

## Résumé de la thèse

**Titre :** Etude sur l'apport du LIDAR pour faciliter les déplacements locomoteurs des personnes non-voyantes.

**Mots clés :** Non-voyants, canne électronique, Tom Pouce 3, canne blanche, régulation du mouvement, approche écologique et cognitive

La canne électronique Tom Pouce III est un outil de substitution de la vue destiné à fluidifier le déplacement de la personne non-voyante en lui permettant de trouver à distance le passage dans un environnement encombré, et à améliorer l'autonomie et la sécurité de ses déplacements quotidiens. Un outil de substitution sensorielle doit remplir des fonctions assurées par un sens manquant en faisant appel aux sens restants. L'objectif de ce travail est d'observer et de comprendre le comportement des utilisateurs dans des situations maîtrisées et reproductibles proches de celles de la vie courante. Pour cela cinq protocoles expérimentaux ont été mis en œuvre chez 12 non-voyants ayant entre 2 et 20 ans d'utilisation quotidienne du Tom Pouce III (en comparant la performance à la canne électronique et la canne blanche simple), ainsi qu'avec 12 sujets voyants en utilisant leur vue : pointage locomoteur vers un poteau, choix d'un passage parmi plusieurs, passabilité d'une ouverture, navigation dans un espace encombré, navigation sur une longue durée dans un espace moyennement encombré.

1. Protocole 1 : *Pointage locomoteur vers un poteau* : C'est une tâche de pointage locomoteur comparant le rôle des modalités visuelles, sonores et proprioceptives pour localiser un poteau à quelques mètres devant soi.

L'hypothèse testée dans la présente expérience est que la canne électronique permet de construire une représentation spatiale égocentrée de l'emplacement d'un poteau avec une précision comparable à l'audition ou la vue. Pour conclure, les résultats obtenus valident partiellement notre hypothèse initiale que la canne électronique permet de construire une représentation spatiale égocentrée de l'emplacement d'un poteau avec une précision comparable à l'audition ou la vue. En effet, autant la perception égocentrée de la direction à un poteau semble fonctionnellement comparable à la vue et à l'audition, ce n'est pas le cas de la perception des distances. Les résultats montrent un effet additif de la perte de la cécité (effet du Groupe  $\approx 85$  cm) et de la modalité sensorielle (effet  $\approx 75$  cm) sur l'estimation des distances, qui est en fait une surestimation.

2. Protocole 2 : *Choix d'un passage parmi plusieurs* : La route est barrée par plusieurs obstacles. Il s'agit d'emprunter un passage particulier indiqué par l'investigateur, sans faire de collisions.

Les hypothèses sont les suivantes : la canne électronique permet une meilleure identification d'un passage par rapport à la canne blanche ; l'identification du passage à la canne électronique est comparable à celle à la vue. En conclusion, les résultats ne valident pas nos hypothèses initiales. En effet l'identification du passage que ce soit à la canne électronique, à la canne simple ou la vue n'est pas significativement différente. La cause principale d'erreurs est la confusion droite gauche indépendante de la modalité. Maintenant on remarque dans cette expérience que le TP3 partage à la fois les propriétés de la vue et de la canne simple. Il permet d'identifier le passage sans contact comme la vue, il met le même temps que la canne simple au final à effectuer l'opération.

3. Protocole 3 : *Passabilité d'une ouverture*. La personne se dirige vers une ouverture de largeur variable. Elle doit décider si elle traverse l'ouverture ou si elle la contourne en fonction de la perception distante de l'ouverture fournie par la canne électronique.

Les hypothèses sont les suivantes : la canne électronique permet une identification fiable de la passabilité d'une ouverture à distance. L'identification de la passabilité à la canne électronique est comparable à celle à la vue.

En conclusion, les résultats valident nos hypothèses initiales c'est à dire que la canne électronique permet une identification fiable de la passabilité d'une ouverture à distance et l'identification de la passabilité à la canne électronique est comparable à celle à la vue. Selon les résultats obtenus il n'y a pas de différence significative observée entre les différents groupes des voyants et non-voyants pour la différence juste perceptible (JND) et le point d'égalité subjective (PSE). A la canne blanche, la passabilité ne s'effectue pas à distance, c'est au contact de l'ouverture que sa passabilité est explorée avec la canne, les PSE et JND ne présentent pas de différence significative avec les voyants ou les non-voyants au TP3. La distance d'anticipation est environ quatre fois plus grande au TP3 par rapport à la canne, et celle de la vue encore environ quatre fois plus grande que celle du TP3.

4. Protocole 4 : Navigation dans un espace encombré : Traverser un couloir de 25 mètres en évitant les obstacles. La position des obstacles change à chaque passage et le nombre d'obstacles augmente progressivement.

L'hypothèse est la suivante : la canne électronique permet de bien détecter les obstacles afin de permettre une meilleure régulation de la trajectoire. En conclusion, nos résultats valident notre hypothèse : la canne électronique permet de mieux éviter les obstacles par rapport à la canne blanche afin de permettre une meilleure régulation de la trajectoire. Si la trajectoire des voyants est comparable à celles qui sont fluides chez les non-voyants au TP3, la fiabilité en termes d'absence de collisions est largement meilleure chez les voyants qui peuvent atteindre des vitesses plus élevées.

5. Protocole 5 : Navigation sur une longue durée dans un espace moyennement encombré : Le principe est de faire la plus grande distance possible en faisant des allers retours dans un passage moyennement encombré par des obstacles dont la position change à chaque passage pendant 20 minutes. Test réalisé chez 12 sujets non-voyants.

L'hypothèse : La canne électronique engendre une perte de performance dans la durée due à la fatigue mentale des utilisateurs. En conclusion, la canne électronique engendre une perte de performance dans la durée due à la fatigue mentale des utilisateurs.

Nous avons deux arguments pour conclure, le taux de collisions ne s'est pas dégradé avec le temps sur une durée de 20 minutes. Le taux d'évitement de 9,3% est très proche de celui trouvé dans la navigation simple qui était de 9,25 %. Il semble qu'un taux de collisions ou plutôt de frôlements de 10% (car les collisions sont rares à la canne électronique) semble être la fiabilité conjointe de l'outil et de l'utilisateur. Nous chercherons dans la discussion générale à séparer les causes d'erreur provenant de l'outil ou de l'utilisateur.

Finalement, en plus de l'analyse des résultats des protocoles, on a discuté également les différents processus cognitifs et variables écologique en jeu dans le contrôle locomoteur des sujets non-voyants. Ceci a permis d'expliquer les limitations et erreurs dans la régulation du mouvement provenant soit de l'humain, soit de l'outil. On concluant sur les propositions d'orientations pour améliorer le contrôle locomoteur des utilisateurs de cannes électroniques.