



**Acquisition des connaissances spatiales par la personne
présentant une déficience intellectuelle dans les
environnements virtuels**

**Spatial Knowledge of Adults with Intellectual Disability in a
Virtual Environment**

Hursula Mengue-Topio, Yannick Courbois and Pascal Sockeel

Volume 26, 2015

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1036413ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/1036413ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Revue francophone de la déficience intellectuelle

ISSN

1929-4603 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Mengue-Topio, H., Courbois, Y. & Sockeel, P. (2015). Acquisition des connaissances spatiales par la personne présentant une déficience intellectuelle dans les environnements virtuels. *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, 26, 88–101. <https://doi.org/10.7202/1036413ar>

Article abstract

This study examines learning a new environment by adults with and without intellectual disabilities (ID) of the same chronological age. Following the active exploration of a virtual environment simulating an urban environment, we evaluated the memory benchmarks, learning routes and the ability to infer new routes not previously learned or shortcuts. The results indicate that the participants in each group recognize landmarks and learn the routes through this environment. However, participants with intellectual disabilities infer some new paths. Thus, familiarity with an environment promotes the acquisition of space knowledge for the two groups of participants who are striking for access to complex spatial representations.

ACQUISITION DES CONNAISSANCES SPATIALES PAR LA PERSONNE PRESENTANT UNE DEFICIENCE INTELLECTUELLE DANS LES ENVIRONNEMENTS VIRTUELS

Hursula Mengue-Topio, Yannick Courbois, Pascal Sockeel

Résumé : Cette étude examine l'apprentissage d'un nouvel environnement par des adultes avec et sans déficience intellectuelle (DI) de même âge chronologique. Suite à l'exploration active d'un environnement virtuel simulant un milieu urbain, nous avons évalué la mémorisation des points de repère, l'apprentissage de routes et la capacité à inférer des trajets nouveaux ou des raccourcis non appris auparavant. Les résultats indiquent que les participants de chaque groupe reconnaissent les points de repère et apprennent les routes à travers cet environnement. Cependant, les participants présentant une déficience intellectuelle infèrent peu de chemins nouveaux. Ainsi, la familiarité avec un environnement favorise l'acquisition des connaissances spatiales chez les deux groupes de participants qui se distinguent en revanche par l'accès aux représentations spatiales complexes.

INTRODUCTION

Au cours de nos déplacements, nous construisons des connaissances spatiales relatives à notre environnement. Ces connaissances permettent d'organiser nos représentations (Beck & Wood, 1976; Carr & Schissler, 1969 cités dans Golledge, 1999) et de naviguer de façon efficace (Newman, Caplan, Kirschen, Korolev, Sekuler, & Kahana, 2007; Spencer, Blades, & Morsley, 1989). Selon les travaux de Siegel et White (1975), on distingue trois types de connaissances spatiales de complexité différente et construites au cours de la navigation : la connaissance des points de repère, la connaissance des routes et celle de la configuration.

La connaissance des points de repère correspond à la mémorisation d'objets ou d'endroits précis en

raison de leur saillance, familiarité ou de leur signification socioculturelle (Appleyard, 1970). La connaissance des routes renvoie à une représentation de la séquence des points de repère ainsi que les actions à effectuer pour les relier (Lynch, 1960; Piaget, Inhelder, & Szeminska, 1948; Shemyakin, 1962; Siegel, Kirasic, & Kail, 1978; Thorndyke & Hayes-Roth, 1982). Enfin, la connaissance de la configuration ou carte cognitive renvoie à l'intégration des routes apprises séparément en un réseau. Cette dernière inclut des informations métriques comme la distance et la direction et permet à l'individu d'inférer des relations spatiales (conduite du détour et du raccourci, recomposition d'un trajet) qui n'ont pas fait l'objet d'un apprentissage direct et permet une flexibilité dans les déplacements (Poucet, 1993). Si les recherches dans le domaine de la navigation et l'acquisition des connaissances spatiales se sont multipliées ces dernières années chez l'adulte et l'enfant, la personne présentant une déficience intellectuelle (DI) a peu retenu l'attention. Or, la capacité à se déplacer de façon autonome à travers l'environnement, qu'il soit familier ou non, est essentielle pour les activités professionnelles, la vie

Hursula Mengue-Topio, Maître de conférence: Courriel : hursula.mengue-topio@univ-lille3.fr; Yannick Courbois, Patrick Sockeel. Laboratoire PSITEC (EA 4072), Université Lille Nord de France, BP 60140, 59653, Villeneuve d'Ascq Cedex, France

résidentielle, les loisirs et constitue de ce fait une condition nécessaire à la participation sociale. Toutefois, les travaux princeps de Golledge, Richardson, Rayner et Parnicky, (1983) apportent un éclairage intéressant, tant les données sont rares sur cette question. La recherche portait sur un groupe de DI (déficience légère à modérée) ainsi qu'un groupe de participants contrôles (CONTR) appariés sur l'âge chronologique. Les participants devaient 1) localiser sur un plan vierge différentes rues se trouvant dans le quartier habité, 2) montrer un itinéraire donné sur le plan après l'avoir simulé mentalement et nommer tous les points de repère rencontrés sur ce trajet, 3) inférer la position de certains points de repère à partir de différentes positions sur le plan du quartier et justifier verbalement leurs réponses. Les principaux résultats de cette expérience suggéraient que les personnes avec une DI peuvent acquérir une connaissance de leur environnement basée sur un apprentissage d'itinéraires (enchaînement linéaire des points de repère le long d'une route), mais n'ont pas la possibilité d'élaborer une représentation de celui-ci sous forme de carte cognitive.

De nombreux travaux ont montré qu'une exposition intensive ainsi que l'exploration active d'un environnement sont à l'origine d'un accroissement de la familiarité avec l'environnement, ce qui favorise la construction des connaissances spatiales. En effet, une activité soutenue de déplacements à travers l'environnement (exposition intensive) enrichit les représentations spatiales relatives à cet environnement contrairement à une activité de déplacements restreinte ou inexistante (Murray & Spencer, 1979 cités dans Spencer et al., 1989; Siegel & White, 1975). De même, l'exploration active d'un environnement, c'est-à-dire la possibilité qu'à l'individu de planifier les déplacements, d'émettre des décisions concernant la réalisation de ses déplacements, précise, et enrichit les représentations spatiales relatives à cet environnement contrairement à une exploration qui ne serait pas initiée par les personnes elles-mêmes (Acredolo, 1983; ; Feldman & Acredolo, 1979; Golledge, 1978 ; Golledge & Zannaras, 1973 ; Milgram, 1970 ; Moore, 1979 cités dans Golledge, 1987). La familiarité avec l'environnement qui découle de ce contact direct est donc habituellement reconnue comme favorisant l'évolution des connaissances spatiales (Acredolo, 1983 ;

Appleyard, 1970; Carr & Schissler, 1969; Ladd, 1970; Lynch, 1960; Murray & Spencer, 1979 ; Siegel & White, 1975). Dans l'étude de Golledge et al., (1983), les intervenants étaient exposés à un environnement réel et, pour être sélectionnés, devaient avoir une durée de résidence dans le quartier allant de six mois à plusieurs années. Toutefois, ce critère ne semblait pas garantir que les deux groupes de participants puissent être comparables du point de vue de l'exploration de cet environnement. En effet, les personnes présentant une DI restreignent fortement leurs déplacements, en limitant ces derniers à quelques trajets fixes et bien connus y compris dans les environnements familiaux (Acredolo, 1983; Gunzburg, 1973; Mengue-Topio & Courbois, 2011; Neef, Iwata, & Page, 1978; Slevin, Lavery, Sines, & Knox, 1998). Si on suppose qu'une exposition importante à un environnement et l'exploration active de celui-ci favorisent la construction des connaissances spatiales relatives à cet environnement (Franscscato & Mebane, 1973; Shouela, Steinberg, Leveton, & Wapner, 1980; Thorndyke & Hayes-Roth, 1982), il est alors nécessaire de contrôler que les deux groupes de participants ont bien eu l'occasion d'utiliser de la même manière les éléments de cet environnement. En outre, la nature des tâches et des techniques utilisées pour évaluer les connaissances spatiales peut être à l'origine de performances lacunaires et ne pas refléter la connaissance réelle que l'individu a construite de l'environnement (Spencer et al., 1989). C'est ainsi que l'utilisation d'épreuves à dominante verbale et d'outils très abstraits comme des plans et cartes pourraient ne pas convenir aux personnes présentant une déficience intellectuelle, à cause notamment de leurs difficultés à comprendre et à utiliser ces outils (Velche, 1989 cité par Slevin et al.).

Nous proposons donc d'utiliser des environnements virtuels (EV) en reprenant la méthode utilisée dans deux recherches récentes portant sur la navigation spatiale chez des personnes présentant une DI (Courbois et al., 2013; Mengue-Topio, Courbois, Farran, & Sockeel, 2011). Ces recherches évaluaient l'apprentissage des routes et la capacité à inférer un nouveau chemin à travers un EV en utilisant une méthode basée sur la conduite du raccourci. Les participants apprenaient deux routes (de A vers B et de A vers C) jusqu'à l'atteinte d'un

critère d'apprentissage. Puis, partant d'un point donné (B) ils devaient inférer un troisième chemin, le plus court, menant vers un autre point de la ville (C). L'expérience de Mengue-Topio et al. (2011) comparait un groupe d'adultes avec une DI et un groupe de participants sans DI de même âge chronologique. Les résultats de cette étude montraient que les deux groupes apprenaient les routes, mais que l'apprentissage était plus lent chez les participants avec une DI. Par contre, la majorité des participants présentant une DI n'inférait pas de raccourci, contrairement aux participants contrôles. L'expérience de Courbois et al. (2013) portait spécifiquement sur la trisomie 21. Elle comparait un groupe de dix participants porteurs d'une trisomie 21 avec un groupe d'enfants de même âge mental et un groupe de jeunes adultes de même âge chronologique. La méthode utilisée était similaire et comportait une épreuve supplémentaire de reconnaissance des points de repère. Les résultats montraient que le groupe des participants avec une trisomie 21 apprenait les itinéraires en faisant plus d'essais que les deux groupes contrôles. Très peu d'entre eux étaient capables d'inférer un nouveau chemin (conduite du raccourci). Les participants avec une trisomie 21 reconnaissaient aussi significativement moins de points de repère que les participants des deux groupes contrôles.

Ce faible niveau de reconnaissance des points de repère est surprenant compte tenu du fonctionnement relativement bon de la mémoire visuelle chez les personnes avec une DI (Clerc & Courbois, 2005). Est-il particulier à la trisomie 21 ou concerne-t-il la déficience intellectuelle en général? Pour répondre à cette question, nous avons constitué un groupe de personnes présentant une déficience intellectuelle dont l'étiologie est indifférenciée. Nous avons aussi proposé des déplacements plus complexes que ceux utilisés par Mengue-Topio et al. (2011) ou Courbois et al. (2013).

Les EV permettent de créer des contextes de complexité variée en contrôlant les paramètres tels que la saillance, la localisation de points de repère, la modification du nombre de rues émanant d'une intersection. Ils permettent aussi de placer les individus dans des environnements complètement nouveaux et d'étudier l'acquisition des différentes connaissances au fur et à mesure de l'exposition à

cet environnement (Gillner & Mallot, 1998; Jansen-Osmann & Wiedenbauer, 2004). Par ailleurs, les EV sont utilisés avec succès chez les personnes présentant une DI depuis plus de 15 ans (voir Cromby, Standen, & Brown, 1996), notamment en vue d'améliorer l'acquisition des compétences permettant une vie en dehors des institutions spécialisées (Standen, Cromby, & Brown, 1998; Standen, Brown, & Cromby, 2001). Comparativement aux méthodes classiques, les EV offrent un certain nombre d'avantages notamment par la souplesse méthodologique qu'ils permettent (standardisation des conditions d'apprentissage, relevé de performances et comptabilisation précise des erreurs) et par la sécurité offerte aux participants (absence de risque de se perdre, absence de danger inhérent au milieu urbain réel et au trafic, diminution de la composante émotionnelle). Enfin, l'apprentissage peut être réitéré aussi longtemps que nécessaire sans fatigue.

Dans cette étude, nous contrôlons la familiarité avec l'environnement en rendant équivalentes l'exposition et l'exploration de l'environnement pour tous les participants. La connaissance des points de repère est évaluée à partir d'une tâche de reconnaissance visuelle déjà utilisée par ailleurs (Cousins, Siegel, & Maxwell, 1983; Gale, Golledge, Pellegrino, & Doherty, 1990; Golledge et al., 1983; Webley, 1981). Cette tâche conviendrait à la population concernée ici dans la mesure où elle ne sollicite pas de traitement stratégique de l'information comme le rappelle Brown, 1974 cités dans Cherry, Applegate et Reese, 2002. La connaissance des routes est étudiée au moyen d'une tâche d'apprentissage d'itinéraires élaborée de façon originale (barrières visibles et invisibles), tâche comportant un critère de réussite à atteindre comme le prônent différents auteurs (Cornell & Hay, 1984 ; Gale et al., 1990; Jansen-Osmann & Fuchs, 2006 ; Jansen-Osmann, Schmidet, & Heil, 2007 ; Jansen-Osmann, Schmelter, & Heil, 2010). Enfin, la connaissance de la configuration sera évaluée ici à partir d'une tâche de recomposition de trajet. Suite à l'apprentissage d'un chemin menant d'un lieu A vers un lieu B et d'un second chemin menant du lieu A vers un lieu C, le participant doit inférer un troisième chemin, non appris, et qui mène de B vers C. Cette tâche de recomposition de trajet, semble selon plusieurs auteurs, constituer un indicateur valide et écologique de l'élaboration de

la connaissance de la configuration (Carassa & Geminiani, 2002; Cousins, Siegel, & Maxwell, 1983; Loomis et al., 1993; Morganti, Carassa, & Geminiani, 2007 ; Passini, Proulx, & Rainville, 1990). En s'appuyant sur les travaux menés dans les environnements naturels et virtuels (Golledge et al., 1983 ; Mengue-Topio et al., 2011) on pourrait s'attendre à une différence entre les groupes de participants essentiellement dans la tâche d'évaluation de la connaissance de la configuration. À niveau de familiarité équivalent avec l'environnement, le groupe des participants contrôle parviendrait à construire une connaissance de la configuration de l'environnement conformément aux conclusions de Golledge et al. (1983).

MÉTHODE

Participants

L'expérience compte deux groupes de participants: un groupe expérimental (DI) constitué de 23 adultes présentant une déficience intellectuelle âgés de 18 à 30 ans (moy.= 26.5 ; $\sigma = 1,86$) avec un Q.I. moyen de = 51,57 (WAIS III, $\sigma = 6, 13$) recrutés dans un établissement de services et d'aide par le travail (ESAT). Un ESAT est une structure médico-sociale et éducative qui accueille des personnes présentant une déficience intellectuelle légère à modérée et leur permet d'accéder à une activité professionnelle. Le deuxième groupe est constitué de 23 étudiants (CONTR) âgés de 19 à 32 ans, recrutés à l'université de Lille 3.

Matériel

Les environnements virtuels sont élaborés à l'aide du logiciel 3DVIA Virtools version 5.0 (Dassault systèmes) et projetés sur un écran de 1.20m*1.50m à l'aide d'un vidéoprojecteur et d'un ordinateur. La distance séparant le participant de l'écran est de 2 m. La structure de la ville virtuelle (500m*300m) est formée de rues droites, plutôt larges et qui se croisent orthogonalement. Elles sont bordées de murs qui donnent à la ville un aspect labyrinthique (voir figure 1 pour un plan de la ville virtuelle). Six bâtiments sont clairement différenciables par leur style (ce sont des reproductions de bâtiments réels) et leur fonction : une mairie, une gare, un café, une

banque, une librairie et des galeries commerciales. Des points de repère ont été placés le long des rues et à différents croisements de manière à ce que l'utilisateur dispose d'indices tout le long du chemin. Il s'agit d'objets familiers, saillants et plutôt concrets : abribus, arbres, bicyclette, fontaine, panneau publicitaire, poubelle, banc public, feux tricolores, statue, parc de stationnement ...

Procédure expérimentale

Les participants sont évalués individuellement. La durée d'une session est d'une heure et demie (avec des pauses lorsque cela est nécessaire). Les passations se déroulent dans une salle aménagée par l'établissement spécialisé pour évaluer le groupe expérimental et dans une salle prévue à cet effet au sein de l'université pour le groupe contrôle. Le participant commande ses déplacements dans l'environnement à partir de l'ordinateur en appuyant sur la barre d'espace pour avancer et en manœuvrant la souris pour orienter le déplacement. Le regard peut être orienté dans le plan horizontal et vertical. La focale de la caméra reproduit le champ de vision normal. Enfin, le déplacement se fait à la première personne (nous n'utilisons pas d'avatar) à une vitesse constante. La première phase expérimentale permet d'étudier la mémorisation des points de repère et comporte quatre trajets qui font l'objet d'évaluations successives: Café-appartements, Café-Galeries commerciales, Mairie-Gare, Mairie-Librairie. Chaque trajet est balisé par des barrières infranchissables disposées aux carrefours de façon à ce qu'un seul chemin puisse être emprunté. Pour chaque trajet, l'expérimentateur montre au participant le parcours en effectuant 2 allers-retours. À la fin de chaque aller-retour, on présente une série d'images correspondant à des objets vus (points de repère) le long du trajet que le participant doit reconnaître ainsi que des distracteurs. Les précautions suivantes ont été prises : un distracteur n'apparaît qu'une seule fois dans la série d'images présentée pour chaque trajet. Un objet qui constitue un distracteur dans un trajet donné ne peut être utilisé ni comme point de repère ni comme distracteur dans un autre trajet. Il y a deux fois plus de distracteurs que de cibles. La deuxième phase expérimentale, qui évalue la con-

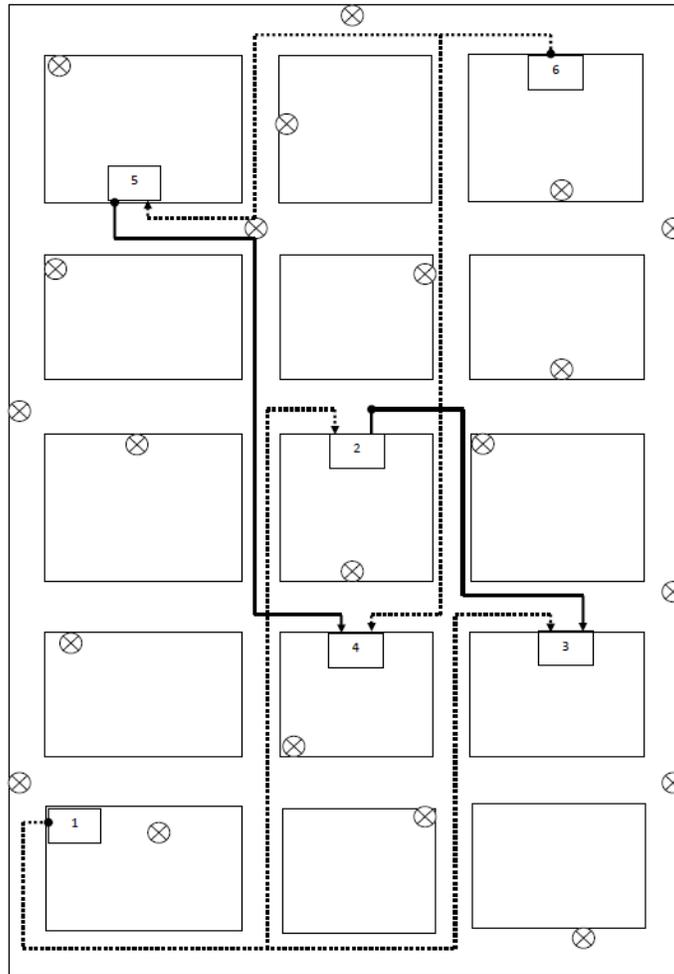


Figure 1. Structure de la ville virtuelle et trajets réalisés.

Structure de la ville virtuelle et trajets réalisés (légende)

- | | | |
|---------------------------|---|---|
| 1 : Café | 6 : Mairie | Trajet 2 : café-appartements (1-3) |
| 2 : Galeries commerciales | ⊗ : Point de repère | Trajet 3 : mairie-librairie (6-4) |
| 3 : Appartements | Ligne en pointillé : trajet appris | Trajet 4 : mairie-gare (6-5) |
| 4 : Librairie | Ligne pleine : trajet à inférer à partir du trajet appris | Trajet à inférer 1 : galeries commerciales-appartements |
| 5 : Gare | Trajet 1 : café-galeries commerciales (1-2) | Trajet à inférer 2 : gare-librairie |

naissance des routes, utilise les mêmes trajets que précédemment. Pour chaque trajet délimité par des barrières qui sont visibles, l'expérimentateur effectue initialement un aller et un retour. Puis le participant est invité à refaire le même trajet. Cependant, cette fois, les barrières ne sont plus visibles, mais les espaces qu'elles délimitaient restent infranchissables. En d'autres termes, partant d'un point donné (exemple : la mairie), il est demandé au participant d'atteindre une destination (exemple: la gare), puis de revenir au point de départ sans faire d'erreur de parcours. Lorsque le participant emprunte un chemin erroné, il « bute » sur la barrière qui réapparaît et l'empêche de continuer. Le dispositif expérimental comptabilise alors une erreur. Cette procédure est reprise jusqu'à l'atteinte d'un critère d'apprentissage fixé à deux allers-retours consécutifs sans erreur pour chaque trajet. Les participants disposent de dix essais¹ au maximum pour atteindre ce critère d'apprentissage. Le nombre d'essais nécessaires pour atteindre le critère d'apprentissage, ainsi que le nombre d'erreurs par essai, sont enregistrés. La procédure est identique pour chacun des quatre trajets que le participant apprend séparément. Si trois trajets sur les quatre sont correctement appris (deux allers-retours sans erreur), on engage le participant dans la troisième phase expérimentale. Pour la troisième phase, qui évalue la connaissance de la configuration, les barrières n'existent plus (visibles et invisibles) sont ôtées et le sujet est prévenu qu'il peut emprunter n'importe quelle rue de la ville. Partant d'un endroit déterminé, il lui est demandé de trouver le trajet le plus court pour atteindre une destination donnée (idem pour revenir au point de départ). Ce trajet n'a pas fait l'objet d'un apprentissage. Les deux trajets utilisés (Galeries commerciales-Appartements, Gare-Librairie) nécessitent la recombinaison de deux chemins précédemment appris en un chemin plus court. Les participants disposent de dix essais (20 allers + 20 retours tous trajets confondus) pour trouver le chemin le plus court (raccourci) ce qui permet d'évaluer si l'utilisation de ce raccourci se fait de manière régulière ou fortuite. Les variables dépen-

dantes de cette troisième phase sont la distance parcourue (pour atteindre un point donné) ainsi que le pourcentage de réussite au critère d'apprentissage de la configuration de l'EV (le raccourci est emprunté au moins deux fois de suite).

RÉSULTATS

Les participants des deux groupes ont atteint le critère d'apprentissage fixé (deux allers-retours consécutifs sans erreurs) à l'exception de 6 personnes présentant une DI que nous avons exclu des traitements statistiques. Lorsque les conditions de normalité et d'homogénéité des variances ne sont pas satisfaites, les méthodes non-paramétriques ont été privilégiées pour l'exploitation des données traitées à l'aide du logiciel STATISTICA (version 6.0).

Reconnaissance des points de repère

La comparaison des deux groupes indique une absence de différence significative quant au nombre moyen de points de repère correctement reconnus (test U Mann-Whitney, $p = .921$)

Apprentissage des itinéraires

L'analyse des résultats indique une différence significative entre les deux groupes de participants aussi bien pour le nombre d'erreurs (test U Mann-Whitney, $p < .001$) que pour le nombre d'essais nécessaires pour atteindre le critère d'apprentissage (test U Mann-Whitney, $p < .001$), avec un nombre moyen d'essais et d'erreurs plus élevé dans le groupe de participants présentant une déficience intellectuelle (voir tableau I)

Apprentissage de la configuration

Nous avons utilisé deux principales mesures afin d'évaluer l'apprentissage de la configuration : la distance parcourue par les participants au fil des essais, le pourcentage de raccourcis trouvés au moins deux fois consécutives (2 allers + 2 retours) dans chaque groupe. Une transformation logarithmique des distances parcourues a permis de satisfaire les conditions habituelles requises (M de Box, $\chi^2(55) = 70.414, p = .078$) pour réaliser une ana-

¹ Un essai correspond à un aller et un retour

Tableau 1

Nombre moyen de points de repère correctement reconnus, nombre moyen d'essais et d'erreurs par essai en fonction du groupe. Les écarts-type sont indiqués entre parenthèses.

	Reconnaissance correcte des points de repère	Apprentissage des routes	
		Nombre d'Essais	Nombre d'erreurs/Essais
DI	9.000 (1.500)	3.147 (0.948)	2.1617 (2.404)
CONTR	8.826 (1.466)	2.217 (0.379)	0.543 (1.642)

lyse de variance suivant le plan $S < G2 > * E10$ (S=nombre de participants, G2= deux groupes de participants; E10 correspondant aux 10 allers-retours). L'analyse montre que le groupe présentant une DI parcourt une distance significativement plus importante ($F(1, 38) = 12.09, p < .001$) (voir figure 2) avec un effet du facteur essai ($F(9, 342) = 30.39, p < .001$), mais pas d'effet d'interaction entre ces deux facteurs groupe et essais ($F(9, 342) = 1.81, p = .066$). Toutefois, si l'on réduit l'analyse aux sept derniers essais, l'interaction entre ces deux

variables (groupe*essais) est significative ($F(6, 228) = 2.46, p = .025$). Pour chaque groupe, des analyses de tendance ont été effectuées sur la base d'une fonction linéaire décroissante. Ces analyses montrent une diminution des distances entre le premier et le dernier essai dans les deux groupes comme on peut le voir dans le tableau 2 soit pour le groupe DI ($F(1,38) = 56.23, p < .001$) et pour le groupe contrôle ($F(1, 38) = 73.02, p < .001$).

Tableau 2

Distances moyennes parcourues au premier et au dernier essai en fonction du groupe.

	DI	CONTR
ESSAI 1	2265, 409 (927,815)	1863, 811 (1211,419)
ESSAI 10	970, 816 (571, 462)	765, 3 (621, 188)

Enfin, la comparaison du pourcentage de raccourcis trouvés dans chaque groupe de participants au moins pendant 2 essais consécutifs² (2 allers + 2 retours consécutifs) pour chacun des 2 trajets

recomposés indique une différence significative entre les deux groupes, avec très peu de personnes dans le groupe présentant une DI ayant atteint le critère fixé ($\chi^2(1) = 5.799, p < .05$).

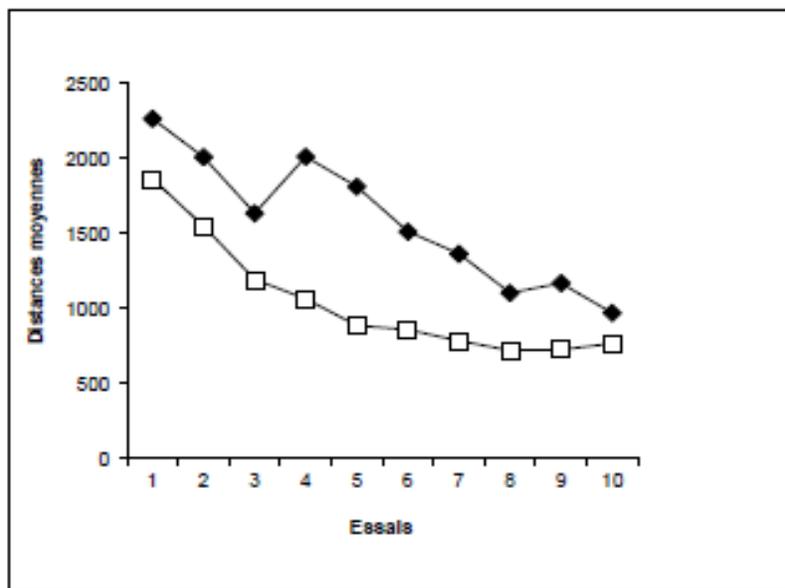


Figure 2. Distances moyennes parcourues en fonction des essais et du groupe.

DI :
 CONTR :

Discussion

L'objectif de cette étude consistait à évaluer l'acquisition de différentes connaissances spatiales chez les personnes présentant une déficience intellectuelle dans un environnement virtuel. Nous avons utilisé une tâche de reconnaissance visuelle pour évaluer la connaissance des points de repère. Les performances des deux groupes à cette tâche ne sont pas significativement différentes. Ce résultat va dans le sens des prédictions initiales et confirme les travaux antérieurs qui montrent que la mémori-

sation visuelle constitue un point fort chez les personnes présentant une DI légère à modérée (Cherry et al., 2001; Ellis & Wooldridge, 1985). Il suggère aussi que le faible niveau de reconnaissance des points de repère relevé dans l'expérience de Courbois et al. (2013) pourraient être spécifique à la trisomie 21. Une tâche d'apprentissage a évalué la connaissance des itinéraires (Cornell, Heth, & Broda, 1989; Gale et al., 1990; Jansen-Osmann & Fuchs, 2006; Jansen-Osmann & Wiedenbauer, 2004). Il ressort de cet apprentissage, que les personnes présentant DI atteignent le critère d'apprentissage fixé à l'issue d'un nombre d'erreurs et d'essais plus élevés que ceux observés dans le groupe de participants contrôles. Toutefois, quelques participants présentant une DI (6 sur les 23 participants) ne parviennent pas à atteindre le critère d'apprentissage des itinéraires, fixé à deux allers et

² Un essai correspond à un aller et un retour. Pour chacun des 2 trajets, le participant dispose de 10 essais pour trouver le chemin le plus court : 10 allers + 10 retours pour le trajet Galeries commerciales-Appartements, et 10 allers + 10 retours pour le trajet Gare-Librairie. Soit 40 déplacements au total.

retours consécutifs sans erreurs. Ces résultats sont en accord avec des résultats précédents indiquant une bonne connaissance de la route chez la personne présentant une DI (Courbois et al., 2013; Golledge et al., 1983; Mengue-Topio et al., 2011). Enfin, nous avons utilisé une tâche de recomposition de trajet dans laquelle le participant doit générer un chemin n'ayant pas fait l'objet d'un apprentissage direct et qui permet d'inférer sa connaissance de la configuration (Arthur & Passini, 1992; Passini et al., 1990; Poucet, 1993). Les résultats indiquent une différence entre participants avec et sans déficience intellectuelle : les premiers obtenant des performances moindres que les autres (distance parcourue plus élevée, pourcentage d'utilisation régulière des raccourcis moins élevé) conformément aux conclusions de Golledge et al. (1983). Cependant, nous notons une connaissance de la configuration qui se précise au fur et à mesure que s'accroît la familiarité avec l'environnement chez les deux groupes de participants (réduction de la distance entre le premier et les derniers essais dans les deux groupes de participants). De tels résultats confirment ceux précédemment obtenus dans les EV (Courbois et al., 2013; Mengue-Topio et al., 2011) mais ne sont que partiellement conformes aux conclusions de Golledge et al. (1983).

En lien avec différents travaux mettant en évidence le rôle de la familiarité avec un environnement dans l'élaboration des connaissances spatiales et dans l'amélioration de celles-ci en termes de précision (Cornell & Hay, 1984; Hart, 1979; Thorndyke & Hayes-Roth, 1982; Wilson, Foreman, Gillett, & Stanton, 1997), nous avons :

- 1) Augmenté l'exposition de l'individu à l'environnement. Ce qui concrètement s'effectuait d'abord par des déplacements à travers l'environnement pour la mémorisation des points de repère rencontrés le long des 4 itinéraires (2 essais par itinéraire : 8 allers + 8 retours = 16 déplacements) puis un apprentissage de 4 itinéraires (10 essais par trajet : 40 allers et 40 retours = 80 déplacements). Une précaution supplémentaire a été prise : les participants continuaient l'apprentissage des routes jusqu'au dernier essai (10 essais) de manière à obtenir un nombre de déplacements identique pour tous à cette phase

d'apprentissage des routes. Enfin, lors de la phase test, le participant devait inférer 2 chemins non appris (10 essais par trajet : 20 allers + 20 retours = 40 déplacements).

- 2) Notre procédure obligeait les participants à acquérir et réorganiser leur connaissance de l'environnement en initiant eux-mêmes leurs déplacements à travers la ville. Dans la phase d'apprentissage des routes, les trajets étaient prédéfinis, mais ce sont bien les participants qui apprenaient à relier les différents endroits au cours de cette phase. Dans la phase test, ils inféraient le raccourci, planifiaient et effectuaient eux-mêmes leurs déplacements. Nous avons de cette façon pris en compte la variable familiarité avec l'environnement sous deux angles qui ont été très étudiés dans la littérature (exposition et exploration de l'environnement). Très peu de recherches portées à notre connaissance réunissent ces conditions. En effet, la familiarité est très difficile à contrôler dans les environnements naturels: la durée de résidence nécessaire pour construire différentes connaissances relatives à un environnement est variable pour les individus et s'étend de quelques mois à plusieurs décennies (Montello, 1998). Habituellement, pour les recherches se déroulant dans les environnements naturels, non familiers, les participants apprennent une route dans un sens puis dans un autre. Par la suite, ils sont évalués sur leur connaissance de cette route et la connaissance des points de repère rencontrés tout au long de celle-ci. La connaissance de la configuration est surtout évaluée dans les environnements familiers ou alors après une certaine exposition dans un nouvel environnement (Cornell & Heth, 2006; Cornell, Hadley, Sterling, Chan, & Boechler, 2001; Evans, Marrero, & Butler, 1981; Hazen, Lockman, & Pick, 1978; Kosslyn, Pick, & Fariello, 1974; Spencer et al., 1989). En ce qui concerne les environnements virtuels, on note aussi un nombre de trajets à apprendre qui est très réduit avec des déplacements dans une seule direction (uniquement l'aller) (Jansen-Osmann & Fuchs, 2006; Jansen-Osmann & Wiedenbauer, 2004; Mengue-Topio et al., 2011).

Dans leur ensemble, les résultats de cette étude confirment et complètent ceux obtenus dans les environnements virtuels à partir d'une méthode identique (Mengue-Topio et al., 2011 ; Courbois et al., 2013). En effet, nous avons évalué l'ensemble des connaissances spatiales chez les personnes présentant une déficience intellectuelle : mémorisation d'éléments physiques de l'environnement comme points de repère et utilisation de ces éléments au cours des déplacements (verbalisations, pointages...). Elles apprennent de nouveaux itinéraires à l'issue d'un apprentissage qui est néanmoins plus long et difficile (nombre d'essais et nombre d'erreurs plus important avant d'atteindre le critère d'apprentissage). Ces personnes élaboreraient des représentations à partir de la configuration d'un environnement donné si un apprentissage est organisé (elles bénéficient de cet apprentissage au même titre que les contrôles). En rendant équivalent le niveau de familiarité avec l'environnement pour tous les participants à travers une exposition et une exploration initiale équivalentes, nous observons une progression dans l'acquisition de la connaissance de la configuration dans les deux groupes. Cependant, cette familiarité avec l'environnement n'est pas suffisante pour que les participants avec et sans déficience intellectuelle obtiennent des performances similaires. Par ailleurs, la motivation et la coopération manifestée par les participants, indiquent clairement que la cognition spatiale peut être étudiée chez la personne présentant une DI en se servant des EV. En effet, des projets de recherches utilisant des EV chez ces personnes se développent depuis quelques années et

visent dans leur majorité l'amélioration ou l'acquisition de compétences en lien avec une vie autonome : effectuer des courses à l'épicerie (Standen et al., 1998), préparer son repas, traverser la chaussée en toute sécurité ou la formation professionnelle.

Cette étude nous a permis de caractériser les connaissances spatiales acquises par des adultes présentant une DI suite à l'apprentissage dans un EV, ainsi que l'utilisation de ces connaissances pour naviguer de façon flexible au sein de l'environnement. Nos résultats sont accord avec ceux issus de travaux précédents dans les environnements naturels (Golledge et al., 1983) et virtuels (Mengue-Topio et al., 2011 ; Courbois et al., 2013). Il serait intéressant de poursuivre avec des investigations supplémentaires pour comprendre la nature des différences observées entre personnes avec et sans DI quant à l'accès aux connaissances spatiales complexes de type connaissance de la configuration. En effet, notre procédure expérimentale a permis de distinguer les individus capables d'apprendre des itinéraires (atteinte du critère d'apprentissage) de ceux qui ne parvenaient pas à le faire. Nous avons focalisé notre analyse sur les participants présentant une DI capables d'atteindre ce critère d'apprentissage et n'avons pas mis en évidence le caractère hétérogène qui caractérise ce groupe. L'étude de profils d'apprentissage individuels mettrait l'accent sur la variabilité inter et intra-individuelle lors de l'acquisition des connaissances spatiales dans ce groupe.

SPATIAL KNOWLEDGE OF ADULTS WITH INTELLECTUAL DISABILITY IN A VIRTUAL ENVIRONMENT

This study examines learning a new environment by adults with and without intellectual disabilities (ID) of the same chronological age. Following the active exploration of a virtual environment simulating an urban environment, we evaluated the memory benchmarks, learning routes and the ability to infer new routes not previously learned or shortcuts. The results indicate that the participants in each group recognize landmarks and learn the routes through this environment. However, participants with intellectual disabilities infer some new paths. Thus, familiarity with an environment promotes the acquisition of space knowledge for the two groups of participants who are striking for access to complex spatial representations.

RÉFÉRENCES

- Acredolo, L. P. (1983). Spatial orientation in special populations: thementally retarded, the blind, and the elderly. Dans J. H. Pick & L. Acredolo (Éds), *Spatial orientation theory, research and application* (pp. 143-160). New York, NY: Plenum press.
- Appleyard, D. (1970). Styles and methods of structuring a city. *Environment and Behavior*, 2, 100-116. doi: 10.1177/001391657000200106
- Arthur, P., & Passini, R. (1992). *Wayfinding: People, Signs and Architecture*. Toronto, ON: McGraw-Hill Ryerson.
- Beck, R. J., & Wood, D. (1976). Cognitive transformation of information from urban geographic fields to mental maps. *Environment and Behavior*, 8, 199-234. doi:10.1177/001391657682003
- Brown, A. L. (1974). The role of strategic behavior in retardate memory. Dans N. R. Ellis (Éd.), *International review of research in mental retardation* (Vol. 7, pp. 55-111). New York, NY: Academic Press.
- Carassa, A., & Geminiani, G. (2002). Route and survey descriptions of paths: the effect of experience of a large-scale environment. *Bulletin of people-Environment studies*, 20, 15-17. doi:10.1016/j.chb.2006.02.006
- Carr, S., & Schissler, D. (1969). The city as a trip : perceptual selection and memory in the view from the road. *Environment and Behavior*, 1, 7-35. doi: 10.1177/001391656900100102
- Cherry, K. E., Applegate, H., & Reese, C. M. (2002). Do adults with mental retardation show pictorial superiority effects in recall and recognition. *Research in Developmental Disabilities*, 23, 135-147.
- Clerc, J., & Courbois, Y. (2005). Mémoire visuelle et mémoire phonologique chez les adolescents retardés mentaux. *Enfance*, 57(3), 261-269.
- Cornell, E. H., & Hay, C. D. (1984). Children's acquisition of a route via different media. *Environment and Behavior*, 16, 627-641. doi: 10.1177/0013916584165005
- Cornell, E. H., Heth, C. D., & Broda, L. S. (1989). Children's way finding response to use environmental landmarks. *Developmental Psychology*, 25, 755-764. doi:10.1037/0012-1649.25.5.755
- Cornell, E. H., Hadley, D. C., Sterling, T. M., Chan, M. A., & Boechler, P. (2001). Adventure as a stimulus for cognitive development. *Journal of Environmental Psychology*, 21, 219-231.
- Cornell, E. H., & Heth, C. D. (2006). Home range and the development of children's way finding. Dans R. V. Kail (Éd.), *Advances in Child Development and Behavior* (Vol. 34, pp. 173-206). Amsterdam, NL: Elsevier Ltd.
- Courbois, Y., Farran, E., Lemahieu, A., Blades, M., Mengue-Topio, H., & Sockeel, P. (2013). Way finding behaviour in Down syndrome: A study with virtual environments. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 1825-1831. doi:10.1016/j.ridd.2013.02.023
- Cousins, J. H., Siegel, A. W., & Maxwell, S. E. (1983). Way Finding and Cognitive Mapping in Large-Scale Environments : A Test of a Developmental Model. *Journal of Experimental child Psychology*, 35, 1-20.
- Cromby, J. J., Standen, P. J., & Brown, D. J. (1996). The potentials of virtual environments in the education and training of people with learning disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 40(6), 489-501. doi:10.1111/j.1365-2788.1996.tb00659.x

- Ellis, N. R., & Wooldridge, P. W. (1985). Short-term memory for pictures and words by mentally retarded and non retarded persons. *American Journal of Mental Deficiency, 89*, 622-626.
- Evans, G. W., Marrero, D. G., & Butler, P. A. (1981). Environmental Learning and Cognitive Mapping. *Environment and Behavior, 13*, 83-104.
doi:10.1177/0013916581131005.
- Feldman, A., & Acredolo, L. (1979). The effect of active versus passive exploration on memory for spatial location in children. *Child Development, 50*(3), 698-704.
- Franscescato, D., & Mebane, W. (1973). How citizens view two great cities: Milan and Rome. Dans R. Downs & D. Stea (Éds), *Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behaviour*. Chicago, IL: Aldine.
- Gale, N., Golledge, R. G., Pellegrino, J. W., & Doherty, S. (1990). The acquisition and integration of route knowledge in an unfamiliar neighbourhood. *Journal of Environmental Psychology, 10*, 3-25.
- Gillner, S., & Mallot, H. (1998). Navigation and acquisition of spatial knowledge in a virtual maze. *Journal of Cognitive neuroscience, 10*, 445-463. doi: 10.1162/089892998562861
- Golledge, R. G. (1999). Human Way finding and Cognitive maps. Dans R. G. Golledge (Éd.), *Way finding behavior: cognitive mapping and other spatial processes* (pp. 5-45). Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Golledge, R. G. (1978). Learning about urban environments. Dans T. Carlstein, D. Parkes, & N. Thrift (Éds), *Timing space and spacing time* (Vol. 1). London, UK: Edward Arnold.
- Golledge, R. G., & Zannaras, G. (1973). Cognitive approaches to the analysis of human spatial behavior. Dans W. H. Ittelson (Éd.), *Environment and cognition* (pp. 59-94). New York, NY: Seminar.
- Golledge, R. G. (1987). Environmental Cognition. Dans D. Stokols & I. Altman (Éds), *Handbook of environmental Psychology* (Vol. 1, pp. 131-174). New York, NY: John Wiley.
- Golledge, R. G., Richardson, G. D., Rayner, J. N., & Parnicky, J. J. (1983). Procedures for defining and analysing cognitive maps of the mildly and moderately mentally retarded. Dans H. L. Pick & L. Acredolo (Éds), *Spatialorientation theory, research and application* (pp. 79-104). New York, NY: Plenum Press.
- Gunzburg, H. C. (1973). *Social competence and mental handicap* (2e éd.). London, UK: Bailliere Tindall.
- Hart, R. (1979). *Children's Experience of Place*. New York, NY: Irvington.
- Hazen, N. L., Lockman, J. J., & Pick, H. L. (1978). The development of children's representations of large-scale environments. *Child Development, 49*, 623-636.
- Jansen-Osmann, P., & Fuchs, P. (2006). Wayfinding Behavior and Spatial Knowledge of Adults and Children in a Virtual Environment: The role of Landmarks. *Experimental Psychology, 53*, 171-181. doi:10.1027/1618-3169.53.3.171
- Jansen-Osmann, P., & Wiedenbauer, G. (2004). The representation of landmarks and routes in children and adults: A study in a virtual environment. *Journal of Environmental Psychology, 24*, 347-357. doi:10.1016/j.jenvp.2004.08.003
- Jansen-Osmann, P., Schmelter, A., & Heil, M. (2010). Spatial Knowledge Acquisition in Younger and Elderly Adults: A Study in a Virtual Environment. *Experimental Psychology, 57*(1), 54-60. doi:10.1027/1618-3169/a000007

- Jansen-Osmann, P., Schmid, J., & Heil, M. (2007). Wayfinding Behavior and Spatial Knowledge of Adults and Children in a Virtual Environment: The Role of the Environmental Structure. *Swiss Journal of Psychology, 66*(1), 41-50. doi:10.1024/1421-0185.66.1.41
- Kosslyn, S. M., Pick, H. L., & Fariello, G. R. (1974). Cognitive maps in children and man. *Child Development, 45*, 707-716.
- Ladd, F. (1970). Black Youths View Their Environment: Neighborhood Maps [Electronic Version]. *Environment and Behavior, 2*, 74-99. doi:10.1177/001391657000200105
- Loomis, J. M., Klatzky, R. L., Golledge, R. G., Cicinelli, J. G., Pellegrino, J.W., & Fry, P. A. (1993). Non-visual navigation by blind and sighted: Assessment of path integration ability. *Journal of Experimental Psychology: General, 122*, 73-91.
- Lynch, K. (1960). *The image of the city* (M.-F. Vénard & J.-L. Vénard, Trans. Dunod ed.). Cambridge: M.I.T. Press
- Mengue-Topio, H., & Courbois, Y. (2011). L'autonomie des déplacements chez les personnes ayant une déficience intellectuelle : une enquête réalisée auprès de travailleurs en établissement et service d'aide par le travail. *Revue Francophone de la Déficience Intellectuelle, 22*, 5-13.
- Mengue-Topio, H., Courbois, Y., Farran, E. K., & Sockeel, P. (2011). Route learning and shortcut performance in adults with intellectual disability: A study with virtual environments. *Research in Developmental Disabilities, 32*, 345-352. doi:10.1016/j.ridd.2010.10.014
- Milgram, S. (1970). The experience of living in cities. *Science, 167*, 1461-1468. doi:10.1126/science.167.3924.1461
- Montello, D. R. (1998). A new framework for understanding the acquisition of spatial knowledge in large-scale environments. Dans M. J. Egenhofer & R.G. Golledge (Éds), *Spatial and temporal reasoning in geographic information systems* (pp. 143-154). New York, NY: Oxford University Press.
- Moore, G. T. (1979). Knowing about environmental knowing: The current state of theory and research on environmental cognition. *Environment and Behavior, 11*, 33-70. doi:10.1177/0013916579111002
- Morganti, F., Carassa, A., & Geminiani, G. (2007). Planning optimal paths: A simple assessment of survey spatial knowledge in virtual environments. *Computers in Human Behavior, 23*(4), 1982-1996. doi:10.1016/j.chb.2006.02.006
- Murray, D., & Spencer, C. (1979). Individual differences in the drawing of cognitive maps: the effects of geographical mobility, strength of mental imagery and basic graphic ability. *Institute of British geographers transactions London, 4*(3), 385-391.
- Neef, N. A., Iwata, B. A., & Page, T. J. (1978). Public transportation training: In vivo versus classroom instruction. *Journal of Applied Behavioral Analysis, 11*(3), 331-344. doi:10.1901/jaba.1978.11-331
- Newman, E. L., Caplan, J. B., Kirschen, M. P., Korolev, I. O., Sekuler, R., & Kahana, M. J. (2007). Learning your way around town: how virtual taxicab drivers learn to use both layout and landmark information. *Cognition, 104*, 231-253. doi:10.1016/j.cognition.2006.05.013
- Passini, R., Proulx, G., & Rainville, C. (1990). The spatio-cognitive abilities of the visually impaired population. *Environment and Behavior, 22*(1), 91-118. doi:10.1177/0013916590221005

- Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A. (1948). *La géométrie spontanée de l'enfant*. Paris, FR: Presses universitaires de France.
- Poucet, B. (1993). Spatial cognitive maps in animals: new hypotheses on their structure and neural mechanisms. *Psychological Review*, 100(2), 163-182. doi:10.1037/0033-295X.100.2.163
- Siegel, A. W., Kirasic, K. C., & Kail, R. V. (1978). Stalking the elusive cognitive map: the development of children's representations of geographic space. Dans I. Altman & J. F. Wohlwill (Éds), *Human behavior and the environment* (pp. 223-258). New York, NY: Plenum
- Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The development of spatial representations large-scale environments. Dans H. W. Reese (Éd.), *Advances in Child Development and Behavior* (pp. 10-55). New York, NY: Academic Press
- Shemyakin, F. N. (1962). Orientation in space. Dans B. G. Ananyev (Éd.), *Psychology in the Soviet Union*. Washington: US Office of Technical Reports (report no. 62-11083).
- Shouela, D. A., Steinberg, L. M., Leveton, L. B., & Wapner, S. (1980). Development of the cognitive organization of an environment. *Canadian Journal of Behavioural Science*, 12, 1-16. doi:10.1037/h0081032
- Slevin, E., Lavery, I., Sines, D., & Knox, J. (1998). Independant travel and people with learning disabilities: The views of a sample of service providers on whether this need is being met. *Journal of Learning Disabilities for Nursing, Health and Social Care*, 2(4), 195-202.
- Spencer, C., Blades, M., & Morsley, K. (1989). *The Child in the Physical Environment: The Development of Spatial Knowledge and cognition*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Standen, P. J., Cromby, J. J., & Brown D. J. (1998). Playing for real. *Mental Health Care*, 1, 412-415.
- Standen, P. J., Brown, D. J., & Cromby, J. J. (2001). The effective employment of virtual environments in the training and rehabilitation of people with intellectual disabilities. *British Journal of Educational Technology*, 32, 289-299.
- Thorndyke, P. W., & Hayes-Roth, B. (1982). Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation. *Cognitive Psychology*, 14, 560-589. doi:10.1016/0010-0285(82)90019-6
- Webley, P. (1981). Sex differences in home range and cognitive maps ineight-year old children. *Journal of Environmental Psychology*, 1, 293-302. doi:10.1016/S0272-4944(81)80027-8
- Wilson, P. N., Foreman, N., Gillet, R., & Stanton, D. (1997). Active versus passive processing of spatial information in a computer-simulated environment. *Ecological Psychology*, 9, 207-222.