès à l'information, ces derniers doivent être accessibles.

² <https://dspace.mit.edu/openaccess-disseminate/1721.1/107831>

Bonnes pratiques

E-accessibility for everyone

EASE “e-accessibility for Everyone”, le service d’accessibilité numérique chez Orange a mis en place un site internet dédié à l’accessibilité du contenu numérique (éditorial, applications web et mobiles). Le but est d’accompagner les projets qui se font chez eux.

En regardant de près, chez Orange, ils ont décidé de se baser sur le référentiel des WCAG. Il y a, sur ce site, des recommandations mais aussi des ressources ainsi que des exemples techniques qui concernent le domaine de l’accessibilité du web et du mobile.

Applications mobiles et objets connectés de santé

La Haute Autorité de Santé a publié en octobre 2016, un référentiel de bonnes pratiques sur les applications et les objets connectés de santé. Dans ce référentiel, dans le domaine de l’utilisation et usage de l’objet connecté, il est recommandé que le contenu de l’objet connecté soit accessible à l’utilisateur en situation de handicap. Il est également recommandé de prendre en compte les différents points : l’“ergonomie”, la “lisibilité du texte et de l’image”, les “niveaux d’utilisations” (gestion des contrastes et des couleurs) et “accessibilité du contenu”. (Point 2.7.1 du référentiel de la HAS sur les bonnes pratiques).

Les points cités ci-dessus par les utilisateurs en situation de handicap permet l’appropriation de l’objet connecté. Un exemple de “lisibilité texte et image”, c’est la possibilité pour l’utilisateur de régler la taille de police de caractères, mais aussi avoir la possibilité d’étendre en plein écran sa vidéo.

Une application mobile doit être lisible par tous, car il y a différents types d’utilisateurs qui peuvent naviguer différemment dans l’interface du produit.

Le fabricant de l’objet connecté ou de l’application mobile doit garantir l’accessibilité du produit.

Les recommandations de la HAS sur les applications mobiles et objets connectés de santé est se référer aux référentiels suivants : Charte Internet de l’État, RGI, RGAA et RGS. Elles peuvent tout à fait s’appliquer à l’ensemble des objets connectés.

A l'heure actuelle, nous avons le RGAA et les WCAG qui nous permettent d'auditer des interfaces web consultables à partir d'un navigateur web.

Nous avons des *guidelines* qui nous permettent de développer des applications mobiles iOS et Android en prenant en compte l'accessibilité dès la conception de l'application mobile. Nous pourrions très bien utiliser ces référentiels pour que l'accessibilité numérique soit prise en compte dans tous les objets connectés. D'autant que ceux-ci se multiplient à une vitesse phénoménale.

Les interfaces sont l'enjeu principal de l'accessibilité des objets connectés. Sans interface accessible, l'objet connecté devient inutilisable pour l'utilisateur en situation de handicap. On perd d'un seul coup tout le bénéfice de cette nouvelle technologie.

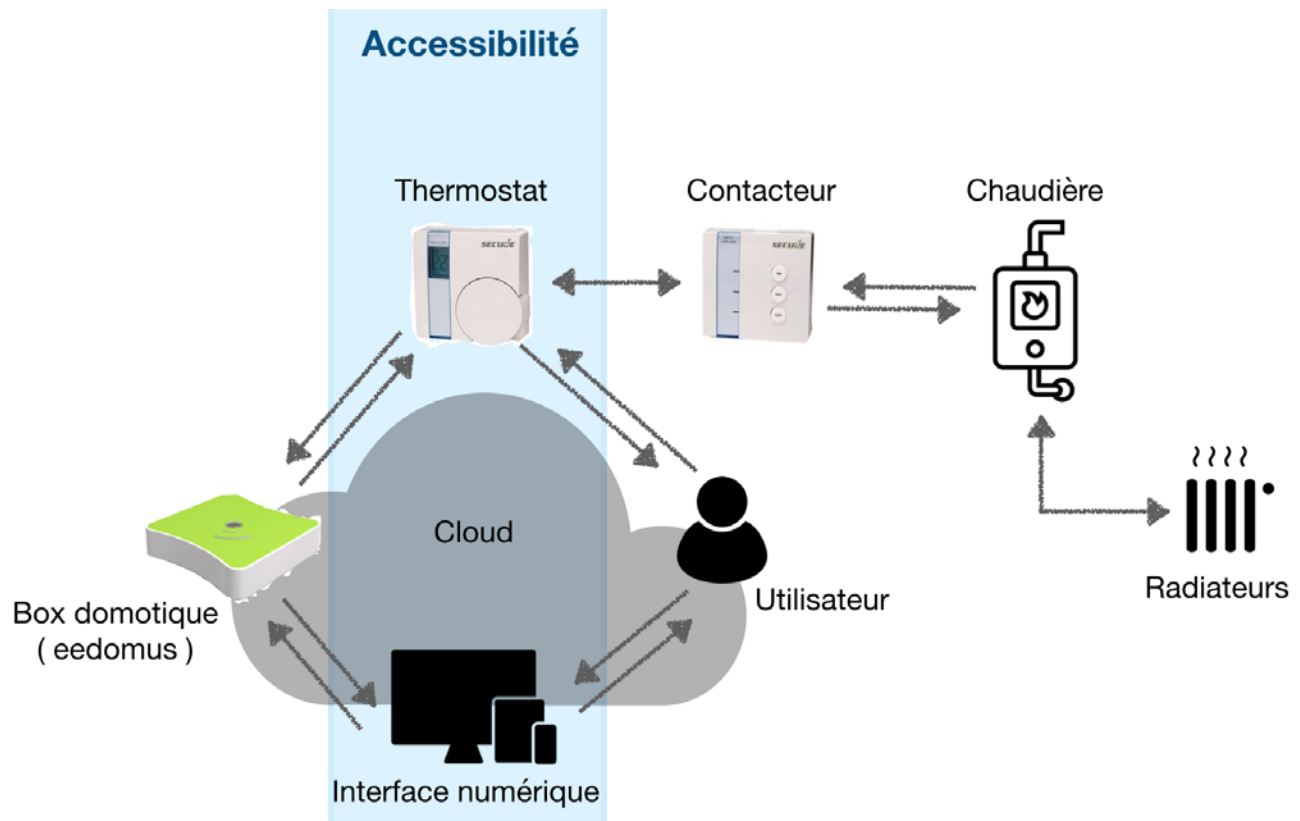
Sans oublier que les interfaces web, physiques vont être bousculées par l'utilisation de l'intelligence artificielle dans les nouvelles interfaces "vocales" en particulier.

Cas pratique : un thermostat connecté et accessible

J'ai choisi un thermostat qui est connecté à une box domotique, ici, une eedomus (un produit français).

C'est un objet connecté car l'utilisateur a accès au thermostat par plusieurs moyens :

- Par la molette physique du thermostat qui elle va retransmettre l'information à la box domotique ;
- Par l'interface web ou l'application mobile qui vont envoyer l'information dans le cloud qui sera relayée par la box domotique.

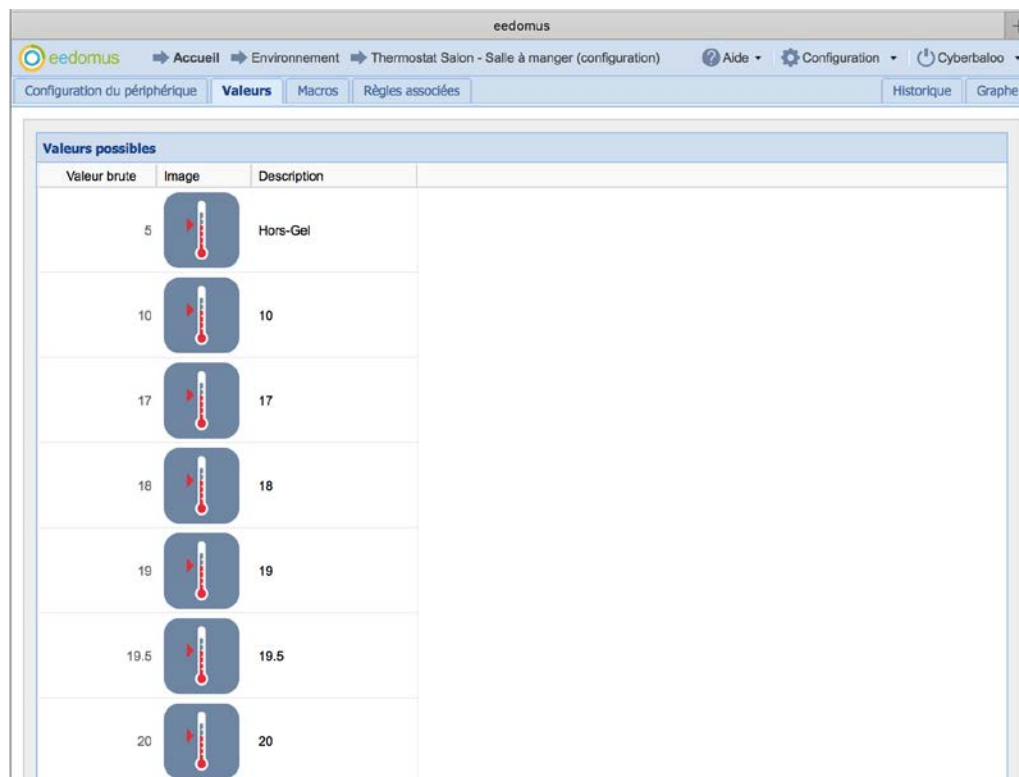


La box domotique traitera l'information du chauffage (augmentation ou baisse) par le biais d'un contacteur (qui permet de faire la liaison entre l'objet connecté et l'objet physique) qui lui sera en liaison directe par l'électricité sur la chaudière. La chaudière transmet l'information aux radiateurs.

Les éléments concernés par l'accessibilité sont le thermostat à molette et les interfaces numériques permettant de gérer la température.

Accessibilité de l'interface web

L'interface web n'est pas accessible au clavier. Seulement la barre de navigation de l'interface l'est. Il est impossible d'accéder aux fonctionnalités du thermostat.



Accessibilité de l'application mobile

Heureusement, l'interface mobile est accessible par un lecteur d'écran. J'ai testé les boutons, l'information est bien restituée. Je sais où nous sommes dans l'interface. Quand je change la température, le lecteur d'écran retranscrit bien les actions effectuées sur l'application mobile et donne l'indication de la température. Les fonctionnalités sont bien accessibles.

L'intérêt de l'application mobile est que nous avons la possibilité de régler la température à n'importe quel moment et lieu. Grâce au mobile, il fera chaud cet hiver !

Si nous voulons aller plus loin, je peux aussi faire parler la box domotique puisqu'elle a la capacité de vocaliser les actions, c'est un paramètre à ajouter dans les possibilités de la domotique.



Les bénéfices pour les personnes handicapées

L'accessibilité numérique et les objets connectés sont au cœur de ce mémoire. À l'heure actuelle, des objets connectés ont été détournés de leur usage initial, prévu pour le grand public, par les personnes en situation de handicap.

Ce sont des objets plébiscités par le grand public. Ils sont fabriqués en grande quantité et reviennent moins cher à l'unité. Les personnes en situation de handicap s'équipent souvent de matériels qui reviennent très cher ou alors elles ne s'équipent pas faute de moyens.

Ce sont des objets qui vont renforcer le sentiment d'intégration, qui ne sera pas discriminant car les personnes handicapées auront les mêmes objets que tout le monde. Il y aura un sentiment d'inclusion. Il y a eu des objets connectés qui étaient à la "mode" comme les oreillettes bluetooth, ce qui fait que les équipements spécifiques comme les appareils auditifs ou les implants cochléaires pouvaient être perçus par la population comme des objets connectés. Avoir quelque chose dans les oreilles ne surprenait personne.

Voici quelques exemples d'utilisation :

ma montre a la fonctionnalité de pouvoir me réveiller par le biais d'une vibration. Ma caméra connectée est fixée au-dessus du pas de ma porte et me prévient par une notification sur ma montre quand il y a quelqu'un à la porte. Ainsi même quand je dors sans mes implants cochléaires, je suis prévenue par ma montre qui me réveille grâce à cette vibration.

Un autre exemple avec un mobilier urbain connecté : dans les gares, il y a des écrans d'affichages qui, généralement donnent les horaires des trains. En dessous, il y a un bandeau situé sur la partie basse de l'écran qui fait défiler des informations écrites afin de pouvoir prévenir le plus grand nombre de personnes. Dans ces lieux très bruyants, les personnes valides comme les personnes en situation de handicap auditif peuvent profiter de ces informations, par contre il ne faut pas que celle-ci soit contredite par des annonces vocales.

Les objets connectés de type *quantified-self* vont permettre à l'utilisateur de pouvoir se gérer par rapport à ses besoins médicaux (contrôle de la glycémie, rythme cardiaque, etc...). Il y a une acquisition d'autonomie, c'est une notion importante chez les personnes en situation de handicap.

Ce sont des objets qui vont faciliter ou sécuriser le quotidien par le biais de la domotique. Avoir des commandes qui permettent de contrôler son environnement pour une personne qui se retrouve immobilisée dans son lit par exemple, tout en attendant l'aidant pour le sortir de son lit.

Et pour finir, le design des objets connectés a été conçu pour donner envie aux utilisateurs d'acheter leur produit. Le "design médical" cherche à mettre en avant les fonctionnalités du produit mais ne se soucie pas de donner envie d'avoir ce produit. En effet, les objets médicaux ont très peu de concurrence. Ils sont là pour rendre un service mais pas à donner envie. Quand vous vous cassez la jambe, avez-vous déjà vu une béquille à la mode ? Les tubes sont couleur aluminium et le plastique gris.

L'Internet des Objets va permettre aux personnes en situation de handicap de trouver des alternatives positives à leurs besoins puisque les produits "grand public" peuvent être détournés pour leurs besoins quand c'est possible.

Conclusion

L'Internet des Objets est aussi appelé le web 3.0. C'est un marché en plein essor puisqu'en 2020, nous aurons entre 50 et 80 milliards d'objets connectés selon l'étude Gartner - 2017.

Devant autant de produits et d'engouement pour cette nouvelle génération de produits connectés, il est difficile d'exclure les utilisateurs en situation de handicap.

Ces objets connectés vont de toute façon contribuer à l'autonomie de la personne, qu'ils soient spécialisés ou non.

L'intelligence artificielle est en train de changer la relation entre l'utilisateur et la machine.

Il y a des points sur lesquels on ne peut pas transiger : la sécurité, la responsabilité, la protection des données personnelles, l'obsolescence programmée et bien d'autres points comme l'éco-conception, la consommation d'énergie, le blockchain, le recyclage, etc...

Sans oublier l'accessibilité des interfaces qui permettent de faire la liaison entre l'objet, le smartphone et le cloud. Sans interfaces accessibles, ces objets connectés seront inutiles pour les utilisateurs en situation de handicap. Si les constructeurs ne prennent pas en compte l'accessibilité dans la conception et fabrication de leurs objets connectés, c'est exclure plus d'un milliard d'utilisateurs en situation de handicap dans le monde.

Les objets connectés restent un énorme espoir pour améliorer l'inclusion des personnes handicapées dans la société, puisqu'ils permettent à l'utilisateur d'être autonome dans son quotidien.

Le mot de la fin

“Quand j’étais petite, je rêvais d’avoir la montre de Sophie dans le dessin animé de l’Inspecteur Gadget pour dépasser mon handicap. Je ne pensais pas la posséder un jour.” — Sophie Drouvroy



Remerciements

Je remercie, en premier lieu, mon tuteur de formation Éric Gateau, expert en accessibilité numérique et qualité web, de m'avoir accompagnée tout au long de cette formation, d'avoir été mon conseiller dans les moments de doute et d'incertitude dans la rédaction de ce mémoire et réalisation d'audit.

Je tiens, également, à remercier Sébastien Delorme, Frédéric Halna et Aurélien Levy, d'avoir accepté ma candidature : accueillir une personne sourde dans une formation de ce type est un sacré challenge.

Je remercie les intervenants internes des sociétés Atalan, Océane Consulting et Temesis ainsi que les intervenants externes qui ont accepté de venir témoigner durant cette formation, ils nous ont permis d'avoir une vision réelle de l'Accessibilité numérique dans le monde professionnel.

Je remercie tous les membres du Jury pour leur écoute et questions durant la soutenance du mémoire.

Je remercie les stagiaires qui ont su s'adapter eux-aussi à la problématique de la surdité, toujours avec de l'humour.

Je remercie, Cédric Schönwald, de Solution Scribe d'avoir été mes oreilles durant cette formation, d'avoir réalisé une restitution écrite des journées que nous passions et qui, parfois étaient intenses durant les échanges verbaux.

Je remercie ma société Netapsys-Sodifrance, en particulier David Ferasson, Matthieu Le Coz et Nicolas Semczyk d'avoir appuyé et accepté cette demande de formation, ainsi que Cécile Marie-Louise Henriette de m'avoir accompagnée durant les démarches nécessaires à cette formation.

Je remercie Vincent Aniort, Claire Bizingre et Marthe Unterner pour leur relecture de ce mémoire.

Je remercie, ma mère, mon fils pour leur patience quand je n'étais pas disponible.

Pour terminer, je finirai par remercier mon conjoint, Jean-Philippe, issu de la première promotion d'Expert en Accessibilité numérique, d'avoir été mon roc infaillible durant ces mois.

Ressources

Les chiffres

- Chiffres de l'ONU sur la population mondiale : <http://www.worldometers.info/fr/population-mondiale/>
- Chiffres sur la population française : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3305173?sommaire=1912926>
- Chiffres du Syntec Numérique - 2014 : <https://syntec-numerique.fr/objet-connectes>
- GfK - Avril 2017 - Plus d'un million de wearables vendus en 2016 en France : <https://www.objetconnecte.com/gfk-wearables-france>
- Digital in 2017 : Western Europe - <https://fr.slideshare.net/wearesocialsg/digital-in-2017-western-europe> (slide 58)
- Le développement des objets connectés : les nouveaux chiffres de 2018 <https://www.objetconnecte.net/objets-connectes-chiffres-etudes-2401/>
- Les chiffres clés du handicap en France : <https://www.ocirp.fr/actualites/les-chiffres-cles-du-handicap-en-france>
- Rapport mondial sur le handicap - OMS / Banque mondiale 2011 : http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/fr/

Aides techniques

Google a renommé l'application TalkBack en Android Accessibility Suite dans sa dernière mise à jour (en) : <https://9to5google.com/2018/06/20/google-talkback-android-accessibility-suite/>

Objets connectés spécialisés

- La Connected Wheelchair de Stephen Hawking (en) : <https://www.wespeakiot.com/stephen-hawking-the-connected-wheelchair/>
- Les lunettes électroniques eSight pour la basse vision : <https://www.esighteyewear.eu>
- Watchelp, une application pour l'autonomie des personnes atteintes de troubles cognitifs et mentaux : <https://watchelp-app.com>
- La fourchette connectée :
 - Liftware : <https://www.liftware.com> / <http://www.homo-connecticus.com/e-sante-1956/maladie-de-parkinson-et-objet-connecte-liftware-propose-une-cuillere-connectee-au-service-des-personnes-atteintes-de-la-maladie-de-parkinson-a33358.htm>
 - HapiFork : <https://www.hapi.com/product/hapifork>

Intelligence artificielle et l'Internet des Objets

- Étude Gartner citée dans l'article de Mediakwest "Intelligences artificielles : les nouvelles interfaces" : <http://www.mediakwest.com/communaute/item/etude-npa-intelligence-artificielle-les-nouvelles-interfaces.html>
- Microsoft : AI for accessibility - Démonstration de nombreuses applications - <https://www.youtube.com/watch?v=bbrZ2pvubL0>
- Article de presse sur "Tay", le chatbot de Microsoft https://www.lemonde.fr/pixels/article/2016/03/24/a-peine-lancee-une-intelligence-artificielle-de-microsoft-derape-sur-twitter_4889661_4408996.html
- Norman l'IA psychopathe : <http://mashable.france24.com/tech-business/20180608-norman-intelligence-artificielle-psychopathe-mit>
- Label pour une utilisation équitable de l'intelligence artificielle : <http://fdu-label.com>

Responsabilité

- Liste des normes de sécurités citées dans l'article : Sommes-nous sans danger avec l'Internet des objets ? <https://www.iso.org/fr/news/2016/09/Ref2113.html>
- Un objet connecté peut-il être responsable ? <http://secteur-public.sia-partners.com/20180209/un-objet-connecte-peut-il-etre-responsable>

Textes de loi

- Article 47 de la loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=18A771E168D7A498B6497DEA8EAE475D.tplqfr34s_3?idArticle=LEGIARTI000006682279&cidTexte=JORFTEXT000000809647&categorieLien=id&dateTexte=20161008
- Article 106 de la loi n°2016-1321 du 7 octobre 2016 pour une République numérique https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2016/10/7/2016-1321/jo/article_106
- UN Convention on the rights of persons with disabilities (en) : <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities.html#Fulltext>
- Convention relative des droits des personnes handicapées de l'ONU : <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-f.pdf>

Ressources DInSIC

- Référentiel Général d'Accessibilité pour les Administrations : <https://references.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite/>
- Référentiel spécifique aux plateformes tactiles / mobiles : <https://github.com/DISIC/referentiel-mobile-tactile>
- Guide d'audit pour les apps mobiles : https://github.com/DISIC/guide-mobile_app_audit
- Guide de développement d'applications mobiles accessibles avec les API Android et iOS : https://github.com/DISIC/guide-mobile_app_dev_natif
- Le RGAA concerne-t-il aussi les applications mobiles ? : <https://references.modernisation.gouv.fr/rgaa-accessibilite/guide-accompagnement-RGAA.html#Le-RGAA-concerne-t-il-aussi-les-applications-mobiles>

Ressources W3C

- WCAG 2.0 (fr) : <https://www.w3.org/Translations/WCAG20-fr/>
- WCAG 2.1 (en) : <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- Internet des Objets (en) : https://www.w3.org/WAI/APA/wiki/Web_of_Things
- Principes d'accessibilité (en) : <https://www.w3.org/WAI/intro/people-use-web/principles>
- Accessibilité mobile au W3C (en) : <https://www.w3.org/WAI/standards-guidelines/mobile/>
- Accessibilité du mobile : Comment les WCAG 2.0 et les autres directives W3C/WAI s'appliquent au mobile (en) : <https://www.w3.org/TR/mobile-accessibility-mapping/>
- WCAG2ICT (en) : <https://www.w3.org/TR/wcag2ict/>

Directives, normes et référentiels

- [Directive européenne 2016/2102 du Parlement Européen et du Conseil - 26 octobre 2016 relative à l'accessibilité des sites internet et des applications mobiles des organismes du secteur public](#)
- Norme EN 301 549 V1.1.2 (2015-04) (en) : [Exigences en matière d'accessibilité adaptées aux marchés publics de produits et services TIC en Europe](#)
- E-accessibility for everyone : <http://a11y-guidelines.orange.com>
- Référentiel de la HAS sur les bonnes pratiques : https://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_2745539/fr/objets-connectes-en-sante-un-referentiel-pour-ameliorer-les-pratiques

Sources des visuels

Icônes Noun Project

- Cloud by Iconsparty
- iMac by Linseed Studio
- iPhone by Linseed Studio
- Glasses by ProSymbols
- Watch by Grzegorz Oksiuta
- hand drawn wireless by Linseed Studio
- Home by Guan Yu
- Earth by Alex Muravev
- Boiler by SBTS
- Radiator by Pablo
- User by José Campos