

# Résumé Thèse (Anke BROCK)

## TITRE

**Interactive Maps for Visually Impaired People: Design, Usability and Spatial Cognition**

## MOTS CLES

Interaction Homme-Machine ; accessibilité ; interaction non-visuelle ; cartes géographiques ; multi-touch ; conception participative

## RESUME

Se déplacer dans un environnement inconnu est une tâche extrêmement compliquée pour les personnes déficientes visuelles. Il est crucial pour elles de connaître la géographie de l'environnement urbain. Historiquement les déficients visuels utilisent des cartes en relief avec texte en braille pour accéder à des informations géographiques. Néanmoins, ces cartes ont de nombreuses limitations. Par exemple, dû à la faible résolution spatiale du sens tactile, on ne peut représenter qu'un nombre limité d'informations. De plus, seule une petite partie des déficients visuels lit le braille. Les nouvelles technologies permettent d'envisager la conception de cartes interactives accessibles pour remédier à ce problème.

Dans le cadre de cette thèse, nous avons conçu et développé des prototypes de cartes interactives accessibles basés sur des dispositifs multi-touch, des cartes tactiles en relief, et une sortie sonore. Ces développements ont été réalisés selon un cycle de conception participative qui inclut les utilisateurs déficients visuels tout au long du processus. Les étapes du développement sont présentées pour chaque phase du cycle. De plus, nous donnons des recommandations pour rendre les méthodes de conception participative accessibles.

Jusqu'à présent, l'utilisabilité des cartes interactives accessibles n'avait jamais été comparée à celle des cartes tactiles en relief classiques. Par conséquent, il était impossible, pour les développeurs et les chercheurs, d'avoir la confirmation que les cartes interactives sont des meilleures solutions que les cartes en relief traditionnelles. Dans cette thèse, nous avons conduit une étude avec 24 utilisateurs déficients visuels pour comparer l'utilisabilité de ces deux types de carte accessible. L'étude a mis en évidence une efficacité et une satisfaction améliorées pour les cartes interactives par rapport aux cartes classiques. L'amélioration des apprentissages spatiaux observée dépendait de l'expertise et des caractéristiques des utilisateurs, ainsi que du type de connaissance spatiale.

Encouragés par ces résultats nous avons étudié la possibilité d'intégrer des techniques d'interaction avancées dans le prototype. Des tests préliminaires ont montré l'intérêt de l'interaction avancée (interaction gestuelle par exemple) pour permettre à des déficients visuels d'accéder à de nouvelles fonctions liées à l'exploration de cartes géographiques.

Pour conclure, l'avenir des cartes interactives accessibles est prometteur. Nous nous attendons à ce que l'arrivée des technologies innovantes telles que les écrans avec retour cutané représente une rupture dans l'accessibilité des informations géographiques. Cette thèse démontre l'intérêt des cartes interactives pour les déficients visuels, notamment en termes d'accessibilité mais aussi d'acquisition de connaissances spatiales. De plus, elle montre que la conception d'interactions non visuelles adaptées à la déficience visuelle permettra d'augmenter l'utilisabilité des cartes interactives.

## CONTRIBUTIONS

Les contributions suivantes en informatique (Interaction Homme-Machine) sont les résultats de ma thèse :

### Contributions Principales :

- Classification détaillée de l'interaction non-visuelle utilisée dans les cartes interactives pour déficients visuels. Cette analyse de l'état de l'art n'avait jamais été faite. Elle permet de systématiquement comprendre les possibilités et limites de l'interaction non-visuelle pour les cartes accessibles.
- Conception et prototypage d'une carte interactive accessible basée sur un écran multi-touch, une carte en relief et une sortie sonore. L'utilisation de l'écran tactile permet d'augmenter les cartes en relief avec des informations sonores.
- Evaluation de l'utilisabilité (=efficacité, efficacité et satisfaction) de la carte interactive en comparaison avec une carte en relief avec texte en braille. Nos études montrent que, bien que l'efficacité des deux cartes soit équivalente, l'efficacité était significativement plus grande pour la carte interactive (temps de lecture plus courte). De plus, un plus grand nombre d'utilisateurs préféraient la carte interactive. Ceci constitue un résultat novateur et encourageant pour la recherche sur les cartes interactives accessibles car il démontre leur utilisabilité.
- Conception et développement d'un prototype qui démontre la possibilité d'intégrer l'interaction gestuelle dans une carte interactive.

### Contributions Secondaires :

- Recommandations pour la conception et le développement de cartes interactives accessibles.
- Conception et développement d'un prototype permettant d'observer les stratégies d'exploration de cartes par des déficients visuels. Ce prototype se base sur la fusion d'informations entre un écran multi-touch et le traitement d'image en utilisant une caméra KINECT.
- Propositions de techniques d'interaction non-visuelles pour apprendre des itinéraires sur une carte interactive. Des expérimentations préliminaires ont été menées.
- Recommandations pour rendre le processus de conception participative accessible. La conception participative est un processus qui inclut les utilisateurs tout au long du développement. Ce processus se déroule en quatre phases : analyse, conception, prototypage et évaluation. Lors de la mise en place de la conception participative avec des utilisateurs déficients visuels, nous avons observé que les méthodes de ce processus même étaient souvent inaccessibles car elles étaient basées sur l'utilisation du sens visuel. Nous avons donc proposé des méthodes pour rendre le cycle de conception participative accessible aux déficients visuels. La suite de ces travaux est actuellement en cours.

## ENCADREMENT

Ma thèse s'inscrit dans le domaine de l'Interaction Homme-Machine. Elle relève plus précisément d'un contexte pluridisciplinaire faisant appel à l'informatique et la psychologie. Pour la partie **informatique** j'ai été encadrée par Christophe Jouffrais (CR1-HDR CNRS à l'IRIT) et Philippe Truillet (maître de conférences en informatique à l'Université Toulouse 3 et à l'IRIT). Pour la partie **psychologie** j'ai été encadrée par Delphine Picard (professeur à l'Université Aix Marseille, laboratoire PsyClé). Les contributions et publications de ma thèse s'inscrivent majoritairement en informatique.