



HAL
open science

Réseaux, communication et territoires Espaces virtuels et pré-expérience de l'espace géographique

Jérémie Valentin, Fanny Georges, Yasmine Boumenir, Birgitta Dresp

► **To cite this version:**

Jérémie Valentin, Fanny Georges, Yasmine Boumenir, Birgitta Dresp. Réseaux, communication et territoires Espaces virtuels et pré-expérience de l'espace géographique . NETCOM : Réseaux, communication et territoires / Networks and Communications Studies, 2011, Nouveaux usages numériques et territoires, 25 (1-2), pp.9-32. 10.4000/netcom.275 . hal-01575188

HAL Id: hal-01575188

<https://hal.science/hal-01575188v1>

Submitted on 18 Aug 2017

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.

Espaces virtuels et pré-expérience de l'espace géographique

Virtual spaces and pre-experience in geographical space

Jérémie Valentin, Fanny Georges, Yasmine Boumenir et Birgitta Dresplangley

**Éditeur**

Netcom Association

Édition électroniqueURL : <http://netcom.revues.org/275>

ISSN : 2431-210X

Édition imprimée

Date de publication : 1 août 2011

Pagination : 9-32

ISSN : 0987-6014

Référence électronique

Jérémie Valentin, Fanny Georges, Yasmine Boumenir et Birgitta Dresplangley, « Espaces virtuels et pré-expérience de l'espace géographique », *Netcom* [En ligne], 25-1/2 | 2011, mis en ligne le 14 mai 2013, consulté le 04 novembre 2016. URL : <http://netcom.revues.org/275> ; DOI : 10.4000/netcom.275

Ce document est un fac-similé de l'édition imprimée.



Netcom – Réseaux, communication et territoires est mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

ESPACES VIRTUELS ET PRE-EXPERIENCE DE L'ESPACE GEOGRAPHIQUE¹

VIRTUAL SPACES AND PRE-EXPERIENCE IN GEOGRAPHICAL SPACE

VALENTIN JEREMIE², GEORGES FANNY³, BOUMENIR YASMINE⁴,
DRESP-LANGLEY BIRGITTA⁵

Résumé – *Les représentations virtuelles de l'espace se sont largement démocratisées lors des dernières années. La libéralisation du marché des images satellites et l'augmentation des capacités de transfert de données sur les réseaux filaires et non filaires participent largement à la mise en place de mondes miroirs désormais connectés au cyberspace.*

L'homme a de plus en plus recours aux espaces virtuels pour appréhender l'espace. Que ce soit pour l'élaboration d'un itinéraire ou la découverte d'un lieu, la carte papier et le guide touristique s'effacent au profit du monde miroir et du téléphone portable.

Dans ce contexte de transfert d'usage, les représentations virtuelles de l'espace semblent, au même titre que l'usage des GPS, offrir une perception biaisée de l'espace. Car malgré leurs qualités intrinsèques communes, en particulier pour la navigation dans un espace inconnu, leurs usages modifieraient notre relation à l'espace et pourraient dans certains cas altérer son apprentissage.

¹ Article issu de deux communications :

- VALENTIN Jérémie, GEORGES Fanny, BOUMENIR Yasmine, DRESP-LANGLEY Birgitta (2010), « Briding Diversity in a Globalizing? », *IGU Regional Conference, Virtual spaces and pre-experience in geographical space*, Tel-Aviv 12-16 juillet 2010.

- VALENTIN Jérémie, GEORGES Fanny, BOUMENIR Yasmine, DRESP-LANGLEY Birgitta (2010), *Espaces virtuels et pré-expérience de l'espace géographique*. Conférence au colloque *L'Homme@Distance*, Le Havre 17-19 novembre 2010.

² Docteur en géographie –CNRS UMR n°5281, ART-Dev, Université Paul Valéry Montpellier III, route de Mende, 34199 Montpellier Cedex 5 – 06.20.32.00.24, valentin.jeremie@gmail.com

³ Post doctorante, Laboratoire de Mécanique et Génie Civil (CNRS – UMR 5508) Université de Montpellier II, Place Eugène Bataillon 34090 Montpellier, georges@lmgc.univ-montp2.fr

⁴ Doctorante, Laboratoire de Mécanique et Génie Civil (CNRS – UMR 5508) Université de Montpellier II, Place Eugène Bataillon 34090 Montpellier, boumenir@lmgc.univ-montp2.fr

⁵ Chargée de recherche au CNRS, Laboratoire de Mécanique et Génie Civil (CNRS – UMR 5508) Université de Montpellier II, Place Eugène Bataillon 34090 Montpellier, dresp@lmgc.univ-montp2.fr

L'objectif de cette communication pluridisciplinaire est de mettre au jour la popularité des mondes miroirs tout en interrogeant leurs usages en condition de pré-expérience de l'espace, car les dispositifs actuels permettent d'expérimenter virtuellement l'espace avant d'en faire physiquement l'expérience. Nous verrons à travers une expérience comparative, que dans le cadre d'un parcours complexe, les sujets ayant eu une pré-expérience virtuelle de l'espace s'avèrent moins efficaces que les sujets qui ont consulté un plan papier 2D et moins efficaces que les sujets ayant effectué une visite guidée. L'analyse des traces GPS des sujets nous permettra de tirer des conclusions sur les typologies d'échecs et d'erreurs.

Mots-clés – *cyberspace, espaces virtuels, espace géographique, appropriation, pré-expérience, monde miroir, mondes miroirs*

Abstract – *“Virtual spaces and pre-experience in geographic space”- The virtual representations of space have largely democratized in recent years. Market liberalization of satellite images and increased capacity of data transfer on the wired and non wired deeply involved in the establishment of virtual globes now connected to cyberspace.*

The man has more and more use of virtual spaces for understanding space. Whether developing a route or finding a place, the paper map and tourist guide disappear in favor of Virtual Earth and mobile phones.

In this context transfer usage, virtual representations of space appear, along with the use of GPS, providing a skewed perception of space. For despite their intrinsic qualities common, especially for navigation in an unknown space, their use would change our relationship to space and in some cases could affect their learning.

The objective of this multidisciplinary communication is to update the popularity of virtual globes while questioning their practices in the pre-condition of spatial experience. For the current devices used to test virtual space prior to physically experience. We see through a comparative experiment, as part of a complex path, subjects who had a pre-experience of virtual space are less efficient than subjects who saw a plane 2D paper and less effective than subjects who completed a tour. Analysis of GPS traces of subjects will allow us to draw conclusions about the types of failures and errors.

Key-words – *cyberspace, virtual spaces, geographic space, appropriation, pré-expérience, virtual globe*

INTRODUCTION

Depuis 2004 et le rachat de Keyhole par Google, l'émergence des représentations virtuelles de l'espace autrement appelés monde miroir permet à tout connecté d'être en contact avec des outils et services de représentation virtuelle de l'espace anciennement réservés à quelques catégories de professionnels. Dès lors, la popularité croissante de ce type d'espaces virtuels qui représentent notre planète pose de nouvelles questions. L'un des points de départ fut un constat selon lequel, petit à petit, auprès du grand public, le recours à la carte et au guide papier s'efface au profit

d'espaces virtuels disponibles en ligne. Qu'il s'agisse de mondes miroirs (Google Earth), de solutions GPS, ou encore de sites de planification d'itinéraire, leurs usages s'incarnent dans diverses modalités de consommation bien réelle de l'espace géographique. Les espaces virtuels peuvent se consommer dans tous types de situation, en relation avec l'espace réel, de manière simultanée pour les GPS, ou en « pré » et « post » expérience de l'espace pour les globes virtuels. L'expérience et l'appropriation de l'espace sont désormais accompagnées de diverses consommations d'espaces virtuels. Au même titre que la carte et le guide papier, le déploiement des représentations virtuelles suppose une évolution des relations entretenues avec l'espace, en particulier dans un espace inconnu. Ainsi, les représentations virtuelles de l'espace sont de plus en plus utilisées dans le cadre d'une « pré » ou « post » expérience de l'espace (Fisher 2007). En effet, explorer une future destination touristique sur Google Earth, ou encore simuler un parcours via Google Street View semblent au cœur des usages permis par la virtualisation globale des représentations de l'espace.

Au-delà des interrogations autour des atouts et limites de ce type de représentation nous nous sommes posés plusieurs questions simples : comment l'usage de représentations virtuelles de l'espace se répercute-t-il sur l'apprentissage de l'espace ? Les espaces virtuels qui se définissent comme plus immersifs que les cartes papier proposent-ils une pré-expérience de l'espace différente, voire plus efficiente ?

Après une étude de la littérature sur le sujet, il s'avère que peu ou pas de travaux scientifiques abordent l'usage d'espace virtuel en condition de pré-expérience de l'espace. Au contraire, de nombreux travaux montrent qu'en condition d'usage simultané (GPS) le recours à un espace virtuel altère généralement l'apprentissage de l'espace (Leshed 2008, Ishikawa 2008) . Notre objectif est donc de compléter ces études afin d'aborder des usages en conditions de pré-expérience qui semblent se démocratiser rapidement. Il est en effet de plus en plus courant de consulter une adresse sur un service web de cartographie, de visionner une future destination touristique sur un monde miroir ou encore d'explorer une rue ou la façade de son futur hôtel sur Google Street View. Dans l'optique où les espaces virtuels tendent à devenir des outils qui simulent l'espace, il est nécessaire d'étudier les caractéristiques les plus immersives des espaces virtuels, c'est-à-dire les mondes miroirs qui utilisent un assemblage photographique à 360° au plus près de l'espace, qui plonge l'utilisateur dans la rue. Afin d'étudier ce type d'usage, nous avons mis en place une expérience en milieu réel. Le but est de pouvoir comparer trois modes d'apprentissage de l'espace dans le cadre d'un futur déplacement à pied : une visite guidée, la consultation d'un plan papier et la consultation d'un espace virtuel par assemblage photographique à 360°. Pour ce faire, nous avons utilisé une double méthodologie. Une première méthodologie classique consiste à étudier des données qualitatives issues d'un questionnaire. Une seconde, plus originale, permet de récolter des données quantitatives sur les parcours des sujets grâce à un système de traçage par satellite. Les données obtenues permettent une réflexion sur les atouts et les carences des nouveaux services de représentation virtuelle de l'espace. Parallèlement, cette recherche soulève plusieurs perspectives tout à fait intéressantes. La méthode de

collecte de données quantitatives par détournement technologique s'avère être une piste méthodologique fort pertinente pour les géographes aménageurs. Ainsi, les résultats obtenus extrapolés avec la démocratisation massive de l'usage d'espaces virtuels alimentent des problématiques nouvelles en termes de **mobilité urbaine** et **d'aménagement de l'espace**. L'espace et le cyberspace sont de plus en plus liés dans le cadre d'une « consommation augmentée » des espaces urbains. Les nouvelles relations aux représentations virtuelles de l'espace sont autant de nouvelles problématiques pour les géographes.

1. APPROPRIATION COMPAREE DE L'ESPACE : LE RÔLE DES MONDES MIROIRS

Se déplacer dans un espace connu est chose familière, tout comme le fait de se déplacer dans un espace inconnu. Une telle entreprise demande en soi une démarche préalable. L'approche « classique » consiste à étudier une carte, un plan de ville ou un guide, puis pourquoi pas, demander des indications aux passants. La qualité de la représentation de l'espace et des informations fournies par des plans ou des personnes est donc essentielle pour aider à naviguer dans un espace inconnu. La capitalisation de ces informations, parfois erronées, conduit alors à la création d'une carte mentale de l'espace, à laquelle nous ferons appel tout au long de notre déplacement.

Par la suite, des facteurs externes et internes viennent agir sur la navigation même, ils la facilitent ou au contraire la rendent plus pénible (Prestopnik, Roskos-ewoldsen 2000) . Pour les facteurs externes, on pense alors à la densité urbaine, la disponibilité de repères, l'aménagement cadastral, la topographie, ou encore l'organisation de la voirie. Dans le cas des facteurs internes, il s'agit de caractéristiques spécifiques à chaque individu, par exemple, le sexe, l'âge, la familiarité avec ce type d'espace, l'expérience de ce type de navigation.

Aujourd'hui, et c'est là le centre de notre travail, il existe une pléiade d'espaces virtuels qui reproduit plus ou moins fidèlement l'espace réel. Le tout afin de procurer un service ultra informationnel facilitant la navigation, soit en proposant des outils qui accompagnent l'individu dans la navigation, soit en offrant la possibilité d'avoir une pré-expérience la plus immersive possible. Comme nous l'avons vu précédemment, les outils d'aide à la navigation (GPS) altèreraient l'appropriation de l'espace. En ce qui concerne les services de pré-expérience il n'existe pas d'étude sur leur « pouvoir » de capitalisation d'informations afin de faciliter l'exploration de l'espace. À première vue on peut penser qu'il s'agit là de très bons outils, car ils combinent généralement un plan 2D classique avec des représentations 3D plus immersives, auxquelles se greffent des liens hypertextes et des options d'aide à la capitalisation d'informations (création de note personnelle par exemple).

Notre travail consiste alors à évaluer les effets des dispositifs virtuels par rapport à des dispositifs classiques. Ce travail se base sur une expérience en milieu réel effectuée en collaboration avec le laboratoire de Mécanique et Génie Civil de Montpellier II.

La collaboration s'organisa autour de quatre personnes. B. Dresp-Langley coordonna l'expérience, F. Georges, Y. Boumenir et nous même furent chargés de la mise en place méthodologique et pratique de l'expérience.

1.1 L'expérience au père Lachaise : méthode, dispositif et déroulement

Afin d'évaluer les effets d'une pré-expérience virtuelle de l'espace, nous avons opté pour une méthode comparative entre trois modes d'apprentissage de l'espace : consultation d'une carte papier en 2D, visite guidée et visite virtuelle sur ordinateur via un espace virtuel d'assemblage photographique (QTVR). L'expérience s'est déroulée en milieu réel sur 2 jours dans le cimetière du Père Lachaise (30 et 31 novembre 2008) ; 24 adultes en bonne santé (12 hommes et 12 femmes) tous volontaires et bénévoles, âgés de 22 à 54 ans ont participé à cette expérience. Le recrutement des sujets a été fait par annonce sur diverses listes de mail. Elle stipulait que les candidats devaient être en bonne santé (pas de trouble neurologique) et ne pas connaître le lieu de l'expérience. L'équipe scientifique était constituée de 4 personnes : 3 chercheurs et une personne pour aider au bon déroulement. Les 24 sujets ont été divisés aléatoirement en 3 groupes selon le mode de prise d'information, toutefois chaque groupe de 4 sujets devait compter 2 hommes et 2 femmes.

1.1.1 Le lieu

Le lieu fut sélectionné selon plusieurs critères. Les principaux étaient : un espace extérieur à caractère urbain, dans lequel la définition de plusieurs parcours était possible et dont la couverture GPS était optimale. De plus, un lieu restreint facilitait le déroulement de l'expérience. Paramètres auxquels il fallait ajouter la donnée centrale : cet espace devait jouir d'une représentation virtuelle consultable en mode de pré-expérience. Sans oublier la variable logistique qui imposait quasiment un lieu dans la capitale française, afin de réunir 24 sujets sur 2 jours. Donc un lieu touristique dans la capitale semblait réunir toutes les caractéristiques. Après plusieurs recherches le cimetière du Père Lachaise dans le 20^e arrondissement de Paris fut choisi. Rappelons qu'à cette époque (novembre 2008), Google Street View qui aurait été un support plus adapté était disponible depuis juillet 2008 sur le parcours du Tour de France et seulement depuis octobre 2008 pour Paris. Il nous a été impossible de modifier le lieu de l'expérience au dernier moment, car cela remettait en cause plusieurs mois de préparation.

Toutefois, le Père Lachaise réunissait toutes les conditions recherchées. Un site internet qui offre la possibilité de faire une visite virtuelle par assemblage photographique (QTVR) ressemblant à l'ancienne version de Google Street View, un espace vaste qui possède de nombreuses caractéristiques urbaines ainsi que des points de repère de tous types (végétaux, tombes, voiries) et la possibilité de définir deux parcours.

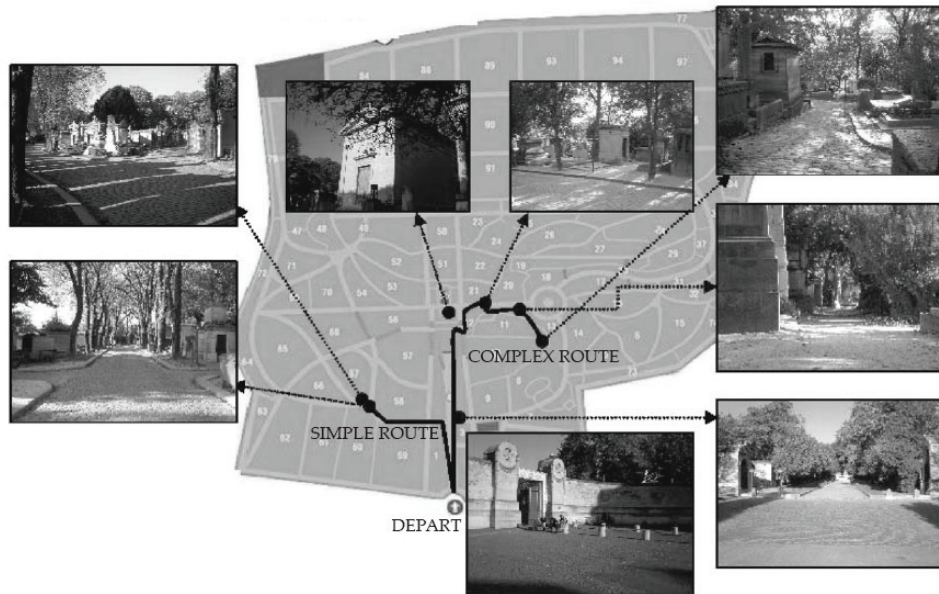
1.1.2 Les parcours

Notre objectif étant de comparer les modes d'apprentissage de l'espace, nous avons eu l'idée de rendre cette comparaison plus pertinente en définissant deux parcours. Un, considéré comme simple (figure n° 1) et un autre dit complexe (figure n° 1). Dans les deux cas, le point d'arrivée n'était pas visible du point de départ. L'entrée principale du cimetière faisait office de point de départ pour les deux parcours (figure n° 1).

Le parcours simple consiste à se rendre à un point d'arrivée sans condition particulière. Ce parcours est court et ne comporte qu'un changement de direction majeur (sur la gauche). Il s'effectue sur des voies pavées relativement larges et la dénivellation y est nulle. C'est un parcours à angle droit qui reprend l'idée du plan « jeffersonien » des villes nord-américaines (figure n° 1).

Le second parcours est dit complexe, car il est beaucoup plus long et emprunte divers types de voies. Les sujets se voyant attribuer ce parcours ont pour objectif de rejoindre le point d'arrivée en passant obligatoirement par un point de repère précis : la chapelle. Le début du parcours s'effectue sur des voies larges et pavées tandis que la seconde partie est constituée de voies courbes en terre bien plus étroites. La dénivellation est cette fois marquée et la végétation bien plus dense. La principale difficulté du parcours complexe réside en un changement de direction qui s'opère après le passage du point de repère obligatoire de la chapelle. L'embranchement dit secondaire inclut un changement de direction sur la droite sur une voirie différente, les sujets passent alors d'une voie pavée à un chemin en terre.

Figure n°1 : Photographies du parcours simple et complexe de l'expérience au Père Lachaise



Réalisation Boumenir Yasmine (2009), in Boumenir Yasmine, Georges Fanny, Valentin Jérémie, Rebillard Guy, Dresp-Langley Birgitta (2010), « Wayfaring through an unfamiliar environment », in *Perceptual and Motor Skills*, n°111, vol. 3, pp. 829-847

1.1.3 Le questionnaire

Suite à l'expérience, un questionnaire était distribué à chaque sujet. La première question renseignait le nom et le prénom du sujet. La deuxième consistait à établir la connaissance du lieu (Avez-vous déjà visité le Père Lachaise ? Si oui, pouvez-vous préciser ?). La troisième devait nous renseigner sur les usages familiers de prise d'informations. De façon à comparer les habitudes des GPS avec les coutumiers du plan urbain affiché (Avez-vous pour habitude de consulter des plans pour trouver votre chemin ? Si oui, quels types (carte papier, GPS, internet, plans affichés dans les espaces publics...) ?). La question suivante consistait à catégoriser les qualités intrinsèques de navigation des sujets selon leur propre avis (Vous vous perdez... souvent, jamais, parfois ? (Entourez)). La cinquième question concernait leur état de santé, qui aurait pu biaiser l'expérience et les résultats pour nos collègues en neurosciences (Avez-vous des troubles neurocognitifs diagnostiqués ?). La question suivante nous renseignait sur l'usage d'espace en 3 dimensions, là aussi dans le but de faire des comparaisons entre sujets (Jouez-vous à des jeux vidéo ou des espaces en 3D ? Oui / Non. Si oui, pouvez-vous citer quelques exemples ?). Et enfin la dernière question primordiale, portait sur les repères, si important dans le processus d'apprentissage de l'espace. Les résultats de cette dernière question offraient ainsi la

possibilité d'un traitement sémiotique des termes utilisés par les sujets (Quels repères avez-vous utilisés pour (re)trouver votre chemin ?).

1.1.4 Dispositif technique

Le dispositif technique était double. L'un permettait la réalisation de la visite virtuelle et l'autre était commun aux 3 modes de prise d'information, car il s'agissait du système de traçage par GPS. Pour les deux autres conditions, la pré-expérience par plan en 2D s'effectua avec un plan simple sans annotation particulière et imprimé sur une feuille A4. Quant à la visite guidée, elle ne jouissait pas de dispositif technique particulier.

Les sujets qui se voyaient attribuer la visite virtuelle devaient traverser la rue pour se rendre dans une brasserie en face de l'entrée du cimetière. Ce choix fut conditionné par le besoin de connectivité à internet pour se rendre sur le site du Père Lachaise, mais aussi pour des raisons de confort climatique. Notre dispositif se composait d'un ordinateur portable de 15 pouces et d'une souris. L'interface web de la visite guidée dispose d'un plan interactif à côté du cadre prévu pour la navigation virtuelle, afin de ne pas biaiser l'expérience virtuelle avec un apport d'informations supplémentaires, nous avons effectué un zoom sur l'écran de façon que seul le cadre dédié à la visite virtuelle soit visible.

Pour la récolte des données, nous avons eu recours à un dispositif de traçage par GPS. Chaque sujet était équipé d'un téléphone portable avec récepteur GPS interne (HTC P3600 et Samsung SGH-i780). Un logiciel libre (GPSed), disponible en téléchargement gratuit, avait été installé sur les deux appareils. GPSed est un logiciel qui permet de produire une trace numérique géoréférencée ; son fonctionnement est relativement simple. Une fois le parcours terminé le logiciel sauvegarde la trace sous un format .gpx, qui est ensuite exporté vers d'autres logiciels ou vers le service web du logiciel. Une fois uploadées sur le service web, les traces peuvent être exportées en « .kml » pour être intégrées à Google Earth. L'enregistrement produit des données fiables, le dispositif recalculant chaque seconde la position du récepteur GPS. Il en ressort des traces géolocalisées avec une définition de l'ordre du mètre, nous renseignant sur la distance, le temps, les vitesses (maximum et moyenne) et le dénivelé des parcours.

1.1.5 Le déroulement

Les 24 sujets avaient rendez-vous à l'entrée principale du cimetière. Les 8 sujets de la condition visite virtuelle étaient redirigés vers une brasserie en face de l'entrée principale. Pour les autres le briefing se déroulait au point de départ de l'expérience. Les 8 sujets en condition plan 2D, ont consulté pendant deux minutes en silence une carte indiquant seulement leur point de départ et leur point d'arrivée. Le plan d'origine a été agrandi et imprimé sur une feuille A4. Le même processus a été respecté pour le parcours simple et le parcours complexe. Une fois les deux minutes écoulées le plan 2D leur a été retiré.

La visite guidée consistait à accompagner sur l'un des deux parcours le sujet depuis le point de départ jusqu'au point d'arrivée. Le parcours était effectué sur le même trajet à l'aller comme au retour. La navigation accompagnée était réalisée en silence sans que l'observateur scientifique ne donne d'indications particulières. Seul l'emplacement de la chapelle (point de passage obligatoire) était signifié au sujet du parcours complexe.

Les 8 sujets de la condition virtuelle étaient installés seuls avec un observateur scientifique à une table équipée d'un ordinateur portable 15 pouces. L'itinéraire de la visite virtuelle est constitué d'un assemblage de photographies en vue 360°, dans lequel le sujet se déplace avec les flèches directionnelles du clavier et de la souris. Le dispositif informatique donne alors une impression de dimension et simule la navigation dans un univers 3D. Pour se déplacer dans cet univers, le sujet suit les indications de direction d'un des observateurs scientifiques. L'expérience virtuelle n'était pas limitée dans le temps et les individus pouvaient faire pivoter sur 360° la vue à tout moment, afin de s'imprégner au mieux de l'espace. Tout comme pour la condition visite guidée, le trajet virtuel a été effectué à l'aller comme au retour. Une fois le parcours virtuel terminé le sujet rejoignait l'entrée du Père Lachaise et se voyait équiper d'une pochette hermétique contenant le récepteur GPS. Il recevait alors comme consigne, tout comme les autres individus, de ne pas toucher au dispositif technique. Les observateurs scientifiques étaient disposés au point de départ et d'arrivée des parcours afin d'enclencher et d'éteindre le dispositif de traçage. Les sujets, après l'expérience, étaient ensuite accompagnés à l'entrée et invités à rejoindre la brasserie pour remplir le questionnaire. Chaque individu partait accompagné d'un numéro de téléphone qu'il pouvait utiliser à partir de l'instant où il se considérait comme perdu. À partir de ce moment, un des observateurs scientifiques récupérait le sujet afin d'éteindre le dispositif de traçage. L'expérience se déroula sans problème majeur et nous fournit de nombreuses données à traiter. Afin de compléter les comparaisons entre traces GPS, à la fin des deux jours, les trois observateurs scientifiques équipés du dispositif de traçage ont effectué chacun les deux parcours. Les traces GPS obtenues (« experts »), représentent les trajectoires optimales sur les deux parcours.

2. LES RESULTATS : UNE VISITE VIRTUELLE DEFICIENTE

Après nettoyage des traces GPS, qui consiste à éliminer toutes les distances parasites afin par exemple de faire débiter toutes les traces exactement du même point, ou encore de supprimer le piétinement d'un sujet après s'être déclaré perdu. Les résultats généraux corroborent les études préalables sur les GPS. La visite virtuelle (100% d'échec en parcours complexe) est moins efficace que la visite par carte (50% d'échec en parcours complexe), tandis que la visite guidée reste le moyen de prise d'information optimal (100 % de réussite en parcours complexe). Cependant, voyons en détail les résultats, en vue d'en extraire les points remarquables. Le premier tableau (tableau n°1) nous renseigne, tous modes de prise d'information confondus, sur les

temps, les distances, la vitesse, le nombre d'arrêts, le nombre d'erreurs et le pourcentage de réussite des 24 sujets (sans les experts).

Tableau n°1 : Tableau comparatif des résultats selon les parcours

	<i>Parcours simple</i>		Parcours complexe	
	<i>Moyenne</i>	<i>Écart type</i>	Moyenne	Écart type
Temps (sec)	219,2	54,9	854,8	406,3
Distance (m)	272,4	42,2	892,6	369,6
Vitesse (km/h)	4,5	1,13	4	0,8
Nombre d'arrêts	0,08	0,28	0,08	0,28
Nombre d'erreurs	0,17	0,38	2,83	2,33
Pourcentage de réussite	100	0	50	42.64

Valentin Jérémie (2010)

2.1 Temps, distance et vitesse

Pour le parcours simple, on observe que quel que soit le mode de prise d'information la différence entre les moyennes et les écarts type reste faible. On observe seulement un écart type de 54 secondes pour les temps de parcours et de 42 mètres pour les distances. En revanche sur le parcours complexe cette relative homogénéité n'est pas respectée. Les écarts types sont proches de la moitié des valeurs des moyennes. Il y a de fait disparité entre les résultats selon les individus. En effet alors que les experts ont parcouru en moyenne 460 mètres et les sujets en visite guidée 672 mètres, les individus sous la condition visite virtuelle ont quant à eux parcouru 1128 mètres en moyenne. On retrouve les mêmes disparités de valeurs pour les temps de parcours.

Voyons maintenant le tableau suivant qui met en exergue les différents modes de pré-expérience (tableau n°2).

Pour le parcours simple pas ou peu de différences majeures. Néanmoins, une hiérarchie se dégage. Les sujets en condition visite guidée obtiennent des valeurs très proches des experts, 193 secondes pour les visites guidées contre 172 secondes pour les experts. Les distances parcourues sont même, à 6 mètres près, meilleures pour les visites guidées, sans doute à cause d'un léger décalage du point de départ des sujets. Parallèlement, les visites plan et virtuelle ont été plus longues en distance et en temps. Quant aux vitesses moyennes de parcours, elles restent très proches.

En ce qui concerne le parcours complexe, les disparités apparaissent nettement plus marquées. Tout d'abord, les trois modes de prise d'information ont obtenu des résultats très largement moins bons que les experts. Ensuite la hiérarchie entre les

modes d'informations s'accroît. La visite guidée avec ses 100% de réussite se détache des deux autres modes. En effet avec 493 secondes de moyenne la visite guidée reste à distance raisonnable de la moyenne des experts (378 secondes). Au contraire, les moyennes de la visite plan et de la visite virtuelle sont deux à trois fois plus élevées (930 secondes et 1140 secondes). Pour les vitesses de parcours, là aussi la visite guidée se démarque avec une vitesse moyenne de 4,8 km/h contre 3,5 km/h et 3,7 km/h pour la vitesse des visites plan et virtuelle (tableau n°2). Afin d'illustrer visuellement ces disparités, nous avons opté pour une superposition des traces GPS sur un fond de carte satellite (figure n° 2).

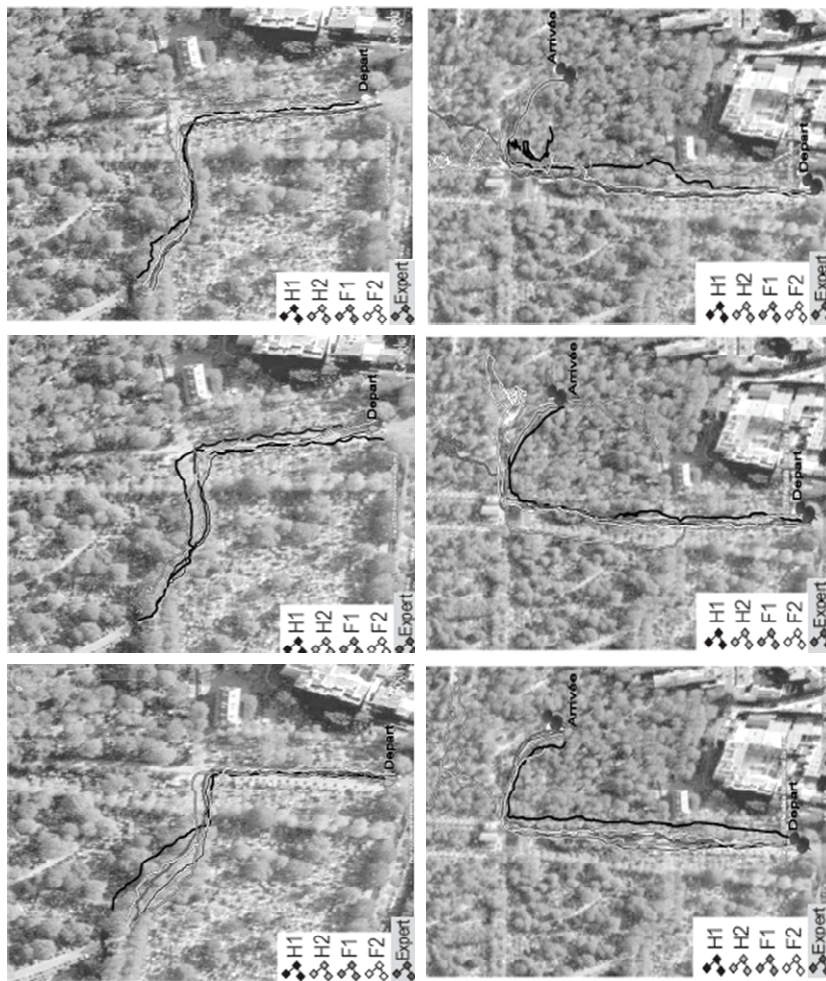
Tableau 1.92 : Tableau comparatif des résultats selon trois modes de prise d'information.

	Visite guidée			Visite plan			Visite virtuelle			Experts
	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	
PARCOURS SIMPLE										
Temps (sec)	193,75	35,9	230,25	60,47	233,75	69,37	172	34,69		
Distance (m)	246,45	9,48	286,4	66,13	284,4	26,62	253,5	12,64		
Vitesse (km/h)	4,2	1,17	4,72	1,52	4,57	0,92	5,76	0,66		
Nombre d'arrêts	0	-	0,25	0,5	0	-	0	-		
Nombre d'erreurs	0	-	0,25	0,5	0,25	0,5	0	-		
Pourcentage de réussite	100	-	100	-	100	-	100	-		
PARCOURS COMPLEXE										
Temps (sec)	493,75	-262,05	930	466,5	1140,75	169,73	378,66	94,64		
Distance (m)	672,575	-419,85	876,975	344,25	1128,38	259,2	460,5	18,3		
Vitesse (km/h)	4,8	-0,53	3,52	0,5	3,7	0,67	4,5	1,11		
Nombre d'arrêts	0	-	0,25	0,5	0	-	0	-		
Nombre d'erreurs	1,25	2,5	1,75	0,82	5,5	2,5	0	-		
Pourcentage de réussite	100	-	50	-	0	-	100	-		

Valentin Jéréemie (2010)

À l'exception d'un sujet qui a effectué une erreur au seul embranchement majeur du parcours simple, l'ensemble des sujets a trouvé rapidement le point d'arrivée quelle que soit la condition. Inversement, le contraste avec les parcours complexes est frappant. La réalisation des parcours est nettement plus chaotique. Pour la condition visite guidée, même si un individu exécute un détour important, la totalité des sujets atteint le point d'arrivée. Par contre, pour la condition visite plan, seuls deux hommes arrivent à destination (figure n°2), avec pour l'un d'entre eux un parcours atypique. Il est intéressant de voir qu'un seul sujet a su négocier l'embranchement clé du parcours complexe, situé après le point de passage obligatoire de la chapelle. Les trois autres ont ignoré cet embranchement, ce qui a eu pour conséquence une perte de repère et une situation d'égarement pour deux de ces trois sujets (figure n°2). Et enfin dans la condition virtuelle l'image superposée des traces est complètement chaotique : aucun des quatre sujets qui n'ont pu atteindre l'arrivée du parcours. Trois d'entre eux après plusieurs minutes d'égarement se sont redirigés vers le point de départ. La dispersion des traces au même embranchement clé après la chapelle nous amène à penser que la pré-expérience virtuelle ne semble pas fournir les informations nécessaires à la capitalisation mentale des changements de direction « importants » pour une navigation réelle efficiente. Afin de compléter ce constat, analysons dès à présent le nombre d'arrêts et d'erreurs selon les parcours et les modes d'apprentissage de l'espace.

Figure n°2 : Superposition des traces GPS selon les deux parcours



Réalisation Boumenir Yasmine (2009), in Boumenir Yasmine, Georges Fanny, Valentin Jérémie, Rebillard Guy, Dresp-Langlej Birgitta (2010), « Wayfaring through an unfamiliar environment », in *Perceptual and Motor Skills*, n°111, vol. 3, pp. 829-847

2.2 Arrêts et erreurs

On considère un arrêt comme tel quand la vitesse du sujet décroît en dessous de 0,5 km/h, puis augmente pour atteindre une vitesse de marche normale. Le point d'arrêt est assimilé à une hésitation dans la navigation spatiale. L'individu marque généralement un arrêt pour se réorienter ou pour valider la prochaine direction à prendre. L'arrêt est donc synonyme de confusion, résultant d'une mauvaise capitalisation des informations préalablement visionnées.

Une erreur est en réalité un retour sur ses pas. À partir de l'observation des traces GPS, nous considérons une erreur dès le moment où un sujet effectue un changement de direction qui implique un retour sur ses pas. De fait, un changement de direction erroné dû à un embranchement n'est pas comptabilisé, car même si des changements de direction débouchent sur une perte de la trajectoire optimale, le sujet n'est pas nécessairement dans une situation d'erreur ; nous considérons qu'il continue son exploration. Nous ne pouvons pas, par la simple observation des traces en déduire que le sujet se trouve à cet instant en situation d'égarement.

Les résultats corroborent les premières observations. Alors que la différence d'arrêts entre le parcours simple et complexe selon les trois modes de prise d'information est nulle, elle est nettement plus marquée en ce qui concerne les erreurs. Les sujets du parcours complexe ont fait en moyenne 14 fois plus d'erreurs que leurs camarades du parcours simple (0,17 contre 2,38 erreurs en moyenne par trajet). Dans le détail, la hiérarchie observée précédemment entre les trois modes de prise d'information est respectée. Sur le parcours complexe alors que les sujets en visite guidée et visite plan obtiennent 1,25 et 1,75 erreur en moyenne, les sujets en condition visite virtuelle sont à 5,5 erreurs de moyenne. Il semble là encore que la prise d'information par pré-expérience virtuelle ne permette pas une représentation mentale de l'espace suffisante pour l'exploration d'un espace inconnu avec plusieurs changements de direction.

La visite virtuelle apparaît clairement moins efficace que les deux autres modes de pré-expérience. À l'image des études sur les GPS, un univers virtuel d'assemblage photographique altère l'apprentissage de l'espace. Une telle pré-expérience de l'espace semble manquer d'impact sur l'individu. Les informations transmises ne semblent pas permettre une connaissance approfondie de la direction générale et des embranchements d'un parcours complexe. Pour vérifier cela, nous avons travaillé sur la forme générale des parcours selon les modes d'apprentissage (figure n°3).

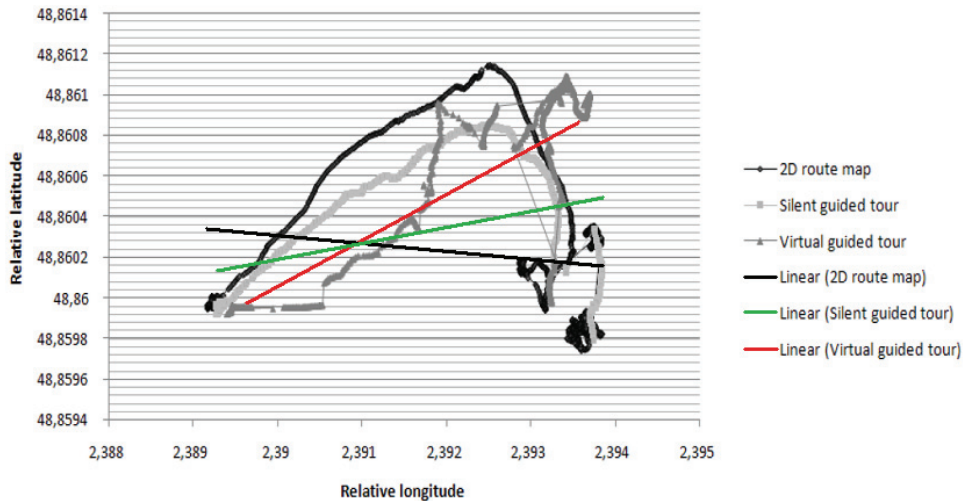
2.3 L'orientation globale

Pour analyser l'impact des modes de prise d'information sur l'orientation des sujets, nous avons eu recours à la construction de plusieurs droites de régression linéaire selon la moyenne des traces GPS. Le parcours simple a été écarté au profit du parcours complexe plus expressif. En effet tous les sujets ont réussi le parcours simple sans erreurs majeures, en revanche les résultats dispersés du parcours complexe vont se montrer riches d'enseignements.

Après le calcul de la moyenne des quatre traces selon chaque mode de prise d'information, nous avons construit à partir des points (nuage de points des

coordonnées) une régression linéaire et un coefficient de régression linéaire pour chaque moyenne. Le tout est alors révélateur de l'orientation générale des trajectoires des individus (figure n°3).

Figure n°3 : Moyenne des trajets et régression linéaire pour le parcours complexe selon trois modes de prise d'information



Réalisation Georges Fanny (2009), Boumenir Yasmine, Georges Fanny, Valentin Jérémie, Rebillard Guy, Dresp-Langley Birgitta (2010), « Wayfaring through an unfamiliar environment », *Perceptual and Motor Skills*, n°111, vol. 3, pp. 829-847

Le coefficient de corrélation linéaire de la visite virtuelle est de 0,5759, pour la visite guidée on obtient 0,1701 et enfin pour la visite plan il est de 0,0259. Pour rappel si le coefficient linéaire est égal ou proche de 1, le nuage de point est parfaitement aligné. De fait, les différences entre ces coefficients peuvent être interprétées comme fonction de la trajectoire produite. En effet la fonction linéaire de la condition virtuelle étant la plus proche de 1, elle est donc associable à une linéarité rectiligne des points de coordonnées GPS et donc des parcours. Les coordonnées des points représentant la moyenne des traces sont donc moins éloignées que pour les deux autres conditions. Cette remarque confirme les observations précédentes de l'analyse visuelle des traces GPS (figure n°1). Les sujets n'ont pas effectué le changement de direction lors de l'embranchement clé du parcours. Trois d'entre eux ont continué de manière rectiligne leur navigation. D'où une dispersion moins importante des points par rapport aux deux autres conditions, sous lesquelles les individus ont pour la plupart effectué un changement de direction marqué vers la droite de la zone d'expérience. La pré-expérience virtuelle n'a pas été assez efficace pour l'apprentissage d'un trajet complexe avec plusieurs changements de direction.

Pour les deux autres conditions, les coefficients sont plus proches de 0, donc avec un nuage de points plus éparpillés. Il semble que les sujets ont su se souvenir de la forme géométrique globale du parcours qui implique une plus grande dispersion des points de coordonnées GPS. Cependant il ya une différence entre le coefficient de la visite guidée (trajet optimum) et celui de la visite plan. La visite plan obtient un coefficient de corrélation linéaire de 0,0259 soit le plus proche de 0, cette différence se retrouve dans la forme des traces GPS. En effet pour la visite guidée le sujet qui s'est égaré a poursuivi son parcours de manière linéaire avant de revenir vers le point d'arrivée. En revanche les erreurs des sujets en conditions plan ont été commises loin de l'axe linéaire qui symbolise toute la première partie du parcours. Les erreurs se situent généralement après avoir effectué le changement de direction vers la droite. Sans doute l'aspect très schématique d'un plan en 2D explique cette situation. Un plan donne une représentation caractéristique de l'espace, accentuant la forme géométrique. Du coup les sujets savaient qu'ils devaient tourner sur la droite et ce n'est qu'ensuite qu'ils se sont égarés. Alors qu'en visite virtuelle les traces et leurs erreurs suivent la linéarité du début du parcours.

On peut alors déduire que le dispositif virtuel procure une image trop linéaire de l'espace, due à la représentation et à la navigation séquentielle. Ce dispositif n'est pas assez efficace pour inculquer la forme géométrique globale d'un espace complexe. Tandis que les deux autres modes offrent, eux, une représentation de l'espace satisfaisante.

3. Les stratégies de navigation

Notre première approche sur l'identification des carences du mode de prise d'information par représentation virtuelle de l'espace a mis à jour quelques éléments clés. Le dispositif virtuel de pré-visionnage de l'espace ne permet pas une capitalisation d'information suffisante pour une navigation complexe dans l'espace réel. La navigation séquentielle et l'altération de la forme géométrique du parcours semblent être les éléments déterminants des échecs répétés de nos sujets. Néanmoins, ces deux éléments ne suffisent pas à expliquer un tel taux d'échec. La pré-expérience de l'espace semble agir sur d'autres éléments clés de l'apprentissage de l'espace, comme l'utilisation des points de repère. C'est pourquoi une étude des stratégies de navigation selon le mode de prise d'information nous semble primordiale. Ce travail se base sur l'analyse comparée des termes retranscrits par nos participants dans le questionnaire post trajet. Cette approche sémantique, initiée par notre collègue F. Georges, va s'avérer fort prolifique en enseignement.

Les participants de notre expérience étaient donc invités à la fin de leur parcours à répondre à quelques questions. La dernière question concernait leur stratégie de navigation. Si certains sujets se sont contentés de quelques mots, d'autres ont retranscrit un récit complet agrémenté de schéma et de croquis. Il ressort de l'analyse des termes, plusieurs champs sémantiques très distincts : le premier relatif aux voies (dans le sens large), le second aux édifices, le troisième à la signalétique et un dernier relatif aux repères naturels.

Figure n°4 Tableau sémantique des termes de navigation et des stratégies de navigation

Code Sujets	Termes de navigation	Stratégies de navigation
PS-VG H1	Plaquette chapelle	J'ai suivi les plaquettes chapelle
PS-VG H2	Tombes, route	Lecture des noms sur les tombes (croquis dessiné)
PS-VG F1	Chapelle, tombes	J'ai suivi les plaquettes chapelle, plus repérage des tombes
PS-VG F2	Panneau (crématorium), massif fleurs	Suivre la signalétique
PS-VP H1	Intersection	
PS-VP H2	Tombes, monuments	
PS-VP F1	Embranchements, croisements de chemin	Mémorisation des embranchements et le nombre de croisement
PS-VP F2	Croisements, fourche	Mémorisation du plan, des croisements et de l'arrivée en forme de fourche
PS-VV H1	Repères numériques	Souvenir du parcours sur PC
PS-VV H2	Route, tombes, monuments	
PS-VV F1	Tombes	Disposition de certaines tombes, mémorisation du plan interactif
PS-VV F2	Allée, bande de gazon, tombes, chapelles, gauche	Suivre allée avec les deux bandes de gazon, puis je devais aller à gauche
PC-VG H1	Grands bâtiments, panneaux, pavage chemin, tombe remarquable	Recherche des repères
PC-VG H2	Repère visuel	Feeling
PC-VG F1	Tombes	
PC-VG F2	Panneaux, bâtiment, chapelle	
PC-VP H1	Rond-point, perpendiculaire à la chapelle, droite / gauche), allée, route, chemin, fontaine, sentier	Analyse de la forme générale, mémorisation de 1 : allée jusqu'à la chapelle, 2 : changer de direction après la chapelle
PC-VP H2	Grands chemins	Suivre les grands chemins le plus longtemps possible
PC-VP F1	Les grandes places, tombes	Déduction du point d'arrivée
PC-VP F2	Chapelle, courbe, sentier	1 : la chapelle, 2 : forme courbe du sentier de la deuxième portion de l'itinéraire
PC-VV H1	Tombes, routes, arbres, chapelle, dénivelé	Classification des repères entre virtuel et réel
PC-VV H2	Tombes, monuments, chemin pavé, escalier	Mémorisation des points de repère, impossibilité de les articuler dans le réel
PC-VV F1	Monuments, chapelle, statue, obélisque	Mémorisation insuffisante des points de repère, sans le contexte
PC-VV H2	Droite, gauche	Mémorisation d'endroits auxquels j'ai associé des directions

Le champ lexical des voies se compose de onze termes différents, cités vingt-huit fois en tout. De fait certains sont récurrents, comme : chemin, route, sentier et rond-point, d'autres sont en revanche spécifiques au type de parcours. Ainsi, le mot fourche, qui représente la forme finale du parcours simple, n'est cité que par les sujets du parcours simple. Les termes relatifs aux édifices sont aux aussi très présents. On retrouve, par exemple, 8 fois le terme chapelle. Ce terme désignait le point intermédiaire par lequel les sujets devaient passer pour parvenir au point d'arrivée du trajet complexe. Mais curieusement quatre de ces occurrences apparaissent dans les témoignages des sujets ayant suivi le parcours simple, pour en fait désigner le panneau chapelle situé à l'intersection principale du parcours, quand bien même indiquait-il une autre direction. Le terme tombe est utilisé huit fois également, dont trois fois pour désigner une tombe précise, et trois fois pour désigner un ensemble de tombes identifiées (deux/trois personnes citent le nom inscrit sur une tombe). Le terme de monument apparaît trois fois dont une fois pour désigner le monument aux morts. Le terme bâtiment apparaît deux fois statue et obélisque apparaissent une fois chacun.

Viennent ensuite les occurrences relatives à la signalétique. Le terme panneau est présent trois fois et plaquette deux fois. Ils sont surtout cités par les sujets en condition visite guidée, qui les utilisent comme point de repère en dépit de leur indication textuelle. Et enfin quelques termes, comme arbre, bande de gazon, massif de fleurs, entrent dans le quatrième champ lexical, celui des structures naturelles. Il ressort de cette analyse comptable une sectorisation des termes de navigation. Certains comme les édifices et la signalétique sont fixes et ont pour objectif de valider les déplacements. D'autres, comme les voies, renvoient plus au mouvement et à une direction à suivre. Voyons maintenant si les modes de prise d'information influent sur l'utilisation des points de repère et sur les stratégies de navigation.

L'analyse globale des textes montre l'utilisation d'un style plutôt narratif en analogie avec une certaine théorie de la lecture de l'espace (R. Barthes, C. Geertz, L. Mondada). Nous retrouvons des marqueurs de temporalité (avant, hier, dans un premier temps), portant sur l'action (suivre, repérer, aller, mémoriser, associer). Néanmoins, l'articulation narrative des repères est clairement distincte pour chacun des modes de pré-expérience de l'espace.

3.1 Des stratégies distinctes

Pour la modalité visite guidée les sujets centrent leur stratégie de navigation sur la mémorisation des panneaux de signalétique comme point de repère. Cet effort de mémorisation comprend l'emplacement du panneau et l'information textuelle de ce dernier, même si l'information textuelle indique un lieu n'appartenant pas au parcours (du moins pour le parcours simple). Cinq des huit sujets citent clairement l'inscription chapelle ou crématorium présente sur les panneaux. Les participants s'attachent donc, une fois seuls dans l'espace, à retrouver ce point de repère, car il est associé à une intersection impliquant un choix de navigation : tourner à gauche pour le parcours simple et continuer tout droit pour le parcours complexe.

Dans la condition visite après consultation d'un plan, les repères récurrents font référence à des repères d'intersection. Pour le parcours simple, nous retrouvons les termes comme embranchement, croisement ou fourche. En revanche pour le parcours complexe, les termes utilisés rappellent la longueur et la grandeur du trajet (grand chemin, plus longtemps, grande place). Les différents types de voies sont aussi très clairement reportés tels que la route, le chemin ou le sentier. Quant au vocabulaire général, il fait référence à la forme géométrique du parcours (forme générale, axe perpendiculaire, forme courbe), qui comme nous l'avons vu précédemment est certainement liée à l'image schématique que le plan 2D renvoie.

Alors que la présence de flèches rouges sur l'interface du dispositif de visite virtuelle aurait pu faire attendre une utilisation systématique de repères directionnels (« à gauche », « à droite », « tout droit »), les participants de cette condition disent qu'ils ont majoritairement utilisé les tombes et monuments comme points de repère. Un seul participant sur huit cite les directions (des endroits auxquels j'ai associé : tout droit ou tourner à droite ou tourner à gauche). Pourtant, au cours de la consultation du périphérique virtuel, plusieurs individus répétaient pour eux-mêmes les instructions : tout droit, à gauche, tout droit, à gauche, pour mieux les mémoriser. La comparaison des récits d'expérience dans les autres modalités permet d'avancer une explication : les repères cités sont similaires à ceux qui sont cités par les participants de la visite guidée : tombes (trois personnes), monuments (deux personnes), panneaux (deux personnes). On pourrait supposer que la discordance entre les premiers mots prononcés spontanément pendant la consultation et ceux qui ont été répertoriés dans le questionnaire final, a pu émerger de l'effort cognitif pour retrouver les repères visionnés dans l'environnement virtuel. En effet, ce changement ne peut être produit par le simple fait qu'ils aient visité le lieu dans des conditions réelles, puisque c'est le cas également pour la condition « plan » et que les discours pour cette modalité sont bien spécifiques.

Chaque mode de prise d'information produit une capitalisation différente des points de repère. Alors que les stratégies de la visite guidée furent essentiellement de retrouver des points de repère identifiés lors du parcours accompagné, les deux autres conditions se distinguent par des stratégies distinctes.

Effectivement en condition visite plan la stratégie fut d'analyser et de mémoriser la forme et la structure des parcours (j'ai mémorisé les embranchements, mémorisé le plan, je me suis dit que, j'ai relevé, j'ai repéré). Cette stratégie a débouché pour deux des sujets sur une hiérarchisation en plusieurs étapes de navigation (1 : atteindre la chapelle, 2 : effectuer un changement de direction vers le point d'arrivée). L'un des participants a même dessiné un croquis illustrant sa stratégie.

En condition de pré-expérience virtuelle les expressions négatives et de manque dominant le discours, principalement pour le parcours complexe (pas de souvenir sinon tombes et chapelles, si je ne connaissais pas préalablement le lieu, je n'aurais pas eu assez de points de repère, le système a trop tendance à zapper des passages importants, je n'avais pas mémorisé suffisamment de repères, et surtout des repères « sans le contexte » !, problème du contexte). Les utilisateurs manifestent beaucoup de difficultés à effectuer le transfert entre virtuel et réel ; l'un d'eux rend compte de cette difficulté et de l'incompatibilité des informations prises dans le virtuel

par un tableau « réel » et « virtuel » dont les colonnes ne contiennent pas les mêmes informations. Les participants se retrouvent également dans une situation d'oubli. En effet si on compare les récits des parcours complexes avec les traces GPS, on s'aperçoit que les sujets sont en situation d'égarement, donc d'oubli après le passage de la chapelle (point intermédiaire). Ils se retrouvent incapables d'opérer le second changement de direction à l'approche de l'embranchement secondaire. La capitalisation des informations suite à une pré-expérience virtuelle semble donc dépendante de la distance représentée et donc de la distance parcourue virtuellement. Dans le cadre d'un parcours court, ce type de dispositif semble donc satisfaisant. En revanche dès que la distance croît l'efficacité du dispositif virtuel atteint ses limites.

Les individus ayant eu une pré-expérience virtuelle de l'espace ont donc su identifier certains points de repère ; cependant il leur a été impossible de replacer et d'articuler ces repères une fois dans l'espace réel. Le système virtuel de représentation de l'espace par assemblage photographique propose en quelque sorte une accumulation linéaire de points de repère. Il ne renvoie pas l'image de la forme générale d'un parcours, tout particulièrement si celui-ci implique plusieurs changements de direction dans un espace avec une topographie et une organisation changeantes. De plus, le rôle des points de repère principaux, ceux qui impliquent une action déterminante pour la navigation, semble complètement gommé par le système et par l'effet de la distance. Les éléments essentiels pour une navigation dans un espace inconnu sont alors mémorisés hors du contexte. Les individus ne semblent pas être capables d'effectuer le transfert d'échelle et d'information entre une pré-expérience virtuelle et la navigation réelle.

Conclusion et perspectives

Notre expérience, certes limitée à vingt-quatre sujets, a permis de corroborer et d'alimenter les études sur l'usage en condition simultanée ou de pré-expérience d'espaces virtuels. Tout comme les études sur le rôle des GPS dans l'apprentissage de l'espace, les mondes miroirs impactent eux aussi ces processus. Dans le cadre de notre travail, plusieurs aspects ont été mis en avant. Le point fondamental reste que la pré-expérience de l'espace via un dispositif de représentation virtuelle par assemblage photographique ne procure pas un apprentissage satisfaisant dans le cadre d'une navigation future. Malgré la qualité et les nombreuses informations transmises par le système, l'individu éprouve des difficultés à capitaliser et articuler dans l'espace ces informations. C'est, selon nos résultats, avant tout un problème de contexte, d'échelle et d'effet de la distance, en somme, des considérations éminemment géographiques. Cependant, cette affirmation n'est valable que dans le cadre d'un parcours qualifié de complexe, avec plusieurs changements de direction, une topographie changeante et une structure des voies variée. En effet, tous nos sujets ayant eu une pré-expérience virtuelle et un parcours simple (un seul changement de direction sur des voies larges et pavées) ont su rallier le point d'arrivée. La représentation virtuelle semble suffisante dans le cadre d'un parcours basique sans une rugosité marquée de l'espace. En situation plus complexe, le système montre ses faiblesses et semble devoir être

amélioré selon plusieurs points. Néanmoins, nous sommes tout à fait conscients que le dispositif virtuel de notre expérience souffre d'une interface rudimentaire qui influence donc les résultats. Mais il n'existe pas à l'heure actuelle un dispositif parfait. De fait nos conclusions sont en partie transposables à d'autres types de représentation virtuelle de l'espace qui utilisent l'immersion photographique à 360°, la méthodologie exposée dans ce travail pourrait permettre de tester d'autres dispositifs afin de statuer sur la question.

Suite aux problèmes de contexte(s), l'expérience, tout comme de nombreuses autres, a soulevé la question des points de repère. La prise d'information via un dispositif virtuel seul ne permet pas d'articuler les points de repère dans l'espace. De plus, les dispositifs virtuels altèrent le rôle de marqueur des points de repère par exemple lors d'un changement de direction. Et enfin, la navigation virtuelle via un périphérique type clavier ou souris se doit d'être repensée afin de la rendre plus immersive et donc plus efficace dans le cadre d'une appropriation de l'espace. Pour l'heure cette navigation « déconnectée » d'une navigation réelle participe à la mauvaise articulation des points de repère dans un espace inconnu. Encore une fois les représentations virtuelles de l'espace ont besoin de s'améliorer pour prétendre devenir une véritable alternative à la carte 2D par exemple. Néanmoins, toutes ces considérations méritent un regard particulier, car si l'usage de la représentation virtuelle de l'espace est encore en phase émergente, leur démocratisation rapide marque une évolution dans les rapports entre les êtres humains et les représentations de l'espace. Après une tradition occidentale millénaire d'usage de la carte 2D, qui en toute logique la rend « naturelle » aux yeux d'une majorité d'occidentaux, l'émergence des nouvelles technologies décrites dans ce travail annonce une évolution de cette situation historique.

Donc sans se vouloir définitive, bien au contraire, cette première expérience participe à la mise en lumière de nouvelles problématiques que le géographe se doit d'intégrer dans son approche scientifique sur la consommation et la construction de l'espace géographique et par là même des territoires. Effectivement, le phénomène actuel de pré-expérience virtuelle est sans doute seulement une étape dans la « fusion » entre spatialité réelle et spatialité virtuelle. L'espace géographique est une expérience empreinte de « réel » et de « virtuel » et le développement de la réalité augmentée ainsi que de la mise en relief (3D) des mondes miroirs préfigurent des situations nettement plus ambiguës.

Au-delà des résultats de cette expérience, qui souffre d'un panel réduit ethnocentré sur le monde occidental et qui ne reflète qu'en partie les modalités d'usages des mondes miroirs comme service de pré-expérience. Les résultats obtenus mettent donc en lumière des évolutions majeures dans les rapports à l'espace, particulièrement si ces derniers sont urbain ou touristique, mais soulèvent aussi des pistes méthodologiques tout à fait intéressantes pour les géographes.

En effet, le géo-traçage des individus via un terminal mobile est une méthode intéressante qui peut être utilisée en complément des approches classiques. Les géo-données, dans le sens de traces géoreférencées, sont alors pour le géographe et l'aménageur une extraordinaire source d'informations. Il existe déjà de nombreux exemples d'exploitation de ce type de données, par exemple la société RATP qui

observe et analyse son réseau grâce aux données issues des Passe Navigo . Le géographe aménageur peut alors envisager de combiner une approche classique par entretien avec des données géoréférencées. La démocratisation de la téléphonie mobile aidant, une grande majorité d'individus se retrouve porteur d'un terminal équipé d'un émetteur / récepteur GPS. Une sorte de rêve pour le chercheur, pouvoir connaître avec précision l'usage que font les êtres humains de l'espace. Cependant, ce détournement scientifique « flirte » avec le non-respect de la vie privée et problématise de fait de nouvelles interrogations quant à l'usage des géo-données. Sans entrer dans le débat, nous voulions aborder ce point, car les géo-données offrent une nouvelle source d'information que les géographes ont tout intérêt à prendre en compte. Enfin, la seconde remarque relève quant à elle de la prospective. L'aménageur de l'espace se doit de considérer et d'intégrer les nouveaux usages technologiques liés aux mondes miroirs. Il doit accorder et conceptualiser un espace « communicant » qui permet une optimisation des usages de l'espace aidé par la technologie actuelle. L'espace de demain doit être adapté à une consommation « réelle » et « virtuelle » de l'espace, même plus, l'espace et les objets qui le composent doivent pouvoir communiquer entre eux et avec les individus afin d'optimiser le recourt de plus en plus fréquent aux espaces virtuels dans le cadre d'un pratique réelle de l'espace.

Bibliographie

- ASSAYAG Jackie (2007), « Clifford Geertz (1926-2006) : L'anthropologie interprétative souveraine », *L'Homme*, 2007/2, n° 182, pp. 233-239.
- BAKIS Henry, VALENTIN Jérémie (2010), « Amatorisme cartographique et géographique à l'heure du web 2.0 : Questionnement autour de la néogéographie », *Netcom*, vol. 24, n° 1-2, pp. 109-132.
- BOUMENIR Yasmine, GEORGES Fanny, VALENTIN Jérémie, REBILLARD Guy, DRESP-LANGLEY Birgitta (2010), Wayfaring through an unfamiliar environment, *Perceptual and Motor Skills*, n°111, vol. 3, pp. 829-847.
- BARTHES Roland (1985), « Sémiologie et urbanisme », in *L'aventure sémiologique*, Paris, Seuil, pp. 261-271.
- FISHER Danyel (2007), « Hotmap: Looking at geographic attention », in *Windows research*, IEEE Computer Society, 8 p.
- LESHED Gilly, VELDEN Theresa, REIGER Oya, KOT Blazej, SENEGERS Phoebe (2008), « In-car GPS Navigation: Engagement with and Disengagement from the Environment », in CHI 2008 Proceeding of the 26th annual SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (Florence), New-York, ACM, pp. 1675-1684.
- ISHIKAWA Toru, FUJIWARA Hiromichi, IMAI Osamu, OKABE Atsuyuki (2008), «Wayfinding with a GPS-based mobile navigation system: A comparison with maps and direct experience», *Journal of Environmental Psychology*, vol. 28, pp 74–82.

- MONDADA Lorenza, RACINE Jean-Bernard (1992), « Géographie et sémiolinguistique », in BAILLY Antoine, FERRAS Robert, PUMAIN Denise, *Encyclopédie de la géographie*, Paris, Economica, pp. 257-272.
- PRESTOPNIK Jillian L., ROSKOS-EWOLDSSEN Beverly (2000), “The relations among wayfinding strategy use, sense of direction, sex, familiarity, and wayfinding ability”, *Journal of Environmental Psychology*, vol. 20, pp. 177-191.
- VALENTIN Jérémie (2010), *Usages géographiques du cyberspace : nouvelle appropriation de l'espace et l'essor d'une « néogéographie »*, Thèse de géographie, sous la dir. de Henry Bakis, Laboratoire Art-Dev, UMR 5281, Université de Montpellier III.