HAL
open science

GeoTablet, une application cartographique pour les personnes déficientes visuelles

Mathieu Simonnet, Cécile Bothorel, Luiz Felipe Maximiano, André Thépaut

To cite this version:

Mathieu Simonnet, Cécile Bothorel, Luiz Felipe Maximiano, André Thépaut. GeoTablet, une application cartographique pour les personnes déficientes visuelles. Handicap 2012, Jun 2012, Paris, France. pp.8-13. hal-00732475

HAL Id: hal-00732475

https://hal.science/hal-00732475v1

Submitted on 14 Sep 2012

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.

GeoTablet, une application cartographique pour les personnes déficientes visuelles

Mathieu Simonnet, Cécile Bothorel, Luiz Felipe Maximiano, André Thépaut
CNRS UMR 6285 LabSTICC – IHSEV/ HAAL
mathieu.simonnet - cecile.bothorel - luiz.dosreismaximiano - andre.thepaut @telecom-bretagne.eu

Résumé :

Qu'il s'agisse du plan d'un quartier ou des frontières géopolitiques, l'exploration de l'environnement géographique est une difficulté majeure pour les personnes déficientes visuelles. Depuis les années 1980 différentes applications, plus ou moins instrumentées, proposent des solutions pour appréhender l'espace en l'absence de vision. Aujourd'hui, l'avènement des *smartphones* et tablettes tactiles, pose de nouvelles questions sur l'accessibilité des interfaces homme machine dédiées aux applications géographiques sur des écrans tactiles standards.

Dans ce contexte le projet européen Haptimap a mis au point un framework fournissant des outils pour gérer les affichages visuels, tactiles et auditifs des données géographiques libres. Une première application, « Pocket Navigator », offre un guidage tactile point à point à travers la ville.

Le projet GeoTablet consiste à expérimenter l'efficacité de différents retours tactiles, auditifs et vocaux en situation mono ou multi contacts pour une simple exploration de l'environnement sur un écran tactile. Les problématiques de la discrimination des éléments, de la navigation dans l'environnement, des changements d'échelle ainsi que de la gestion des couches d'informations constituent l'essentiel de notre questionnement. A la différence d'un poste fixe équipé d'un bras à retours de force, un écran tactile constitue en lui-même un espace de médiation géographique exploitable. Cependant, l'absence d'éléments tangibles suggère une étroite collaboration entre les contacts des doigts d'une part, et les déclenchements des vibrations, des artefacts auditifs et des annonces vocales d'autre part.

Cet article vise à évaluer l'utilisabilité ainsi que les représentations spatiales intériorisées à partir de différentes combinaisons de ces modalités d'interactions. Actuellement en phase de co-conception avec les utilisateurs, nous présentons notre application "GeoTablet". Nous mettons l'accent sur nos premiers tests et sur la problématique de l'accessibilité des applications géographiques pour les personnes déficientes visuelles.

Mots clés : déficience visuelle, géographie, exploration de carte, tablette tactile.

I. INTRODUCTION

Une exploitation de l'enquête "Handicaps-Incapacités-Dépendance" (HID) de 1998-99 [1] souligne que 86% des personnes déficientes visuelles ne prennent pas le risque de se déplacer sur un itinéraire inconnu. Ce constat soulève, entre autre, la problématique de l'accès à l'information géographique en l'absence de vision. Autrement dit, comment aider les personnes déficientes visuelles à prendre connaissance du territoire ?

A. L'intérêt des cartes en relief

Dès 1967, Leonard & Newman [2] montrent que des adolescents non-voyants sont en mesure de lire une carte en relief sans apprentissage préalable. Depuis, de nombreuses études ont décliné les intérêts et les conditions de l'utilisation des cartes en relief. Thorndyke et Hayes-Roth [3] et Espinoza [4] comparent les performances spatiales issues des explorations réalisées directement dans l'environnement avec celles réalisées sur les cartes en relief et mettent ainsi en exergue le rôle de ce support en l'absence de vision. De leur côté, Ungar *et al.* [5] réalisent des expériences suivant des configurations simples alors que Jacobson [6] révèle l'intérêt des cartes en relief pour explorer un environnement aussi complexe qu'un plan d'université ou encore le trait de côte de la carte géographique du pays de Galle en Grande Bretagne. Par ailleurs, Picard et Pry [7] montrent que l'utilisation de maquettes représentant une zone géographique permet d'accroître sensiblement les connaissances spatiales de

l'environnement familier des personnes en situation de handicap visuel. Autrement dit, il existe un consensus scientifique sur l'intérêt de l'utilisation des cartes en relief en tant que véritables instruments psychologiques [8] pour accéder à l'information géographique en l'absence de vision. Cependant, ces dernières, bien que de première nécessité, font défaut au public déficient visuel tant en terme de développement [9] qu'en terme d'outil pour la vie courante. Ce déficit de cartes en relief, dites « papiers », est notamment dû à leur coût de production par rapport à la quantité d'informations représentées [10].

B. La puissance des cartes numériques

Face à ce constat, différentes initiatives de cartes géographiques numériques ont vu le jour. En effet, le support numérique permet d'utiliser les mêmes applications d'une région à une autre en se connectant des bases de données géographiques différentes mais standardisées. Elles sont ainsi destinées à diminuer les coûts de production et donc augmenter les utilisations. Par ailleurs la possibilité de gestion de couches d'informations géographiques se révèle particulièrement intéressante pour palier aux limites de la discrimination des modalités non visuelles. Pour finir, l'utilisation d'artefacts auditifs offre un canal sensoriel supplémentaire pour véhiculer l'information.

Jansson *et al.* [11] furent les premiers à utiliser un bras à retour de force pour permettre la consultation de cartes géographiques numériques en l'absence de vision. Ici, les sensations de résistance et les annonces vocales permettent d'appréhender différents états américains. Les résultats montrent une certaine efficacité au cours des explorations de formes épurées, mais des limitations dans le cas de configurations plus complexes à cause du caractère séquentiel de l'exploration mono-digitale. Dans la continuité, l'application « Orienta », développée au sein du projet GRASP et financée par l'organisation espagnole ONCE, offre l'utilisation conjointe de deux bras à retour de force permettant une exploration bi-digitale. Bien que cette étude ne propose que très peu de résultats sur les performances géographiques des personnes déficientes visuelles, Gutierrez [12] insiste tout particulièrement sur la motivation des utilisateurs déficients visuels face à l'implication des nouvelles technologies dans la découverte de l'environnement. Par la suite, Miele *et al.* [13] s'attaquent au problème de l'ajout d'informations auditives à des cartes en relief thermoformées en les positionnant sur des tablettes tactiles (The « Talking-Maps »). Avec ce système, les annonces vocales compensent la faiblesse de la discrimination tactile mais la nature statique de la carte papier ne permet pas la gestion des couches d'informations géographiques. Finalement, les applications de simulation de navigation de Magnusson *et al.* [14,15] et les travaux de Simonnet *et al.* [16] montrent que les stratégies d'exploration en environnements virtuels utilisant des bras à retours de force présentent des similarités avec celles employées dans le monde réel. Bien que ces derniers résultats soient intéressants, les interfaces utilisant des bras à retour de force sont peu accessibles, du fait de leur coût, de leur fragilité et de leur sédentarité. Les tablettes tactiles, bien que ne fournissant pas de retour de force, ne présentent pas ces inconvénients.

C. L'accessibilité sur smartphone

C'est dans ce contexte que le projet européen Haptimap (2008-2012) [17], piloté par l'expérimentée Charlotte Magnusson, a vu le jour. Son objectif, aujourd'hui finalisé, était de mettre à disposition de tous des outils de développement informatique (*framework*) permettant de faciliter la conception d'application de navigation géographique en utilisant des artefacts tactiles, auditifs et vocaux pour répondre aux besoins du public déficient visuel notamment. Ainsi l'application « Pocket Navigator » [18], basée sur Haptimap, est disponible sur *smartphone* afin de fournir un guidage urbain en l'absence de vision. L'utilisateur peut conserver son appareil dans sa poche, et se laisser guider par les vibrations (*cf.* fig1).

Naturellement, ce guidage ne vise pas à permettre d'éviter les obstacles et ne remplacent donc aucunement la canne blanche ou le chien guide. L'objet est bien ici de s'orienter.

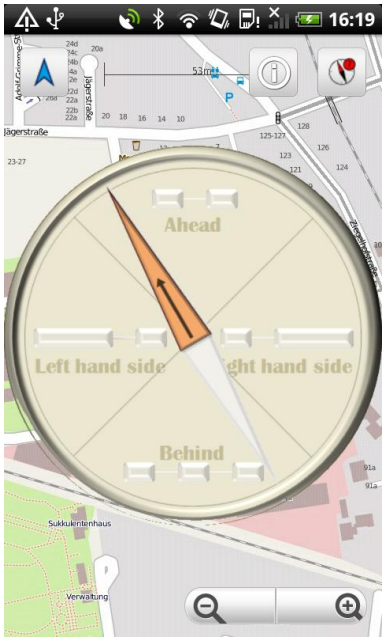

Fig 1. Pocket navigator. En cours de déplacement, les informations de guidage sont générées en fonction de la direction du point à atteindre conformément au cadran ci-dessus : 2 vibrations pour tout droit, 3 pour derrière, 1 longue et 1 courte pour tourner à gauche, 1 courte et une longue pour tourner à droite.

D. La cartographie enrichie libre

Haptimap facilite également l'accès aux données cartographiques libres d'OpenStreetMap (OSM) [19]. Ces données sont prometteuses pour deux raisons au minimum : tout d'abord elles sont libres de droit et leur accès est donc garanti. Ensuite elles peuvent être enrichies des observations des utilisateurs. C'est ainsi que le projet Wheelmap [20] ajoute aux cartes d'OSM consultables en ligne une information permettant de définir le statut d'accessibilité des différents lieux publics pour les fauteuils roulants. On pourrait imaginer des compléments d'informations pour le handicap visuel également.

Finalement, force est de constater que de nombreux ingrédients récents viennent enrichir le livre de recettes de l'accessibilité à l'information géographique pour les personnes déficientes visuelles : nouveaux appareils (*smartphone*), nouvelles bases de données (OSM), nouvel outil logiciel (Haptimap). Le présent projet cherche ici à composer une entrée en matière de consultation des informations géographiques. Ainsi GeoTablet, porté par la ville de Plouarzel, Telecom Bretagne et l'Institut pour l'insertion des déficients visuels de Brest, se place en amont d'une application telle que Pocket Navigator qui se concentre actuellement sur le guidage. Notre propos vise à fournir des informations sur la globalité d'un territoire plus que sur la succession des séquences d'un itinéraire. Et ce dans un contexte fixe ou mobile.

II. PROBLEMATIQUE GENERALE

A. Problématique de l'interaction non visuelle

La problématique de l'interaction en l'absence de vision implique la génération de retours sensoriels vocaux, auditifs et/ou tactiles. Or ces feedbacks ne sont pas précisément localisés sur la tablette : le son est émis par un haut-parleur, l'ensemble de la tablette vibre. La construction d'une représentation spatiale non visuelle à partir d'un tel système repose donc en grande partie sur les interactions correspondant aux positions des contacts d'un ou plusieurs doigts sur la tablette.

Basée sur le principe de co-conception entre personnes voyantes et non-voyantes, une réflexion sur la génération de contenus compréhensibles sans la vue est à la base des spécifications fonctionnelles de l'application.

A l'heure actuelle, GeoTablet ne gère le contact que d'un seul doigt. La modalité vocale apporte la désignation des noms de lieux (e.g. nom de villes ou de rues) alors que la sonification (génération de sons réalistes) offre des informations sur le contexte du contact (e.g. chant d'oiseau pour la forêt, bruit de voiture qui passe pour une route, son de clapotis pour la mer). La modalité tactile s'associe au déclenchement d'une annonce vocale afin d'améliorer la localisation de cette annonce.

B. Problématique des données géographiques en l'absence de vision

La problématique de l'accessibilité aux contenus géographiques pour les utilisateurs non-voyants implique la gestion d'une discrimination spatiale moins importante que celle de la vision et complique l'affichage d'éléments cartographiques souvent nombreux dans un périmètre restreint.

Dans ce contexte, la possibilité de choisir le type de données vocales à afficher est étroitement liée à l'échelle de la vue en cours. Ainsi la possibilité d'annoncer les noms des pays, des départements, des villes ou des rues en correspondance avec des échelles spécifiques apparaît nécessaire.

Indépendamment de l'échelle, le choix des contenus d'exploration peut également faire l'objet de sélection.

Ultérieurement, l'affichage d'objets culturels de types historique, faune ou flore pourra également être géré.

C. *Problématique de l'interaction non visuelle sur une image culturelle*

Il a été émis le besoin de "toucher" la forme d'images culturelles représentant des éléments intouchables telles que l'architecture. L'association de contenus vocaux, auditifs et tactiles devrait permettre l'appréhension d'une photo de ce type en l'absence de vision.

III. SPECIFICATIONS DE GEOTABLET

Une équipe composée d'un utilisateur non-voyant spécialiste de l'accessibilité, d'un éducateur, d'un enseignant chercheur et d'un développeur se réunissent régulièrement pour tester les différentes fonctions de l'application.

Au sein du module de consultation GeoTablet, tout contact à un seul doigt correspond à une consultation d'information. Les interactions de commandes, telles que les changements d'échelle et de zones géographiques feront l'objet d'étude ultérieure.

A. *Fonction d'annonce des villes*

Lorsque la position du doigt de l'utilisateur (cercle de 5mm de rayon autour du centre du contact) entre en collision avec la position d'une commune, une vibration continue ainsi que l'annonce du nom de la commune correspondante sont déclenchées. Cette fonction d'annonce sera également utilisée pour les objets tels que des pays, des villes, des lieux dits, des bâtiments, des noms de rue, des points remarquables mais également des médias ponctuels (images commentées, vidéos, commentaires sur un point d'intérêt…).

B. *Fonction de sonification de l'environnement*

Il s'agit ici de déclencher des sons réalistes continus correspondant à la nature de l'environnement géographique de la position du doigt de l'utilisateur : des sons de clapotis sont joués lors des contacts avec la mer; des sons de vagues pour le trait de cote, des sons de chant d'oiseau lors des contacts avec la forêt, ainsi que des sons de passages de voiture sur les routes (*cf.* Fig. 2).

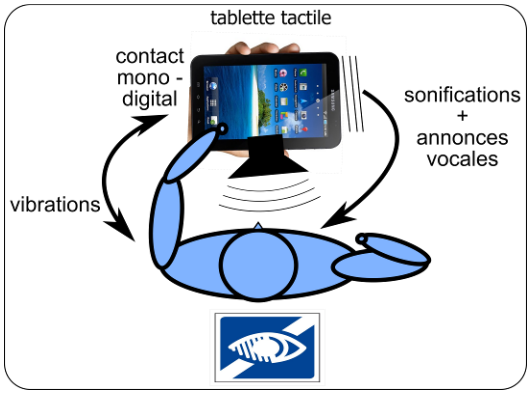

Fig. 2. Les retours sensoriels fournis pas la tablette ne sont pas localisés. Seule la position du contact de la main permet d'attribuer une position aux informations tactiles, vocales et de sonification.

IV. TESTS D'USAGES

A. *Participant*

A l'heure actuelle, dans le cadre de notre démarche de co-conception, nous concentrons nos premiers tests d'usage sur une personne déficiente visuelle spécialiste de l'accessibilité.

B. *La perception d'une forme*

Lors de notre premier test nous avons proposé à l'utilisateur non-voyant de découvrir une forme géométrique simple : un carré. Tablette posée sur la table, cette forme ne pouvait être explorée qu'à un seul doigt. Lorsque le doigt se trouvait à l'intérieur de la forme une vibration et un son continu étaient déclenchés (*cf.* Fig.3).

Fig. 3. Lorsque l'utilisateur non-voyant touche la carré, un son continu et une vibration sont ressenties.

L'utilisateur a reconnu la forme après avoir utilisé une stratégie de balayage de l'écran et a déclaré que le son et la vibration lui permettaient de définir les limites de cette forme.

Bien qu'il ne s'agisse pas d'un résultat mais plutôt d'une première étape de co-conception, ce test montre bien qu'une vibration et un son non localisés en un point précis de l'espace d'exploration (i.e toute la tablette vibre et sonne) entraine une perception en un point donné : celui du contact du doigt. Ce constat permet donc d'envisager l'exploration mono-digitale de formes plus complexes.

C. La perception d'une configuration géographique

Dans une seconde étape de co-conception, nous proposons une configuration géographique composée de 4 villes à l'échelle 1:100000 (1cm vaut 1km). Dans cette région inconnue de l'utilisateur non-voyant, les villes sont représentées par des cercles d'1cm de diamètre autour du centre ville. Lorsqu'un doigt entre à l'intérieur de ce cercle, l'annonce vocale du nom de la ville est déclenchée et accompagnée d'une vibration continue. Cette vibration ne stoppe que lorsque le doigt sort du disque (*cf.* Fig. 4).

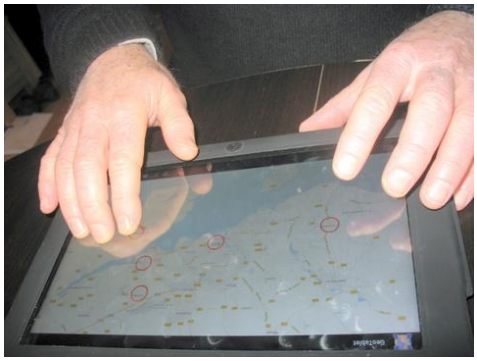

Fig. 4. Exploration d'une carte présentant 4 villes autour de Rennes. Lors du contact avec le doigt, les noms des villes sont annoncés vocalement et une vibration continue est déclenchée.

Après une exploration de 4 minutes et 1 seconde, dont 3 minutes 23 de « stratégie de la grille » [21] avec un seul doigt, notre testeur a trouvé 4 villes. Ensuite, 38 secondes de « stratégie du point de référence » [22] ont été nécessaires pour les mémoriser. Il dessine alors la configuration perçue sur une feuille de papier à dessin en relief (*cf.* Fig. 5).

Fig. 5. Après l'exploration, l'utilisateur non-voyant dessine la configuration qu'il a mémorisée sur du papier relief (nous avons annoté les croix avec des lettres).

Afin d'évaluer la précision de cette représentation graphique, nous avons superposé le dessin de l'utilisateur avec la carte de façon à obtenir les coordonnées géographiques des villes dessinées. Ensuite l'utilisation d'une régression bidimensionnelle (Friedman & Kohler, 2003) nous a permis d'obtenir un indice de ressemblance de 0.95 entre la configuration explorée et la configuration dessinée (0 = différent; 1 = identique). A l'aide d'une grille déformable, Une représentation graphique nous permet de visualiser les erreurs réalisées d'une façon plus qualitative (*cf.* Fig.6).

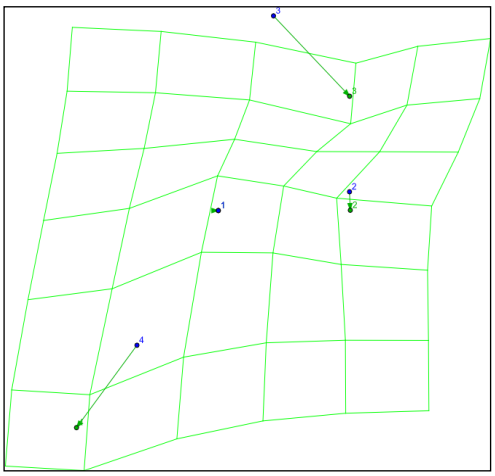

Fig.6. Les points bleus représentent les positions courantes des villes. Les points verts représentent les positions des villes dessinées. Les flèches indiquent la translation entre les deux configurations. La grille déformée est une représentation de la distorsion mentale de l'espace géographique mémorisé par l'utilisateur.

Nous voyons en effet une dilatation de la partie sud-ouest de la carte contre une constriction de la partie nord-est de celle-ci.

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Bien que cette application ainsi que les tests qui l'accompagnent soient loin d'être aboutis, cette étude préliminaire vise à présenter les premiers retours d'une méthode de co-conception avec l'utilisateur final. Ainsi, en l'espace de quelques semaines nous avons réalisé deux constats importants.

Tout d'abord, une personne non-voyante semble parvenir à construire une représentation mentale d'un espace cartographique non tangible où les artefacts vibratoires et vocaux ne sont pas véritablement

localisés (vibration de toute la tablette tactile/sortie audio non spatialisée). Dans le cas inverse la reproduction graphique n'aurait pas été possible.

Ensuite, l'utilisateur a particulièrement insisté sur l'intérêt de la gestion des contacts multiples. En effet, le temps d'exploration observé lors de ce premier test d'usage cartographique en l'absence de vision montre un délai particulièrement long pour trouver les éléments de la carte. Ce délai mériterait d'être comparé avec celui d'une carte en relief papier de configuration semblable. Sur ce point, l'avis de l'utilisateur influence tout particulièrement les spécifications de l'application dans le sens où nous pensions réserver le multi-contact pour des interactions telles que les changements d'échelle ou de zone. Cependant, force est de constater que les tâches d'exploration requiert d'ores et déjà la gestion de contacts multiples. Ainsi, il nous faudra trouver d'autres types d'interaction pour la navigation entre vues (i.e. Zoom, glissement de carte, etc.) et l'interaction avec l'application (i.e. Accès au menu, etc.).

Bien qu'à un stade préliminaire de notre travail, nous souhaitons recueillir les avis de la communauté du handicap pour améliorer notre méthode de co-conception d'une part, et faire évoluer nos modes d'interaction d'autre part.

VI. BIBLIOGRAPHIE

[1] Observatoire Régional de la santé des pays de la loire. La population en situation de handicap visuel en France. Importance, caractéristiques, incapacités fonctionnelles et difficultés sociales. Observatoire régional de la santé des Pays de la Loire. Juillet 2005.

[2] J. Leonard and R. Newman "Spatial orientation in the blind", *Nature*, 215(5108):1413_1414, 1967.

[3] P. Thorndyke and B. Hayes-Roth. "Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation", *Cognitive Psychology*, 14:560_589, 1982.

[4] M. Espinosa, S. Ungar, E. Ochaíta, M. Blades and C. Spencer. "Comparing methods for introducing blind and visually impaired people to unfamiliar urban environments", *Journal of Environmental Psychology*, 18(3):277_287, 1998.

[5] S. Ungar, M. Blades, C. Spencer and K. Morsely. "Can Visually Impaired Children Use Tactile Maps to Estimate Directions?" *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 88:221_33,1994.

[6] D. Jacobson. "Cognitive mapping without sight : Four preliminary studies of spatial learning", Journal of Environmental Psychology, 18:189_305, 1998.

[7] D. Picard and R. Pry. "Does knowledge of spatial configuration in adults with visual impairment improve with tactile exposure to a small-scale model of their urban environment?", *Journal of visual impairment and Blindness*, 103:199_209, 2009.

[8] L. S. Vygotsky. "Mind of society". Cambridge. 1930

[9] Y. Hatwell et F. Martinez-Sarocchi. "La lecture tactile des cartes et dessins, l'accès des aveugles aux oeuvres d'art. In Y., H., A., S. et E., G., (Editeurs.) : Toucher pour Connaître. psychologie cognitive de la perception tactile manuelle, 267_286. Paris : PUF, 2000.

[10] J. Rowell et S. Ungar. "The world of touch : an international survey of tactile maps. Part 1 : production". *British Journal of Visual Impairment*, 21:98_104, 2003.

[11] G. Jansson, H. Petrie, C. Colwell, D. Kornbrot, J. Fanger, H. Konig, K. Billberger. "Haptic virtual environment for blind people exploratory experiments with two devices", *The International Journal of Virtual Reality*, 4:10_20. 2000.

[12] T. Gutierrez. "Enhanced network accessibility for the blind and visually impaired". Rapport technique, Labein, Madrid. 2005.

[13] J. Miele, S. Landau and D. Gilden. "Talking TMAP: automated generation of audio-tactile maps using Smith-Kettlewell's TMAP software", *The British Journal of Visual Impairment*, 24:2, 93-100, 2006.

[14] C. Magnusson and K. Rassmus-Gröhn, "A Dynamic Haptic-Audio Traffic Environment" *Eurohaptics*, 5_7, 2004.

[15] C. Magnusson, T. Gutierrez and K. Rassmus-Gröhn. "Test of pan and zoom tools in visual and non-visual audio haptic environments", *International Conference on Enactive Interfaces*, Grenoble, France. 2007

[16] M. Simonnet, S. Vieilledent, D. Jacobson and J. Tisseau. "Tactile maps and haptic digital representations of a maritime environment", *Journal of Visual Impairment and Blindness*. 105, 222_234, 2011.

[17] http://www.Haptimap.org

[18] http://www.pocketnavigator.org

[19] http://openstreetmap.fr

[20] http://wheelmap.org

[21] E. Hill and Ponder, P. "Orientation and Mobility Techniques : A Guide for the Practitioner", *American Foundation for the Blind*, 1976

[22] J.-M. Tellevik. "Influence of Spatial Exploration Patterns on Cognitive Mapping by Blindfolded Sighted Persons", *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 86:221_224, 1992.

[23] A. Friedman and B. Kohler. "Bidimensional regression : Assessing the configural similarity and accuracy of cognitive maps and other two-dimensional data sets", *Psychological Methods*, 8:468_491, 2003.