

Stéphanie Fleck

Maitre de conférences en sciences de l'apprentissage et IHM (CNU 70)

Habilité à diriger des recherches

Directrice adjointe du laboratoire Perseus

Rapport sur le mémoire de Mme Elen Sargsyan intitulé
« Interfaces multimodales pour la compréhension et la navigation des
environnements complexes par des personnes avec déficiences sensorielles »
en vue de l'obtention d'une thèse de doctorat en Informatique et
Télécommunications délivrée par l'Université Toulouse III - Paul Sabatier
École Doctorale – EDMITT

Les travaux de Mme Sargsyan s'inscrivent dans le cadre des recherches concernant les questions de design d'interaction humain-machine (IHM) et d'interfaces multimodales destinées à des personnes empêchées par un handicap visuel. Ils explorent, en suivant une approche participative, le design de solutions technologiques embarquant des modalités interactionnelles nouvelles en vue de soutenir l'autonomie et la sécurité des personnes concernées au cours de leurs déplacements au sein d'espaces urbains complexes.

Les principales contributions de cette thèse reposent sur les recherches liées au design participatif (conception, développement & évaluation) :

- 1- d'une application mobile de type *YAH maps* basée sur des retours multisensoriels audio vibratoires et fonctionnant sur un dispositif mobile du commerce.
- 2- d'un modèle 3D, pouvant être rendu interactif, d'un bâtiment complexe multiniveau pensé pour soutenir l'apprentissage de déplacements au sein de tels espaces.

Le document est rédigé en langue anglaise. Il est composé de 7 chapitres organisés autour des deux études précédemment citées, respectivement abordées en chapitres 4 et 5, selon une structuration classique. Ces deux chapitres principaux reprennent des articles acceptés ou soumis à révision au moment de la soumission du manuscrit dans des conférences reconnues et sélectives (c.-à-d., ISS'24 et CHI'23)

Il comprend un total de 152 pages, dont trois pages d'annexes présentant respectivement le glossaire et les abréviations utilisées dans la rédaction, et deux pages de figures. Ces dernières sont suivies d'une dernière partie listant les références sur 16 pages.

La suite de ce rapport résume les principaux apports des différents chapitres et soulève quelques points pouvant amener à la réflexion.

Le premier chapitre introduit en 11 pages le contexte général de la thèse et les importants défis que représentent l'orientation et les déplacements au sein d'espaces complexes pour des personnes déficientes visuelles. Cette première partie soulève rapidement le caractère ici stratégique pour les personnes d'opérer des tâches de cartographie mentale, ce préalablement aux déplacements. Elle vient justifier la direction prise dans cette thèse, à savoir, le design de solutions interactives pour deux situations données :

- Soutenir l'orientation et les déplacements au sein d'intersections et carrefours via le design d'une carte audio vibratoire portable reprenant le modèle des cartes interactives de type « You-Are-Here » disponibles sur smartphones
- Soutenir l'apprentissage de l'organisation des espaces préalablement à tout déplacement au sein de bâtiments étendus et multiniveaux via le design d'une maquette imprimée en 3D.

Compte tenu du caractère central et stratégique qu'occupent les compétences de cartographie mentale pour les personnes déficientes visuelles, en fournir une définition plus approfondie et détaillée serait un vrai plus. Nous reviendrons sur ces éléments dans les questions finales.

Le second chapitre de 24 pages inventorie un grand nombre de solutions existantes permettant à des personnes déficientes visuelles d'appréhender des espaces modélisés via l'exploration cartographique. Il fait état des connaissances technologiques et empiriques issues des travaux de recherche reliés et propose quelques limites interactionnelles et verrous technologiques.

Ces travaux sont organisés selon une catégorisation technocentrée. Les catégories proposées distinguent ainsi les cartes utilisant des solutions passives (papier, carton, etc.), des interfaces dites « hybrides » incluant les technologies audiotactiles et les interfaces qualifiées de tangibles, enfin des cartes entièrement numériques. Ce chapitre est très riche en références et discute les bénéfices potentiels des approches multimodales. Il aboutit à l'identification des défis que cette thèse propose de relever.

Ce chapitre, bien que très riche, soulève la question des choix dans les critères utilisés pour la classification telle que proposée. Il n'apparaît pas évident de différencier ces familles d'interfaces sans ambiguïté. Ainsi le concept de « tactile » semble hésiter entre un positionnement du point de vue technologique (c.-à-d., interface *multi-touch*) ou du point de vue anthropocentré (c.-à-d., la personne explore avec ses doigts et/ou reçoit un feedback tactile/haptique). De la même façon, une confusion peut apparaître au lecteur du fait de la non-distinction entre les modalités d'entrée et de sortie (p. ex., les DIM demandent une entrée tactile et proposent des feedbacks sensoriels, tout comme les cartes audiotactiles pourtant classées dans une autre catégorie). Seule la présence/absence de reliefs semble ici justifier les distinctions. Les distinctions faites entre les technologies dites tactiles et tangibles demanderaient également à être mieux cernées. Ainsi, la définition ancienne issue des travaux de Ullmer and Ishii (2000) apparaît ici insuffisante pour autoriser la classification sans erreur des solutions listées entre les deux catégories proposées. Par exemple, en quoi le fait que des cartes possèdent des volumes plus ou moins prononcés les rend plus « tangibles » pour leurs utilisateurs et différentes des cartes audiotactiles citées ?

Le troisième chapitre est relativement court. Il introduit en 6 pages les principes méthodologiques de base du processus de design participatif suivi dans le cadre des travaux engagés et détaillés dans les chapitres suivants. Il liste les grandes familles d'instruments ayant été utilisés au cours du processus de conception et d'évaluation. Il présente également le contexte institutionnel et partenarial qui accompagne cette thèse. Contexte ayant permis de travailler ou d'impliquer les publics ciblés et les professionnels qui les accompagnent, ce à différents moments du processus de design. Il est à saluer que les travaux aient bénéficié de l'implication effective de personnes en situation de handicap visuel et d'experts formateurs de PVI dans le domaine de la navigation.

Une grande part des méthodes sélectionnées repose sur des approches qualitatives relativement classiques en IHM. Il apparaît cependant étonnant qu'aucune mention des approches dites centrées sur l'« utilisateur » ne soit pas faite dans ce chapitre.

Un focus plus appuyé sur les critères et tâches d'évaluation des informations/connaissances dites spatiales collectées/construites (?) lors des activités d'explorations par les personnes-utilisatrices clôt ce chapitre. Les choix effectués ici semblent réduire les compétences de cognition spatiale/cartographie mentale à leur unique part verbalisable par des mots ou actions. Cela résonne avec les questions soulevées en première partie sur ce que sont les compétences de cartographie mentale ainsi que les ressources (c.-à-d., connaissances, habiletés, attitudes) et activités nécessaires à, ou témoignant de, leur maîtrise pour des personnes déficientes visuelles.

Le quatrième chapitre est, avec le chapitre suivant, le cœur des travaux de cette thèse. Il décrit avec une temporalité fine, les différentes étapes et actions de design participatif dans l'objectif de concevoir une solution mobile couplant les approches audiovibratoires à des cartes interactives permettant d'activer une fonctionnalité « vous êtes ici ». Fonctionnalité que l'on retrouve sur les applications de navigation classiques sur dispositifs mobiles. L'idée étant de permettre à leurs utilisateurs de collecter des informations sur l'environnement urbain pour connaître et anticiper un itinéraire à effectuer. L'ensemble du processus a été conduit selon une approche participative impliquant, a priori, un total de 18 personnes non ou mal voyantes.

Les apports des participants ayant exercé une influence sur les choix de design sont très détaillés. Plusieurs dimensions sont testées (taille de la surface tactile, expérience avec les retours audiovibratoires, utilisabilité ...), comparées avec des dispositifs plus classiques et enfin testées en situation dite écologique. Il est à saluer que l'ensemble de la boucle de conception ait été menée. Cela correspond à un important travail.

Le lecteur aurait voulu en savoir plus sur les aspects techniques de la solution développée. En effet, au-delà de la technologie utilisée, il n'est pas fait mention du design des patterns vibratoires qui représentent l'originalité de la solution. Quels sont les critères retenus pour les définir par exemple. De même, quelle qualité possèdent-ils pour garantir leur facilité à être discriminés et à être appris par les personnes utilisatrices. La question émerge ici face au rejet de la majorité des participants de la solution destinée aux smartphones, se trouvant être également les personnes identifiées comme non-expertes de la lecture tactile.

Le cinquième chapitre, proche dans sa forme du précédent, décrit en 30 pages le processus de co-design ayant conduit à la conception et l'évaluation d'un modèle imprimé en 3D, pouvant être audioaugmenté via la solution PenFriend. Ce modèle est destiné à équiper, non pas les personnes non ou mal voyantes, mais des instructeurs en orientation et mobilité au sein de structures spécialisées dans leur formation. L'étude des besoins et d'amélioration du prototype suit une progression classique et a impliqué un total de 2 instructeurs expérimentés et 1 chercheur non-voyant en plus de l'équipe de design. On salue également le fait que la boucle de conception itérative ait été conduite à son terme et l'important travail d'enquête/entretien mis en œuvre.

Une étude de cas d'usage sur une session de formation a également été conduite. Cette dernière a impliqué 4 instructeurs expérimentés en binôme avec une personne non ou mal voyante. Un total de 6 PVI a participé à ce test. Deux instructeurs sur les 4 ont donc accompagné chacun deux personnes. Le protocole d'évaluation suivi est ici très pertinent couplant tests utilisateurs et évaluation des apports pédagogique in situ.

Un important travail collaboratif entre l'équipe et les instructeurs autour des leviers pédagogiques semble avoir été conduit. Il aurait mérité d'être mieux mis en évidence, car, selon moi, l'originalité de ce travail de recherche repose sur cette dimension. Quelles sont les propriétés du modèle (au-delà du fait qu'il soit en volume) qui contribuent à l'atteinte des objectifs en termes de cartographie mentale ? Quels sont au contraire les apports issus de la recherche qui contredisent ou soutiennent cela ? Qu'est-ce qui fait que les PVI apprennent mieux ? Dans quelle mesure peut-on exclure un effet de nouveauté ? qu'est-ce qui oriente le choix vers des textures de plastique différent, comment s'opèrent ces choix, etc.

Pour ces deux études qualitatives, la forme rédactionnelle choisie, proche d'un compte rendu, fait que le lecteur manque de verbatims retranscrits. Fournir les grilles d'entretiens et trames de brainstorming, ainsi que les verbatims et grilles d'analyse de ces derniers en annexe serait un plus.

Le sixième chapitre discute des principaux apports potentiels des travaux précédents, de quelques limites ou points de vigilance, et des directions possibles pour des travaux à venir. La direction proposée d'aller vers le développement de ressources libres et accessibles, permettant aux instructeurs de pouvoir produire leurs propres supports pédagogiques, est particulièrement pertinente. Elle rentre en écho avec les grandes ambitions de transformations des formes scolaires, notamment, via la constitution de communautés de pratiques.

Une courte conclusion d'une page clôt ce manuscrit.

Malgré l'ampleur du travail accompli et le caractère significatif de la collaboration étroite avec les personnes concernées par les solutions développées, il est classique que certaines questions demeurent.

Parmi celles-ci, une question traverse tous les travaux. Elle concerne les aspects liés à l'apprentissage et l'autonomisation. Ainsi, tout au long du manuscrit, il est affirmé de manière récurrente la volonté de soutien à l'apprentissage et les compétences de cartographie mentale, mais sans préciser explicitement et de manière documentée à quoi cela correspond en matière d'apprentissage pour les personnes. Par exemple, être en mesure de reconnaître son environnement ne correspond pas à connaître/maitriser durablement son environnement, et pas non plus nécessairement au développement des compétences de spatialisation/orientation. De plus, la distinction entre apprentissage et enseignement n'est-elle pas parfois floue ?

À l'issue de ces travaux, et au-delà des aspects ergonomiques identifiés (utilité, utilisabilité, efficacité à court terme), quels sont les éléments cognitifs, perceptifs, motivationnels que les dispositifs conçus soutiennent d'un point de vue pédagogique et qui permettraient que les personnes gagnent en compétences ? La performance observée avec les solutions proposées, notamment les solutions mobiles, est-elle au service d'une meilleure maîtrise de son orientation ou au contraire ne peut-on pas risquer un *deskilling* ?

Une autre question concerne l'ambition de contribuer à l'*empowerment* des personnes (apprenants et enseignants). Cette dernière est particulièrement pertinente. Néanmoins, bien que ce concept soit un concept flou, les auteurs dans ce domaine convergent vers l'idée que l'*empowerment* correspond à une forme d'émancipation, en permettant aux personnes de développer la confiance, l'autorité et la capacité de prendre des décisions, d'exercer leurs droits, de faire des choix éclairés et de réaliser pleinement leur potentiel. D'un point de vue des dispositifs conçus, s'il ne fait pas de doute que les personnes qui ont participé aux sessions de test ont semblé plus habiles sur le moment, étaient-elles vraiment plus indépendantes (c.-à-d., qui ne dépend pas de quelque chose, d'une autre personne) et plus autonomes (c.-à-d., qui a la capacité individuelle de décider et d'agir sans entrave) ? D'un point de vue des processus employés, dans quelle mesure les approches participatives de design ne répondent-elles pas mieux à cette ambition ?

AVIS GENERAL

Les travaux engagés dans cette thèse représentent des contributions intéressantes pour la communauté intéressée par l'inclusion et le design techno pédagogique dans ce domaine d'application. Elle rend compte d'études de cas originales, publiées ou en cours de publication, autour du design participatif de solutions audiovibratoires mobiles ou audiotactiles volumétriques. Enfin, avec deux études empiriques relativement bien documentées, ayant impliqué dès les phases amont des travaux plus d'une trentaine de personnes déficientes ou en charge de leur formation, la thèse démontre la capacité de Mme Sargsyan à mener un projet de recherche participative de bout en bout.

En conclusion, ce travail atteste de la maîtrise du domaine par Mme Sargsyan.

Je donne donc un avis favorable pour la soutenance de cette thèse.

Fait à Metz, le 25 septembre 2024

Stéphanie Fleck
Maître de conférences - HDR
Université de Lorraine



Université de Lorraine - UR 7312- PERSEUS
- Psychologie ergonomique et sociale pour
l'expérience utilisateurs -
ESPACE RABELAIS
ILE DU SAULCY
F-57000 METZ
+33 3 72 74 82 47
perseus.univ-lorraine.fr/