

Concevoir un plan d'orientation multisensoriel La borne Autonomade de Tactile Studio

Andréa Boisadan, Philippe Moreau, Sarah Bougault, Cyril Abati, Florent Dairin, Julien Nelson, Stéphanie Buisine

▶ **To cite this version:**

Andréa Boisadan, Philippe Moreau, Sarah Bougault, Cyril Abati, Florent Dairin, et al.. Concevoir un plan d'orientation multisensoriel La borne Autonomade de Tactile Studio. Handicap 16, IFRATH, Jun 2016, Paris, France. hal-04097470

HAL Id: hal-04097470
https://hal.science/hal-04097470

Submitted on 15 May 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Concevoir un plan d'orientation multisensoriel

La borne Autonomade de Tactile Studio

Andréa Boisadan, Philippe Moreau, Sarah Bougault,
Cyril Abati, Florent Dairin
Tactile Studio
Paris, France
tactilestudio@gmail.com

Julien Nelson
LATI- Paris Descartes
Boulogne-Billancourt, France
julien.nelson@parisdescartes.fr

Stéphanie Buisine
IRISE – ei.CESI
Nanterre, France
sbuisine@cesi.fr

Résumé—Dans cet article nous présentons des recommandations pour la conception de plans d'orientation accessibles. Notre approche s'inscrit dans une démarche de conception universelle où nous portons une attention particulière à la déficience visuelle. A titre illustratif, nous présenterons le dispositif de Tactile Studio incluant des feedbacks tactiles, sonores (synthèse vocale, boucle magnétique), visuels et l'accessibilité aux personnes à mobilité réduites.

Mots clefs—conception universelle ; déficience visuelle ; plan d'orientation multisensoriel

I. CONTEXTE

Depuis la loi de 2005, un ensemble de textes législatifs encadrent la mise en accessibilité des établissements recevant du public (ERP) et les dispositifs signalétiques mis à disposition des visiteurs. En termes de signalétique, l'annexe 3 « Information et signalisation » de l'Arrêté du 1er août 2006 énonce que les éléments de signalisation doivent être lisibles, visibles et compréhensibles par tous. En ce sens, la Délégation Ministérielle de l'Accessibilité a mis au point un guide de conception comprenant plusieurs recommandations concordantes aux trois critères mentionnés ci-dessus.

Les plans d'orientation sont indispensables. Comme le soulignent Hatwell et Martinez-Sarocchi [1] ce sont des représentations symboliques bidimensionnelles projectives, de taille réduite, d'un espace réel qui fournissent différentes informations sur l'environnement (Lloyd, 2000 cité par Brock [2]). Ils permettent d'améliorer la représentation de l'espace s'ils sont alignés [1]. Habituellement, ils sont installés à l'entrée des bâtiments proche de l'accueil, en libre accès. Pour les rendre accessibles à tous, la conception universelle semble être la plus appropriée.

II. CONCEPTION UNIVERSELLE ET SIGNALETIQUE

A. Définition

La conception universelle est définie comme « la conception de produits et d'environnements qui peuvent être utilisés par tous, dans toute la mesure possible, sans avoir besoin d'adaptation ou de conception spécifique » [3]. L'objectif étant de prendre en considération tous les publics dans des projets de conception mais surtout de minimiser le risque de stigmatisation en concevant des produits spécifiques [4]. A cette définition s'ajoutent sept principes [5]. Citons l' « usage égalitaire», c'est-à-dire que le produit doit être utile à toute personne quelles que soient ses capacités, sans adaptation particulière. Un autre principe est la « flexibilité d'usage » qui vise à satisfaire les préférences et capacités individuelles. Enfin, la « dimension et l'espace prévus pour l'approche et l'utilisation », dont l'enjeu est de permettre à chacun de manipuler et utiliser le produit peu importe sa taille, posture ou mobilité.

Dans cet esprit, considérer les besoins d'utilisateurs particuliers tend à être un gage de confort d'usage pour le public tout venant.

B. Identification des besoins

Parmi les catégories d'utilisateurs spécifiques nous pensons aux personnes en situation de handicap, aux seniors ou encore aux personnes étrangères. Une première étape est d'identifier quels peuvent être leurs besoins lors de l'usage d'un plan d'orientation.

Les personnes avec déficience visuelle sont le public le plus difficile à inclure. En effet, privées de la vue, elles se réfèrent à leurs perceptions tactile, auditive, olfactive ainsi qu'à la kinesthésie et à la proprioception pour appréhender l'environnement et s'y déplacer. Les déplacements nécessitent beaucoup d'attention et de concentration et font appel aux capacités mnésiques du sujet ainsi qu'à sa « conscience de l'espace » [6]. Cela demeure un challenge. Pour Montello (2001, cité par Brock [2]) s'orienter signifie "savoir où je suis", deux processus permettent d'y accéder : (1) la reconnaissance de caractéristiques externes et (2) l'intégration du trajet. La lecture et la compréhension d'un plan impliquent de pouvoir se situer soi-même dans l'espace représenté, nous comprenons pourquoi le repère « vous êtes ici » est si important, cependant, cette indication est compréhensible uniquement si l'orientation de la carte est alignée c'est-à-dire

que le haut de la carte correspond au droit devant du lecteur [7, 8]. Par ailleurs, Buzzi [9] appuie la nécessité d'indiquer les points cardinaux, c'est-à-dire où est le Nord par rapport au plan. En outre, le texte doit également être écrit en Braille pour les braillistes et paramétrable pour les personnes avec déficience visuelle.

Les personnes avec déficience visuelle ne sont cependant pas les seuls utilisateurs à se trouver en difficulté devant un plan d'orientation. En effet, de nombreuses personnes sourdes ont aussi difficilement accès aux informations écrites. La statistique souvent émise et citée dans le rapport de Gillot [10] est que 80% des personnes sourdes seraient en situation d'illettrisme, cela s'expliquerait par le fait que l'acquisition d'une langue se fait oralement. Ils utilisent la Langue des Signes Française qui fut reconnue par la loi de 1991 comme une langue à part entière. Nombre de personnes malentendantes atténuent leur déficit en se faisant appareiller. Ainsi, les espaces possédant un système d'induction magnétique leur offrent la possibilité de recevoir un son net sans parasites, pour ce faire, elles commutent leur appareil auditif en position « T ». Les personnes non appareillées peuvent s'équiper de casques récepteurs dédiés.

Les personnes à mobilité réduite peuvent elles aussi rencontrer des difficultés face aux plans d'orientation. Les contraintes auxquelles doivent faire face les personnes en fauteuil roulant sont de l'ordre de l'accès aux bâtiments. Un ensemble de normes existent pour rendre accessibles les espaces aux fauteuils. Pour les plans, le besoin est double : pouvoir y accéder avec le fauteuil et l'appréhender dans son intégralité.

Selon le guide CERTU [11], les personnes avec des déficiences mentales, cognitives et psychiques rencontrent, notamment, « des difficultés de repérage spatio-temporel et de prise d'information » et leurs capacités d'analyse sont « réduites ou difficiles à mobiliser ». L'acquisition d'informations doit se faire via des plans simples sans éléments distracteurs. Les pictogrammes sont également préconisés.

Les seniors cumulent, parfois, plusieurs déficiences: visuelle, auditive, physique et cognitive (déclin de la mémoire, de l'attention, etc.). Un plan d'orientation doit être intuitif et simple d'usage.

Enfin, le problème majeur des personnes étrangères est d'ordre langagier. Par conséquent, se repérer dans l'espace sans comprendre ce qui est indiqué (textes, pictogrammes) est très difficile. Si possible, un plan d'orientation doit être au moins traduit en anglais (une des langues les plus parlées au monde), posséder des pictogrammes clairs et « universels » et présenter le chemin clairement.

Pour l'ensemble des usagers le dispositif doit être suffisamment affordant [12], cela correspond à la manière dont un produit incite à son propre usage [13]. Dans ce contexte, notre question de recherche consiste à trouver le moyen de concilier les besoins, parfois divergents, des personnes avec des capacités variables au sein d'un unique dispositif.

C. Recommandations

Pour répondre à ces besoins, nous avons identifié dans la littérature des recommandations portant sur les interfaces.

1) Typographie

De manière générale [14, 15, 16] il est préférable d'utiliser les polices « Sans sérif » à espacement fixe – comme par exemple Trebuchet - et de proscrire celles à empattements. Selon l'AFNOR les polices Linéales, Incises, Mécanes et Humanes sont les plus accessibles (NF Q 67-004, 1983 ; NF Q 60-007, décembre 1977). L'utilisateur doit pouvoir l'ajuster à sa convenance, la taille minimale étant de 12 ou 14 points [14, 16, 15, 17]. Les écritures en majuscule et en italique sont déconseillées car elles amoindrissent la lisibilité du texte [15, 17, 18, 19].

2) Couleur

Les couleurs complémentaires [15] et la juxtaposition de couleurs similaires [20] sont à prohiber. Le contraste entre la couleur de la police d'écriture et celle de l'arrière-plan doit être optimal, de préférence utiliser des polices sombres sur fond clair pastel ou jaune, le blanc pouvant être trop éblouissant [15, 17, 19].

3) Multimodalité

La diffusion multimodale favorise la compréhension et tend à diminuer les difficultés engendrées par les déficiences [16]. Lorsqu'un individu ne peut utiliser une de ses capacités sensorielles, la multimodalité lui permet d'accéder à l'information d'une autre manière. Cela signifie qu'un plan d'orientation doit fournir des feedbacks visuels, sonores mais également tactiles.

4) Pictogrammes

Les pictogrammes ont un fort potentiel évocateur et leur capacité métaphorique est importante [21]. L'usage d'images, de graphiques et de pictogrammes facilite l'accès à l'information [15, 17, 22, 23, 24, 25, 26, 27] toutefois leur adaptation culturelle est primordiale [23, 28]. Nous devons aussi nous assurer de leur clarté [29] et significativité [30], dès lors il est préférable de les accompagner d'un libellé [31]. La taille s'étalonne de 12 mm à 18 mm [32]. Guastello et ses collègues [33] précisent qu'un pictogramme couplé à du texte est mieux compris. Toutefois une forte concordance entre le pictogramme et l'objet / mots / concept désigné est primordiale : plus l'éloignement entre les deux est élevé, plus la compréhension est difficile.

5) Bouton audio

Chaque bouton déclenche une seule action [20].

6) Renforcement audio

Vocaliser les éléments de l'interface [34] et mettre à disposition les fonctions Play/Pause et Volume.

7) Retour tactile

Dans le cadre de son doctorat, Brock [2] a établi des pistes de conception pour l'accessibilité aux personnes atteintes de déficience visuelle. Nous avons complété ces

recommandations à l'aide de travaux plus récents de l'auteur et d'autres références (Tableau 1).

TABLEAU I. PISTES DE CONCEPTION DE PLANS D'ORIENTATION POUR LES DÉFICIENTS VISUELS

	Pistes de conception	Auteurs
Format	Simple et sans embellissement	[35]
Éléments	- lisibilité et distinctabilité des éléments - maximum 30 éléments dont 2 par 2 cm^2	[36]
Contraste et texture	- très important - pour contraster les éléments du plan il suffit d'utiliser diverses textures, formes, tailles, orientations et espaces - 3 à 5 textures différentes maximum	[35] [37]
Symboles	8 à 10 symboles maximum	[37]
Légende	- facilite la lecture du plan - alterner entre le plan et la légende interrompt et perturbe le processus de lecture	[38]
Dimension	Maximum au format A3	[39]
2D et demi, 3D	Facilite la mémorisation	[40]

Ces recommandations sont profitables à la globalité de la population, les normes typographiques, et de couleur facilitent la lecture des seniors, des personnes malvoyantes, en situation d'illettrisme ou encore atteintes de dyspraxie. Les pictogrammes sont plus particulièrement préconisés pour la déficience mentale. Les préconisations tactiles s'adressent aux personnes déficientes visuelles. Enfin, la multimodalité et le renforcement audio facilitent la compréhension et l'interaction.

III. LA BORNE AUTONOMADE

A. Contexte

Créée en 2009, Tactile Studio s'est spécialisée dans la conception et la fabrication de dispositifs tactiles destinés aux établissements recevant du public (ERP). Le projet « Autonomade » s'est concrétisé via un appel d'offre émis par les Mairies de Paris. Un premier prototype fut conçu et fabriqué pour la mairie du 11ème arrondissement. A la suite de cela, la borne fut déployée dans d'autres mairies parisiennes. A ce jour, le marché s'est étendu à l'ensemble des ERPs, en effet, les demandes émanent tant des musées que des bibliothèques, etc.

B. Choix de conception

Au regard des préconisations et des besoins identifiés pour les diverses catégories d'usagers, Tactile Studio a mis en place une borne multisensorielle comprenant des feedbacks visuels et auditifs (Tableau 2). Cette borne est destinée à offrir des interactions plus riches et couvrir une population plus large que les dispositifs existants. Par exemple, les solutions de inTouch Graphics ne proposent ni multimodalité ni paramétrage et ne sont disponibles qu'en noir et blanc. Le Talking Tactile Campus est également non paramétrable et ne propose pas de légende écrite pour les voyants.

TABLEAU II. CHOIX DE CONCEPTION SUIVIS PAR TACTILE STUDIO SELON LES CATÉGORIES D'USAGERS

Catégories d'usagers	Spécificités
Déficience visuelle	Utilisateurs aveugles : - texte en Braille pour les braillistes - synthèse vocale pour les braillistes et non braillistes, paramétrage du volume - pictogramme en relief
	Utilisateurs malvoyants : - paramétrage de la couleur (texte/ fond), de la taille du texte situé sur l'écran, du volume de la synthèse vocale - synthèse vocale
Déficience auditive	Utilisateurs sourds : - vidéo en Langues des Signes Française (LSF) - affichage visuel : affichage du trajet à suivre à l'écran
	Utilisateurs malentendants : - brancher son propre casque audio grâce à une prise jack - paramétrer le volume - présence d'une boucle à induction magnétique
Déficience mentale	- synthèse vocale - usage des pictogrammes
Mobilité réduite	- insérer le fauteuil roulant sous le pupitre - appréhension du plan
Seniors	- un seul niveau hiérarchique d'information : l'ensemble des réglages et services sont directement accessibles via le pupitre - paramètres pour les déficients visuels - paramètres pour les déficients auditifs
Etrangers	- usage des pictogrammes - retour visuel : affichage du trajet à suivre à l'écran synthèse vocale : choix de langues proposées (variable selon la demande du client).

La borne Autonomade se présente sous la forme d'un pupitre (partie supérieure) reposant sur un pied (partie inférieure) ancré dans le sol (Figure 1). Le pupitre est composé d'un cadre incluant des boutons audio, d'un écran de résolution 1920x1080 pixels et d'une plaque de PMMA (polyméthacrylate de méthyle) de 600 mm x 340 mm usinée en relief.



Fig. 1. Version 2015 de la borne Autonomade

Pour une exploration visuelle et tactile confortable, le pupitre est incliné de 20° et se situe à 70 cm du sol, permettant un accès à l'ensemble des usagers notamment aux personnes en fauteuil roulant (Figure 2).

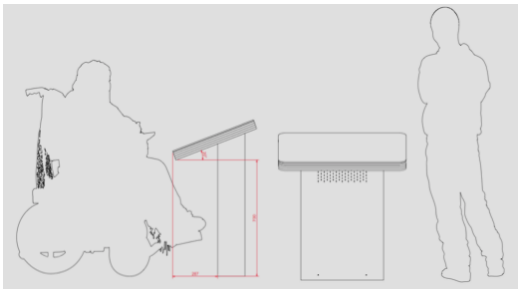


Fig. 2. Dimensionnement de la borne Autonomade

C. *Scénario d'usage*

Avant de décrire les fonctionnalités du pupitre, nous vous proposons un court scénario d'usage afin de comprendre la manière dont les utilisateurs interagissent avec le dispositif. Dans l'esprit de la conception universelle, nous avons choisi de présenter un scénario n'impliquant pas de personnes avec une déficience visuelle, de sorte à montrer l'intérêt du dispositif pour d'autres publics.

Une famille londonienne est en vacances à Toulouse, ils souhaitent visiter l'exposition temporaire du Musée des Arts Asiatiques. N'étant jamais venus au musée, à leur arrivée ils aperçoivent le plan d'orientation qui est en français et en anglais. La liste des services présente les divers espaces du musée, ainsi, l'un après l'autre ils appuient sur les boutons audio correspondant aux services. Au centre de l'écran est présenté le plan du rez-de-chaussée où ils se trouvent. Les enfants s'amusent à toucher le point le plus proéminent « vous êtes ici » ainsi que les escaliers en relief. Lorsqu'ils sélectionnent « Lower floor », le plan de l'étage inférieur s'affiche à droite de l'écran et la synthèse vocale explique en anglais qu'il s'agit du niveau dédié aux expositions temporaires. Ils écoutent et regardent simultanément sur le plan le chemin à suivre pour s'y rendre (Figure 3).

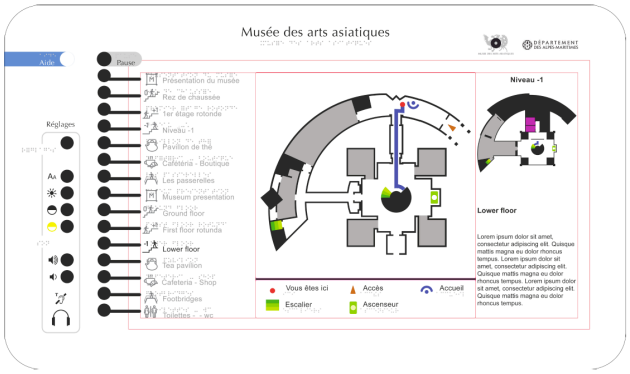


Fig. 3. Plan du Musée des Arts Asiatiques (rez-de-chaussée et niveau -1)

D. *Fonctionnement*

La version actuelle se divise en sept sections (Figure 4).

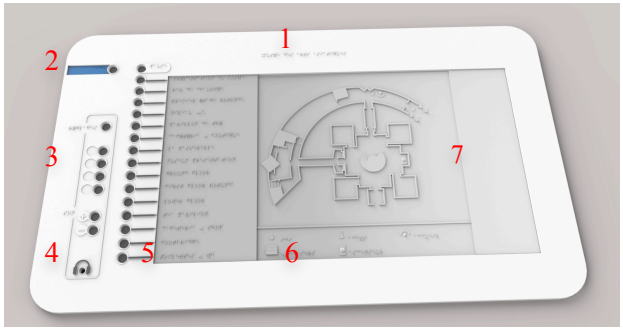


Fig. 4. Modélisation 3D du pupitre (relief apparent) (Musée des Arts Asiatiques)

1) *Section 1 : titre*

Le titre du plan est écrit en Braille et en noir.

2) *Section 2 : boutons « aide » et « pause »*

Le bouton « aide » déclenche une explication vocale de l'organisation et du fonctionnement du pupitre. Le bouton « pause » permet de mettre en pause la synthèse vocale. Les deux intitulés sont écrits en Braille et en noir.

3) *Section 3 : les réglages*

Les réglages sont disposés verticalement les uns en dessous des autres, comme suit :

- Taille de la police d'écriture (16 et 24 pt)
- Luminosité
- Contraste 1 : écriture noire sur fond blanc
- Contraste 2 : écriture jaune sur fond blanc
- Volume : augmenter ou diminuer la synthèse vocale.

Le bouton « réglages » écrit en Braille et en noir, présente les différents paramètres ainsi que l'ordre dans lequel ils sont structurés.

4) *Section 4 : casque audio*

Deux pictogrammes (Figure 5) sont utilisés : le premier indique qu'il est possible de brancher son casque audio sur le pupitre, le second signale que ce dernier est équipé d'une boucle magnétique.



Fig. 5. A gauche: pictogramme signalant la présence d'une boucle magnétique; à droite: pictogramme indiquant la possibilité de brancher son casque

5) *Section 5 : les services*

Les services, également disposés verticalement, sont écrits en Braille et en noir, ils sont organisés par ordre de fréquentation. Des boutons audio sont disposés sur le cadre et reliés aux intitulés par un trait en relief et en noir. Chaque service est associé à un pictogramme affiché en relief et en noir sur l'écran.

A chaque bouton « service » est associé une synthèse vocale qui nomme le service sélectionné et indique, vocalement et graphiquement, le chemin à suivre pour s'y rendre.

6) Section 6 : plan

La partie centrale correspond au plan (en couleurs et relief) légendé en Braille et en noir, comprenant les éléments suivants : « vous êtes ici », l'accueil, les ascenseurs, les accès et escalier (Figure 6).

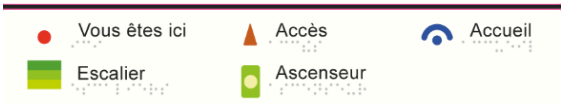


Fig. 6. Pictogrammes associés au plan

Le plan en relief est « statique » (Figure 7), seul l'écran en dessous est dynamique (affichage du parcours).



Fig. 7. Plan en relief

7) Section 7 : zone informationnelle

Dans cette zone, l'affichage est dynamique et adaptable au contexte. Les informations présentées dépendent des souhaits du client. En effet, il peut y être inclus les informations qu'il souhaite comme par exemple les horaires d'ouverture et de fermeture, les actualités ou encore une vidéo dans laquelle un acteur interprète en Langue des Signes Française (LSF) le texte de la synthèse vocale (Figure 8).



Fig. 8. Vidéo explicative en Langue des Signes Française (LSF)

Lorsqu'il s'agit d'un établissement à plusieurs étages, comme dans notre scénario d'usage, un encart est réservé à l'affichage du chemin à suivre à partir de l'ascenseur. Ceci est expliqué par la synthèse vocale. Contrairement à la partie centrale, ce plan n'est pas en relief.

Le contenu des sections 4 « paramètres » (choix de contraste), 5 « services », 6 « plan » et 7 « zone informationnelle » varient d'un projet à l'autre en fonction des demandes des clients.

E. Retours d'expérience

En 2011, la Fédération des Aveugles de France (FAF) a évalué le prototype du dispositif auprès de dix-neuf participants non- et malvoyants. Le protocole de test impliquait un questionnaire préliminaire, une phase de découverte de la borne et quatre scénarios d'usage comportant trois tâches d'identification sur le plan et une tâche de déplacement physique. Enfin, un questionnaire final visait à recueillir l'appréciation des utilisateurs sur les différents éléments de la borne. Les résultats ont montré l'intérêt de la borne, qui a été reconnue comme apportant une « certaine autonomie dans l'aide aux déplacements et à la localisation de services ». Toutefois diverses recommandations d'amélioration furent émises et intégrées dans les versions ultérieures du produit. Par exemple l'ajout du branchement du casque audio, d'un bouton pause pour les messages sonores, et l'intégration d'un système de boucle magnétique ont été préconisés.

En outre, la borne « Autonomade » a été nominée en 2012 comme « Initiative remarquable en matière d'accessibilité pour tous » par la Délégation Ministérielle de l'Accessibilité ainsi qu'en 2013 aux trophées nationaux de l'accessibilité dans la catégorie « Design Universel ». En 2014, Tactile Studio a été lauréate du prix « Design For All Foundation » dans la catégorie innovation de produits ainsi que du prix « Sign Design Award, product Innovation and Technology ».

IV. CONCLUSION - PERSPECTIVES

A travers l'exemple de la borne Autonomade nous avons essayé de démontrer que concevoir un produit inclusif et esthétique n'est pas de l'ordre de l'utopie. Intégrer, dès le début de la conception, les besoins spécifiques de publics avec des déficiences, peut sembler de prime abord contraignant mais, *in fine*, cela permet de proposer un outil profitable à tous. Depuis 2009, Tactile Studio ne cesse de perfectionner son objet grâce aux avancées technologiques (comme par exemple Raspberry Pi), en outre, en 2015 une doctorante a été recrutée afin d'en améliorer l'intuitivité et l'accessibilité. Si l'intérêt de la borne pour les publics à besoins spécifiques a été démontré nous souhaitons également valider le bénéfice auprès du grand public par rapport à un plan d'orientation 2D statique.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Alexandre Morronoz pour son accompagnement au début du projet Autonomade.

REFERENCES

[1] Y, Hatwell and F. Martinez-Sarrochi, "La lecture tactile des cartes et dessins, et l'accès des aveugles aux œuvres d'art", in Y. Hatwell, A. Streri and E. Gentaz (dir.), *Toucher pour connaître. Psychologie cognitive de la perception tactile manuelle,* Paris, France: Presses Universitaires de France, 2003, pp. 267-286.

[2] A. Brock, "Interactive Maps for Visually Impaired People: Design, Usability and Spatial Cognition", Ph.D Dissertation, Université de Toulouse, Toulouse, France, 2013.

[3] M. Story, J. Mueller and R.L. Mace, *Designing for People of all Ages and Abilities*. Raleigh, NC : North Carolina State University, The Center for Universal Design, 1998.

[4] R. Coleman, C. Lobben, J. Clarkson and S. Keates, Introduction: from margins to mainstream, in R. Coleman, C. Lobben, J. Clarkson and S. Keates, Inclusive Design, Raleigh, NC, : North Carolina State University, The Center for Universal Design, 2003.

[5] B.R. Connell, M. Jones, R.L. Mace, J. Mueller, A. Mullick, E. Ostroff, J. Sanford, E. Steinfeld, M. Story, and G. Vanderheiden, *The principles of universal design*. Raleigh, NC : North Carolina State University, The Center for Universal Design, 1997.

[6] Y. Hatwell, *Toucher l'espace*. Lille : Presses Universitaires de Lille, 1986.

[7] G. Jansson, and L. Monaci, "Exploring tactile Maps with One or Two Fingers", *The Cartographic Journal*, vol.40, no.3, pp.269-271, 2003.

[8] Y. Hatwell, *Psychologie cognitive de la cécité précoce*, Paris : DUNOD 2003.

[9] M.C. Buzzi, M. Buzzi, B. Leporini, Martusciello, L, Making Visual Maps Accessible to the Blind, in *HCII 2011*, LNCS 6766, pp. 271–280, 2011

[10] D. Gillot. (1998). *Le droit des sourds*. Rapport au Premier ministre. Available:https://www.defimetiers.fr/sites/default/files/users/379/guide_certu_accessibilite_handicaps_mentaux_psychiques_et_cognitifs.pdf

[11] CERTU, "Handicaps mentaux, cognitifs et psychiques. Quelles pistes pour améliorer l'accessibilité ?", *Handicaps et usages*, Fiche n°1, 2013.

[12] J. J. Gibson, *The theory of affordances. The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Miffin, 1979.

[13] D.A. Norman, *The Psychology of everyday things*, New-York : Basic Books, 1988.

[14] V. Zarach, "Ten Guidelines for Improving Accessibility for People with Dyslexia", in *JISC CETIS*, 2002. Availiable: http://wiki.cetis.ac.uk/Ten_Guidelines_for_Improving_Accessibility_for_People_with_Dyslexia

[15] P. Rainger, *A Dyslexic Perspective on e-Content Accessibility*, JISC TechDis, 2003.

[16] Unapei, *L'information pour tous. Règles européennes pour une information facile à lire et à comprendre*, 2009. Availiable: http://www.unapei.org/IMG/pdf/Guide_ReglesFacileAlire.pdf

[17] BDA - British Dyslexia Association, "Good practice guidelines for supporting employees with dyslexia in the workplace", 2009. Availiable: http://www.northantspolfed.org.uk/docs/BDA%20Code%20of%20Practice%204th%20Ed.pdf

[18] N. Lebrun and S. Berthelot, *Design de systèmes d'enseignement*, Montréal : Éditions Agence D'Arc, 1991.

[19] J. Bradford, "Designing web pages for dyslexic readers", *Dyslexia Online Magazine*, 2010. Availiable: http://www.dyslexiaparent.com/mag35.html

[20] Z. Lalji and J. Good, "Designing new technologies for illiterate populations : A study in mobile phone interface design", *Interacting with Computers*, vol.20, no.6, pp.574-586, 2008.

[21] E. Brangier and G. Gronier, " Conception d'un langage iconique pour grands handicapés moteurs aphasiques", presented at *Handicap 2000, Nouvelles technologies: assistance technique aux handicaps moteurs et sensoriels,* Ifrath, Paris, 15-16 juin, pp.93-100, 2000.

[22] I. Medhi, A. Sagar and K. Toyama, "Text-Free User Interfaces for Illiterate and Semi-Literate Users", *Information Technologies and International Development*, vol.4, no.1, pp.37-50, 2005.

[23] T. Parikh, K. Ghosh and A. Chavan, "Design studies for a financial management system for microcredit groups in rural India", *in proc. of the 2003 conf. on Universal Usability*, ACM Press, 2003a, pp. 15-22.

[24] T. Parikh, K. Ghosh and A. Chavan, "Design Considerations for a Financial Management System for Rural, Semi-literate Users", ACM conf. on Computer Human Interaction, Florida, 2003b.

[25] M. Huenerfauth, "Developing design recommendations for computer interfaces accessible to non-literate users", M.S. thesis, University College Dublin, Dublin, 2002.

[26] S. Grisedale, M. Graves and A. Grünsteidl, "Designing a graphical user interface for healthcare workers in rural India, in *proc. SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Atlanta, 1997,pp.471-478.

[27] C. Gélinas-Chebat, C. Préfontaine, J. Lecavalier and J.C. Chebat, "Lisibilité, Intelligibilité de documents d'information", 1993. Availiable:http://www.ling.uqam.ca/sato/publications/bibliographie/C3lisib.htm

[28] J. Chipchase, "Literacy, Communication & Design", 2006. Availiable: http://janchipchase.com/content/presentations-and-downloads/communication- literacy-design/

[29] A. Joshi, N. Welankar, N. BL, K. Kanitkar and R. Sheikh, "Rangoli : A Visual Phonebook for Low-literate Users", in *MobileHCI 2008*, Amsterdam, the Netherlands, Septembre 2-5, 2008.

[30] I. Medhi, R. Menon, E. Cutrell and K. Toyama, "Beyond Strict Illiteracy : Abstracted Learning Among Low-Literate Users", in *CTD2010*, London, U.K., December 13-15, 2010.

[31] E. Friscira, H. Knoche and J. Huang, "Getting in touch with text: Designing a mobile phone application for illiterate users to harness SMS", in *DEV'2012*, Atlanta, GA, March 11-12, 2012.

[32] B.M. Chaudry, K. H. Connelly, K. A. Siek and J.L. Welch, "Mobile Interface Design for Low- Literacy Populations", in *IHI 2012*, Miami, Florida, January 28-30, 2012.

[33] S.J. Guastello, M. Traut and G. Korienek, "Verbal versus pictorial représentations of objects in a human-computer interface", *International Journal Man-Machine Studies*, vol.*31*, pp.99-120, 1989.

[34] J. Sherwani, S., Palijo, S. Mirza, T. Ahmed, N. Ali and R. Rosenfeld, "Speech vs. touch-tone : Telephony interfaces for information access by low literate users", in *ICTD 2009*, Doha, Qatar, April 17-19, 2009.

[35] P. Edman, *Tactile graphics*. New York, USA: AFB press, p.550, 1992.

[36] D. Picard, *Visuo-tactile Atlas*. France: organisation mondaile de la propriété intellectuelle, 2012.

[37] A.F. Tatham, "The design of tactile maps: theoretical and pratical considerations", in M. Rybaczak et K. Blakemore (Eds), *Proceedings of international cartographic association: mapping the nations*, London, UK: ICA, pp. 157-166

[38] R.A.L. Hinton, Tactile and audio-tactile images asvehicles for learning, in *Non-visual Human-Computer Onteractions: Prospects for the Visually Handicapped*,1993.

[39] A. Brock, P. Truillet, B. Oriola, D. Picard and C. Jouffrais, "Interactivity Improves Usability of Geographic Maps for Visually Impaired People", *Human-Computer Interaction*, vol.30, no.2, pp.156-194, 2015.

[40] J. Gual, M. Puyuelo and J. Lloveras, " The effect of volumetric (3D) tactile symbols within inclusive tactile maps ", *Applied Ergonomics*, vol.48, pp.1-10, 2015.