

UNIVERSITE LUMIERE LYON 2

Institut de psychologie

Ecole Doctorale : ECONOMIE, ESPACE, MODÉLISATION DES COMPORTEMENTS (E₂MC) Laboratoire
d'Etude et d'Analyse de la Cognition et des Modèles

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

THÈSE de Doctorat en PSYCHOLOGIE COGNITIVE Nouveau régime

Véronique HUSKA-CHIROUSSEL

26 avril 2000

Sous la direction de Monsieur le Professeur Robert MARTIN

Jury : M. R. MARTIN, Professeur, Université Lumière Lyon 2 M. A. CHAPON, Directeur de
Recherche, INRETS/LESCOT, Bron Mme A. SIMÕES, Professeur, Université Technique de
Lisbonne, Portugal M. C. TIJUS, Professeur, Université Paris VIII Mme C. THINUS-BLANC,
Directeur de recherche, CNRS, Marseille

Table des matières

| | |
|--|------------|
| REMERCIEMENTS . | 1 |
| Epigraphe . | 3 |
| INTRODUCTION GÉNÉRALE . . | 5 |
| CADRE THEORIQUE ET PROBLEMATIQUE : ETUDE DE L'ORIENTATION SPATIALE . . | 11 |
| 1- UN PEU D'ETHOLOGIE ANIMALE : L'ORIENTATION UNE ACTIVITE INSTINCTIVE? . . | 11 |
| 1-1 Les tropismes . | 12 |
| 1-2 Les migrations animales . . | 13 |
| 1-3 Les comportements « intelligents » d'orientation . | 13 |
| 2- L'ORIENTATION SPATIALE HUMAINE . | 18 |
| 2-1 L'orientation spatiale et le « wayfinding » . | 18 |
| 2-2 Les processus cognitifs liés aux connaissances spatiales . | 23 |
| 2-3 Les « Cartes Mentales » : l'instance cognitive révisée des données spatiales . | 52 |
| 3- Création d'itinéraires et processus cognitifs . | 71 |
| 3-1 Itinéraire nouveau dans un environnement familier . | 72 |
| 3-2 Itinéraire nouveau dans un environnement inconnu . . | 77 |
| 4- PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES . | 95 |
| Contributions expérimentales « orient » . | 101 |
| 5- Objectifs et définition du protocole « ORIENT » . . | 101 |
| 5-1 Hypothèses . | 102 |
| 5-2 La sélection des sujets . . | 103 |
| 5-3 Expérimentation en site réel . . | 105 |
| 5-4 Les paramètres observés . . | 106 |
| 5-5 Le matériel de l'expérimentation et le dispositif d'observation . | 107 |
| 5-6 Questionnaire et test sur l'imagerie visuelle . | 112 |
| 5-7 Questionnaire : évaluation subjective des caractéristiques des systèmes . | 113 |

| | |
|---|-----|
| 6- Les caractéristiques des sujets . | 114 |
| 6-1 Un échantillon masculin . . | 114 |
| 6-2 Caractéristiques des sujets selon les groupes . | 114 |
| 7- Le guidage en situation de conduite : résultats des effets de l'image . . | 117 |
| 7-1 Quelques remarques sur l'expérimentation . | 117 |
| 7-2 L'observation des stratégies visuelles : analyse globale du nombre et des temps des regards du conducteur vers l'écran . | 118 |
| 7-3 Comparaison des stratégies visuelles entre les systèmes Symbolique et Figuratif . | 122 |
| 8- Comparaison des systèmes au second passage : quel type d'information permet un meilleur rappel ou une meilleure reconstitution ? . | 134 |
| 8-1 Les erreurs : résultats globaux . | 135 |
| 8-2 Analyse des erreurs pour chaque carrefour . . | 136 |
| 8-3 Evaluation des systèmes de guidage par mise en relation des stratégies visuelles et des erreurs . . | 140 |
| 9- Analyse des descriptions d'itinéraires . . | 141 |
| 9-1 Classement des descriptions d'itinéraires . | 141 |
| 9-2 Catégorisation : les expressions nominales . | 142 |
| 9-3 Résultats de l'analyse linguistique quantitative . . | 144 |
| 10- L'évaluation subjective des systèmes . . | 147 |
| 10-1 Une information représentative de la situation perceptive . . | 147 |
| 10-2 Aucune gêne liée à un événement exogène . . | 148 |
| 10-3 Satisfaction de la durée de présentation de l'information . . | 149 |
| 10-4 Evaluation sur les critères physiques et psychologiques . | 149 |
| 10-5 Informations jugées suffisantes pour la réalisation des deux trajets . | 154 |
| 10-6 Informations supplémentaires pour l'amélioration du guidage . . | 155 |
| 10-7 Informations supplémentaires pour réaliser un trajet de mémoire ? . . | 157 |
| 10-8 Synthèse et conclusion . | 159 |
| 11- DISCUSSION DES RÉSULTATS . . | 160 |
| Introduction . | 160 |
| 11-1 Les stratégies visuelles lors de la reconnaissance . . | 161 |

| | |
|---|------------|
| 11-2 Les erreurs de compréhension de message . | 167 |
| 11-3 Les erreurs liées à la mémoire . . | 171 |
| 11-4 Les caractéristiques des sujets . . | 177 |
| 11-5 Conclusion . . | 177 |
| Contributions expérimentales « LISBOA » . | 179 |
| 12- Objectifs et définition du protocole de l'expérimentation « Lisboa » . . | 179 |
| 12-1 Hypothèses . | 181 |
| 12-2 Définition du Protocole . . | 181 |
| 13- Description de l'échantillon en termes de connaissance de la ville et d'utilisation des transports. . . | 194 |
| 14- Comparaison entre les fiches . | 196 |
| 14-1 Les effets indirects . | 196 |
| 14-2 Comparaison globale entre les fiches en temps de parcours piétonnier . | 197 |
| 14-3 Comparaison détaillée entre les fiches à chaque nœud de correspondance . . | 199 |
| 15- Distinction entre le milieu urbain et le milieu souterrain . | 203 |
| 16- Erreur et hésitation . | 205 |
| 16-1 Observation des comportements à chaque correspondance . . | 206 |
| 16-2 Synthèse . . | 213 |
| 17- Evaluation des fiches . | 214 |
| 17-1 Critères généraux . | 214 |
| 17-2 Analyse des questions ouvertes . | 217 |
| 18- Analyse des résultats des différents Questionnaires de Sensibilisation à un mode de Langage et du test Minnesota Paper Form Board . | 219 |
| 18-1 Les Questionnaires sur la Sensibilisation des Langages (QSL) et les temps de parcours . . | 219 |
| 18-2 Analyse des résultats au MPFB (Minnesota Paper Form Board) . | 224 |
| 18-3 Relation entre les résultats du MPFB et le QSL S . | 224 |
| 18-4 Résultats liés à un exercice d'orientation extrait du QSL S (question 15) : Relation avec le temps de parcours et le MPFB . . | 225 |
| 18-5 Conclusion . . | 226 |

| | |
|--|------------|
| 19- Discussion . . | 227 |
| 19-1 Comparaison en termes de temps de parcours et de nombre d'erreurs . . | 227 |
| 19-2 Distinction entre le milieu urbain et le milieu souterrain . . | 233 |
| 19-3 Les différents modes de langage . . | 235 |
| 19-4 Les améliorations possibles ou impossibles des fiches . . | 237 |
| 19-5 Relations entre l'appréciation d'un langage et l'application de ce langage dans une tâche d'orientation . | 239 |
| 20- Conclusion . | 240 |
| Conclusion et perspectives . . | 243 |
| RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES . | 247 |
| Communications . | 256 |
| Publications . . | 257 |
| Annexes . . | 259 |
| ANNEXE 1 Contraintes liées à la réglementation concernant les expérimentations biomédicales . . | 259 |
| Annexe 2 : Plan du trajet de l'expérimentation Orient, à Meysieu, avec les carrefours du trajet numérotés ; accompagné des photographies des carrefours. . . | 260 |
| ANNEXE 3 : ILLUSTRATION DES SYSTEMES FIGURATIF ET SYMBOLIQUE . . | 264 |
| Annexe 4 Questionnaire de Denis révisé . . | 270 |
| Annexe 5 : Exemple de l'Epreuve de Créativité. . . | 272 |
| Annexe 6 Questionnaire d'évaluation . | 273 |
| Annexe 7 : Les consignes. . . | 276 |
| ANNEXE 8 : TABLEAUX DES DESCRIPTIONS D'ITINÉRAIRES DES SUJETS . . | 277 |
| Annexe 9 : Tableau récapitulatif (en seconde). . . | 291 |
| ANNEXE 10 : Documents réalisés et fournis par Véronique Guilhaud et Philippe Deleurence . | 295 |
| ANNEXE 11 : INSTRUCTIONS DONNÉES AU GROUPE TÉMOIN, avec les plans de réseaux des transports (voir photocopie du plan page 377) . . | 297 |
| Annexe 12 La fiche Plan. . . | 298 |
| Annexe 13 La fiche Figurative. . . | 299 |
| Annexe 14 La fiche Texte. . | 303 |

| | |
|---|-----|
| Annexe 15 Le Questionnaire de Sensibilisation du langage. . . | 305 |
| ANNEXE 16 : CONSIGNES DU TEST MPFB . | 312 |
| ANNEXE 17 : LES CONSIGNES DE L'EXPERIMENTATION . . | 315 |
| Index des auteurs . | 316 |
| index des matières . | 320 |

REMERCIEMENTS

Je voudrais en premier lieu remercier **André Chapon** qui m'a encadrée tout au long de ces années, m'a guidée et fait bénéficier de son expérience et de ses conseils. Il m'a fait confiance dès le commencement de ce travail et m'a encouragée dans tous les moments. Sans lui, ce travail n'aurait pas vu le jour. Merci André.

Je remercie **Robert Martin** pour avoir accepté de diriger cette recherche.

Je remercie à double titre **Charles Tijus** à qui je suis reconnaissante d'avoir accepté d'être rapporteur et président du jury. Mes très sincères remerciements vont aussi à **Anabela Simões** à qui je tiens à exprimer ma gratitude pour son aide à Lisbonne, ses encouragements amicaux et pour avoir accepté le rôle de rapporteur.

Je tiens à remercier très cordialement **Catherine Thinus-Blanc** pour l'intérêt qu'elle porte à ce travail, pour les discussions constructives que nous avons eues, et qui me fait le grand honneur de participer au jury de cette thèse.

Avec toute ma reconnaissance, je remercie :

Toute l'équipe du Lescot et plus particulièrement,

Véronique Guilhon et Philippe Deleurence, pour tout : leurs conseils, leur disponibilité et leur amitié ;

Blandine Lebreton-Gadekbeku, précieuse « garde-fou » en statistiques ; Jean-Jacques Denis, Jean-François Laurens, et Roger Trauchessec, pour leurs conseils techniques et leur participation aux expérimentations;

ainsi que

toutes les personnes qui ont endossé l'appellation « sujet » dont le personnel et les étudiants de la Faculté de Motricité Humaine, celles « d'expérimentateur » comme Madaléna Nunes Magalhães et Carlos Fajão, et José Carvalhais pour son aide en logistique,

et celles qui ont participé, d'une façon ou d'une autre, à la réalisation puis à l'amélioration de ce manuscrit.

Je remercie toutes mes amies qui chacune à leur manière, par leur confiance et leur enthousiasme, ont contribué à me faire oublier les moments de découragement ; Une pensée particulière pour Raquel, *uma grande amiga portuguesa de sempre*, pour toutes ces années de complicité et de réconfort.

De tout mon cœur, Merci Didier, "pour tes astuces pratiques, ton soutien si précieux, ta patience, et tout simplement ta présence qui m'est si chère".

Enfin, un énorme Merci à mes parents, sans oublier Nicolas et Sophie à qui je dédie cette thèse.

Epigraphe

*La photographie n'est ni une peinture, ni ... une photographie, Elle est un TEXTE, c'est-à-dire une méditation complexe sur le sens. La photo, c'est comme le mot : C'est une forme qui veut tout de suite dire quelque chose. (Roland Barthes, La chambre claire, Notes sur la photographie; 1980)
Imagem vale mil palavras (Une image vaut mille mots)*

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Qui n'a jamais éprouvé le sentiment d'être perdu dans une ville étrangère en recherchant une adresse ? Face à cette difficulté, que l'on soit à pied ou en voiture, la première opération consiste à rechercher des informations à partir d'un plan ou à en obtenir auprès d'un passant. La seconde est de suivre les indications recueillies. Or, il arrive fréquemment que celles-ci ne soient pas suffisantes pour trouver son chemin. Ces instants déconcertants traduisent la complexité d'un processus indispensable à l'orientation, la construction des représentations spatiales. Grâce à ces dernières, nous pouvons anticiper, planifier notre déplacement, déterminer la direction à prendre, identifier ou reconnaître un endroit ; puis, lorsque l'environnement devient familier, nous pouvons nous adapter à d'éventuelles modifications d'itinéraire. Les connaissances spatiales participent à toutes les tâches liées à **l'orientation spatiale**. Dans le cadre de cette recherche, nous nous intéresserons plus particulièrement aux informations nécessaires au déplacement réel dans un environnement non familier. L'espace urbain, et celui rattaché aux transports (stations de métro et de train), constituent l'espace expérimental, autant dire un espace à grande échelle et complexe.

Le travail présenté dans cette thèse trouve son origine dans la conjonction de deux axes de recherche. D'une part, cette thèse s'inscrit dans la continuité des études en ergonomie appliquée au transport telle qu'elle est pratiquée à l'INRETS-LESCOT, et plus précisément sur l'interface Homme-système d'information. D'autre part, elle s'inspire des études réalisées en psychologie cognitive sur la question de l'acquisition et l'utilisation des représentations spatiales en situation réelle de déplacement. Notre travail a pour intention d'explorer les processus mis en œuvre dans **l'orientation spatiale**, activité de la

vie quotidienne qui régit nos déplacements dans n'importe quel contexte environnemental (urbain, naturel, artificiel, réduit...).

S'orienter est une activité complexe qui fait appel à tous les composants de l'architecture cognitive mais également conatifs, sociaux et culturels. Etudier cette activité en laboratoire nécessiterait de n'approfondir qu'un champ conceptuel et d'en exclure les autres influences telles que la réalité de l'environnement urbain. Notre conception de l'étude de l'orientation spatiale se rallie à celle de LEVY-LEBOYER à propos des études sur la perception visuelle : **« Lorsqu'on étudie la perception des objets au laboratoire, c'est dans une perspective de recherche fondamentale du développement de nos connaissances. Alors que la psychologie de l'environnement s'est développée à la faveur des problèmes concrets posés par les utilisateurs. » (1980, p.56)** . Les études **en situation réelle** ne peuvent être strictement et parfaitement maîtrisées, mais elles offrent, en revanche, des résultats et des analyses riches et « authentiques ». En re-créeant l'atmosphère d'une tâche de la vie quotidienne, la recherche appliquée préserve la diversité et la complexité de la situation mais également la part d'inattendu et d'imprévisibilité.

Notre intérêt pour la psychologie cognitive s'inscrit délibérément dans une recherche appliquée et écologique en vue d'une amélioration et d'une optimisation des moyens d'aide à l'orientation spatiale. Cette intention se traduit par la meilleure connaissance possible de l'utilisateur et de son activité afin d'offrir un outil parfaitement adapté aux besoins réels de l'utilisateur.

Pour cela, en plus de l'analyse cognitive, cette recherche s'inspire des théories, méthodes et résultats appartenant à des champs disciplinaires transversaux comme la géographie (LYNCH, 1969), l'architecture-urbanisme (PASSINI, 1991), les neurosciences (THINUS-BLANC, 1996), l'ergonomie (PAUZIE, 1997) et ceux qui sont à l'intersection des sciences cognitives (GRYL, 1995).

Dans la littérature de la cognition spatiale, il apparaît que le point de repère (angl. « landmarks ») est un élément qui structure la représentation et qui reste fondamental pour les nouveaux arrivants (GARLING ET EVANS, 1991). Ainsi, l'information proposée dans cette étude se base sur l'association repère-action par analogie au système simple de l'orientation proposé par THINUS-BLANC (1996).

Réduire les problèmes d'orientation dans les transports s'inscrit bien dans les problématiques actuelles aussi bien du côté de la conduite automobile, avec l'introduction des systèmes de guidage et de navigation embarqués, que du côté des transports collectifs, avec l'extension des espaces multimodaux et le déploiement des trajets intermodaux.

Au volant de sa voiture, l'automobiliste d'aujourd'hui peut désormais suivre les indications d'un système de guidage du type CARMINAT de RENAULT. Les systèmes d'aide à la navigation et de guidage conçus jusqu'à ce jour revêtent différentes formes de présentation et différentes natures d'information car aucune ne semble complètement satisfaisante. De plus en raison des contraintes de la situation de conduite, les indications que fournit le système doivent être judicieusement choisies : Quels sont les éléments de l'environnement à mentionner ? Quelle est leur utilisation ? Quand faut-il les introduire ?

Comment faut-il les exprimer ?... Par exemple, certaines situations ne sont pas toujours aussi simples qu'un croisement de deux voix et elles deviennent alors difficiles à symboliser. Par ailleurs, les repères représentés par pictogramme peuvent aider à la décision dans une intersection complexe, faut-il encore qu'un repère physique saillant existe dans le carrefour.

Actuellement, les espaces rattachés au monde du transport collectif ? Tels que les stations de métro, les gares, les terminaux et plus particulièrement les complexes multimodaux sont appelés des **pôles ou complexes d'échanges**, dans le langage des concepteurs et gestionnaires de ces espaces. L'aménagement de ces lieux n'est pas toujours propice au bon déroulement de la tâche d'orientation.

Dans un grand complexe d'échanges tel que la Défense à Paris ou la gare de la Part-Dieu à Lyon (pour ne prendre que des exemples français), le déplacement piétonnier de l'utilisateur en quête d'un moyen de transport est souvent et malencontreusement interrompu par la recherche de l'information ou alors par la nécessité de trouver un service quelconque à l'intérieur du site. À la descente du véhicule, le voyageur se guidera au hasard jusqu'au moment où il trouvera l'indication opportune qui le mènera au but souhaité. Ainsi, les différents obstacles rencontrés peuvent provenir de l'absence, l'insuffisance ou encore l'incohérence des indications.

La plus grande difficulté pour l'utilisateur des transports collectifs concerne l'inter-transport qui correspond à une séquence de mobilité piétonne dans un schéma plus large de déplacement.

S'intéresser à cette séquence d'action isolée est loin d'être marginal, car veiller à la qualité de l'information, c'est indirectement veiller à la qualité des transports en guidant correctement les utilisateurs. Les autorités organisatrices ont déjà compris que « l'information, c'est ce qui réduit l'incertitude ». En effet, perdre du temps à chercher une information c'est prendre le risque de rater son bus ou plus ennuyeux, son avion ou son train. Les services liés à l'information se développent grâce aux nouvelles technologies (l'Informatique : systèmes de guidage, bornes interactives, Pagers, Internet...) dans un souci d'amélioration et d'optimisation de l'intermodalité. Cette fin de siècle connaît une frénésie du désir de communiquer et donc d'informer. Nous chercherons ici à répondre à la question « Comment ? », avec en filigrane la prise en compte de l'évolution des transports vers la multimodalité.

La multimodalité, mouvement, particulièrement caractéristique de notre époque, est défini par F. BEAUCIRE, président du GENTUM, comme « l'utilisation combinée ou alternée des transports collectifs et/ou individuels. Le phénomène est ancien, mais depuis la seconde moitié des années quatre-vingt, il a pris un réel sens politique et socio-économique, car ces mots nouveaux ne désignent pas **« tant des technologies nouvelles, c'est-à-dire des matériels ou des systèmes techniques appliqués au transport, que des modes d'organisation de la mobilité. Ils font référence à des façons de concevoir un service et non à des produits... C'est la famille des inter : intermodalité... »** (BEAUCIRE)

Le terme d'intermodalité se différencie par rapport à celui de multimodalité par le fait que le changement de moyen de transport s'effectue au cours d'un même déplacement.

Aujourd'hui, le grand changement est que cette intermodalité n'est plus un choix fait par le citoyen mais une obligation voire une contrainte.

L'évolution de la pratique des transports se résume à une utilisation plus large de tous les moyens de transport. Les raisons de cette évolution sont de nature écologique et économique et font suite à de tristes constats concernant la pollution de l'air, la saturation des axes et la difficulté de stationnement en zone urbaine. De ces constats est née la volonté de partager les infrastructures entre l'automobile et les transports en commun, urbains et périurbains, et ceci à travers des textes législatifs tels que la LOTI (Loi d'Orientation des transports Intérieurs) et les PDU (Plan de Déplacement Urbain).

Face à ces changements, notre "citadin intermodal" se voit offrir de nouveaux services en terme d'information par le biais de nouvelles possibilités technologiques. Toutes ces informations se recouvrent sous l'appellation récente « d'information multimodale » qui représente la somme de celles monomodales et intermodales à destination des voyageurs, c'est-à-dire l'ensemble des données relatives à l'offre des différents modes de transport ainsi que le changement de mode. L'information peut concerner tout ou partie des transports (y compris le stationnement) interurbains, régionaux, nationaux et internationaux. Toutes ces informations sont données par les systèmes télématiques que sont le Minitel, Audiotel, Internet, le téléaffichage, les panneaux à messages variables ou encore les écrans-vidéos et les bornes interactives.

A titre expérimental, nous proposerons dans cette recherche la validation d'une information analogique à l'environnement, par l'introduction de la photographie dans les différents systèmes et moyens d'information pour automobilistes et piétons. Nous comparerons l'efficacité de cette information figurative par rapport à d'autres modes de présentation déjà existants.

Le document présent se compose de quatre parties dont nous allons exposer brièvement le contenu.

Dans la première partie de ce travail, nous présentons l'architecture cognitive impliquée dans le traitement de l'information spatiale sans aucune intention, dans le cadre de cette thèse, de modélisation. Cette recherche peut être considérée comme un point de départ de la capitalisation des connaissances spatiales.

Pour commencer, nous aborderons la question de l'orientation spatiale par une interrogation entre les aspects instinctifs et cognitifs du comportement humain en s'appuyant sur une comparaison avec le comportement spatial des animaux. Puis, nous continuerons sur les concepts centraux de la psychologie cognitive : **Mémoire et représentation**. Nous consacrons une large part aux représentations analogiques, autrement appelées (les) **images mentales**. Ce second chapitre met en parallèle la familiarité des lieux et les processus de traitement et d'organisation de l'information spatiale en reprenant et en approfondissant le concept de « **Cartes Cognitives** ». Le cadre du troisième chapitre concerne l'environnement peu ou pas familier et permet d'aborder les concepts de planification et de résolution du problème spatial. Nous proposons alors une analyse des avantages et des limites des différents supports informationnels que sont les plans, les descriptions d'itinéraire et le contenu des systèmes

de guidage embarqués dans les véhicules (type CARMINAT).

La synthèse des différents chapitres de cette première partie nous permet de mettre en place des hypothèses en faveur d'une **représentation graphique analogique** en tant qu'aide au guidage et à la mémorisation de trajet. Ces hypothèses sont centrées sur les avantages de l'image dans la reconnaissance des éléments environnementaux dénommés **points de repère**, qui de ce fait, facilite la prise de décision sur la direction à prendre. Nous avons baptisé ce nouveau moyen d'information le *Photoguide*¹.

Les parties 2 et 3 présentent les méthodes, résultats et discussions des deux expérimentations intitulées respectivement « Orient » (étude en situation de conduite) et « Lisboa » (étude dans les transports collectifs de Lisbonne).

Au terme de cette recherche, nous concluons que la photographie ne présente pas une fonction informative équivalente selon le mode de déplacement (voiture ou transport collectif), selon le contexte (souterrain ou urbain) et selon la complexité de la situation. Globalement, les résultats sont plus encourageants pour les informations destinées aux piétons et/ou utilisateurs des transports collectifs que pour celles destinées aux automobilistes.

C'est dans la dernière partie que nous exposons les développements envisagés du Photoguide afin de l'introduire dans une base de données transport et permettre sa consultation par Internet. Cette base de même nature que celles déjà constituées apporterait en supplément, des informations sur les cheminements piétonniers grâce à un langage mixte composé d'images et de texte.

¹ Cette appellation n'apparaît pas dans les parties expérimentales car nous avons préféré donner des noms différents, propres à chaque expérimentation, en utilisant le qualificatif « Figuratif » pour le différencier du Symbolique (dans le premier protocole) et des supports Texte et Plan (dans le second).

CADRE THEORIQUE ET PROBLEMATIQUE : ETUDE DE L'ORIENTATION SPATIALE

Un rappel succinct des différentes observations sur les comportements spatiaux des animaux, des comportements réflexes jusqu'aux comportements les plus intelligents, permet une mise en correspondance avec le système d'orientation humain, de surcroît d'en dégager les spécificités cognitives.

1- UN PEU D'ETHOLOGIE ANIMALE : L'ORIENTATION UNE ACTIVITE INSTINCTIVE?

L'observation des comportements spatiaux des animaux est riche d'enseignement pour la compréhension du système d'orientation humain. L'examen éthologique permet de dissocier ce qui relève du fonctionnement automatique et de l'activité réflexe (le corps), et d'autre part, ce qui est sous le contrôle de la pensée et de la conscience (l'esprit).

Aujourd'hui, on ne peut plus dire que l'espèce animale agit sous la seule expression des activités réflexes en raison des connaissances que nous avons sur son activité

cérébrale. Certes, il existe chez certains animaux des systèmes préprogrammés pour réagir à certaines stimulations dans l'environnement (tropismes) ; Cependant d'autres animaux, dotés de fonctions cérébrales supérieures, sont capables d'apprentissages plus ou moins longs et d'autre part d'organiser leurs comportements selon des règles permettant flexibilité et adaptation (VAUCLAIR, 1998). Ils mettent également en œuvre des capacités cognitives variées s'exprimant dans la perception, dans l'apprentissage, dans la mémoire...

L'observation de certains primates - ainsi que d'autres espèces - a permis de constater que ceux-ci sont capables d'organiser des parcours en minimisant leurs déplacements (en prenant des raccourcis) grâce à l'élaboration de « cartes mentales » de leur environnement. En d'autres termes, les animaux activent des représentations de leur environnement spatial à partir desquelles ils peuvent alors anticiper, calculer et raisonner. Si les animaux sont susceptibles d'utiliser des représentations dans un environnement immédiat, ils ne sont pas pour autant capables de les communiquer. L'atout de l'être humain, ce qui fait sa supériorité, réside dans le pouvoir de la parole et de la « pensée conceptuelle » (VAUCLAIR, 1998).

Les grandes fonctions de représentation semblent montrer une certaine identité et une continuité entre l'homme et l'animal : **« la pensée des chimpanzés n'est pas différente des premiers stades de la pensée humaine. » (CYRULNIK, 1999)** . Néanmoins, il existe une rupture entre les deux qui est liée à l'apparition du langage verbal -chez l'*Homo Sapiens*- et de ses systèmes associés, comme la conscience.

1-1 Les tropismes

Les tropismes, actuellement appelés les taxies, sont des mouvements de réaction innés des animaux aux différents agents du milieu, avec orientation et déplacement. Le déplacement est positif si l'animal se dirige vers le stimulus ; il est négatif s'il le fuit. Plusieurs formes de tropisme se distinguent : le *phototropisme* (liée à la photosensibilité ou la polarité), le *géotropisme* (liée à la pesanteur), le *gobantropisme* (liée au courant électrique), le *chimiotropisme* (liée à différentes substances chimiques), l'*hydrotropisme* (liée à l'humidité)... Ceci n'étant qu'une courte énumération des tropismes existants.

Les tropismes ne sont pas propres au monde animal. Les plantes, bien que leur mobilité soit limitée, font preuve d'orientation et se déplacent également : leurs courbures répondent au déterminisme de leur orientation. Toutes les variétés de tropisme peuvent s'appliquer chez les animaux comme chez les plantes.

On peut se demander dans quelle mesure les tropismes jouent un rôle chez l'homme même si ceux-ci sont masqués par le développement de comportements liés à des fonctions intelligentes supérieures ainsi qu'à une organisation sociale et technique incomparablement plus complexe que dans les espèces inférieures. Ceci nous amène à observer des phénomènes plus proches de nos préoccupations : il s'agit de la migration des animaux et de leurs processus de repérage sachant que l'ensemble des phénomènes liés aux tropismes et au repérage est en quelque sorte finalisé et concerne la préservation de l'espèce et de l'équilibre biologique. Il est tout aussi intéressant de

constater que pour aider sa navigation, l'homme a développé des moyens faisant appel à des propriétés que l'on a retrouvées au niveau des tropismes de l'animal de façon interne : magnétotropisme et invention de la boussole !

1-2 Les migrations animales

Contrairement à la plupart des tropismes, les phénomènes migratoires chez les animaux paraissent être des manifestations des facultés d'adaptation. Les migrations se rencontrent dans beaucoup d'espèces animales : oiseaux, poissons, mammifères, invertébrés. Ces migrations peuvent s'effectuer sur de longues distances (plusieurs milliers de kilomètres) et malgré cela aboutir à des points de destination localisés avec une grande précision.

Chez les animaux, il n'existe pas une technique unique d'orientation commune à toutes les espèces. De plus, chaque espèce doit pouvoir faire appel à diverses techniques. Les pré - connaissances héréditaires de la position de l'aire d'atterrissage ont été démontrées chez certaines espèces par des expériences de dépaysement des jeunes libérés après l'envol des adultes (cigognes blanches).

La vision est très développée chez les oiseaux, c'est pourquoi le repérage optique joue un rôle important dans l'orientation de certains oiseaux qui sont capables de reconnaître des repères extrêmement variés (SKINNER, 1971). Des expériences ont suggéré l'existence d'un sens de la direction chez les oiseaux: le pigeon voyageur est capable de retourner à son pigeonnier, après un transport passif et un lâcher effectué à partir d'un point qui lui est inconnu, en utilisant des informations spatiales, d'origines visuelles.

Le repérage solaire a été analysé chez les oiseaux capables d'intégrer leur propre déplacement et celui du soleil pour une navigation adéquate ; des phénomènes de même nature sont connus chez les insectes. Pour les migrations nocturnes, les oiseaux s'orientent d'après la configuration stellaire. Il semble, cependant, que la plupart des oiseaux dans leur migration utilisent un itinéraire abondant en repères optiques caractéristiques. Les autres cas de migration se retrouvent chez les baleines, les otaries, certains cervidés... Mais cette migration peut également s'expliquer par le raffinement du système olfactif : le saumon est capable de reconnaître, au « nez », entre mille autres, sa rivière natale (ROBERT, 1982).

En définitive, certains comportements d'orientation incluent donc de simples réactions locomotrices à des stimulations élémentaires du milieu, de différentes natures. Elles seront perçues et sélectionnées en fonction des compétences sensori-neuro-motrices caractéristiques de l'espèce animale concernée et du degré de maturation et d'expérience de chaque individu (ELLEN et THINUS-BLANC, 1987 ; THINUS-BLANC, 1996).

1-3 Les comportements « intelligents » d'orientation

Jusque là, nous avons principalement évoqué les comportements d'orientation qui globalement sont définis comme répondant à un programme génétique. Or le « tout

génétique » s'accompagne d'incertitude ; THINUS-BLANC (1996) estime, par exemple, que le phénomène des migrations est encore très mal connu. Le programme génétique s'applique principalement chez les animaux pauvrement équipés cérébralement qui ne disposent pas de cette structure nerveuse participant à la production et à l'utilisation des représentations spatiales dont le support nerveux est l'*hippocampe*.

L'*hippocampe*² en lien avec la mémoire, et plus précisément au système limbique (système émotionnel), est un lieu de passage obligé des informations à mettre en mémoire dans les structures les plus hautes (néocortex) (ROBERT, 1982, p.83). **« Sachant tirer les leçons d'un échec en se référant aux expériences passées, l'*hippocampe* permet à l'organisme d'adapter son comportement en conséquence. Il le rectifie s'il est inadéquat et il sait « percevoir » la nouveauté d'un stimulus ou un aspect particulier d'une situation complexe »**. Une lésion de l'*hippocampe* n'affecte pas un apprentissage simple du type stimulus-réponse mais a des effets délétères sur des apprentissages complexes référant à la Carte Cognitive.

Un comportement essais-erreurs est adopté par le rat jusqu'à ce qu'il trouve sa récompense dans un labyrinthe. Du fait de l'appartenance de l'*hippocampe* au système limbique, il va enregistrer les succès et les échecs durant le déplacement. « La mise en route de renforcements négatifs ou positifs assure la consolidation de l'apprentissage ou au contraire l'extinction progressive de la liaison entre la manœuvre et la réponse technique inadéquate" (ROBERT, p.84). Les travaux de TOLMAN (1948) ont démontré que les rats et d'autres mammifères étaient capables de réaliser des « déplacements intelligents » grâce à leurs représentations spatiales organisées dans une « Carte Cognitive »³. Des lésions de l'*hippocampe*, chez le rat, induisent des détériorations qui concernent essentiellement l'utilisation des cartes cognitives mais n'affectent pas un apprentissage simple du type stimulus-réponse).

Et l'homme dans tout cela ? Il est possible que des phénomènes migratoires périodiques aient existé chez l'homme dans les temps anciens. Cependant les capacités de l'intelligence humaine ont plutôt poussé vers une sédentarisation stable et une colonisation d'espaces nouveaux, l'homme étant capable de s'adapter et de modifier son environnement pour s'implanter dans des régions diverses. L'organisation sociale a fait en sorte de définir des lieux de travail et d'habitation ; la nécessité de production a restreint, dans une certaine mesure, les habitudes d'aller n'importe où et à n'importe quel moment. D'autre part, les possibilités économiques et le développement des moyens de communication rendent possible des voyages de longue distance en des temps relativement courts. On pourrait s'interroger sur les raisons profondes des flux Nord-Sud importants en période estivale. Y-a-t'il parmi les déterminants des tropismes ataviques, inconscients, qui poussent une majorité d'individus à rechercher la mer, la chaleur, le soleil (on sait bien que l'exposition à la lumière agit sur le métabolisme -cf.- dépressions

^{2 3} Le rôle de l'*hippocampe* vient confirmer les théories récentes sur la mémoire distribuée à savoir que « les cartes topographiques seraient conservées dans les aires visuelles tandis que les structures associatives telle que l'*hippocampe* contiendraient les « adresses » de ces aires et/ou le « code combinatoire des informations qu'elle contient » THINUS-BLANC.

^{3 4} L'acception de Cartes Cognitives désigne l'ensemble des connaissances spatiales (voir Chap.2-3)

saisonnnières) ou est-ce seulement une recherche de changement de décor? Mais si ce n'était que cela il n'y aurait pas de raisons qu'il y ait plus de monde sur le littoral méditerranéen en été que dans les Ardennes belges ou en Champagne.

Finalement, l'homme dispose lui-aussi d'un programme génétique d'orientation mais comme il est loin d'être aussi performant que celui rencontré chez les animaux, il doit alors utiliser des palliatifs tels que le souvenir et le raisonnement. Une des différences fondamentales entre certains animaux (les oiseaux ou les invertébrés) et l'homme, c'est la capacité humaine à rationaliser son comportement. L'être humain fait preuve d'un esprit de découverte qui le pousse inlassablement à explorer de nouveaux espaces. **« L'homme est un organisme doté d'un extraordinaire et merveilleux passé et il se distingue de tous les autres animaux par le fait qu'il a réussi à créer des prolongements de son organisme (la roue est un prolongement de l'association jambes-pieds et l'ordinateur celui d'une partie du cerveau). Le langage prolonge l'expérience dans le temps tandis que l'écriture prolonge le langage humain. Ainsi tous ces développements lui ont permis d'améliorer et de spécialiser diverses fonctions » (HALL, 1971, p. 16).**

Comme le rat, l'être humain utilise des représentations qu'il a construites à partir de son environnement : plus sa « Carte Cognitive » sera riche « d'informations », plus l'environnement lui sera familier. A partir d'un certain niveau de familiarité, il sera capable délibérément d'innover : de faire des détours (pour éviter une rue trop fréquentée) ou de sélectionner de nouveaux itinéraires. Contrairement au rat, il sera capable d'expliquer un itinéraire à un interlocuteur, de communiquer les données spatiales dont il dispose pour décrire un environnement. Inversement, il sera tout aussi compétent pour comprendre et exploiter les données qu'on lui transmettra soit sous forme schématique (plan) soit sous forme textuelle pour se rendre d'un point à un autre d'une ville. Cette particularité permet à l'homme de se déplacer plus librement : si certaines de ses destinations (pour les vacances) sont le fruit d'un déterminisme génétique, les moyens mis en œuvre pour atteindre ces destinations font appel aux systèmes cognitif et motivationnel.

L'être humain est un nomade, un explorateur avide de nouveaux territoires.

Pour pouvoir naviguer plus loin, plus haut, plus longtemps, l'homme n'a cessé d'améliorer ses prolongements artificiels ; PLUTARQUE disait, à ce propos, « naviguer est nécessaire, vivre ne l'est pas ». En effet, l'homme a toujours cherché à conquérir de nouveaux espaces et à aller de plus en plus loin sur terre, sur mer et enfin dans l'espace pour atteindre d'autres planètes. C'est la raison pour laquelle l'homme s'est forgé au cours des siècles des techniques et des aides à la navigation d'abord marine, puis - ce dernier siècle - spatiale pour atteindre les planètes. Nous sommes passé de la boussole au système gyroscopique entièrement autonome. L'électronique a permis de calculer automatiquement les routes et la vitesse ; elle peut, de plus, intervenir dans bien d'autres fonctions liées au guidage. En supplément au système métrique, l'homme a toujours observé les paysages qu'il parcourait pour les contempler et d'autre part pour en prélever les caractéristiques les plus saillantes. Initialement, dans des temps reculés, il *naviguait à l'estime* (de repère à repère) puis il a commencé à établir des cartes, de plus en plus précises et de plus en plus sophistiquées. Les cartes favorisent la connaissance du milieu, et permettent la vérification et la confirmation des positions ainsi que les

éventuelles modifications d'itinéraires.

Aujourd'hui grâce à l'informatique et à la conquête de l'espace, la plupart des véhicules -même ceux des transports terrestres - sont équipés d'instruments sophistiqués pour guider l'utilisateur du véhicule durant son voyage. Le système de type GPS (Global Positionning System) permet notamment, par l'intermédiaire de capteurs externes, de connaître la position d'un véhicule à quelques mètres près. Dans les transports terrestres, les aides à la navigation cherchent à répondre à des attentes spatio-temporelles pour que les hommes puissent :

- connaître de façon aussi sûre que possible en quel point ils se trouvent
- déterminer la localisation du lieu où ils désirent être à un instant ultérieur
- en déduire la route et la vitesse qu'ils doivent adopter compte tenu des diverses contraintes liées au mode de transport dirigé (seulement à bord d'un véhicule perfectionné).

Capables de mettre au point de tels outils, aussi performants, l'homme représente une espèce bien particulière dans le système écologique avec une forme d'intelligence nettement supérieure à celle de ses « voisins » terriens, grâce à ses composants mnésiques et à ses processus cognitifs. Toutefois, malgré l'extraordinaire machine perceptivo-cognitive dont il dispose, il rencontre quelques difficultés à s'orienter dans des environnements qui ne lui sont pas familiers. On peut se demander, de façon empirique, pourquoi les hommes se fourvoient dans des espaces qu'ils ont justement créés. Il semblerait que l'organisation artificielle ou urbaine impose un système d'orientation très spécifique qui va à l'encontre du système d'orientation naturel et ancestral, ce dernier étant en lien direct avec les phénomènes naturels et astronomiques (ex. : la position du soleil permet de déterminer les quatre points cardinaux). Ainsi, lorsqu'un homme, familier des espaces ruraux (campagne ou montagne), recherche son chemin dans ce même environnement, il va spontanément repérer le Nord et se situer par rapport à lui ; un citadin, dans une situation identique de recherche d'itinéraire dans un environnement urbain, va utiliser les panneaux directionnels. Il se dirigera alors par tâtonnement, en suivant les grandes directions, de secteurs en secteurs, ou de quartiers en quartiers, de plus en plus proches vers sa destination finale.

Cette différence de stratégie nous amène à émettre des conjectures sur la part des déterminants environnementaux et la part des déterminants humains dans l'activité d'orientation. En effet, compte tenu de la divergence de ces deux grands principes d'orientation, on peut penser que les individus confrontés à un environnement entièrement inhabituel, tenteraient d'utiliser le système d'orientation qu'ils maîtrisent parfaitement et auraient, par conséquent, quelques difficultés à se situer dans un environnement où la stratégie ne serait pas adaptée. **« Il n'existe pas de système « naturel » et universel des lectures de l'espace, mais bien des séries de systèmes lesquels vont traduire des stratégies d'adaptation et d'appropriation spécifiques en regard des déterminations de l'environnement et de l'organisation sociale ».** (VIGNAUX, 1994, p.70)

En définitive, la stratégie « naturelle » se différencie de la stratégie « urbaine » par

son universalité et sa maniabilité : il est entendu que le Nord est une donnée universelle qui peut être appliquée quel que soit le milieu, en d'autres termes cette stratégie peut également s'appliquer en milieu urbain. Cependant, lorsque la ville prend de l'envergure, se complexifie et devient une mégapole, l'utilisation de données universelles - Nord, Sud, Est, Ouest - s'amenuise car l'organisation du labyrinthe urbain ne respecte pas cette logique naturelle : les routes s'engouffrent dans des tunnels ou passent sur des ponts, elles se nouent puis se dénouent, se rejoignent pour se séparer un peu plus loin, la voie de gauche menant à l'Est et la voie de droite à l'Ouest...

En revanche, la stratégie urbaine ne peut s'adapter au milieu naturel, car elle émane d'une organisation artificielle créée exclusivement par l'homme. Par conséquent, un citadin, qui se promène en montagne, court le risque de se fourvoyer prématurément car il ne dispose pas de la signalétique qui habituellement le guide pas à pas vers son but.

Ce scénario caricatural nous amène à réfléchir sur les désagréments de la signalétique. A terme, la signalétique peut entraîner une dépendance, voire entraver le développement d'un système interne d'orientation. L'individu n'a plus besoin de construire un système de repérage général et universel. D'une part, il connaît parfaitement l'environnement dans lequel il effectue l'essentiel de ses déplacements et au moindre doute ou modification d'itinéraire, il peut se repérer grâce aux panneaux directionnels. Il va donc trouver des aides locales. D'autre part, il agira de la même façon dans une ville non familière car il sait que cette ville a une infrastructure unique et dispose d'une signalétique.

De plus, les mégalofoles ou mégapoles qui traduisent l'incommensurabilité de la transformation des villes et de leur taille n'encouragent pas à abandonner la signalétique. La question actuelle serait plutôt de les améliorer !

En résumé, ces immenses agglomérations à taille inhumaine sont le résultat d'une évolution économique et sociale, liée à la mobilité des individus et de leurs activités : travail, études et loisirs. Les modes de transport ont suivi une évolution spectaculaire et offrent des gains de temps considérables. (En 1990, 58% des français quittent leur commune de résidence pour 43% au milieu des années 70⁴.) Le gigantisme des villes s'accompagne de profondes modifications au niveau architectural et fonctionnel. Elles prennent du volume et se développent dans une « géométrie désordonnée » où la symétrie et l'homogénéité des infrastructures et des quartiers ne facilitent pas l'identification.

L'espace du piéton est parfois écrasé par une pléthore d'infrastructures routières, autoroutières et/ou par les constructions presque titanesques qui bordent les routes, comme les « buildings » ou les grands complexes commerciaux. Il paraît bien difficile, alors, pour un piéton, noyé dans les méandres urbanistiques, de faire seulement confiance à son propre sens de l'orientation.

L'évolution du milieu urbain et des transports est tel qu'il paraît essentiel de se préoccuper de la façon dont nous pouvons améliorer les moyens d'informations pour qu'ils puissent répondre de manière plus adéquate aux besoins des individus, tant

⁴ cf. R. Joli, Sciences Humaines, n°70, p.31

piétons, qu'automobilistes. Il sera donc question dans ce travail de comprendre le processus global de l'orientation et surtout celui d'une activité spécifique inhérente à la première afin de réfléchir à de nouvelles dispositions d'informations spatiales.

2- L'ORIENTATION SPATIALE HUMAINE

2-1 L'orientation spatiale et le « wayfinding »

L'orientation spatiale, chez l'être humain, correspond en fait à une grande variété d'activités. Contrairement à l'orientation animale, elle ne se limite pas à un déplacement physique vers un but mais elle fait référence à d'autres exercices comme pointer la direction d'un objet non visible, ou placer une ville sur une carte de France, ou encore plus simplement utiliser une carte... Dans la littérature anglo-saxonne, il existe une expression qui permet d'identifier une activité de l'orientation spatiale qui est celle de rechercher une destination dans un environnement réel, il s'agit du « wayfinding » (PASSINI, 1994). Cette expression anglo-saxonne n'a malheureusement pas son homonyme français. Le wayfinding⁵ représente la forme procédurale de l'orientation : elle correspond à une activité cognitive et comportementale de recherche d'itinéraire vers une destination déterminée dans un environnement physique. Il nous semble important de les redéfinir du fait que nous allons précisément étudier l'orientation dans une perspective écologique et donc l'appréhender sous l'angle du wayfinding. Mais, pour autant, il nous paraît important d'évoquer et d'analyser les processus cognitifs sous-jacents à la construction des connaissances spatiales et à leur utilisation. Cette démarche holistique s'inscrit dans une visée prospective : l'amélioration de l'information spatiale requiert au préalable de comprendre les mécanismes internes de l'orientation. Les événements cognitifs intervenant lors de déplacements familiers ou peu familiers peuvent apporter des éléments de réflexion quant aux indications à donner (ou à transmettre) lors de déplacements inhabituels.

Comment définir l'orientation en action?

Lorsqu'un individu se déplace, il se dirige vers une destination connue ou non, il dispose d'une représentation interne de sa position dans l'environnement. La représentation spatiale de sa propre localisation et de l'environnement dans lequel il circule, utilise à la fois des indicateurs internes, neuro-musculaires et des indicateurs externes que ce soient des repères naturels (position du soleil, points cardinaux...) ou des repères « élaborés », construits par l'homme (immeubles, édifices, infrastructures routières...). Tout cela forme une masse d'informations hétérogènes qui vient enrichir la représentation de l'individu. Certains éléments vont décrire l'environnement -couleur, forme, aspect- alors que d'autres, avec des propriétés métriques, contiendront des

⁵ Nous emploierons préférentiellement l'expression « wayfinding » dans la partie consacrée à l'élaboration de plans d'actions, parallèlement aux travaux de PASSINI.

informations de lieu, de taille et d'orientation. Ces indicateurs spatio-visuels sont nécessairement associés à des actions liées au déplacement. Celles-ci s'organisent sous la forme d'un plan stratégique, dans un souci de structuration du déplacement par des sous-buts. Les actions restent conscientes et sont par conséquent verbalisables, facilitant alors la communication intra et inter-individuelle.

2-1-1 Fonction et explication pluridisciplinaire

L'orientation spatiale est envisagée dans ce travail en référence à une seule situation qui correspond au déplacement d'un individu d'un point A vers un point B dans un environnement urbain. Cet environnement reste inconnu par l'intéressé : adulte bien-portant (c'est-à-dire sans handicap visuel ou moteur). Dans cette condition, s'orienter fait appel à la fois à des données intéroceptives (qui viennent du corps) et des données extéroceptives (qui viennent de l'environnement). En cela, l'orientation se présente comme une activité relativement complexe. Au cours de son déplacement, l'homme a en effet besoin des messages de son corps pour assurer la stabilité de son mode visuel grâce à l'utricule, entrée de l'oreille interne, qui reçoit les informations et perçoit les anomalies d'orientation et de déplacement. Peau, muscle, et articulation viennent alors compléter la connaissance spatiale. En effet, lorsque nous marchons, une multitude d'informations parviennent au cerveau. Elles ont pour origine la contraction des muscles, le jeu des articulations, ou bien encore la pression du pied prenant appui sur le sol. Plusieurs systèmes situés dans l'oreille interne sont également sollicités, comme le système vestibulaire qui répond aux déplacements de la tête. D'origine interne, cet ensemble d'informations interagit avec les informations sensorielles provenant du monde extérieur. Il permet ainsi l'extraction et la mise en mémoire de certaines caractéristiques de l'espace environnant.

Apparaît, alors, une réelle interaction entre l'espace et l'être humain (ou l'animal) puisque c'est à partir d'informations spatiales fournies par des modalités sensorielles que fonctionnent différents programmes d'action dont la commande assure la stabilisation de la posture et l'ajustement correct de la trajectoire. Toutefois, le rôle de la vision reste prépondérant dans l'appréhension de l'espace. En fait, la modalité visuelle est dotée de propriétés uniques. Elle peut traiter avec précision, fiabilité et dans un délai très bref, une très grande quantité d'informations, dont certaines sont relativement éloignées. Elle ne subit pas d'interférences, contrairement au son (qu'un autre peut brouiller), aux odeurs (qu'un simple courant d'air va dissiper). Ainsi dans le traitement de l'espace, la prédominance de la vision sur les autres modalités sensorielles est certes qualitative mais aussi quantitative (THINUS-BLANC, GAUNET, 1996).

Dans les domaines de la neuropsychologie ou des neurosciences, les mécanismes d'orientation sont préférentiellement traités en interaction entre les deux types d'informations, d'origine interne et d'origine externe. D'ailleurs, les expériences effectuées sur des malvoyants en comparaison avec des voyants aux yeux bandés ont permis de conclure d'une part que la précision des représentations spatiales dépend de la façon dont l'acquisition des informations est organisée et d'autre part que l'expérience visuelle précoce a un effet déterminant sur cette organisation (THINUS-BLANC, 1996).

Dans une série d'expérimentations, THINUS-BLANC et GAUNET (1996) ont mis en évidence la part de l'expérience directe (sans utilisation du canal visuel) dans une activité d'orientation et la part du visuel. Dans la première condition, appelée *condition de locomotion*, les sujets devaient se déplacer physiquement vers quatre objets (A, B, C et D) à partir d'un point X. Les sujets étaient guidés par l'expérimentateur car ils ne pouvaient ni voir ni entendre. Dans la seconde condition, *condition visuelle* (il s'agit du même trajet que précédemment), les sujets ont connaissance du trajet sur un écran, et ils se déplacent du point X vers les quatre points par une manette de jeu.

Chaque condition commence par une phase d'acquisition de la localisation de différents objets (X vers A, X vers B, X vers C et X vers D). Pour la seconde phase, les objets identifiant les lieux sont retirés. Deux tests sont alors réalisés par chaque sujet -1) un test de mémoire : réaliser le même trajet du point X vers A, -2) un test d'inférence : réaliser un nouveau trajet du point A vers C. Pour les auteurs, ceci « **implique deux niveaux de difficulté: soit le sujet doit reproduire le trajet qu'il a appris, soit il lui faut déduire un nouveau trajet sur la base de ceux qu'il a précédemment parcourus (inférence spatiale) »**.

Les auteurs ont voulu vérifier les effets des conditions (locomotion versus vision) en modifiant les conditions de déplacement entre la phase d'acquisition et la phase du test.

Lorsque les conditions sont identiques entre les deux phases (ex. déplacement effectué dans la phase d'acquisition et dans celle du test), les auteurs constatent que les performances pour le test d'inférence (trajet entre A et C) sont plus médiocres chez les sujets qui se sont déplacés de façon simulée que ceux qui ont réellement effectué le déplacement ; c'est-à-dire les sujets ayant exploré le trajet en se déplaçant sont plus performants que ceux qui l'ont visualisé en situation virtuelle.

Par contre, lorsque les conditions de déplacement sont différentes entre les deux phases, notamment quand les sujets passent d'une connaissance uniquement visuelle à un test locomoteur, il y a nécessairement des inférences qui réorganisent la représentation spatiale. Les auteurs constatent alors que « **le sujet ayant appris virtuellement les informations en fait une traduction relativement imprécise lorsqu'on lui demande de se déplacer »**. L'absence d'ancrages perceptifs affecte ainsi probablement la mise en correspondance de ces deux situations parfaitement identiques.

Chacune des deux grandes catégories d'informations (interne et externe) suffit donc à construire une représentation spatiale de façon simple mais de taille limitée. Lorsqu'elles sont toutes deux disponibles, les représentations résultant de leur mise en jeu conjointe doivent alors permettre des comportements orientés complexes, dans de vastes environnements. (THINUS-BLANC, GAUNET, 1996)

Ainsi, à la suite des travaux de ces derniers auteurs, on peut conclure qu'il est plutôt difficile de distinguer la part des deux types d'information dans les expérimentations réalisées en situation réelle. Elles transparaissent conjointement dès l'étape initiale de l'orientation, c'est-à-dire au moment où les indications spatiales sont transmises. En effet, une description d'itinéraire quel que soit son mode de présentation (carte, texte ou dessin) prend en compte à la fois les données visuelles (par le signallement du cadre dans lequel s'effectue le déplacement) et des données kinesthésiques (pour informer sur les

directions à prendre comme « tourner à gauche ou aller tout droit »).

Une description doit à la fois signaler les changements de direction en décomposant le déplacement et les données visuelles qui font référence plus particulièrement, à la configuration spatiale, à la topographie, aux détails environnementaux et/ou architecturaux, ceci de façon complémentaire.

Par ailleurs, l'Homme dispose d'une capacité d'anticipation grâce aux représentations cognitives qu'il peut construire à partir des objets ou des espaces qui ne lui sont pas directement perceptibles. Avec cette capacité, il peut organiser son déplacement et chercher à l'optimiser selon les différents critères que constituent le temps, le coût, l'effort physique... Grâce au langage, il peut expliquer un parcours à l'un de ses homologues de façon orale et/ou écrite. De plus, il est également capable de manipuler des représentations symboliques (cartes routières, plans, dessins, schémas), ceci correspondant à une prise indirecte des connaissances de l'espace, une manipulation que même les singes supérieurs sont incapables de réaliser.

BAILLY parle déjà en 1977 d'un système d'orientation dans l'espace. Celui-ci sert au repérage de l'homme dans son milieu, qu'il soit naturel, urbain ou artificiel comme les grands complexes (aéroport, hypermarché, foire...). Cependant, la variété des espaces induisant une variété dans l'organisation de ceux-ci, les stratégies humaines doivent s'adapter à ces modifications. En d'autres termes, l'espace possède ainsi ses propres caractéristiques. K. LYNCH dans son ouvrage «L'image de la cité» (LYNCH, 1960) a pu démontrer, avec l'exemple urbain, qu'il existait une «image collective de la ville». Il définit «l'image» en ces termes : « il semble que pour n'importe quelle ville donnée il existe une image collective qui est l'enveloppe d'un grand nombre d'images individuelles. Ou peut-être y a-t-il une série d'images collectives correspondant chacune à un groupe nombreux de citoyens. De telles images de groupe sont nécessaires à tout individu qui doit agir efficacement dans son milieu, et agir en commun avec ses compagnons. Chaque représentation individuelle est unique, une partie de son contenu n'est que rarement, ou jamais, communiquée et pourtant elle rejoint l'image collective, qui, suivant l'environnement est plus ou moins contraignante, plus ou moins enveloppante. » A partir d'enquêtes sur les images individuelles de trois villes Nord-américaines (Boston, Los-Angeles, et Jersey-City), LYNCH a analysé les représentations mentales de ces trois villes pour en définir une image collective, image formée de cinq éléments qui jouent le rôle de «conditions perceptibles» et permettent de catégoriser les éléments urbanistiques. Il s'agit :

- des voies de circulation (rues, voies de chemin de fer, chemins piétonniers),
- des limites plus ou moins franchissables (murs, rivières, tranchées de voies ferrées),
- des nœuds (carrefours, points d'échanges de réseaux de transport),
- des points de repères, en tant qu'éléments de références ponctuelles (immeubles, enseignes...)
- des quartiers de la ville (seuls éléments qui correspondent à une donnée sociologique).

L'idée d'une «image collective» fait référence à la communication interindividuelle, LYNCH n'hésite pas à parler de « lisibilité » urbaine avec laquelle les éléments de la ville peuvent être reconnus et organisés en un schéma cohérent facilitant ainsi l'orientation dans celle-ci.

2-1-2 Question de connaissances

Dans les parties théoriques suivantes, nous présenterons l'orientation spatiale selon le point de vue de la psychologie cognitive, celle-ci visant à rendre compte des processus mis en œuvre dans l'apprentissage, la mémorisation, les représentations et le traitement d'informations spatiales. Les déplacements permettent aux individus d'appréhender de nouveaux environnements, d'en construire et d'en affiner la connaissance. Nous verrons dans cette première partie le rôle de la mémoire qui reste un processus cognitif fondamental non pas seulement comme un lieu de stockage mais également une aide à la reconnaissance des lieux. Nous n'envisageons pas ici de discuter les différents modèles de mémoire mais simplement d'exposer les plus fondamentaux qui semblent, selon notre point de vue, se rattacher à l'activité d'orientation.

Bien que la notion de Cartes Cognitives soit l'objet de controverses dans la littérature, nous avons volontairement choisi de l'adopter car il nous paraît important d'identifier et d'isoler de façon artificielle les connaissances spatiales des autres connaissances. Ces connaissances s'inspirent des formats habituels (propositionnel, conceptuel, imagé) mais contiennent des données rattachées à une activité humaine très spécifique : objets bidimensionnels, tridimensionnels, distances, cadres de références...

Nous illustrerons cette première partie avec la situation d'un environnement familier, situation dans laquelle nous avons suffisamment de connaissances emmagasinées pour nous déplacer de façon automatique. L'automatisation du déplacement correspond à une activité sans contrôle de l'exécution des actes et par conséquent sans réflexion (BASTIEN, 1996). Pour illustration : le trajet familier le plus typique est le trajet domicile-travail. D'ailleurs, ce trajet est si bien automatisé que des erreurs peuvent se produire lors de changement de destination. Il arrive parfois que l'on se retrouve sur le trajet qui nous est très familier alors que nous n'avions pas prévu initialement de prendre cet itinéraire.

L'analogie entre la mémoire et le sentiment de familiarité d'un lieu mérite quelques explications. La mémoire est un concept fondamental en psychologie cognitive car elle permet de gérer un certain nombre de situations du quotidien. Un lieu devient familier grâce au fonctionnement implicite et explicite de la mémoire.

Dans la seconde partie, nous distinguerons un trajet inconnu d'un lieu inconnu. La première est non seulement spatiale mais porte également sur les stratégies employées pour atteindre le but. L'activité n'est plus spontanée mais réfléchie. Le contexte du trajet inconnu dans un environnement familier sera l'occasion d'explicitier le rôle, non négligeable, de la planification dans une activité d'orientation; un itinéraire est un chemin planifié. La planification est une construction interne à partir des données disponibles dans le système cognitif dès lors que ces données paraissent insatisfaisantes, le système cognitif va s'adapter par la recherche d'informations extérieures (panneau de

signalisation, carte routière, plan de quartier, description d'itinéraire...). Selon, les moyens d'information utilisés, l'itinéraire sera plus ou moins planifié et intégré, la difficulté majeure sera l'adéquation entre la représentation spatiale et la réalité de l'environnement. Il va adopter un comportement de type « stimulus-réponse » en appliquant les indications interprétées : c'est une question de « matching » comme disent les anglo-saxons.

2-2 Les processus cognitifs liés aux connaissances spatiales

La mémoire et les représentations sont des processus extrêmement liés, quasi-fusionnels, bien que la mémoire soit considérée prioritairement comme le répertoire des représentations (les représentations-produits). La notion de processus représentationnel comme entité qui se substitue à une autre (absente) pour servir des fonctions similaires est donc, par ce fait, étroitement apparentée à la notion de mémoire comme lieu de préservation de l'expérience cognitive. En définitive, les notions de représentation font à la fois référence à un produit, (parfois manufacturé telles que les icônes, portraits, ou cartes routières), et à un processus interne correspondant à une activité de production d'objets (image, langage et action).

Mémoire et représentation constituent des processus par lesquels un système remplace une information externe absente par une information qu'il a conservée à l'intérieur de lui-même. A partir de cette restitution d'une information absente, la possibilité de substituer aux actions sur le réel des actions symboliques, purement internes, constitue une extension significative des capacités d'adaptation des systèmes à leur environnement. Néanmoins, la possibilité de faire face cognitivement à des questions nouvelles impliquant l'agencement original d'informations puisées dans la mémoire dépend aussi, évidemment, de la capacité des individus à créer et à manipuler leurs propres représentations.

2-2-1 Notions générales sur la mémoire

Communément, lorsque nous parlons de LA mémoire, notre intention est d'évoquer exclusivement le passé, mais dès lors qu'elle devient objet d'étude elle devient plurielle parce qu'elle intervient aussi bien dans les pensées et les actions du présent que celles du futur. N'oublions pas qu'elle permet également l'apprentissage.

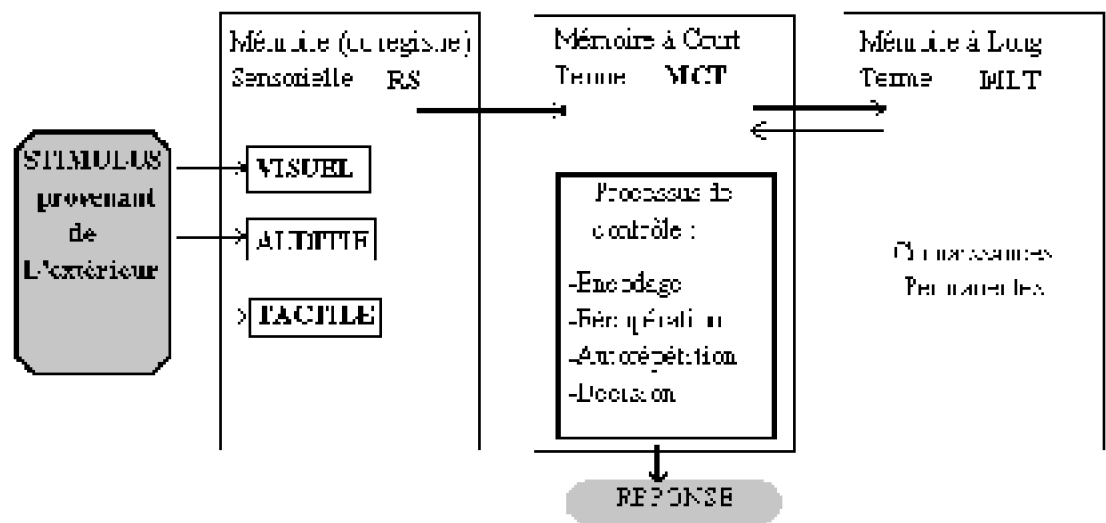
Ainsi, les processus mnésiques ne déterminent pas seulement les possibilités d'accès aux représentations des événements du passé mais aussi à celles d'un présent immédiat. L'environnement est encodé, représenté et stocké grâce aux propriétés des mémoires transitoires et permanentes. Nous présenterons des processus de mémorisation sans une véritable confrontation entre les différentes théories et modèles de mémoire.

La plus grande des distinctions comprend la mémoire sensorielle, la mémoire de travail ou la mémoire à court terme (MCT) ; la plus importante, car illimitée, reste la mémoire à long terme (MLT). Ces trois formes de mémoire se distinguent dans leur capacité temporelle de rétention de l'information : la première dure quelques centaines de

millisecondes ; la deuxième est capable de maintenir l'information pendant quelques dizaines de secondes, la dernière va au-delà. Cependant, ces durées varient aussi selon la nature du stimulus.

Dès que l'objet est perçu, il est sélectionné ou non selon les critères du registre sensoriel sans être jamais complètement indépendant des systèmes supérieurs (ex. : Mémoire à Long Terme (MLT)).

Un des premiers modèles présentant l'interaction entre ces trois modules de mémoire est le « modèle modal » de BROADBENT (1958) puis révisé par ATKINSON et SHIFFRIN (1968) (figure 2-1). Dans ce modèle, l'information est tout d'abord stockée sous une forme non analysée dans un registre sensoriel de capacité limitée (RS). Une partie peut ensuite être sélectionnée pour un codage plus élaboré, elle est alors stockée dans un registre à capacité limitée (MCT). Enfin, cette information peut être transmise à un registre permanent (MLT), conçu comme un réseau de concepts représentant la base de connaissance du sujet. Ils mettent l'accent sur les processus de contrôle volontaire pour le transfert des informations d'un registre à l'autre : sélection du focus de l'attention, maintien de l'information par répétition en MCT et recherche d'informations en MLT. Malgré son succès, le modèle modal ne permet pas de répondre de manière satisfaisante à toute une série de questions comme celles qui portent sur l'ordre de stockage des informations, sur la nature exacte de la MCT, sur la manière dont il est possible de distinguer sans ambiguïté MCT et MLT d'une part et MCT et registres sensoriels d'autre part.



Ainsi, les principales étapes du traitement dont il faut expliquer l'ordre sont schématiquement les suivantes :

- le stimulus est en contact permanent avec l'information contenue en MLT ;
- les opérations de codage s'effectuent et un sous-ensemble activé de MLT émerge (MCT) ;
- de nouvelles informations sont ajoutées à la MLT (automatiquement et/ou sous le contrôle de l'attention) ;

- l'information s'efface de la MLT.

2-2-2 Mémoire permanente

La forme d'un objet dans l'environnement prend une signification et une identité lorsqu'un exemplaire correspondant à cette forme est trouvé dans la mémoire à long terme de l'intéressé. Les connaissances sur les objets acquises par le sujet et stockées en MLT sont désignées sous le terme de *représentations d'objets*.

La mémoire permanente ou à long terme contient à juste titre des informations stables, des connaissances qui peuvent évoluer bien qu'elles aient un caractère plus statique que les représentations ou informations du niveau inférieur (de la mémoire transitoire). Du fait de la variété des informations, le format des représentations en mémoire a fait l'objet de vifs débats entre les informations imagées et celles verbales. Dès 1967, SHEPARD a démontré expérimentalement que la reconnaissance d'images était supérieure à la reconnaissance des mots et des phrases ; PAIVIO (1971) a renforcé ce résultat en imposant l'hypothèse d'un **double codage** des informations en mémoire permanente : certaines informations peuvent être stockées sous une forme verbale, d'autres sous une forme imagée et d'autres, enfin, sous ces deux formats.

Contrairement à la théorie bimodale, de nouvelles théories proposées par PYLYSCHYN (1973) et ANDERSON (1983), suggéraient que les informations ne pouvaient être stockées que sous une forme essentiellement propositionnelle (codage sémantique et abstrait).

Puis, une nouvelle controverse s'opposa à cette dernière pour proposer une théorie mixte soutenue par KOSSLYN (1975) qui envisage différents niveaux de représentation mnésique. Un niveau profond où toutes les informations seraient codées sous une forme propositionnelle et un niveau de surface où le format ne serait pas homogène mais pourrait être aussi verbal qu'imagé.

Si jusque là, les oppositions portaient essentiellement sur le codage, les travaux de TULVING (1983) vont montrer que cette dichotomie obéit à certaines règles d'organisation des informations stockées en mémoire à long terme (tableau 2-1). Il s'avère que certaines représentations mnésiques possèdent une très grande stabilité et sont relativement peu affectées par la variabilité des contextes de récupération. Ces représentations sont des concepts ou des connaissances générales, elles peuvent être regroupées sous le nom de *mémoire sémantique*. Elles se différencient d'un autre type de représentations plus flexibles et particulièrement sensibles aux variations contextuelles.

Ce sont des représentations d'événements décrites sous le nom de *mémoire épisodique*. La mémoire épisodique est un système de stockage des informations datées, événements ou épisodes personnellement vécus et de leurs associations spatio-temporelles ; la mémoire sémantique, elle, reste la mémoire nécessaire à la production et à la compréhension linguistique sous forme de thésaurus mental : mots, symboles verbaux, significations... **La mémoire épisodique est également essentielle pour s'orienter dans le temps et l'espace** ; la conscience que nous avons de l'endroit où nous nous trouvons est considérablement renforcée lorsque nous savons comment

nous y sommes arrivés, ce qui à son tour doit contribuer largement à nous guider vers notre but. La mémoire épisodique est importante non seulement pour se rappeler ce qu'on a fait mais pour se rappeler ce qu'on doit y faire ultérieurement. (BADDELEY, 1993)

| | MÉMOIRE ÉPISODIQUE | MÉMOIRE SÉMANTIQUE |
|--------------|--|--|
| INFORMATION | Événement Episodes Référence au moi Croyance | Faits, idées Concepts Références à l'univers Consensus social |
| PROCESSUS | Codage temporel Affect important Contextuel Evocation du passé Sensible à l'amnésie | Codage atemporel Affect peu important A-contextuel Actualisation des connaissances Peu sensible à l'amnésie |
| APPLICATIONS | Utilité faible dans l'éducation Utilité sociale faible Sans relation avec l'intelligence Oubli Témoignage | Forte utilité dans l'éducation Utilité sociale élevée Forte association avec l'intelligence Langage Expertise |

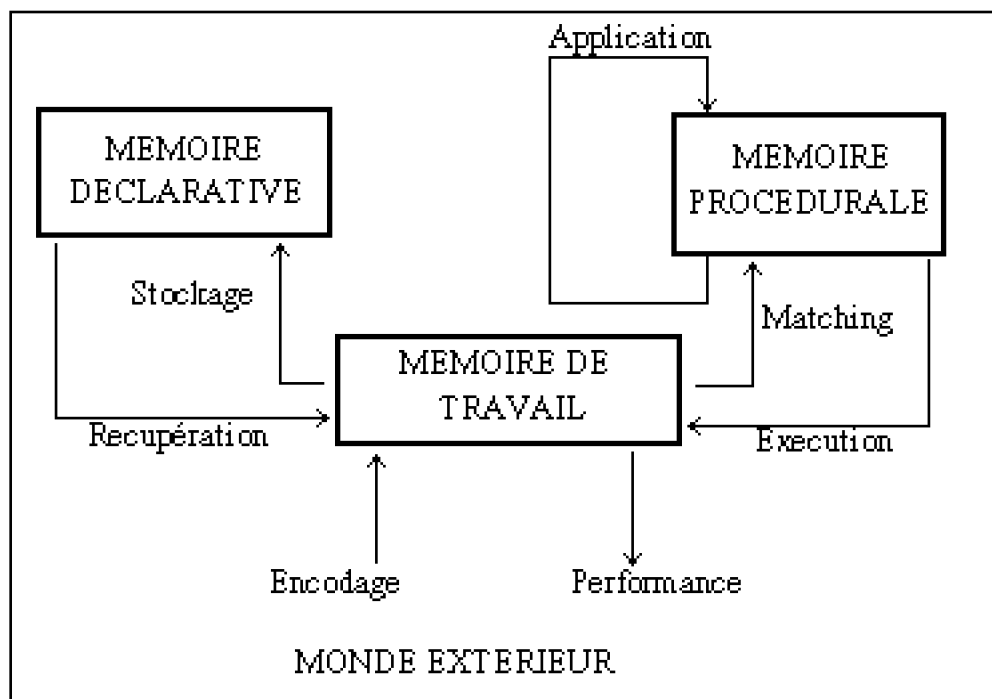
Les représentations ont cependant une propriété commune importante : elles sont toutes, en principe verbalisables, qu'il s'agisse d'épisodes singuliers, de concepts ou d'images mentales. Elles ont en outre un caractère relativement statique et ne font que décrire certains états du monde. Elles sont alors rassemblées sous une même entité appelée les connaissances déclaratives en opposition aux connaissances procédurales. Ces dernières beaucoup plus dynamiques renvoient aux capacités perceptivo-cognitives et cognitivo-motrices ; elles ne sont pas, ou très difficilement, communicables. Elles reposent enfin sur des systèmes d'association plus ou moins complexes entre des stimuli, des comportements et des états mentaux. La prise de conscience et le contrôle intentionnel dominant dans la manipulation des connaissances déclaratives alors que les connaissances procédurales sont fortement automatisées.

La mémoire épisodique est probablement impliquée dans le processus d'orientation spatiale ou simplement dans le processus de mémorisation des lieux, du fait de sa capacité à acquérir de nouvelles informations et à les relier à notre propre histoire ou à nos expériences de la vie quotidienne ainsi qu'à notre environnement. Un lieu est facilement associé à un événement sans intention de la part du sujet : vous vous promenez dans un quartier de votre ville que vous n'avez pas l'habitude de fréquenter, puis vous rentrez dans une librairie pour acheter un journal et par hasard vous retrouvez un ami d'enfance que vous n'aviez pas vu depuis longtemps. Des semaines ont passé, et un de vos collègues de travail vous conduit dans cette rue, une adresse voisine de la librairie. Instantanément vous la reconnaissez car vous l'associez à un événement heureux : la rencontre d'un ami.

La majorité des chercheurs travaillant dans le domaine de la mémoire acceptent l'idée de la distinction entre la mémoire épisodique et la mémoire sémantique mais elle est cependant encore fortement débattue comme le souligne NICOLAS (1993) : En effet, certains auteurs (ANDERSON et ROSS 1980) ont suggéré que cette distinction est une manière potentiellement utile de classer différents types de connaissances mais ne correspond pas certainement à des systèmes indépendants de mémoire. Ces critiques

ont conduit TULVING, depuis 84, à adopter l'hypothèse des systèmes emboîtés (mémoire déclarative et mémoire procédurale). TULVING affirme que la mémoire procédurale peut opérer sans l'aide des autres systèmes ; la mémoire sémantique, en revanche, ne peut fonctionner indépendamment de la mémoire épisodique qui, elle-même, est liée aux deux autres systèmes." Finalement, mémoire procédurale et déclarative sont clairement distinctes aussi bien dans les aspects psychologiques que neuropsychologiques.

ANDERSON J. R. (1983) propose un modèle de mémoire de type computo-symbolique, le *modèle ACT* (Adaptive Control of Thought)*⁶, où les mémoires permanentes, épisodique et sémantique, sont en relation constante avec la mémoire de travail. Ces procédures sont appliquées aux contenus de la mémoire de travail et cette application peut entraîner de nouvelles connaissances déclaratives, créer de nouvelles règles de production ou modifier d'anciennes règles antérieurement stockées (figure 2-2). Quatre processus fondamentaux déterminent la dynamique du système : 1) le *stockage* (créer des représentations en mémoire permanente déclarative), 2) la *récupération* (retrouver une information en mémoire déclarative), 3) l'*appariement* ou le «*matching*» (comparer le contenu de la mémoire de travail à la partie condition des règles de production en mémoire procédurale), 4) l'*exécution* (transférer en mémoire de travail la partie action d'une règle de production pour laquelle un appariement a été réussi).



Bien que ce modèle ait permis, entre autres, une description plus précise des mécanismes psychologiques, offrant des moyens théoriques pour une simulation rigoureuse, il possède quelques imperfections et notamment il n'explique pas la façon dont se forment les représentations symboliques manipulées par le système à mémoire.

Le modèle d'ANDERSON est cependant particulièrement intéressant du point de vue

⁶ Ce modèle s'inspire et précise le modèle modal d'ATKINSON et SHIFFRIN (1968))

de l'organisation des connaissances spatiales qui reprend le principe d'une dichotomie entre les connaissances déclaratives et les connaissances procédurales.

La dichotomie entre mémoire déclarative et mémoire procédurale renvoie à l'opposition courante entre le savoir et le savoir-faire. Les connaissances procédurales sont par nature plus proches de l'action concrète contrairement aux connaissances déclaratives. Elles spécifient des structures de contrôle directement utilisables dans la réalisation de l'action. En contrepartie, lorsqu'elles sont exécutées fréquemment et qu'elles s'automatisent, elles peuvent avoir perdu les connaissances déclaratives ou les raisons qui les ont fondées. Les connaissances procédurales peuvent avoir été acquises par l'action sans référence approfondie à des connaissances déclaratives. On peut connaître, parfaitement, un quartier uniquement par locomotion sans utilisation de carte.

2-2-2-1 La reconnaissance des objets via le processus de catégorisation

Se déplacer dans un environnement réel urbain demande au cerveau une capacité considérable à reconnaître les objets du milieu malgré les modifications multiples de l'apparence des objets en fonction des mouvements liés à la locomotion de l'observateur. La rapidité de l'exécution (en quelques dizaines de millisecondes) est possible grâce à une organisation adaptative des connaissances en mémoire qui va œuvrer pour l'optimisation de l'identification et la reconnaissance des objets en situation naturelle. Chaque objet perçu est classé, catégorisé : la perception implique un acte de catégorisation, ce qui représente l'idée essentielle introduite par BRUNER en 1958. Auparavant, la « re-connaissance » présuppose en filigrane la pré-existence d'un objet cognitif qui va servir de point de confrontation avec l'objet perçu. La comparaison ou l'appariement entre les deux objets est générée par un processus de catégorisation. « La catégorisation des objets du monde réel peut-être considéré comme la tractation à finalité adaptative entre les structure du sujet et celles de l'environnement » (BIDEAUD et HOUDE, 1989, p.87). Les deux principes fonctionnels de la catégorisation sont de réduire la diversité à un format unique (une catégorie) et parallèlement « d'étiqueter » les différents formats uniques. Cette pratique rappelle celle utilisée dans les bibliothèques où le classement des documents par catégorie et sous-catégorie facilite l'accès vers chaque document. Ces deux principes évitent ainsi la surcharge informationnelle dans la mémoire à long terme.

La littérature intéressée par les questions de la catégorisation se distingue selon la nature de l'objet perçu c'est-à-dire si l'objet est appréhendé suivant un point de vue abstrait, par le mot, ou un point de vue matériel, par la forme physique. Cette symétrie de points de vue rappelle la distinction apportée par LE NY (1989) entre les processus d'identification et de reconnaissance. Il considère que l'identification est rattachée au processus sémantique alors que la reconnaissance est inhérente au processus perceptif bien qu'il y ait « toutes les raisons de croire que ces deux processus distincts reposent sur le même mécanisme de base, l'appariement » (LE NY, 1989, p.54). De nombreuses études ont été réalisées pour comprendre le format des représentations d'objets, c'est-à-dire le type de description des objets en mémoire, ainsi que l'existence de différents niveaux de représentation et leur organisation. Nous ne présenterons que les

travaux fondamentaux pour dégager le principe général de la catégorisation puisque ce processus semble intrinsèque à la reconnaissance des différents objets qui nous entourent. Notre recherche s'intéresse au comportement spatial des individus guidés par différents supports dans un environnement inconnu. Par conséquent, les interactions avec l'environnement sont dans cette finalité, principalement, orientées par la reconnaissance des objets qui le composent.

C'est d'abord la mémoire sémantique qui a suscité le plus grand engouement par des analyses propositionnelles avec notamment les travaux majeurs de ROSCH et ses collaborateurs (1976) qui portent sur les principes universels gouvernant la catégorisation des réalités naturelles. Ces théories se limitent à l'analyse du mot ou de la phrase. Alors, des structures de représentation plus complexes sont apparues et la notion centrale de « Schéma » a été introduite par RUMELHART et NORMAN dans les années 80. La préoccupation de ces auteurs est de pouvoir introduire des niveaux de structure représentationnel supérieurs à la phrase.

L'environnement de notre recherche est un environnement réel, urbain, par conséquent les objets environnementaux perçus sont prioritairement physiques c'est-à-dire qu'ils ont une forme, une surface et un volume. C'est pourquoi, en complément aux théories sémantiques ou supra-sémantique, nous évoquerons celles qui préconisent l'entrée des descriptions d'objets en mémoire à long terme, par les représentations « structurales » (il comporte les informations physiques des objets) et non pas par les représentations sémantiques contrairement aux théories du même nom.

Les études en situation réelle nous incitent à rejoindre l'affirmation de BOUCART (1996, p.51) qui souligne qu'«il est clairement établi que la mémoire des objets n'est pas un système unitaire mais un ensemble de niveaux de description comportant différentes informations sur les objets». Il est hors de l'objet de la présente recherche d'examiner si ce sont les représentations sémantiques ou les représentations structurales qui constituent le premier niveau de l'organisation des connaissances.

2-2-2-1-1 Accès par le réseau sémantique

Avant d'aborder les « théories écologiques de la catégorie », il nous semble opportun de rappeler le principe organisationnel du « réseau sémantique » (COLLINS et QUILLIAN, 1969) qui reste l'inspirateur d'autres modèles (et pas seulement en linguistique). Le réseau correspond à une taxinomie dans laquelle toutes les classes d'individus peuvent être traitées comme des ensembles et des sous-ensembles liés par des relations d'inclusion. Cette structure de représentation des connaissances se présente sous la forme d'un arbre composé de nœuds (objets, concepts ou événement) reliés entre eux par des arcs qui spécifient la nature de leurs relations. Chacun des arcs est interprété comme signifiant « est sorte de » ou en abrégé « est-un », la relation peut être également d'un autre registre et faire référence aux propriétés « a pour partie de ». Ainsi, chaque sous-classe hérite des propriétés des classes supérieures. De cette manière, l'organisation en réseau *économise* dans la mémoire à long terme la répétition d'une information descriptive des exemplaires en l'allouant seulement à l'objet générique.

Les recherches développées sur la catégorisation des objets se sont plus

particulièrement centrées sur l'analyse des relations existantes entre la complexité et la richesse de l'environnement, et la structure générale de cette connaissance du monde en mémoire (ROSCH, 1976, 1978 ; DUBOIS, 1983). Ces études ont montré que la catégorisation résultait de principes d'organisation des connaissances, visant à réduire la multiplicité et la diversité des objets présents dans l'environnement à des proportions compatibles avec les capacités de traitement de l'individu.

L'activité de catégorisation conduit à la fois à généraliser et à considérer comme semblables des objets différents et à les discriminer de manière suffisamment fine pour l'ajustement des conduites.

L'organisation des connaissances en mémoire est soumise à un second principe émanant du postulat de l'existence d'une structure propre au monde. ROSCH et coll. (1976) ont en particulier explicité les liens qui existent entre cette organisation intrinsèque du monde naturel et les caractéristiques des catégories d'objets en mémoire en trois niveaux : la catégorie de base (niveau le plus général et le plus inclusif des représentations, ex : *oiseau*) ; la super-catégorie (niveau d'abstraction le plus élevé avec pour point commun la fonction, ex : *animal*) et la sous-catégorie (spécifie un objet de la catégorie de base, ex. : *mouette*).

Pour une catégorie donnée, certains exemplaires sont peu représentatifs, comme le *melon* dans la catégorie *fruit*. Par contre, la *pomme* est le fruit typique de cette catégorie. Le représentant le plus typique de la catégorie est le prototype.

Le principe de la catégorisation des objets correspond à la nécessité psychologique de simplifier la réalité à travers le découpage (ou segmentation) de l'environnement en unités ou catégories d'analyse et de traitement plus élémentaire. Les catégories se définissent selon leur niveau d'abstraction par rapport au monde et se distribuent selon une organisation hiérarchique. Cette organisation générale des catégories traduit différents niveaux de traitement de la réalité, pertinents par rapport à différents ajustements des conduites. «Le niveau de base» correspond à un niveau d'organisation optimal des connaissances qui définit la liaison entre l'organisation catégorielle (niveau de traitement) et l'ajustement des conduites.

En d'autres termes, divers langages de description de ces représentations mnésiques ont été suggérés. Les connaissances déclaratives, principalement, peuvent être décrites sous la forme de propositions composées d'un terme relationnel associé à une liste d'arguments (KINTCH, 1974). Cette *analyse propositionnelle ou prédicative* a l'avantage de ne retenir que la signification essentielle, relativement abstraite et universelle d'un discours, d'une image ou d'une scène.

Jusque-là, les travaux évoqués sont décontextualisés, c'est-à-dire que les situations de validation restent des tâches verbales sur des objets de connaissances bien établies scientifiquement ou socialement (animaux, plantes, véhicules...). Il faut alors attendre les travaux de TVERSKY et HEMENWAY (1983) et ceux de MAZET, DUBOIS et FLEURY (1987) où les objets d'études sont « contextualisés ». En d'autres termes, ces auteurs cherchent à vérifier de nouvelles hypothèses sur l'organisation des connaissances sur des objets simples et complexes et surtout impliqués dans des activités finalisées telles que la situation de conduite.

La notion de schéma a surtout été utilisée dans le cadre de la compréhension de texte (RUMELHART et NORMAN, SCHANK et ABELSON). L'utilisation de plan-schéma d'actions a été mise en évidence dans les études de BREWER sur la mémoire (rappel et reconnaissance d'événements ou d'actions orientés vers des buts) (BREWER et al., 1981, 1983)

Un schéma est une structure de données pour représenter les concepts génériques en mémoire. C'est une description assez générale, qui fournit seulement le «squelette» autour duquel une situation sera interprétée. Le schéma est alors instancié. Il y a instanciation de schéma chaque fois qu'une configuration particulière de valeurs est liée à une configuration de variables à un moment particulier dans le temps» (RUMELHART, 1978)

La théorie des schémas concerne essentiellement la connaissance : comment elle est représentée et comment cette représentation facilite alors son usage dans des cas particuliers. Toute connaissance est organisée en unités ou blocs. Schémas, frames, scripts, plans... sont différents termes utilisés par les auteurs pour se référer à un ensemble de concepts qui sont reliés entre eux. Toutefois, ils ne sont pas synonymes.

« Frame » est le terme utilisé par MINSKY (1975) pour désigner une structure qui représente la connaissance concernant des domaines très limités. Un frame fournit une description de l'objet ou de l'action. Au départ il y a une structure invariante qui est commune à tous les cas et à laquelle s'ajoutent certaines caractéristiques suivant des observations particulières.

Le concept de «script», introduit par SCHANK et ABELSON (1977) rend compte des situations de tous les jours. C'est une structure cognitive qui décrit une séquence d'événements appropriés dans un contexte particulier. Cette structure hypothétique, quand elle est activée, organise la compréhension des situations basées sur des événements. La notion de plan est introduit pour rendre compte du comportement qu'on veut produire à partir de la connaissance générale en ce qui concerne les situations nouvelles.

En résumé, la mémoire sémantique permet entre autre de reconnaître les objets de notre environnement sous la forme propositionnelle. La mémoire sémantique est décrite comme un système de codage des informations concernant la classe d'appartenance d'un objet (oiseau) ainsi que des informations fonctionnelles (usage), le contexte dans lequel on le rencontre (une cage) et ses relations associatives (à quel objet il est fréquemment associé).

Si l'objet est concret, c'est-à-dire contenant des propriétés physiques, une image mentale de ce même objet pourra se former. Dans l'environnement naturel, nous pouvons percevoir visuellement des objets dont l'apparence est complètement modifiée selon la couleur, la luminance, la taille, l'orientation, le nombre de surfaces visibles et la position dans l'espace. L'apparence des objets change également avec le déplacement de l'observateur et la présence d'autres objets dans l'environnement proche. Il existerait donc une forme parallèle d'accès aux données aux caractéristiques physiques représenté par le réseau structural.

2-2-2-1-2 Accès par le « réseau structural »

Ces objets qui appartiennent à notre champ perceptif et sensible ont une forme, une couleur, une taille, une orientation, une localisation. Ils forment une catégorie d'objets qui peut être stockée grâce à ces dernières caractéristiques sous un format différent du format propositionnel. Les connaissances sur les objets, acquises par le sujet, sont stockées en mémoire à long terme et elles sont désignées sous le terme de « **représentations structurales** ». De nombreuses études ont été réalisées ces vingt dernières années pour comprendre le format de ces représentations : en d'autres termes, le type de description des objets en mémoire, ainsi que l'existence de différents niveaux de représentations et leur organisation.

Les nombreux auteurs intéressés par ces questions de reconnaissance des objets s'opposent fondamentalement sur la question de l'organisation et la conservation des connaissances en mémoire à long terme des objets physiques. En revanche, ils sont favorables à une théorie associative ou en cascade de trois niveaux d'organisation des connaissances des objets entre les représentations proprement structurales, les représentations sémantiques et les représentations lexicales ou phonologiques (proposée par RIDDOCH et HUMPHREYS, 1987). Tous les auteurs s'accordent pour dire qu'au cours du processus d'identification, on essaie de déterminer si la forme «à identifier» correspond à un objet qu'on a rencontré et stocké en mémoire. Il faut donc apparier la forme présente à la même forme en mémoire. Un problème difficile se pose alors pour la définition du contenu des représentations possibles pour chaque objet. Dans l'environnement naturel, l'apparence des objets est constamment modifiée. La couleur et la luminance des surfaces changent avec la lumière ambiante et la localisation de la source lumineuse par rapport à l'objet. La taille change avec la distance de l'observateur à l'objet. L'orientation, le nombre de surfaces visibles et la position dans l'espace changent avec le déplacement de l'observateur et la présence d'autres objets qui se trouvent dans l'environnement spatial proche. Nous sommes capables de reconnaître un grand nombre d'objets en une fraction de seconde (THORPE, 1995) parmi toutes les combinaisons possibles de taille, d'orientation, de couleur ou de position. Les données montrent qu'en 150 ms le système visuel est capable non seulement de détecter la présence d'un animal mais aussi d'analyser suffisamment l'image pour conclure qu'il n'y a pas d'animal dans la scène.

Pour certains (PALMER, ROSH, CHASE, 1981 ; JOLICOEUR, 1985-1987-1990), le système cognitif est capable de reconnaître un grand nombre d'éléments en peu de temps grâce aux « processus de transformation » des éléments en question. Pour d'autres auteurs (MARR, NISHIRA, 1982 ; BIDERMAN, 1987, 1992), l'organisation des représentations est au contraire basée préférentiellement sur un principe de décomposition. Les représentations des éléments seraient conservées sous des formes dénaturées appelées des « géons » et seraient activées opportunément et alors particularisées (voir le modèle computationnel de BIDERMAN et HUMMEL (1992) pour plus de précisions).

Pour les premiers, quelques modèles « représentatifs » de chaque objet sont stockés en mémoire à long terme (c'est-à-dire la forme correspondant à l'orientation qui fournit le maximum d'informations pour une identification rapide) alors que pour les

seconds, une forme unique pour tous les objets est stockée à long terme.

PALMER, ROSCH et CHASE (1981), favorables au processus de transformation, pensent qu'il existe (et ils l'ont observé) pour chaque objet un angle de vue qui donne lieu au temps de dénomination le plus rapide qu'ils ont appelé **«la perspective canonique»**. Il existerait un processus de « mise à l'échelle » pour ajuster l'orientation et la taille des objets perçus éloignées du spécimen mental. Ainsi, plus l'objet s'éloigne du spécimen interne, plus le temps d'identification devrait être long. Plusieurs études confirment cette dernière hypothèse que ce soient des études sur des comparaisons d'objets photographiés - les temps de réponse sont plus longs pour les objets photographiés sous des angles différents que pour les objets photographiés sous le même angle - (BARTRAM, 1976 ; ELLIS, ALLPORT, HUMPHREYS et COLINS, 1989)- ou que ce soient des études sur les rotations mentales (SHEPARD et METZLER, 1971 ; SHEPARD et COOPER, 1982 ; BIALYSTOK et JENKIN, 1998).

Dans les premiers travaux sur la rotation (1971), les résultats révélaient une relation linéaire entre le temps de réponse et l'écart angulaire entre les objets ce qui signifie que **« les sujets résolvent ces problèmes en imaginant la rotation mentale de l'une des figures pour la mettre en congruence avec l'autre, au moyen d'un processus analogue à celui qui serait utilisé pour manipuler un objet réel dans les mêmes conditions » (BIALYSTOK et JENKIN, p.56)**. Les rotations mentales « simples » sont plus faciles à résoudre que les rotations complexes. La simplicité dépend des propriétés perceptives : les formes simples ont une structure régulière aisément reconnaissable par rapport à celles dont les configurations sont irrégulières. Un dispositif simple repose sur l'un de ces trois critères :1) la distance de rotation, 2) la présence de traits caractéristiques dans le dispositif et 3) l'axe visuel dans lequel le dispositif est présenté et où la rotation prend place. Ces trois critères conditionnent la difficulté du problème de rotation mentale et incidemment de la manière dont il sera résolu. On peut résoudre mentalement 6+5 mais nous aurons besoin d'un papier et d'un crayon pour résoudre 759 + 627. Ainsi, il n'existe pas une description unique de l'addition et il n'existe pas une description unique de la rotation mentale.

Concernant les propriétés métriques des objets, il apparaît (voir p.71-72 dans BOUCART, 1996) que les informations métriques des objets sont représentées en mémoire. En revanche, elles ne sont pas codées dans le même système de description structurale des objets. En d'autres termes, la forme des objets est codée dans un système alors que les informations métriques de ce même objet sont codées dans un autre système qui est associé au premier.

La couleur considérée comme une information de surface n'est pas essentielle à la reconnaissance d'objets d'après certaines études comme celle de TANAKA et BUNOSKI (1993). Les données obtenues impliquent que les informations de surface ont un rôle secondaire dans l'identification, elles sont seulement utilisées lorsque les informations de forme sont insuffisantes pour une identification rapide, notamment lorsqu'elle permet de distinguer des objets aux formes semblables. TANAKA et BUNOSKI (1993) n'ont trouvé aucune différence de performance entre des photographies d'objets en couleur et des photographies en nuances de gris dans une tâche d'appariement sur la catégorie de base. Les sujets devaient désigner parmi deux objets celui qui appartenait à la même

catégorie sémantique que l'objet de référence central. En revanche, la performance était meilleure pour les photographies en couleur lorsque l'appariement portait sur la sous-catégorie (le jaune est associé à une golden alors que le vert est associé à une Granny Smith). En conclusion, l'information de forme est plus efficace que l'information de surface pour l'activation des représentations d'objets. Par ailleurs, un certain nombre d'études semblent supposer que la forme visuelle prime sur l'aspect spatial. Certains objets seraient stockés, par conséquent, uniquement sur des critères visuels, leur forme correspondant à l'orientation, fournit le maximum d'informations pour une identification rapide (BOUCART, 1996).

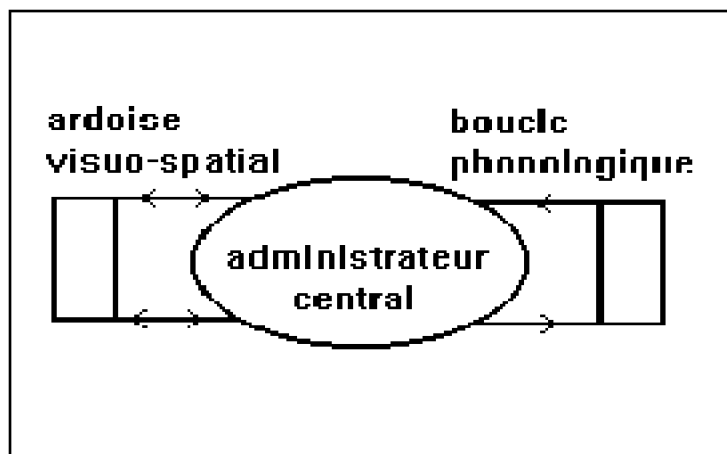
En réalité, l'activation de ces représentations ne s'effectue pas dans la mémoire à long terme mais dans une structure spécifique que BADDELEY (1993) a judicieusement appelé la « mémoire de travail ». En effet, de façon schématique, elle est le lieu de confrontation entre les éléments perçus et les éléments représentés. Elle est l'instance de traitement de reconnaissance des informations grâce à un perpétuel feed-back entre le système perceptif et celui des représentations.

2-2-3 Les mémoires transitoires

Il subsiste une polémique fonctionnelle et structurelle entre la MCT et MT (ou MDT) du fait d'une insuffisance de données empiriques, ainsi la question reste encore largement ouverte sur le plan théorique. Plusieurs conjectures s'opposent tout en accordant conjointement à la mémoire de travail un rôle actif en tant qu'entité de stockage d'informations temporaire et dynamique, comme le siège de la plupart des processus mentaux impliqués dans la recherche de solutions. En définitive, la discorde repose davantage sur le rôle de la MCT, prisonnière entre le RS, la MDT et MLT : rôle pivot ou charnière ; la portée ou l'étendue de ses compétences restant encore floue. Sa fonction au sein du processus mnésique étant incertaine, sa localisation dans le schéma ainsi que l'importance de ses effets ne peuvent pas être établies. Elle est soit tout simplement substituée au concept de la MDT, elle fait alors partie intégrante de la mémoire transitoire ; soit considérée comme un système distinct de la MDT (la MCT a pour rôle le stockage et la reproduction d'informations tandis que la MDT s'attelle à la transformation des informations suivie de la maintenance provisoire de celles-ci) ; soit la MCT représente la partie activée de la MLT alors que la MDT sert à maintenir l'information contextuelle pour opérer certains traitements sur les informations. Quoiqu'il en soit, il est irréfutable que certaines opérations de traitement sont exécutées automatiquement alors que d'autres le sont de façon intentionnelle et consciente.

Par ailleurs, la conception classique de la MCT, considérée comme un lieu de stockage passif de l'information est incompatible avec les résultats obtenus par BADDELEY et HITCH (1974). Ils ont montré qu'un sujet peut maintenir un certain nombre d'éléments en MCT (jusqu'à 6 éléments) tout en réalisant des opérations cognitives complexes, apprentissage, compréhension, raisonnement. Ces résultats ne sont pas cohérents avec un modèle unitaire. BADDELEY (1993) a proposé un modèle alternatif pour rendre compte du fonctionnement de la mémoire intermédiaire, la « mémoire de travail » (MT) (*Working Memory*) (figure 2-3). La mémoire de travail proposée serait

composée de deux sous-systèmes spécialisés l'un dans le traitement verbal (*boucle articulatoire ou phonologique*) et l'autre dans le traitement visuel et spatial (*calepin visuo-spatial*), ces *systèmes esclaves* seraient entièrement assujettis au contrôle de l'administrateur central. L'originalité de ce modèle est justement l'introduction de cet exécutif central.



La **boucle articulatoire** comporte une unité de stockage phonologique à court terme assistée par un processus de contrôle reposant sur l'auto-répétition articulatoire. BADDELEY a démontré que ce simple modèle peut expliquer une série de facteurs ayant une influence sur l'empan mnésique, y compris la similarité acoustique, la longueur des mots, le discours non écouté et la suppression articulatoire (1993, p.110).

Quant au **calepin visuo-spatial**, il est responsable de la formation et de la manipulation des *images mentales* (nous reviendrons plus en détails sur le rôle et le contenu du calepin visuel et spatial, voir 2-2-3-1).

L' **Exécutif Central** (EC) ou le contrôleur d'attention peut servir pour désigner l'ensemble des traitements et des transferts d'informations qui sont réalisés sous contrôle volontaire de la part du sujet. Ce processeur est impliqué dans la planification, la prise de décision, la résolution de problème, et certains aspects de la compréhension du langage. Il se présente inévitablement comme un médium utilisable pour les traitements complexes, soutenu par les deux systèmes temporaires de stockage.

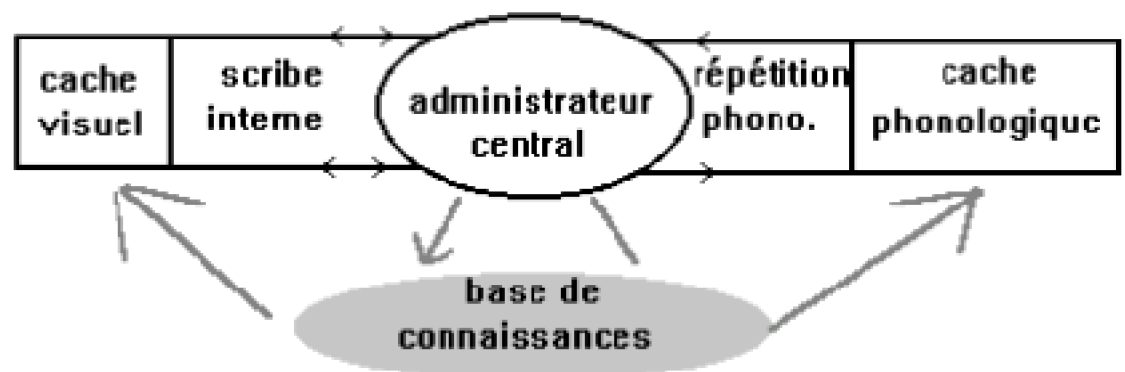
En conclusion, il semble exister des différences fonctionnelles importantes entre un système de mémoire dont la fonction est de maintenir à un certain niveau d'évocabilité des informations pendant une période de temps restreinte (les mémoires transitoires), et un système dont le but est d'organiser et de stocker ces informations pour les utiliser ultérieurement (la mémoire permanente).

2-2-3-1 Le modèle de BADDELEY révisée par LOGIE

Le modèle de mémoire de BADDELEY proposant des systèmes esclaves représentés par la boucle phonologique et le cache visuo-spatial repris par LOGIE (1995) (figure 2-4).

En raison de l'intérêt que nous portons à la composante spatiale, nous ne reverrons ici que les modifications apportées au cache visuo-spatial. Ainsi, dans cette version

modifiée de la mémoire de travail, les matériels visuel et spatial sont traités au sein de composantes séparées à savoir un *cache visuel* qui opère en tant que réserve visuelle passive et un *scribe interne*, conçu comme un système spatial lié au mouvement et qui opère comme une interface entre le cache visuel et le processeur central de la MT. Ce modèle modifié suggère que l'input est modifié dans la MT, via l'activation des représentations en mémoire à long terme, plutôt que de l'être directement à partir de la perception.



Dans cette optique, la MT est conçue comme un *espace de travail cognitif*, et pas seulement comme une porte ouvrant sur la mémoire à long terme. L'hypothèse-clé qui apparaît dans de nombreux textes consacrés à la mémoire et dans certains modèles actuels, est que l'input perceptif entre d'abord dans la mémoire de travail avant d'être stocké de manière plus permanente. Cette hypothèse est particulièrement importante dans le modèle d'ATKINSON et SHIFFRIN (1968). Or, LOGIE et PEARSON (1997) rappellent certaines observations de sujets cérébralement lésés : chez ces patients qui conservent, en effet, un accès apparemment intact à la mémoire à long terme leur mémoire à court terme est en revanche sévèrement détériorée. Ce constat peut être interprété de deux manières :

- Soit la mémoire à court terme comporte plusieurs composantes dont une seulement (la mémoire verbale) aurait été endommagée chez ces patients. L'accès à la MLT serait alors possible par la voie des autres parties intactes de la MCT (modèle de BADDELEY).
- Soit l'input perceptif est indépendant de la MCT (ou MT) quant à son accès, ce qui expliquerait que la MLT ne soit pas endommagée (modèle MT, de RICHARDSON et al 1996, qui inclut l'information actuellement activée à partir de la MLT ce qui les conduit à ne pas considérer la MT comme un canal entre la perception et la MLT).

Ces résultats laissent à penser que l'interaction entre un objet et un système cognitif humain ne passe pas nécessairement par une mémoire sémantique c'est-à-dire une instance qui comporte essentiellement une signification conceptuelle de l'objet.

Apportons ici, et enfin, les explications sur le cache visuel et sur le scribe interne. L'information contenue dans la réserve visuelle est codée sous sa forme visuelle avec les relations spatiales inter-items. En d'autres termes, le cache visuel représente la localisation spatiale sous la forme d'une image visuelle. Quant au scribe, **"il est impliqué**

à la fois dans la planification et l'exécution des mouvements ainsi que dans le rappel du contenu du cache visuel. Le scribe est encore impliqué dans l'extraction de l'information du cache visuel à plusieurs fins : il cible le mouvement et transfère la forme et la localisation visuelle de l'information au processeur central pour un traitement ultérieur et pour la combiner avec toute information disponible, verbale ou autre" (LOGIE, p.146).

Au cours de la représentation imagée, le cache visuel et le scribe interne sont censés opérer une sorte de stockage temporaire des informations spatiales et visuelles. Un test de reconnaissance est ensuite donné pour les couleurs ou les localisations, après un intervalle de mémorisation de dix secondes. LOGIE et MARCHETTI (1991) ont démontré en présentant des informations visuelles à des sujets (la couleur des carrés simultanément présentés) et des informations spatiales (la localisation de carrés séquentiellement présentés) que ces deux aspects de l'objet sont dissociables au niveau du stockage. Ces auteurs observent qu'une tâche concurrente de « tapping » réalisée pendant l'intervalle de rétention, perturbe la mémoire de localisation mais non celle de la couleur. Ces résultats permettent de conclure qu'il existe bien deux systèmes séparés et fonctionnels sous la dépendance de la MT.

La précision de cette théorie entre le traitement visuel et le traitement spatial, indépendants mais complémentaires, nous semble pertinente avec les données recueillies sur l'analyse de la Carte Cognitive. Notamment, la dichotomie dans le traitement des objets physiques peut être à l'origine des erreurs commises sur un trajet : on peut se souvenir d'une maison aux volets bleus sans précision sur sa localisation ou au contraire se souvenir de la position géographique d'une maison et hésiter sur sa couleur.

2-2-3-2 La théorie de KOSSLYN et ses modifications

La théorie de KOSSLYN, initialement computationnelle, avec une conception unitaire de l'image mentale, s'est élargie durant cette dernière décennie. L'évolution de l'intitulé de ses ouvrages, *Images and mind* (1980) et *Image and Brain* (1994), affiche la nouvelle orientation que veut donner KOSSLYN à ses travaux sur l'imagerie mentale. Les neurosciences lui ont permis initialement d'apporter la démonstration du rôle de l'imagerie, et confirmer, avec des arguments neuropsychologiques la thèse « imagiste ». Nous reviendrons dans le chapitre consacré à l'imagerie mentale (2-2-4) sur la proposition de KOSSLYN. Sa conception traite d'un autre aspect qui nous intéresse ici à propos de la reconnaissance d'objets et qu'il intègre dans la même théorie car cette même théorie peut expliquer comment nous pouvons reconnaître (percevoir) les objets en dépit de leurs changements d'orientation et (ou) de leur localisation et la génération d'images mentales de ces objets dans différentes orientations, positions... et comment nous pouvons les imaginer. Ses résultats révèlent, par exemple, que l'activité d'imagerie s'accompagne d'une activation des régions cérébrales typiquement impliquées dans la perception visuelle. **«C'est ainsi que la génération d'une image semble bien résulter d'une activation des aires rétinoscopiques⁷ au cortex occipital » (KOSSLYN et al., 1993).**

⁷ Les aires rétinoscopiques conservent avec quelques distorsions l'organisation spatiale de la rétine.

Nous n'exposerons, dans cette recherche, que la quintessence de la théorie car la version récente et détaillée, dépasserait le cadre et l'objectif de notre problématique. Ainsi, un certain nombre de modules interagissent séquentiellement pour la mise en œuvre de la reconnaissance puis dans le sens contraire pour l'imagerie visuelle.

Dans l'organisation générale du modèle de KOSSLYN, le *Buffer visuel* est la structure centrale avec des fonctions capitales liées à la perception et à l'imagerie. Pour la perception visuelle, il conserve, notamment, une certaine quantité d'informations qui fera l'objet d'un traitement approfondi. Il sert également de support aux représentations imagées. L'organisation du **Buffer** est telle que, pour l'imagerie, elle permet de rendre accessible les informations implicites relatives aux propriétés des objets encodés en mémoire visuelle (taille, orientation, forme...). De plus, il peut faire appel à la « fenêtre d'attention » véritable tampon d'informations en cas d'inflations de ces dernières.

Un **système ventral** (du cortex occipital vers la partie inférieure du cortex temporal) qui encode les propriétés de la forme, couleur et texture donc des données purement visuelles. Tandis qu'un **système dorsal** (du cortex occipital au cortex pariétal) traite des propriétés complémentaires au premier puisqu'il s'agit des informations essentiellement spatiales de localisation, d'orientation et de taille.

La **mémoire associative** réunit ces informations et leur adjoint d'autres propriétés (nom, catégorie,...). A ce stade, l'objet est reconnu et dénommé. Si la reconnaissance n'est pas immédiate alors un **test d'hypothèse** va permettre une nouvelle recherche. La représentation en mémoire associative qui apparaît comme la plus probable est sélectionnée pour un test d'hypothèse. De nouveau, les systèmes présentés précédemment vont se mettre en action pour d'abord rechercher la propriété en défaut, puis rechercher de nouvelles propriétés physiques et spatiales qu'ils transmettront à la mémoire associative. Si celles-ci correspondent au niveau de la mémoire associative, alors l'objet est reconnu, sinon un nouveau test d'hypothèse se met en place.

Dans le cas de l'imagerie, le système fonctionne dans la même logique mais inversée c'est-à-dire que c'est l'entrée d'un nom en mémoire associative qui va entraîner une activation de la mémoire visuelle qui sera à son tour instanciée dans le *buffer visuel*. L'image est alors analysée, explorée, voire transformée (voir 2-2-4 sur l'imagerie mentale).

Une précision sur la prise en compte de la motricité dans la théorie de KOSSLYN introduira la partie suivante. En effet, les informations spatiales peuvent être également tributaires des actions faites sur elles. Par exemple, la taille d'un objet dépend également de la distance entre l'observateur et ce même objet. Il « **considère le rôle de la motricité dans l'imagerie en lui accordant une fonction de guidage dans les images mentales de transformation** » (cité dans BIDEAUD et COURBEOIS, 1994, p.162) . Il distingue deux types de transformations d'images : la « transformation avec mouvement encodé », reproduction imagée d'un objet en mouvement, et la « transformation avec mouvement ajouté » création mentale d'un mouvement sur un objet immobile perçu auparavant.

2-2-3-3 Différenciation entre le traitement visuel et le traitement spatial

Les deux théories précédemment évoquées, bien que différentes dans leur approche du traitement visuo-spatial, tentent de répondre à la question de l'identification des formes des divers objets qui se présentent à nous ; puisque l'apparence des objets est constamment modifiée dans l'environnement naturel.

L'idée de base est qu'au cours du processus d'identification, on essaie de déterminer si la forme «à identifier» correspond à un objet qu'on a rencontré et stocké en mémoire. Il faut donc apparier la forme présente à la même forme en mémoire. Un problème difficile se pose alors pour la définition du contenu des représentations possibles pour chaque objet.

Ainsi, KOSSLYN et LOGIE ont tous les deux mis en évidence la séparation entre le traitement visuel et le traitement spatial des objets perçus tout en intégrant le rôle de la motricité. La seule différence entre les deux conceptions, relevée par BIDEAUD et COURBEOIS (1994, p.166), concerne le chemin suivi par l'information visuelle. Chez KOSSLYN (1980, 1994) le *buffer visuel* est l'instance cognitive médiatrice au double rôle « de mémoire à court terme et de système de traitement de l'input sensoriel qui dirige les informations visuo-spatiales vers les structures de mémoire à long terme ». A l'inverse, l'information, chez LOGIE, « **passse nécessairement en mémoire à long terme avant d'être maintenue ou travaillée dans la mémoire de travail visuo-spatial** » .

Conclusion :

A l'âge adulte, le cerveau humain dispose d'une importante quantité d'informations que l'on appelle connaissances ou représentations-types (Le NY, 1985). Elles se retirent temporairement vers une mémoire que l'on appelle à long terme en raison de leur stabilité et de leur caractère immuable. Nous préférons utiliser le terme « connaissances » et réserver le terme de représentations lorsque nous ferons référence aux « **constructions circonstanciellles faites dans un contexte particulier et à des fins spécifiques, élaborées dans une situation donnée et pour faire face aux exigences de la tâche en cours... Ces constructions sont finalisées par la tâche et la nature des décisions à prendre : elles sont de ce fait très particularisées, occasionnelles et précaires par nature...** » (RICHARD, 1990, p.10) . Etant donné que l'orientation est la tâche étudiée dans cette recherche, nous parlerons préférentiellement des représentations spatiales. Le déplacement vers une destination déterminée est une activité finalisée, pour laquelle des représentations analogiques et celles liées à l'action sont activées en mémoire de travail. Une fois les éléments de l'environnement perçus et sélectionnés selon l'attention qu'on leur prête, les éléments en question sont identifiés et/ou reconnus grâce au processus de catégorisation. Ils ont une forme, une couleur, une orientation, un emplacement, et un nom. Les derniers travaux qui distinguent l'aspect physique et spatial des objets, perçus et représentés, démontrent le rôle de l'imagerie mentale comme réceptacle de ces catégories d'objets (matériels) car soumises à d'éventuelles transformations. L'introduction de la dimension motrice dans l'imagerie renforce l'idée que l'image mentale ne peut pas être considérée comme une simple copie du réel et ne peut relever de la simple perception. Il est clair que les deux types de représentations se distinguent par la modalité mise en œuvre (visuelle ou motrice) ainsi que par la possibilité d'explicitier leur

contenu verbal. Une image mentale visuelle est en effet facilement descriptible contrairement à une image motrice. Cependant, de nombreuses tâches laissent supposer qu'elles interagissent de façon très probable, ne serait-ce que pour expliquer verbalement à un enfant comment faire son nœud de lacet ou à un passant égaré comment atteindre sa destination.

De notre point de vue, analyser le rôle et la nature de l'image mentale peuvent apporter des éléments de réflexion quant à une meilleure appréhension de l'environnement. Il s'agit de rendre compte comment l'imagerie participe dans la construction d'un itinéraire lorsque l'environnement est connu. Par ailleurs, les travaux de DENIS ont démontré le lien entre l'image et la planification des conduites à travers le langage et particulièrement dans le cas des descriptions d'itinéraire. L'imagerie nous semble importante pour l'élaboration d'un parcours et pour la reconnaissance d'objets. Pour cela, nous lui consacrerons le chapitre suivant.

2-2-4 L'intérêt de l'étude des représentations imagées dans une tâche de wayfinding : points importants

Il nous paraît opportun, en effet, d'évoquer la question du rôle des images mentales dans le traitement cognitif de l'information, et à plus forte raison, pour des informations spatiales. En raison des propriétés et des fonctions de l'imagerie dans le système cognitif, les images mentales semblent parfaitement appropriées à l'activité d'orientation. Cette dernière nécessite une manipulation des objets environnementaux soit de façon directe (perception) soit indirecte (imagerie). La similitude structurale de l'image à l'égard du percept est telle qu'elle paraît particulièrement concernée dans la résolution d'un problème spatial. Notre propos n'est pas tant de démontrer sous quel format les connaissances spatiales sont stockées mais plutôt de révéler leur rôle lorsque le problème est posé

Examinons maintenant les études qui portent sur cette image.

2-2-4-1 « L'image mentale » : Que représente-elle ?

L'image mentale se définit comme une représentation symbolique qui permet aux individus de traiter cognitivement des objets momentanément, voire définitivement, absents de leur champ perceptif. L'image est une représentation dont la structure interne entretient une relation de similitude figurative avec celle des objets qu'elle représente.

Le caractère analogique de l'image (par contraste avec le caractère abstrait des éléments linguistiques) fournit donc à l'individu la possibilité de réactiver mentalement, par image, des éléments avec les mêmes propriétés qu'une scène ou un objet visuellement perçu. Dans cette recherche, nous nous intéresserons plus particulièrement aux images liées à la perception visuelle bien que les autres sources de perception telles que l'audition, l'olfaction, la kinesthésie fournissent également des représentations analogiques. D'ailleurs, il n'est pas exclu que toutes ces modalités sensorielles puissent se combiner pour former une seule image mentale ! Dans la littérature, comme dans la vie courante, il est admis que les productions figuratives du cerveau se distinguent, par leur

nature et par leur circonstance de production, en trois principales catégories : « images consécutives », « images de mémoire » et « images d'imagination » (DENIS, 1989) ou autrement appelées, de façon respective, « images perceptives », « images de rappel » et « images de créativité » (DAMASIO, 1994)

Les « images perceptives ou consécutives » sont dans l'immédiateté de la perception des informations. Elles correspondent à la persistance momentanée d'un état sensoriel induit par un stimulus intense, même très bref.

Les « images de rappel ou de mémoire » se forment lors de l'évocation des idées ou d'objets du passé. En d'autres termes, elles sont indépendantes d'un phénomène perceptif récent. La définition de VINACKE (1952, dans DENIS, 1989, p.59) correspond assez bien à l'idée que nous nous faisons de ces images, à savoir **« elles constituent le rappel sous une forme plus ou moins fidèle, d'une expérience ou d'une sensation antérieure. De telles images sont caractérisées par un sentiment de familiarité ou de reconnaissance de l'événement passé. Elles sont moins riches et moins nettes en détails que la sensation originale. »**

Cependant, les qualités de l'image ne s'arrêtent pas à la simple reproduction de la réalité perceptive, car elles ont la capacité de transformation et d'invention à partir, malgré tout, d'un existant perceptif. Il s'agit des « images de créativité ou d'imagination »⁸ Ces images sont capables de créer des "tableaux visuels" internes totalement inédits, par combinaison d'unités élémentaires dans des arrangements nouveaux et elles nous permettent, entre autre chose, d'élaborer des pensées constructives et dirigées. Les plus grands peintres ainsi que les plus grands esprits scientifiques, comme Albert Einstein⁹ ne doutait pas de la nature de ses processus de pensée, il disait : **« Les mots ou le langage, sous la forme orale ou écrite, ne semblent jouer aucun rôle dans le mécanisme de mes pensées. Les entités psychologiques qui semblent servir d'éléments, dans ce cadre, ont la forme de certains signes et d'images plus ou moins claires, qui peuvent être « volontairement » combinés ou reproduits. Il est, bien-sûr, un certain rapport entre ces éléments et les concepts logiques pertinents... (plus loin dans le texte) Les éléments mentionnés ci-dessus sont, en ce qui me concerne, de nature visuelle et musculaire. Ce n'est que dans un second**

⁸ Illustration : En fermant les yeux, l'espace d'un instant, histoire de mieux visualiser votre image interne. Pour commencer, imaginez une plage avec un palmier ; vous êtes sur une chaise longue et vous regardez la mer. Maintenez cette image, et à présent imaginez qu'un « esquimau », avec une énorme fourrure autour du visage passe devant - vous... Vous pourrez maintenir cette image seulement quelques millisecondes, elle est instable mais vous aurez eu le temps de visualiser cette rencontre imaginaire : si vous avez pu faire défiler ce scénario sur votre écran interne, vous avez alors activé des images mentales. Par ailleurs, vous avez pu vous rendre compte de différents aspects de l'image : elle est riche d'informations sans être complètement parfaite. L'image que vous avez créée est une interprétation des mots que vous avez entendus, vous les avez associés à des éléments réels que vous connaissez. Les processus activés dans l'imagerie ont produit une image dont vous êtes le seul bénéficiaire. Cette image fugace n'a pas les propriétés de la scène réelle, elle ne lui est pas complètement similaire, mais elle facilite la communication, c'est une aide à la compréhension.

⁹ A. Einstein, cité dans J. Hadamard (1945), The psychology of inventions in the mathematical field, Princeton (NJ), Princeton University Press, in Damasio A.R. (1994) L'erreur de Descartes : la raison des émotions, (Eds.) Odile Jacob, p.145

temps, après que le jeu d'association mentionné ci-dessus est suffisamment bien établi et peut-être reproduit à volonté, que prend place la recherche laborieuse des mots ou autres signes conventionnels. »

Comme le soulignent VINACKÉ (1952) et DAMASIO (1994), elles sont le fruit d'une combinaison de plusieurs expériences antérieures. Elles apparaissent sous une forme originale et souvent inhabituelle, comme elles peuvent l'être lors des activités oniriques des individus.

Nous n'avons dressé, ici, qu'un profil sommaire de ces catégories car chacune d'elles contient des nuances fonctionnelles, entraînant des images mentales particulières. Celles-ci sont par ailleurs, variables selon les auteurs. A ce propos, la récente conception de KOSSLYN (préface de COURBOIS, 1997) distingue l'image en fonction de sa nature selon la théorie du calepin visuo-spatial. En effet, une "image spatiale" se différencie d'une "image figurale" dans le sens où elle survient principalement pour activer des relations spatiales stockées en MLT (ex: "se souvenir de la séquence de changements de direction à effectuer tout au long d'un trajet particulier met en jeu l'imagerie spatiale") alors que la seconde s'intéresse à la forme des objets. Cette dernière repose sur l'activation des représentations de forme et de leurs propriétés. Quand la résolution des caractéristiques devient relativement élevée, elle prend le nom "d'image dépicative".

En définitive, l'« image » mentale c'est la représentation interne de l'objet, mais pas seulement dans le sens d'une reproduction ou le simple prolongement de l'activité perceptive mais dans le sens d'une production mentale, d'une interprétation ou d'une ***« tentative de reproduction de figures réellement perçues qui reste approximative en fonction des circonstances dans lesquelles la configuration originale a été apprise ou est rappelée à la mémoire » (DAMASIO, p.138)***

2-2-4-2 Perception et imagerie

Aujourd'hui, les représentations imagées ne sont définitivement plus considérées comme des entités à caractère figuratif stockées de manière permanente dans la mémoire à long terme de l'individu, construites par des processus spécifiques. Le caractère constructif de l'imagerie mentale constituait déjà un aspect essentiel de la théorie de PIAGET et INHELDER (1966), puisque que l'image ne copie pas fidèlement l'objet lui-même mais plutôt les « accommodations » propres à l'action qui portent sur l'objet. Puis, des travaux ultérieurs ont pu démontrer que les représentations pouvaient subir certaines transformations, principalement lorsque la représentation possède une ressemblance marquée avec l'objet physique, de là est née une conception plus dynamique (SHEPARD et METZLER, 1971 ; COOPER et SCHEPARD, 1973).

Les premières études sur la rotation mentale consistaient en la présentation de paires de figures dans des orientations différentes. Les sujets devaient décider le plus rapidement possible si les figures étaient superposables par une rotation quelconque (cela revient à déterminer si les figures sont semblables ou non, indépendamment de leur orientation). SHEPARD et METZLER ont trouvé que plus l'angle de la rotation nécessaire pour faire coïncider les deux figures était grand, plus le temps de réponse des sujets augmentait. Leurs travaux démontrent *une conservation des processus rotatifs par la*

même durée. Une particularité de l'imagerie : elle est capable de manipuler des objets bidimensionnels et tridimensionnels (FINKE et PINKER, 1982, 1983). Par ailleurs, COOPER et SCHEPARD avancent l'idée que la rotation mentale passerait par des états intermédiaires qui correspondraient aux positions successives de l'objet au cours d'une rotation physique. Plus récemment, MAILLES (1991, citée dans MAILLES, 1996) a constaté, dans ce type de tâche, une différence de performance chez des sujets, selon une perception préalable de l'objet en mouvement ou statique. L'auteur découvre que le format de l'image diffère donc selon la condition d'apprentissage ; elle constate une meilleure performance des sujets lorsque ceux-ci doivent "inventer" le mouvement de l'objet car, dans l'autre condition (où l'objet est en mouvement), les sujets perdent beaucoup de temps à reproduire mentalement les propriétés réelles de l'objet. Ainsi, il semblerait "qu'une meilleure performance soit liée à la "personnalisation", (ou fonctionnalité du mouvement appliqué à l'objet) et donc à la schématisation qu'il fait de l'objet" (MAILLES, 1996, p. 55)

Des études développementales se sont attachées à comparer les performances chez l'adulte et chez l'enfant (BIALISTOK et JENKIN, 1997). Ils démontrent que ***«les enfants s'engagent dans les mêmes processus de représentation que ceux engagés par les adultes pour effectuer ces rotations... Mais les adultes bénéficient d'un système plus large, d'une plus grande expérience du calcul et de ressources plus importantes en raccourcis heuristiques, ce qui leur donne la possibilité de résoudre des problèmes plus difficiles que les enfants. »***

KOSSLYN (1980) affirme, sur la base des résultats du test classique de l'île imaginaire¹⁰, que les fonctions et les mécanismes impliqués dans l'imagerie sont les mêmes que ceux de la perception visuelle, en précisant que les buts évidents de la vision sont de reconnaître les objets et leurs différentes parties. De la même façon, les images mentales permettent selon lui de reconnaître ou d'identifier certaines caractéristiques des objets en rendant explicite l'information implicitement contenue dans le code mnémotechnique de ces objets. Au moment de la description d'un animal, par exemple, à un interlocuteur, une image mentale sera créée ce qui permettra le rappel de la forme de ses oreilles et autres détails. Grâce à cette représentation, la description verbale pourra se réaliser et s'enrichir. Pour cet auteur, la formation d'images mentales implique deux structures : une mémoire qui se réfère à la signification des objets et des événements (représentations propositionnelles) et une mémoire visuelle à très court terme (*Buffer visuel*). Ce buffer est comparé à un écran d'ordinateur qui génère une image à partir de la représentation symbolique qui se trouve en mémoire dans l'ordinateur (voir théorie de KOSSLYN, 2-2-3-2).

Il existe de réels opposants à la théorie de l'image, PYLYSHYN (1973) est celui qui a le plus vigoureusement critiqué la notion d'imagerie. Il reproche notamment au modèle de

¹⁰ La carte imaginaire contient sept éléments réels (hutte, arbre, lac,...) disposés de façon à ce que toutes les distances entre tous les objets, pris deux à deux, soient différentes. les sujets doivent apprendre la carte pour être capable ensuite de re-situer les éléments dans la carte qu'ils ont mémorisée. A partir d'un élément, ils doivent explorer mentalement la carte vers un autre demandé par l'expérimentateur. KOSSLYN trouve alors que le temps d'exploration d'un point à un autre est une fonction linéaire de la distance entre ces deux points.

Kosslyn d'être descriptif et non pas explicatif de l'activité d'imagerie, bien qu'il ne nie pas le phénomène psychologique puisque consciemment accessible. Il avance que les structures mentales abstraites seraient de nature conceptuelle plutôt que sensorielle et perceptive. En d'autres termes, un seul système de mémoire, où tous les objets sont décrits verbalement, permettrait d'expliquer le fonctionnement de l'individu tant pour le traitement des images mentales que pour celui des concepts plus abstraits. Pour les propositionnalistes, l'image mentale est finalement considérée comme un épiphénomène.

Selon, la thèse imagiste, l'image est un produit conscient, elle est créée instantanément sur demande et les objets qui nous viennent à l'esprit ressemblent *approximativement* à ce que nous avons ressenti ¹¹ antérieurement. Il s'agit là d'une *reproduction* d'un événement perceptif précis, localisé dans le temps et dans l'espace. Il existe également des images dépourvues de référence à un contexte événementiel contenant des évocations plus schématiques.

Quoiqu'il en soit, lorsque ces images sont manipulées, elles le sont systématiquement à un niveau conscient où les caractéristiques visuelles et/ou spatiales de l'objet sont particulièrement importantes. L'activité d'imagerie est associée à la mémoire de travail, instance cognitive proposant un écran interne permettant de « voir » l'image. PYLYSCHYN n'est pas favorable à l'idée qu'une représentation imagée puisse être définie comme une « **construction hypothétique explicative de la vie mentale** ». (citée dans DENIS ET DUBOIS, 1990, p.543).

Finalement, l'ensemble des études qui comparent les activités perceptives et d'imagerie ont démontré le lien tant fonctionnel que structural qui existe entre les deux. De surcroît, ces résultats sont renforcés par les découvertes en neurosciences ¹² sur le fait que les images mentales activent les mêmes régions cérébrales (lobe occipital) que celles activées par la perception. (cf. : Les ouvrages de DAMASIO (1994) et de BIDEAUD et BOURBOIS (1998)).

2-2-4-3 Motricité et imagerie

Comme le stipulait Einstein, « **la toute première étape du processus créateur est de nature visuelle et motrice** ». Nous ajouterons que la part des aspects moteurs n'est pas seulement utile dans la création mais dans les activités où le corps est mis à contribution comme le déplacement ou d'une façon plus spécifique le sport.

¹¹ Nous employons volontairement le terme générique « ressentir » en référence à toutes les activités sensorielles facteur de l'imagerie.

¹² Pour détail : les expérimentations en neurosciences utilisent la T.E.P. - Tomographie par Emissions de Positons - car elles permettent de vérifier les régions cérébrales engagées dans certaines activités cognitives. Les recherches conjointes de DENIS et KOSSLYN avec la collaboration d'autres groupes intéressés par ces questions permettent d'obtenir grâce à la T.E.P. « des données originales sur les régions cérébrales impliquées dans la représentation mentale de scènes visuelles,... et notamment la mise en activités d'un réseau occipito-pariéto-frontal dans les activités d'imagerie à partir d'entrées uniquement verbales » Le débat actuel est de savoir si l'aire visuelle primaire activée pendant la perception l'est également pendant l'imagerie. Jusqu'à présent, les études avec la T.E.P n'ont pas permis de le vérifier.

Dans un article de DENIS, CHEVALIER et ELOI (1989) à propos des activités sportives, les effets de la répétition mentale sur l'acquisition d'habiletés motrice sont mis en relation avec le rôle des images mentales. Notamment, l'imagerie mentale est étudiée comme un processus susceptible de servir différentes formes du fonctionnement cognitif.- La contribution de l'imagerie à la répétition mentale est généralement reconnue par les chercheurs dans ce domaine - ainsi depuis quelques années, l'importance est accordée au rôle de l'image dans la mémorisation du mouvement. (CHEVALIER-GIRARD et WILBERG, 1980)

Deux théories s'affrontent tout en étant pourtant complémentaires : les théories musculaires et les théories cognitives :

1- Les théories musculaires mettent en relation les effets de la répétition mentale sur l'activité neuromusculaire minimale accompagnée de l'évocation mentale des mouvements qui est détectée au niveau des groupes musculaires normalement concernés par l'exécution de ces mouvements. L'hypothèse généralement admise est que cette activité laisse une trace en mémoire, une représentation du mouvement serait conservée et réutilisée par la suite dans le contexte de l'exécution effective du mouvement. Les arguments favorables à cette hypothèse sont que les sujets présentant le plus d'inclination à l'imagerie sont également ceux dont l'activité musculaire subliminale est la plus importante lorsqu'ils s'imaginent en mouvement.

2- Les théories cognitives attribuent l'efficacité de la répétition mentale au traitement cognitif accompagnant cette activité. Ainsi la répétition mentale tirerait son efficacité de la possibilité qu'elle offre au sujet de construire et d'examiner mentalement une représentation de la situation et de sa propre performance. Elle permettrait au sujet de mieux organiser sa représentation de la situation, sa représentation du mouvement à exécuter dans cette situation. Le rôle fonctionnel de la répétition mentale se situerait donc pour l'essentiel au plan de la représentation cognitive de la tâche en particulier des indices perceptifs indispensables à l'exécution de cette tâche.

L'accent est mis ici sur les facteurs centraux qui gouvernent l'apprentissage moteur et plus spécialement sur la représentation cognitive de la tâche. Alors que les premières théories mettent l'accent sur l'utilisation par le sujet d'information provenant de la périphérie.

Les deux théories peuvent se compléter avec les facteurs de planification et d'organisation de la séquence motrice et des facteurs relatifs à la programmation et d'autre part au contrôle de l'acte moteur (SAVOYANT, 1988).

La représentation mentale est davantage sollicitée pendant des tâches impliquant fortement l'activité visuelle et nécessitant des ajustements visuo-moteurs fins comme des tâches requérant la visée de cibles (tir à l'arc) que pour des tâches avec une composante motrice forte comme l'endurance musculaire. (DENIS, CHEVALIER et ELOI, 1989)

L'image constitue un mode de représentation qui permet à l'égard de la répétition mentale des propriétés particulièrement intéressantes. En effet, elle permet à l'individu de se représenter des objets physiques, les positions relatives des objets entre eux ainsi que les distances relatives entre ces objets, d'une manière telle qu'un degré élevé d'isomorphisme structural est atteint entre la représentation et l'objet de la représentation.

Depuis cette dernière décennie, KOSSLYN reconsidère d'une manière plus générale le rôle de la motricité dans l'imagerie en lien avec le guidage de l'action. Les transformations mentales ne seraient plus seulement liées au processus visuel mais plutôt comme une interaction complexe entre les processus moteurs et imagés. « ***Certaines informations relatives à la localisation spatiale des objets sont encodées sous une forme directement appropriées au guidage de l'action et, par la suite, la récupération de ces informations s'effectue grâce à l'exécution de programmes moteurs*** » (KOSSLYN, 1991 cité dans BIDEAUD et COURBOIS, 1998, p.83).

2-2-4-4 Des images plus ou moins vivides selon les individus

Il semblerait que les individus disposent d'une habilité distincte à former des images cognitives. Afin d'évaluer les capacités d'imagerie de sujets, PAIVIO (1978) a administré des tests psychotechniques qui demandaient aux sujets de comparer mentalement et perceptivement des angles. Les questions portent précisément sur l'amplitude des angles. Le temps de réaction diminue beaucoup plus lorsque la différence entre les angles passe de 30 à 60 degrés. Alors que, lorsque l'amplitude atteint les 90 degrés, la performance n'augmente plus. PAIVIO déduit que la comparaison mentale et perceptive des angles est analogue et constate notamment que certains sujets ont besoin de plus de temps que d'autres à effectuer cet exercice.

Il soutient la position théorique qui souligne l'existence d'une fonction cognitive distincte permettant des représentations analogues aux réalités physiques. Concernant les différences individuelles, celles-ci ont pu être évaluées en pourcentage : 10 à 12% des individus rapportent qu'ils éprouvent des difficultés à construire des images mentales, voire qu'ils échouent (FORTIN C. et ROUSSEAU R., 1993).

Les résultats des expériences de MARKS (1986) suggèrent que les sujets ayant une inclination particulièrement marquée à élaborer et à manipuler des images visuelles sont capables d'en faire un usage profitable dans des programmes d'apprentissage faisant appel à l'imagerie.

La vivacité d'une image est une caractéristique subjective et par définition n'est saisissable que par l'individu qui produit cette image. Toutefois, certains tests psychotechniques (questionnaires, épreuves spatiales...) tentent d'évaluer et surtout de faire ressortir les différences entre les individus pour les classer en deux groupes : les "faibles imageants" et les "forts imageants". Cette distinction signifie que les derniers ont une grande propension à traduire spontanément sous forme d'images les énoncés verbaux qu'ils reçoivent et ils disposent également d'une vie imaginative très riche. A l'opposé, les individus peu enclins à construire des images visuelles ont des capacités imaginatives réduites à l'extrême. Il est évident que la population ne s'aligne pas sur cette dichotomie, les capacités d'imagerie sont distribuées en continuum !

L'origine de la distinction entre les faibles et les forts « imageants » est, d'après KOSSLYN (cité dans COURBOIS, 1997), dépendante de l'expérience perceptive alors que le "format imagé et les processus qui y sont associés sont innés" (p.181). Peut-on dire alors que les individus « peu imageants », donc peu enclins à utiliser des images, le sont davantage pour des représentations conceptuelles ? Ces tests ne permettent pas de

le savoir comme il est difficile d'évaluer la vivacité « exacte » de chaque individu.

2-2-4-5 Langage et image

PAIVIO (1971), fondateur de la **théorie du double codage**, fait partie de ces auteurs qui marque le retour de l'image et son rôle dans le système cognitif, après la période du behaviorisme qui se limite aux variables observables du processus stimulus-réponse. PAIVIO considère **« l'activité de représentation imagée comme un processus explicatif fondamental, qui est en ce sens non réductible des différentes formes de la vie mentale » (PAIVIO 1971 cité par DENIS et DUBOIS, 1976, p. 548)**. Le système de PAIVIO se présente comme un modèle centré sur la notion de « processus symboliques destinés essentiellement à assurer certaines fonctions de représentation » (-id-). Par conséquent, l'imagerie et les processus verbaux sont considérés comme des « systèmes de codage » ou des « modes de représentation symbolique » (PAIVIO, 1971) dont le développement est lié, pour le premier, à l'expérience de l'environnement concret et, pour le second, à celle du langage. Ces systèmes peuvent être mis en jeu soit de manière isolée soit de manière associative comme dans une description d'itinéraire.

Le langage contient des mots concrets et des mots abstraits. La différence entre eux porte sur le référent à savoir si celui-ci a fait l'objet d'une expérience perceptive. Si tel est le cas, il sera alors désigné par un mot concret, dans le cas contraire il s'agit d'un mot abstrait. L'activité d'imagerie est rendue possible si, au préalable, existe une expérience sensorielle. L'influence perceptive sur les mots du langage est évaluée par la valeur d'imagerie qui se définit comme **« la capacité à évoquer une image figurative chez l'individu » (DENIS, 1989, p.82)**. Ainsi, la valeur d'imagerie est plus forte pour un mot concret que pour un mot abstrait. Cette valeur d'imagerie permet de prédire, d'après DENIS, les performances individuelles à propos de ces mots dans des tâches de compréhension et de mémorisation. Par conséquent, **« dans l'ensemble, les énoncés fortement évocateurs d'images sont plus rapidement compris et mieux retenus que les énoncés peu propices à une telle évocation » (p.83)**. Cependant, la règle n'est pas aussi simple, car la valeur d'imagerie pour les mots concrets est également fonction de l'orientation cognitive du sujet lors de l'apprentissage, c'est-à-dire s'il a concentré son attention sur les aspects figuratifs ou sur les propriétés fonctionnelles, donc plus abstraites. De cette manière, il apparaît clairement que certaines propriétés ou certains événements ne peuvent s'exprimer au niveau cognitif sous une forme imagée. Ils appartiennent à un univers sémantique différent. DENIS (1975) compare une situation verbale à une situation radicalement différente puisque figurative, c'est-à-dire un dessin ou une photographie avec des référents identiques.

Par ailleurs, la valeur d'imagerie des représentations graphiques figuratives est encore plus forte que celle des mots concrets car les premières proposent directement aux sujets des indices visuels imagés.

DENIS pose une question fondamentale concernant l'influence du format de l'information (symbolique et analogique) sur l'activité cognitive imagée. Le mot laisse effectivement une libre interprétation du référent contrairement au dessin qui « impose » une image. Prenons l'exemple du référent « église », le lecteur va soit instancier une

église générique de la super-catégorie, soit un exemplaire comme « l'église de son village natal ». A l'inverse, le dessin va particulariser les traits de cette église et à plus forte raison si le dessin est remplacé par une photographie. DENIS n'est pas favorable, dans le cas de l'apprentissage de l'apport direct d'une représentation caractéristique car il estime que certains aspects « **peuvent être étrangers à l'acquis cognitif du sujet** » (p.88) . Il en conclue une distinction rigoureuse entre l'image mentale, fondamentalement schématique et générale, et l'image exogène, vigoureusement singulière qui est imposée au sujet. Il estime que l'image liée au dessin rentre en conflit avec l'image mentale en raison de « **la difficulté à intégrer ou à maintenir les composantes spécifiques du dessin à l'intérieur du schème figuratif préalablement mis en jeu** » (p.89)

Il préfère l'aspect suggestif des mots ce qui va le conduire à l'utilisation des modèles mentaux empruntés à JOHNSON LAIRD (1983).

2-2-4-6 L'imagerie appréhendée autrement avec le « modèle mental ¹³ »

Introduite en psychologie cognitive dans les années 80, la notion de « modèle mental » (JOHNSON LAIRD, 1983) a permis d'aborder de manière nouvelle l'étude des représentations, et donc de l'imagerie dans le cas de la compréhension du langage. L'image mentale peut être considérée comme un outil privilégié de la spécification des modèles mentaux lorsque ces derniers incluent des données figurales (DENIS et DE VEGA, 1993). C'est particulièrement le cas des textes à configuration spatiale qui ont pour caractéristique d'évoquer des objets liés entre eux par des relations de nature spatiale. Dans le modèle mental spatial tel qu'il est défini par TVERSKY (1991), l'image mentale pourrait servir à visualiser une configuration d'un point de vue particulier, c'est-à-dire à le spécifier de façon plus abstraite. Le modèle d'après TVERSKY se caractérise par un certain degré de généralité, c'est une sorte de description structurale et schématique, similaire au format tridimensionnel et qui rend compte des relations spatiales entre les différentes parties de la scène décrite alors que l'image visuelle représente la scène selon un certain point de vue. Ainsi, flexibilité et abstraction qui caractérisent le modèle mental autorisent l'adoption de différents points de vue sur la configuration. RICHARD (1990) préfère parler de "représentations particularisées de situations" en raison de l'ambiguïté dans la littérature sur le terme de modèle mental qui fait soit référence aux connaissances soit aux représentations. Les représentations particularisées de situations sont des constructions en vue de la compréhension d'actions. De plus, en raison de la variabilité des situations, le modèle de compréhension va s'élaborer différemment en fonction de quatre caractéristiques. Il peut construire une représentation par particularisation d'un schéma (activation des connaissances en mémoire pour une situation spécifique). Deuxièmement, il peut utiliser des représentations conceptuelles, avec la mise en jeu d'inférences (le résultat est un réseau de relations). Troisièmement, le modèle est particularisé dans ses moindres détails (le résultat est une image de la situation, donc avec des composantes spatiales). Et, en dernier point, le modèle utilise des

¹³ (MAILLE, 1995, p-p 42-49) Voir discussion sur les modèles mentaux entre la conception ergonomique de Gentner et Stevens, et celle psychologique de Johnson-Laird où l'auteur fait le parallèle entre ces deux points de vue entre les connaissances déclaratives et les connaissances procédurales.

représentations analogiques

DENIS s'est inspiré de la conception du modèle mental dans ses travaux relatifs aux interactions de l'image et du langage dans la construction des représentations de configurations spatiales. Avec ses collaborateurs (DENIS et COCUBE, 1989 ; DENIS et DENHIERE, 1990 ; DENIS et ZIMMER, 1992), ils explorent les processus mis en œuvre dans la construction d'une représentation mentale d'un texte qui décrit les relations topologiques entre les objets de cette même configuration. L'hypothèse soutenue rappelle la théorie du double codage de PAIVIO mais dans une problématique spatiale. L'hypothèse stipule l'existence de deux systèmes de représentation parallèles : l'un propositionnel permet d'élaborer la base du texte ; l'autre analogique, fournit un « modèle » de l'objet décrit par le texte (troisième caractéristique dans la conception de RICHARD). Le rôle de l'image dans l'élaboration du concept spatial est supposé permettre, grâce aux propriétés spécifiques de cette forme de représentation, un degré élevé d'intégration et d'organisation interne.

Dans la mesure où l'image contribue à la modélisation mentale, DENIS et DE VEGA (1993) lui attribuent deux rôles possibles. Tout d'abord, elle est la « matière première » du modèle mental. "Elle permet aussi d'instancier le modèle selon un point de vue particulier et sous une forme figurative, lorsqu'il (*le modèle mental*) a perdu la trace du substrat sensoriel originel et qu'il se stabilise sous une forme relativement abstraite" (p.116, cité dans GALLINA, 1998). En bref, l'imagerie donne une existence figurale au modèle sous forme d'un « tableau visuel » qui constitue un point de vue spécifique de l'espace (au sens propre du terme). Ce point de vue est équivalent, sur le plan cognitif à un point de vue réel. Le sujet peut, dès lors effectuer des comparaisons, estimer des distances, produire des inférences à partir d'un espace de représentation spécifiée.

GALLINA (1998) rapproche la notion de modèle mental, telle qu'elle est perçue par DENIS et TVERSKY, de celle de la Carte Cognitive puisqu'elle permet d'organiser l'espace et d'effectuer des opérations dans celui-ci.

Cette conception, en définitive, laisse l'intéressé s'imaginer la scène, l'objet ou l'événement en fonction de ses propres connaissances catégorisées, c'est-à-dire il va activer une connaissance soit spécifique soit schématique/générique. L'idée est donc de préparer le sujet à discriminer l'objet en question, ou en quelque sorte à formater l'esprit pour guider son attention vers cet objet dans un souci d'optimisation de la perception. DENIS (1989) n'est pas favorable à la proposition d'une représentation figurative, hautement analogique, dans une tâche de mémorisation car selon lui cette image réelle entre en compétition avec l'image mentale. L'analyse de MAILLES (1996) va également dans ce sens puisqu'elle constate que si les figures peuvent aider les sujets dans la formation de la représentation visuelle d'un problème, l'image mentale qui en découle est plus rigide que celle inhérente à une activité de visualisation mentale.

2-2-4-7 En conclusion : les fonctions du processus d'imagerie

L'imagerie est bénéfique à l'être humain dans différentes activités cognitives. D'une part, elle aide à la **mémorisation** c'est-à-dire qu'elle lui permet de traiter des situations ou des objets qui ne sont pas directement accessibles aux différentes modalités sensorielles.

Non seulement, l'individu peut activer une image de l'objet dans un format bidimensionnel ou tridimensionnel mais il a la possibilité de lui faire subir un certain nombre de transformations. Une fois l'objet en mémoire de travail, l'intéressé peut le décrire, l'explorer ou encore le comparer à un autre. Il peut également anticiper les aspects figuratifs d'une situation. De plus, la mise en œuvre de l'imagerie à propos d'une information à mémoriser élève considérablement la probabilité de sa récupération. L'effet positif des images sur **l'apprentissage** est connu depuis la Grèce antique par cette anecdote significative relatée par Cicéron : Simonide, assistant à un banquet, fut appelé à l'extérieur de la maison. Pendant son absence, le toit de la maison s'écroula faisant périr tous les hôtes sans qu'il soit possible de les identifier. C'est en reconstruisant une image visuelle du banquet que Simonide put se souvenir des invités présents. Il tira de cette expérience une méthode mnémotechnique basée sur le lien entre les éléments à mémoriser et leur emplacement (méthode des « Loci »).

La deuxième caractéristique fonctionnelle de l'imagerie se rattache à la **compréhension** d'énoncés verbaux, car elle offre une occasion de « visualiser » mentalement une situation dont les composants peuvent être « imageables ». Pour cette raison, elle est très étudiée et exploitée dans les recherches sur les descriptions d'itinéraires (DENIS et COUDE, 1989 et 1992 ; DENIS ET DENHIERE, 1990 ; DENIS et ZIMMER, 1992)

Nous allons maintenant aborder un troisième aspect de l'imagerie qui nous intéresse tout particulièrement puisqu'il s'agit du rôle de l'image mentale dans la résolution d'un problème spatial. Sa flexibilité est certainement sa caractéristique la plus utile pour l'individu lorsqu'il est amené à **résoudre un problème** (de nature physique) posé par l'environnement du travail ou, de façon générale, dans les activités de la vie quotidienne. Cependant, dès lors que les problèmes impliquent une planification des actions comme dans les déplacements de l'individu dans l'espace physique (PAILLOUS, 1970), l'image prend alors un statut un peu particulier car « elle ne peut plus être ici considérée pour sa fonction d'évocation figurative mais sa valeur d'instrument cognitif à vocation opératoire » (DENIS, 1982, p.23). Elle prend de fait le nom « d'image opératoire ou opératoire » apporté par OCHANINE (1969, 1978). Selon cette conception, les connaissances sur le monde n'ont pas besoin d'être fidèles mais seulement cohérentes avec la réalité afin de guider l'action dans l'environnement réel. On parle alors de « représentations pour l'action » (cf. WEILL-FASSINA et al., 1993) qui sont riches d'un ensemble, voire d'un réseau, de connaissances de différentes natures (croyances, savoir, savoir-faire, sensations imprégnées de l'histoire et des expériences du sujet). Sur cette base, elles peuvent assurer le guidage et l'organisation de l'action en vue de l'adaptation de la conduite à son but.

Les représentations pour l'action se rapprochent manifestement du concept de « modèle mental », d'après WEILL-FASSINA, dans la mesure où ils renvoient à des procédures mémorisées. Toutefois, le modèle mental en question ici, ne fait pas référence à celui de JONHSON-LAIRD mais plutôt à celui de GENTNER et STEVENS (cité dans MAILLES, 1996). En effet, la terminologie est source d'ambiguïté puisqu'une même acception est admise dans deux courants différents : l'un en psychologie (celui de JONHSON-LAIRD) et l'autre en ergonomie (celui de GENTNER et STEVENS). C'est à

MAILLES (ibid.) que nous devons cette distinction : « **En effet, pour les ergonomes, la description des modèles mentaux est un moyen de conceptualiser la façon dont les sujets comprennent l'outil de travail dans le but de l'utiliser** » alors que pour les psychologues « **le modèle mental est étudié en tant que construction cognitive ;... lors de la compréhension, la nature des relations entre les entités qui forment le modèle varie, ce qui induit plusieurs types d'inférences.** » (p.43) . En d'autres termes, le premier est équivalent à un « modèle fonctionnel » orienté vers un objet à utiliser. Ce modèle ne peut se construire que lorsqu'il existe une interaction entre un opérateur et un dispositif.

Tandis que le second, « modèle structural », met en commun tous les éléments de l'environnement, c'est-à-dire des caractéristiques des objets au contexte. Il existe une forme d'analogie structurale avec l'environnement. Il facilite la compréhension des textes.

Lorsque ces derniers contiennent des données spatiales, ces modèles deviennent des représentations d'environnement multidimensionnels non comparables à de simples représentations figuratives par un texte (TVERSKY, 1991). Le lecteur prend du recul par rapport au texte en adoptant une représentation schématique, comme un film interne virtuel, qui rend compte de différentes relations spatiales entre les objets. Ces représentations permettent l'exploration d'un espace connu et également de faire des prédictions et des inférences. Dans le modèle mental spatial, l'image mentale pourrait servir à « visualiser » une configuration d'un point de vue particulier, ce qui se rapprocherait des « vues locales » de THINUS-BLANC (1996).

En résumé, MAILLES préfère conserver les propriétés directrices et communes aux deux points-de-vues en soulignant qu'il s'agit avant tout de compréhension de la structure et de la fonction de ce qu'ils représentent. Elle n'hésite pas à comparer cette dyade à celle des connaissances déclaratives et procédurales (voir 2-2-2). Les premières s'inspirent et se construisent à partir de la perception et des connaissances que l'on a de son environnement alors que les connaissances procédurales mettent en pratique les premières dans un objectif d'action avec un dispositif.

Nous concluons à propos des images mentales qu'il se distingue dans la littérature deux perspectives d'approche : une perspective spécifique et une globale. Tout d'abord, il existe une capacité d'imagerie proprement figurative tout au moins dans l'obéissance de la perception, intégrée dans une conception plus générale de l'image. Cette dernière est confondue ou assimilée à la notion de « modèle mental ». Nous pouvons allègrement appliquer ces deux conceptions à l'activité de l'orientation spatiale. En effet, considérée comme une activité de résolution d'un problème spatial (PASSINI, 1984), l'orientation intègre l'idée d'une construction dans un objectif de la compréhension d'un problème spatial ou d'un ensemble d'actions à accomplir et à partir de l'environnement physique. Un *modèle structural* est mis en œuvre dans une situation familière ou semi-familière (lorsque le trajet est nouveau). L'individu va agir dans l'unique but d'atteindre une destination en activant un certain nombre de connaissances qu'il détient avant de passer à l'action. Il est possible que les images figuratives soient instanciées afin de particulariser des configurations visuelles et motrices (du type « tourner à droite après la pharmacie »).

De cette manière, il construit son itinéraire mentalement tout en « visualisant », s'il le peut, des intersections ou des repères cruciaux de son parcours qui peuvent correspondre à des zones de prise de décision fondamentales de l'itinéraire.

Cependant, le cas est un peu différent si l'environnement est inconnu, situation qui mérite un peu plus d'attention puisqu'elle représente la situation « idéale » du fourvoiement des individus. En réalité, s'orienter peut être considéré comme une action très simple puisqu'elle consiste en l'application séquentielle du processus Stimulus-Réponse. Or, la difficulté provient de l'environnement plus exactement de la méconnaissance de celui-ci. Les individus en situation inconnue, possèdent, certes, des connaissances schématiques, catégorisées de l'espace urbain, mais non particularisées des zones qu'ils doivent aborder. Pour comprendre la situation, ils doivent anticiper en prélevant de l'information extérieure soit à partir de cartes physiques, soit à partir d'instructions verbales (cf. DENIS) soit encore à partir de la signalétique. Le schéma général de l'activité d'orientation, et donc de planification d'actions, s'inscrit dans une double mise en œuvre des modèles. Il dispose de connaissances sur l'action « chercher son chemin » pour cela il sait qu'il doit faire appel à des éléments extérieurs ; le choix des éléments va dépendre de sa propre expérience et également de sa métacognition. S'il a l'habitude de se déplacer, il peut prendre la solution de se guider uniquement sur son propre sens de l'orientation en utilisant la signalétique ou des informations sur la ville. Il peut aussi utiliser un plan, instrument qu'il maîtrise plus ou moins bien. Dans ce cas de figure, il active un modèle mental fonctionnel, extraire des informations de ce support pour pouvoir les appliquer dans l'environnement réel. D'autres solutions existent selon l'importance qu'il octroie à cette activité. A l'extrême, une personne angoissée peut demander à être accompagnée.

Ensuite, durant la lecture de ce support qu'il soit à base de mots (instructions) ou d'un schéma (carte), l'imagerie, cette fois figurative, va faciliter la description de l'objet ainsi que sa localisation puisque la formation d'images implique deux structures : la mémoire propositionnelle (référence à la signification des objets et des événements) et la mémoire visuelle (référence aux aspects visuels).

On peut penser qu'un input visuel offert par une information figurative comme une photographie, par définition analogique, pourrait pallier l'imagerie. Elle pourrait faciliter la reconnaissance par une préparation perceptive de la situation !

2-3 Les « Cartes Mentales » : l'instance cognitive révisée des données spatiales

2-3-1 La Carte Cognitive ou Carte Mentale : historique

La Carte Mentale ou Cognitive est une représentation d'une partie plus ou moins étendue de l'espace physique qui permet à un individu de se situer dans l'espace et de planifier un déplacement. Le concept de Carte Cognitive ou Mentale est fondamental dans les études sur l'orientation spatiale (aussi bien chez les animaux que chez l'être l'humain), bien que l'acception de carte soit encore largement discutée par certains auteurs. Elle est parfois

remplacée par celle de « **modèle mental spatial** » (TVERSKY, 1991) ou de façon plus générique par « représentations spatiales ».

Chez les anglo-saxons, SHEMAKIN (1962) a introduit l'idée de « Mental Map », mais déjà en 1913, l'idée que les individus avaient une image comme une carte de leur environnement dans la tête était apparue chez TROWBRIDGE qui parlait de «imagery maps». C'est essentiellement avec les travaux de LYNCH que la notion de Carte Mentale fut utilisée, adoptée et considérée comme un outil expérimental intéressant. Par la suite, la terminologie s'est développée dans les différentes disciplines qui sont en rapport direct ou indirect avec l'environnement (géographie, urbanisme, architecture, sociologie, psychologie...mais aussi les neurosciences).

En 1948, le terme de Carte Cognitive a été introduit par TOLMAN E. C. en soutenant que le rat n'apprend pas simplement des réponses (tourner à droite ou à gauche) mais construit des Cartes Mentales de son environnement. D'après lui (p. 192). **«...Les impulsions entrantes sont habituellement traitées et élaborées à travers l'image d'une carte-test et cognitive de l'environnement... Et c'est cette carte provisoire, indiquant les routes et les chemins et les relations environnementales qui finalement déterminent les réponses qui seront en définitive nécessaires» . (c'est nous qui traduisons)**

Après les travaux de TOLMAN, les études sur l'orientation spatiale restèrent en retrait. La notion de Carte Mentale particulièrement fut passée sous éclipse en raison de l'influence du béhaviorisme en psychologie jusqu'aux années 60.

La théorie de Tolman qui s'opposait aux associations stimulus-réponse, envisageait alors une représentation plus dynamique de l'organisation des connaissances spatiales. Par conséquent, la théorie dynamique tolmanienne ne pouvait satisfaire le courant de l'époque.

C'est seulement au cours des années soixante-dix, avec des auteurs comme DOWNS et STEA que ce sujet fut re-dynamisé avec l'apparition d'une nouvelle terminologie : la mise en Carte Cognitive (en anglais « cognitive mapping »). Ce dernier concept désigne «un processus composé d'un ensemble de transformations psychologiques par lesquelles un individu acquiert, code, stocke, rappelle et décode l'information concernant les places relatives et les caractéristiques de son environnement spatial habituel » (DOWNS et STEA, 1973, p.7).

On constate que la conceptualisation cartographique mentale a évolué sur le plan terminologique et structurel selon les époques, les courants théoriques et les auteurs. En parallèle, d'autres concepts ont émergé chez les auteurs non favorables à la représentation, stricto sensu de carte afin d'expliquer les représentations de l'espace, des lieux, des situations, tels que les plans (GÄRLING ET GOLLEDGE, 1989), les frames (MINSKY, 1975), les scripts (SCHANK et ABELSON, 1977) les schémas (BREWER, 1987 ; MANDLER, 1984) et les modèles mentaux (JONHSON-LAIRD, 1980, 1983).

Dans cette recherche, nous insisterons plus longuement sur le contenu et la fonction des Cartes Mentales au travers de différentes études et expérimentations. Compte tenu des données récentes sur l'organisation des représentations spatiales, le concept de Carte Cognitive n'est plus radicalement évincé du vocabulaire des spécialistes. Une

version plus dynamique de la carte lui confère une certaine crédibilité avec notamment des composants variés qui s'évanouissent pour mieux se recomposer au moment de l'évocation ou de la confrontation avec la réalité. La Carte Cognitive se décline au pluriel en fonction de ces modes d'acquisition et du type d'environnement qu'elle doit traiter et organiser. Ces cartes couvrent à la fois des informations obtenues à partir d'une carte papier (plan urbain, carte IGN, mappemonde) ; des indications d'itinéraire selon la logique linéaire du discours ; de schémas griffonnés ou non par un interlocuteur humain, des informations obtenues directement à partir de l'action, (c'est-à-dire du déplacement vers un but immédiatement perceptif ou non) ainsi que des micro-éléments informationnels. Toutefois, si la notion de « Carte Cognitive » est réfutée, le processus cognitif qu'elle représente l'est moins car il peut être formulé autrement. Plutôt que d'utiliser la notion de carte mentale certains auteurs préfèrent parler de « **modèle mental** » (TAYLOR 1991 ; DENIS et DENHIERE, 1990) quand il s'agit d'évoquer des connaissances spatiales.

De notre point de vue, la Carte Cognitive se définit comme l'instance cognitive qui rassemble toutes les données que nous avons en mémoire (de la MCT à la MLT) sur notre environnement sans distinction entre les données acquises directement par la navigation ou les données extraites de supports. Toutes ces données forment les connaissances déclaratives auxquelles il faut ajouter, car fortement associées, les connaissances procédurales.

2-3-2 La Carte Cognitive et ses limites

2-3-2-1 Analogie ou non avec une carte réelle?

Chez TOLMAN, la Carte Cognitive est construite comme une carte réelle avec des propriétés euclidiennes sous une forme parallèle à une carte physique géographique. Les humains (comme les animaux) construisent et améliorent leurs connaissances spatiales mentalement sous forme cartographique par répétition des expériences de déplacement dans leur environnement quotidien ou non.

Puis, dans les années 70, elle est considérée comme un outil mental permettant de comprendre et de connaître l'environnement (KAPLAN, 1973). Elle permet d'emmagasiner de l'information sur cet environnement ce qui est utile pour prendre des décisions. STEA et BLAUT (1973, p. 227) la décrivent comme une construction permettant à une personne « de prédire un environnement trop grand pour être perçu immédiatement, et d'établir une matrice de l'expérience environnementale dans laquelle une nouvelle expérience peut être intégrée » Cependant, cette carte ne se limite pas à un simple stockage de données spatiales sur les éléments et sur les relations entre ces éléments mais elle implique l'intégration d'images et des comportements en interaction avec l'environnement (SPENCER & BLADES, 1986). Quant à THINUS-BLANC (1966), elle considère que les Cartes Cognitives se constituent progressivement lors de nos déplacements. Ces cartes permettent de se «re-présenter» la topologie et ainsi de déterminer la direction à prendre, reconnaître un endroit, et, en dépit d'éventuels changements d'apparence ou de perspective, nous adapter à des modifications d'itinéraires. Elles donnent tout simplement la possibilité de s'orienter dans

l'environnement.

Nous pourrions lister encore d'autres définitions de la Carte Mentale, mais ce qui semble ressortir c'est une tendance à démontrer une analogie fonctionnelle entre celle-ci et une carte papier ou un plan de ville.

Analogie ou antinomie entre les cartes mentales et les cartes réelles?

Si quelques uns préfèrent parler d'analogie entre la Carte Mentale et la carte réelle, (PAIVIO, 1973 ; BYRNE, 1979 ; KOSSLYN, 1980 ; DENIS, 1980 ; THORNDYKE, 1981.....) d'autres la réfutent totalement (PYLYSCHYN, 1973) ou partiellement (TVERSKY 1992, VIGNAUX, 1992). TVERSKY considère qu'une Carte Cognitive est «le préparatif cognitif qui est à l'origine du comportement» (angl. «the cognitive apparatus that underlies...behaviour» 1992 p.134) tandis que pour VIGNAUX la notion de carte renvoie à une représentation statique alors que le fonctionnement cérébral est nécessairement dynamique». Parmi ceux qui s'opposent radicalement à la conception analogique, PYLYSCHYN, dès 1973, argumente que toute connaissance quelle qu'elle soit est représentée de la même façon sous format propositionnel. Les représentations abstraites sont appelées «propositions» et expliquent davantage comment les choses sont et comment elles sont reliées. Les modèles propositionnels sont plus attachés à la façon dont sont traitées les images et moins à l'expérience de l'image.

Finalement, ce débat (voire l'existence d'une Carte Cognitive) renvoie à celui de l'existence des images mentales. (voir 2-2-3) En effet, la carte mentale étant associée à une représentation analogique ou imagée de l'environnement, les contestataires de la thèse imagiste ne pouvaient concevoir un stockage des données spatiales de cette manière.

D'après GÄRLING et EVANS (1991), il existe deux conjectures majeures : la première suggère que les images mentales sont comme des percepts, et non des images (au sens de «picture») c'est-à-dire qu'elles interprètent la connaissance mais qu'elles n'enregistrent pas les images perçues comme des « photographies d'instantanées ». Ainsi, l'information est cohérente et organisée en mémoire car c'est le résultat d'une grande quantité de traitement. KOSSLYN, BALL et REISER (1978) suggèrent alors (avec le test de l'île), que les cartes cognitives maintiennent les distances et les directions entre les lieux représentés, celles-ci étant équivalentes à celles du monde réel. Pour la seconde, prenons les exemples suivants : le mot «église» n'apporte rien sur la nature réelle d'une église, alors que le mot « gauche » donne une instruction spatiale. Par conséquent, notre connaissance générale est un mélange entre des codes analogiques et non analogiques.

GALLISTEL (1989, 1990) a formulé différemment le concept de représentation, pour lui il est question de «représentation d'un aspect de l'environnement, lorsqu'il existe un « isomorphisme fonctionnel » entre cet aspect de l'environnement et certains processus cérébraux qui permettent au sujet d'adapter son comportement... Les représentations, de son point de vue, impliquent dans le système nerveux des opérations qui anticipent des relations et prédisent les conséquences d'action. **« La représentation n'est pas une simple substitution, elle implique des processus combinatoires et transformationnels qui vont générer un comportement adapté » (cité dans SOFFIE,**

LEBLANC et LAMBERTY, 1994, p.303)

La conception de GALLISTEL d'une représentation mentale sous forme de cartes cognitives confirme, tout au moins, soutient certaines propriétés telles que la plasticité, l'adaptabilité au changement, les résistances aux pertes d'information, la possibilité d'innovation mais également la planification des déplacements.

Bien que ces résultats concernent des études en neurologie sur les animaux (rats principalement), ils permettent d'accéder au fonctionnement du cerveau humain quand celui-ci est impliqué dans des tâches spatiales. L'intérêt des expérimentations animales permet « **d'aborder la mémoire spatiale à l'état pur** » (THINUS-BLANC, 1992) Les études sur la neurologie animale créent traditionnellement une situation expérimentale de locomotion réelle ou directe tandis que les études qui ont pour objet d'étude les cartes cognitives humaines, peuvent travailler à partir d'une connaissance indirecte de l'environnement c'est-à-dire les cartes papiers.

GÄRLING (1989) reprend la comparaison entre la carte mentale et la carte sur certains critères. Elles offrent toutes les deux la possibilité de faire des détours, suivre un itinéraire en sens inverse et rejoindre une nouvelle destination à partir de la précédente font référence à trois propriétés mathématiques (figure 2-5).

Les trois grands avantages d'une carte papier sont identiques à ceux de la « Carte Mentale » lorsque l'environnement est suffisamment bien représenté mentalement, donc la connaissance des lieux s'enrichit à la suite de multiples expériences dans cette zone.

GIRAUDO (1989) constate que certains sujets s'avèrent très exacts et surtout homogènes dans leurs estimations de sorte que la forme symbolisante présente un isomorphisme réel avec le contenu symbolisé.

2-3-2-2 Les limites de la Carte Cognitive : distorsions ou erreurs

Les Cartes Cognitives sont-elles exactes? C'est la question la plus immédiate! Etant donné qu'une des premières fonctions de la carte est d'assurer un traitement de l'impressionnante quantité d'informations spatiales auxquelles chacun de nous est confronté. Par nécessité, à cause des limites de notre charge mnésique, toute « Cartographie Mentale » (Cognitive Mapping) est sélective : il n'y a pas de correspondance point par point entre l'environnement spatial et sa représentation mentale. Les formes et les tailles sont déformées, les relations dans l'espace sont altérées et transformées, certains détails réduits et d'autres exagérés (BYRNE, 1979 ; TVERSKY, 1981 ; GIRAUDO, 1989...).

Lorsqu'il s'agit de reproduire des informations spatiales à partir d'un modèle cartographié (que ce soit des villes d'un pays ou des bâtiments dans une ville imaginaire) les résultats ont mis en évidence des erreurs de jugement ou d'estimation métrique. Notamment, les résultats de BYRNE (1979) ont montré la présence d'erreurs et de distorsions dans l'estimation des distances entre des paires de lieux. Quant aux résultats de MOAR et BOWER (1983), ils ont révélé une inconsistance dans la représentation créée en terme de propriétés angulaires et directionnelles quel que soit le mode d'acquisition employé (expérience directe ou par carte). En 1982, THORNDYKE et

HAYES-ROTH ont étudié les différences dans les connaissances spatiales et les procédures d'estimation sur les espaces à grande échelle selon le même procédé que précédemment. La tâche des sujets consistait à estimer des distances euclidiennes (ou de parcours) des orientations et des localisations. Les résultats montrent que l'estimation des distances et des localisations est correcte chez les sujets ayant appris l'environnement à partir d'une carte. Ces difficultés suggèrent l'existence de problèmes cognitifs consécutifs aux changements de points de vue. Concernant les sujets qui ont appris l'environnement par expérience ambulatoire, l'estimation de l'orientation et de la localisation est plus difficile. Cette fois, les difficultés proviennent de la nécessité d'effectuer un calcul.

Atteindre une destination sans qu'elle ne soit perceptive du point de départ, est manifestement possible grâce à l'organisation mentale de l'information sur l'itinéraire (avec ou sans détours) sous une forme cartographique qui est donc opérationnelle.

GIRAUDO (1989, 1992) a cherché à vérifier pourquoi ces déformations représentationnelles persistaient (pragmatiques et efficaces) malgré la familiarité de l'environnement. TVERSKY (1981) avait déjà apporté des éléments de réponse en proposant une organisation des informations spatiales sous forme d'heuristiques. TVERSKY concluait déjà de ses résultats que la « Carte Cognitive était une figure impossible » car la difficulté à mémoriser les positions exactes des localisations est compensée par l'utilisation de principes d'organisation perceptive qui tendent à ramener les orientations aux seuls axes verticaux et horizontaux. Ces principes sont appelés des heuristiques qui correspondent donc à une classe de mécanismes simplificateurs se rapportant à un processus de normalisation ou à l'assimilation d'un schéma, les nouveaux stimuli étant déformés en fonction d'une première schématisation. Lorsqu'il s'agit de replacer la position d'une ville par rapport à une autre, nous utilisons des heuristiques ou des stratégies qui rendent la tâche plus facile (TVERSKY, 1980). Par exemple, le haut et le bas représentent le Nord et le Sud alors que la gauche et la droite représentent l'Ouest et l'Est.

Ces dernières expériences mettent en évidence une tendance à l'erreur quasi-systématique dans la manipulation de relations spatiales du type distance, direction, et localisation entre des éléments de différentes natures. Les angles sont ramenés à des angles droits, les distances sont sous-estimées lorsqu'elles portent sur des environnements simples.

PAILHOUS (1969) constate, au terme d'une étude sur l'organisation des connaissances spatiales chez des chauffeurs de taxi parisiens experts et novices, que les connaissances dont ils disposent sont organisées en deux réseaux que l'auteur désigne sous le nom de : réseau de base et réseau secondaire. Le réseau de base est composé de l'ensemble des artères principales de la ville, c'est-à-dire des grands axes. Il couvre la ville régulièrement et est bien connu des experts et des novices. Le réseau secondaire contient les petites rues et sa connaissance augmente avec l'expérience. Les stratégies de déplacement mettent en œuvre une procédure qui vise à partir d'un nœud de réseau secondaire à rejoindre le nœud le plus proche du réseau de base, à se déplacer dans le réseau de base jusqu'à un nœud proche du but à atteindre et à partir de ce nœud rejoindre le réseau secondaire dans lequel se trouve le but.

L'auteur montre que les nœuds du réseau de base sont reliés entre eux, alors que les nœuds du réseau secondaire ne le sont pas entre eux car ils sont reliés à un nœud du réseau de base.

La stratégie de déplacement dans le réseau de base consiste à minimiser l'angle entre le choix d'une voie et la localisation estimée du but à atteindre. La stratégie employée dans le réseau secondaire relève plus d'une heuristique.

Ces résultats montrent d'une part l'utilisation prépondérante des artères principales de la ville et la minimisation des angles impliqués dans le déplacement. Les résultats obtenus par GRYL (1995) lors des analyses effectuées sur les descriptions d'itinéraires pédestres recueillies (partie 2 étude de la stratégie) montrent que les stratégies prépondérantes sont celles qui visent également à minimiser ce nombre.

2-3-3 Que contient la Carte Cognitive ? Carte Mentale monomodale ou multimodale ?

2-3-3-1 La (ou les) Carte(s) Cognitive(s)

La contrainte de définir nos représentations spatiales par l'intermédiaire des Cartes Mentales, ou des Cartes Cognitives, fixe nos connaissances spatiales dans un certain format. En effet, l'appellation « carte » estompe, voire efface, l'aspect dynamique du processus alors que nos connaissances mentales environnementales se caractérisent justement par des phénomènes de plasticité et d'adaptabilité. Il faut admettre que le concept de « Carte Mentale » permet de nommer et de catégoriser les informations spatiales. Ces informations de type topologique, géométrique, métrique ou encore euclidienne, se distinguent des unes des autres par un système de hiérarchisation chronologique. Au fur et à mesure de nos déplacements (répétition et extension dans la zone) notre Carte Mentale va s'enrichir de points de repères (éléments physiques avec des caractéristiques particulières liées au contexte) de liens ou de routes entre ces points de repères et entre des origines et des destinations de plus en plus nombreuses. Un véritable maillage mental va s'organiser dans lequel de nouvelles opérations seront exécutables (plus ou moins bien selon les individus) : prendre des raccourcis, varier les itinéraires pour une même destination, trouver une solution subsidiaire en cas de perturbation à cause de la densité du trafic...

Toutes les informations précédemment citées représentent-elles une seule Carte ou plusieurs? En admettant qu'il existerait plusieurs Cartes Cognitives, elles seraient en perpétuelle interaction pour effectuer un itinéraire connu, pour en construire un nouveau ou encore pour l'expliquer.

A notre connaissance, nous pouvons répertorier au moins deux types de cartes ou deux formats de représentations spatiales dont les traitements sont radicalement différents. D'abord, la représentation type « survol » ou carte car elle est construite selon un système de coordonnées analogiques au territoire qu'elle représente. En d'autres termes, elles utilisent des représentations exocentrées, indépendantes de la position du sujet. Elles s'opposent par conséquent aux représentations « type route », comportement

d'orientation simple qui consistent à reproduire une séquence motrice c'est-à-dire un déplacement vers un but directement perceptible (O'KEEFE et NADEL, 1978 ; THINUS-BLANC, 1996). Une « route » fonctionne comme une instruction ordonnée vers un but précis et finalisé. Même si la représentation type « route » ne contient pas au sens strict des données spatiales puisque fortement imprégnée d'informations visuelles et proprioceptives, nous pouvons la considérer comme Carte Cognitive car elle est fortement reliée à l'activité de déplacement. A l'inverse, pour O'KEEFE étant donné que la mémoire des routes ne dépend pas de l'hippocampe contrairement aux représentations de type survol il ne peut leur attribuer l'acception de Carte Cognitive.

Comme toutes connaissances intériorisées, celles qui portent sur l'espace ne sont pas innées mais acquises, c'est pourquoi, à chaque étape du développement, les Cartes Mentales se renforcent en fonction des éléments ajoutés. Il est sans doute plus adéquat de conjuguer la carte mentale au pluriel car nos données sur l'espace sont de différentes natures et d'autre part le pluralisme introduit l'aspect dynamique du processus.

Comment se développent et se construisent les Cartes Cognitives ? A l'origine était le point de repère.

Une suite de repères (landmarks) dont chacun est perceptible à partir du précédent est une Carte Cognitive au même titre qu'un chemin (route-map) constitué par des segments dont le cap et la longueur sont spécifiés, ou qu'une configuration (survey-map) indépendante du sujet et permettant l'anticipation de chemins nouveaux. Le courant structuraliste (EVANS et al., 1981 ; GOLLEDGE, 1978 ; PIAGET et INHELDER, 1966 ; SIEGEL et WHITE, 1975 ; SHEMAKIN, 1962) selon lequel «les changements que l'on observe chez les adultes en fonction de la familiarité à un environnement donné (c'est-à-dire du fait de l'accumulation des déplacements) sont strictement similaires aux changements développementaux qui apparaissent avec l'âge : coordination progressive des relations géométriques entre les éléments de l'espace et décentration progressive par rapport à l'espace environnant» GIRAUDO (1993, p.42). En d'autres termes, la connaissance spatiale s'élabore de façon parallèle et similaire chez les adultes face à un nouvel environnement dont ils ne sont pas familiers et chez les enfants durant leur développement en différents stades opératoires (PIAGET, 1966). Le premier niveau de connaissances se construit à partir des points de repère aussi bien chez l'enfant (la maison et l'école constituant les repères élémentaires) que chez le nouvel arrivant dans une ville. Ses repères vont dépendre de ses activités.

Ces trois types de codage sont successivement mis au point sans que les plus précoces soient abandonnés. Ainsi, la représentation spatiale s'organise comme la progression où seules les relations topologiques de voisinage, de séparation... sont prises en compte jusqu'à la représentation « survey-map » (vue panoramique de la disposition spatiale des objets) respectant les rapports de distance et d'angles entre les différents éléments de l'espace.

2-3-3-2 Les points de repère définis comme des éléments structurant l'organisation spatiale

Que désignent-ils? Ces points de repère (ou landmarks dans la littérature anglo-saxonne)

sont une référence dans le paysage, urbain et/ou naturel, et peuvent être de nature et de format variés. Pour illustration, nous citerons un des plus classiques qui est le clocher de l'église dans le village. En effet, il a depuis longtemps une fonction d'orientation, notamment pour les bergers cheminant dans les montagnes. Le clocher de l'église, voire même l'église dans sa totalité, est un point de repère caractéristique et culturellement connu. Ce repère est facilement identifiable par son unicité dans un village ou dans une ville, par sa taille et aussi par son architecture. En d'autres termes, les critères pour qu'un élément environnemental soit sélectionné peuvent dépendre de la taille, des formes, des couleurs... ou de l'originalité du design (architecture) sans que tous ces critères soient nécessairement réunis. La variété des critères entraîne une grande variété de points de repère. Ainsi, tous les objets sont susceptibles de devenir des points de repère qu'ils soient des objets physiques bidimensionnels comme des magasins, des panneaux indicateurs... ou des éléments tridimensionnels tels que les rues ou les places.

Outre ces derniers critères, un point de repère reste un élément isolé dans l'environnement. Isolé mais contextualisé ; ce qui signifie que sa valeur et sa fonction ne prennent sens que dans un contexte déterminé, un point de repère est dépendant de sa localisation.

Des études comme celles de TAYLOR et TVERSKY (1992b, 1995) ont démontré que les points de repère sont facilement mémorisés, rappelés et restitués : les sujets qui ont appris une carte rappellent 94,6% des repères présents et effectuent des descriptions suffisamment correctes pour que des lecteurs placent correctement 90,8% des repères sur une carte muette.

La théorie du point d'ancrage renforce la fonction des points de repère (PASSINI, 1984 ; GOLLEDGE, COUCLELIS, GALE et TOBLET, 1987). Cette théorie consiste à dire que des individus placés dans un environnement nouveau, sélectionnent rapidement des repères majeurs qui servent de points de référence autour desquels une structure de connaissances spatiales est construite. Ces points nommés « points d'ancrage » servent à l'organisation des informations spatiales utilisées dans des tâches telles que la navigation, l'estimation des distances, ou l'orientation. Cette notion suppose l'existence d'une hiérarchie dans les repères. Ainsi, tous les points de repère ne peuvent devenir des points d'ancrage, la sélection sera dépendante de leurs propriétés intrinsèques, de leur importance en termes de relations spatiales et/ou de la signification qu'ils ont pour un individu (GRYL, 1995).

La notion de point d'ancrage induit celle de hiérarchisation des points de repère. Les plus importants sont reliés au processus de prise de décision alors que les points secondaires s'inscrivent dans un processus plus automatique de confirmation d'itinéraire. Toutefois, ce rôle n'est pas négligeable car ces repères secondaires permettent de ponctuer l'itinéraire, créant ainsi des segments de route. Un itinéraire se définit comme une succession de segments finalisés par des repères, plus ou moins caractéristiques. Cette fragmentation facilite ultérieurement la construction de nouveaux itinéraires, ainsi que la réalisation des « conduites de détour ». D'après BASTIEN (1996), la conduite de détour consiste à s'éloigner provisoirement d'un but, inaccessible directement, pour y parvenir ensuite à l'aide de conduites intermédiaires. Chacune d'elles à son propre but, qui reste cependant subordonnés au but principal. Un but est illustré par un point de

repère.

La segmentation permet également d'évaluer une distance mentale. Habituellement, les distances sont calculées à partir de données métriques ou kilométriques or dans le cas de la distance mentale, les paramètres reposent sur des données plus variées : l'effort physique impliqué dans l'accomplissement du parcours, des données temporelles ou encore à partir des différents changements de direction.

La zone qui contient l'objet de référence est aussi importante que l'objet, CHOWN, KAPLAN et KORTENKAMP (1995) tiennent à distinguer l'objet des lieux, car ils estiment que les objets sont caractérisés par des propriétés géométriques (taille, forme...) alors que les lieux permettent de déterminer les relations spatiales entre les différents objets.

Ces auteurs proposent un modèle computationnel dans lequel ils sont attachés au concept de prototype appelé PLAN (Prototypes, Location, and Associative Networks) . Les repères (indices visuels) permettent d'identifier un environnement familier. Ils sont donc mémorisés sous forme prototypique ce qui permet une utilisation à partir de vues partielles et selon des points de vue variés.

«Un prototype est considéré comme une représentation abstraite constituant des combinaisons de valeurs moyennes de caractéristiques définissant des objets ou des situations et les prototypes emmagasinés en mémoire permettent d'identifier les objets ou les situations que nous rencontrons quotidiennement» (FORTIN et ROUSSEAU, 1993) . THINUS-BLANC (1996) a adopté ce concept pour rendre compte du traitement de l'information spatiale. Dans cette conception, les prototypes correspondent à des règles abstraites d'organisation de l'espace qui servent non seulement à générer des représentations utiles pour s'orienter (sur la base d'informations mémorisées) mais qui contribuent également à l'organisation du recueil des informations nouvelles, ces dernières sont de cette façon plus rapidement intégrées.

Un point de repère correspond habituellement à un seul objet qui se distingue des autres par des caractéristiques physiques prégnantes. L'aspect saillant de l'objet est associé à l'importance de la prise de décision. En d'autres termes, du fait de l'emplacement stratégique de l'objet du point de vue décisionnel, il sera d'autant mieux retenu, rappelé et le nombre d'erreurs enregistrées sera moins élevé que les autres repères qui ont peu d'importance. Cet objet isolé dont la fonction est capitale, est appelé « Plot » par GOLLEDGE (1991). Un « plot » est un point d'ancrage fondamental dans le processus de prise de décision. Similairement, il existe les « scenes » avec la même fonction que les « plots », seul le contenu change. En effet, les « scenes » regroupent simplement des objets de l'environnement, elles correspondent à un segment de route - à un stop, un croisement de rues ou d'autres types de carrefours-. GOLLEDGE ne précise pas ce qui détermine la sélection, dans le processus de prise de décision, d'un « Plot » ou d'une « Scene ». L'environnement est sans aucun doute le seul déterminant. Si l'environnement ne fournit aucun détail distinctif, qui puisse être associé à une prise de décision, alors c'est l'ensemble de la scène visuelle qui servira de référence physique.

Quant à la fonction de ces repères, au niveau représentatif, DENIS leur attribue trois fonctions fondamentales. Une action est associée à un repère pour préciser les sites où devront avoir lieu des actions, comme celles induisant un changement de direction

(tourner à droite) ainsi que celles qui indiquent une progression (longer la rue). Deuxièmement, ils permettent la localisation d'autres repères, en référence à la hiérarchie de la visibilité des repères. Troisièmement, ils confirment une décision liée au déplacement. Par exemple, un repère offre au piéton ou à l'automobiliste qui réalise l'itinéraire l'assurance qu'il ne s'est pas trompé.

La fonction primordiale et acceptée est liée à l'identification des lieux au niveau représentatif et la reconnaissance au niveau perceptif. En effet, au moment de l'activation d'un itinéraire, les repères ne seront pas systématiquement évoqués mais une fois en situation de déplacement ils seront reconnus, ce que PAILHOUS explique (1969) en ces termes « **les repères visuels qui jouent un rôle très opérationnel, ne sont pas évoqués mais reconnus** ». A ce propos, il précise, en s'inspirant des travaux de BLANCHETEAU et al. (1967), qu'il existe un effet différent selon la distance (entre les repères et l'individu) sur le guidage. En d'autres termes, il différencie les repères proches et les repères éloignés. BLANCHETEAU s'est intéressé à la complémentarité à ces deux types de repères auprès de rats en labyrinthe. Il constate un « **renforcement concomitant des repères de lieu proches et lointains au cours de l'exploration pour qu'il y ait apprentissage** » (cité Dans PAILHOUS, p. 107) PAILHOUS pourra formuler la même conclusion auprès des chauffeurs de taxi. Par ailleurs, il constate que sur les deux réseaux, de base et secondaire, assimilés à une « vue d'avion », sont « greffés » des indices visuels dont le rôle est déterminant..

D'après les constats de LYNCH (1969) sur la différence entre ces indices visuels urbains, les lointains, mais aussi parfois exceptionnellement saillants, comme la tour Eiffel ou le Dôme de Florence, ont l'avantage d'être vus quel que soit l'endroit où l'on se trouve dans la ville. Ce sont des repères capitaux pour les étrangers de la ville qui les utilisent de manière plus importante que les autochtones ou les habitués pour organiser la ville et construire des itinéraires.

Nous n'avons donné ici qu'un aperçu des recherches sur ces points importants des représentations spatiales qui structurent à la fois les représentations « type survol » et celles « type route ». Bon nombre de recherches se sont focalisées sur le rôle des points de repère mais également sur les liens entre ces derniers, sur leur ordre d'apprentissage respectif, en utilisant principalement des méthodologies telles que l'estimation de distance, l'estimation de temps ou les dessins de cartes.

2-3-3-3 Les «liens» entre les points de repère

En plus des points de repères qui sont avant tout des repères visuels, les représentations spatiales comportent des éléments d'autres natures qui induisent un comportement d'orientation. Ces représentations sont appelées type route ou type parcours par un certain nombre d'auteurs (DOWNS et STEA, VIGNAUX, THINUS-BLANC...). Elles désignent une succession d'instructions ordonnées vers un but précis et finalisé. Ici, la fonction visuelle prédomine moins que la fonction sensori-motrice ; c'est-à-dire qu'il s'agit moins de reconnaître la route sur les seules caractéristiques visuelles mais bien plus sur les changements de direction qu'elle induit au niveau corporel.

Si la configuration de la route est remarquée pour des propriétés perceptibles

distinctives, elle est, dans ce cas, interprétée comme un repère. Mais la représentation spatiale de type route fait prioritairement référence à une séquence de décisions associées aux fonctions sensori-motrices, entraînant l'action exprimée par les différentes positions du corps. D'après GÄRLING (1991), «elle demande une capacité à ordonner une séquence d'informations à propos des emplacements et des distances entre les points, une capacité à évaluer la dimension temporelle de la navigation, une capacité à déterminer la direction et l'orientation dans le respect des segments de route». Comme pour le premier niveau de représentations, les représentations de type route sont hiérarchisées.

Ainsi, tout segment de routes peut être considéré comme un repère « route ». Ces segments routiers sont les «Scenes» qui se distinguent des « plots » réfèrent essentiellement à un élément physique, comme une maison, que nous avons déjà évoqués (p.67). Les Plots, référence à un lieu crucial où les décisions sont les plus importantes, deviennent significativement des espaces les mieux connus par les individus avec le moins d'erreurs. Similairement les Scènes, comme lieux d'ancrage sont significativement mieux reconnus, rappelés et prédisposés à moins d'erreurs que les autres segments plus ordinaires.

En définitive, ces deux niveaux représentationnels sont complémentaires en certaine situation d'orientation car les unes prépondérantes au visuel et les autres aux aspects sensori-moteur. Cependant, elles ne suffisent pas à définir l'ensemble de nos représentations spatiales. Il existe donc un troisième niveau dénommé la représentation de «type survey» ou de type plan. La transition du type route au type survey reste encore confuse, GÄRLING (1981) avance l'hypothèse que les traitements liés à l'attention seraient déterminants en sélectionnant les informations sensorielles spatiales pour des traitements ultérieurs. Par conséquent, cette représentation de type survey serait un enrichissement grâce aux éléments disponibles de la représentation de type route, permettant alors une représentation en survol d'un périmètre quelque soit sa taille (un quartier, une ville...). Cette configuration des informations spatiales offre une condition nécessaire pour l'invention de nouvelles routes ou de nouveaux liens. Elle permet les détours, la création de nouveaux trajets, la localisation d'une ville sur un plan...

En fin de compte, la dénomination du concept « Cartes Cognitives » restant imprécise, on peut considérer cette troisième forme représentationnelle spatiale de «type survey» comme une troisième Carte Cognitive. D'après la conceptualisation de PASSINI, les Cartes Cognitives sont sources d'information utilisées dans le processus de décision, car c'est à partir de nos images que l'on peut anticiper, raisonner et décider. Ainsi, plus une Carte Cognitive est étoffée d'images, de connexions d'images, et de précisions spatiales plus des inférences pourront être effectuées.

2-3-3-4 Les opérations géométriques et les cadres de références

Avant de parler des cadres de référence, il est important de rapporter les processus qui permettent la construction progressive des rapports spatiaux, PIAGET et ses collaborateurs se sont penchés sur cette question et ont souligné trois types de relation spatiale qui se succèdent suivant la logique de la maturation intellectuelle chez l'enfant.

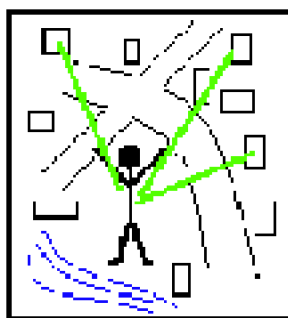
Cette construction s'effectue toujours, d'après PIAGET, sur deux plans : « d'une part, une coordination progressive des relations géométriques qu'entretiennent les éléments de l'espace, et qui permet au sujet de passer d'un codage géométrique élémentaire à la prise en compte de l'ensemble des éléments proches et lointains en un système d'ensembles homogène. D'autre part, une décentration progressive qui permet au sujet de passer d'un espace purement égocentrique, où la relation s'exprime exclusivement entre l'objet et le sujet, à un espace exocentrique dans lequel le sujet se situe comme un objet parmi les autres objets. »

Ainsi, sur le plan de la représentation de l'espace, les premiers rapports construits sont des rapports topologiques, ils se caractérisent par des relations de voisinage, d'inclusion, d'exclusion et des informations métriques. Puis, progressivement les sujets élaborent des systèmes d'ensembles projectifs et euclidiens qui permettent de situer les objets les uns par rapport aux autres selon des systèmes de perspective ou de coordonnées. Ces systèmes impliquent la conservation des droites, des angles et des courbes. Enfin, les relations euclidiennes contemporaines des relations projectives sont constituées par un système d'axes et de coordonnées s'étendant à tous les objets selon les trois dimensions à la fois. Il s'agit du produit d'une multiplication logique des relations d'ordre, avec intervention des droites, des distances, des parallèles et des angles.

Suite aux travaux de PIAGET, le concept de système de référence a ainsi été abondamment utilisé, parfois appelé référentiel ou cadre de référence. En définitive, ce n'est rien d'autre qu'un point de vue qui varie selon que l'on soit acteur, spectateur ou réalisateur d'une scène. Nos perceptions visuelles (et non-visuelles) dépendent directement de notre position et de notre orientation à un moment donné. Au début était l'acteur c'est-à-dire que notre perception de la scène reste « nombriliste » (dans un sens spatial) avec pour seule référence : soi. Ce premier cadre de référence, nommé « égocentré » permet un déplacement de proximité. Alors pour pouvoir manipuler des cartes et se projeter dans un environnement non perceptible, le cadre de référence devient « allocentré » c'est celui des représentations. Les cartes cognitives se caractérisent notamment par cette information « exocentrée », indépendante de notre position dans l'espace, et là nous devenons spectateur. L'élaboration cognitive de l'espace est habituellement décrite comme une progression allant d'un système de référence égocentré à un système exocentré (SIEGEL, WHITE, 1975 ; ACREDOLO, 1976 ; HART, 1981...). Une séquence similaire est développée par SHEMYAKIN (1962) qui décrit une représentation de type « route map » correspondant au tracé mental des itinéraires, et une représentation de type « survey map », respectant la configuration générale ou le schéma de la disposition des objets.

Entre les deux s'élaborent un système de référence fixe (le réalisateur) dans lequel s'associent plusieurs points de vue c'est-à-dire que les informations contenues dans les représentations (référentiel exocentré) doivent se traduire en un plan d'actions qui s'inscrit dans un cadre de référence « égocentré » (GIRODAU, 1989) (figure 2-6).

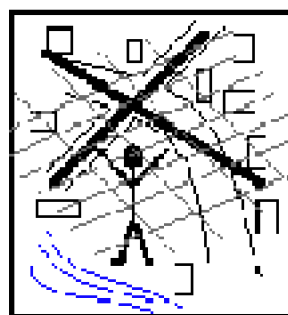
Grâce à ce dernier système de référence, un déplacement orienté est alors possible. Pour PIAGET, cette phase de décentration s'organise ainsi simultanément à l'élaboration de l'espace projectif qui constitue un moment important de l'évolution de la représentation.



**A- système de référence
égocentré**



B- système de référence fixe



**C- système de référence
exocentré**

Plus récemment, GRYL, dans sa thèse (1995), parle préférentiellement des cadres de référence et elle distingue :

- les cadres de référence centrés sur celui qui regarde : ces référentiels définis selon la perspective de celui qui regarde le monde dans un système de coordonnées égocentrées ou centrées sur le corps. On parle alors de cadres de référence déictique.
- les cadres de référence centrés sur l'objet : l'orientation des axes est définie par rapport aux axes de coordonnées internes de l'objet de référence, ce sont les cadres références intrinsèques.
- les cadres de référence centrés sur l'environnement : les relations entre l'objet de référence et l'objet localisé sont définies par rapport à une caractéristique saillante de l'environnement comme le côté d'une pièce ou le côté d'une page, on parle de cadres de référence extrinsèques (le référentiel géographique correspond à l'utilisation des

points cardinaux - Nord, Sud, Ouest, Est - et de tous leurs raffinements). Le référentiel peut-être horaire, l'orientation est donnée en faisant référence à la position des heures sur un cadran d'horloge, ce qui est communément utilisé par les aviateurs.

La notion de référentiel est incontournable pour toute description car il faut nécessairement savoir de quel point de vue on se place pour se localiser et définir les directions. La coordination de l'ensemble des points de vue suppose une organisation d'ensemble à l'intérieur de laquelle le passage d'un point de vue à un autre est clairement considéré comme le résultat d'une transformation. Cette transformation modifie inéluctablement certains aspects du spectacle.

GRYL rappelle également qu'il ne faut pas négliger le fait que les différentes dimensions impliquées dans les cadres de référence (devant/derrière, droite/gauche, dessus/dessous) ne sont pas équivalentes dans les décisions des sujets. Les résultats de DE VEGA (1994) montrent un ordre dans l'accessibilité des informations dans les différentes directions. Les temps de réponse liés au rappel d'informations attachées aux dimensions dessus/dessous sont plus rapides que ceux liés aux dimensions devant/derrière, eux-mêmes plus rapides que ceux relatifs aux dimensions droite/gauche. Auparavant FRANKLIN et TVERSKY (1990) et BRYANT, FRANKLIN et TVERSKY (1992) avaient déjà mis en évidence l'inégale accessibilité des différentes directions dans des tâches où les sujets devaient retrouver des localisations spatiales. Les résultats montraient là encore que l'identification des objets est plus rapide lorsque ceux-ci sont situés sur les axes dessus/dessous que lorsque la localisation des objets fait intervenir les axes devant/derrière. Les temps les plus longs correspondent aux axes droite/gauche. Un simple exemple : notre main pointée vers la gauche ne désigne pas la même direction de celle d'un interlocuteur, en face de nous (en miroir) qui dirige également sa main vers la gauche!

Ainsi, les opérations géométriques et les systèmes de référence spatiaux s'élaborent corrélativement et constituent l'ensemble des instruments cognitifs dont disposent les sujets pour connaître et utiliser l'espace. Il nous paraît indispensable de savoir de quel point de vue on se place pour concevoir un support d'informations dont la finalité est le guidage des utilisateurs de transport. L'information doit répondre à une demande simple et précise sur l'itinéraire à emprunter. Pour une information adéquate, le concepteur doit utiliser le cadre de référence égocentré de façon à ce que l'utilisateur puisse suivre, pas à pas, les indications données pour atteindre une destination (hormis pour les cartes routières). Nous utiliserons par conséquent ce référentiel lors de la réalisation des moyens d'information liés à notre recherche.

2-3-4 Carte(s) Cognitive(s) et fonctions

La nature d'un outil (cognitif ou non) conditionne la fonction de ce même outil. L'hétérogénéité est l'une des principales caractéristiques des représentations spatiales car elles répondent à des aptitudes et des contextes d'action différents. Dans la littérature, les trois niveaux de représentation (respectivement landmarks, type route, type survey) sont fréquemment utilisés pour rendre compte de l'organisation des connaissances

spatiales. Le premier niveau par ses caractéristiques descriptives est marginal par rapport aux deux autres mais sans être exclu. Au contraire, il contribue à l'enrichissement et à la performance des autres formes représentationnelles. Selon une conception organisationnelle, GOLLEDGE (1991) démontre la fonction des points de repère en les incorporant aux connaissances déclaratives. Généralement, ces connaissances font référence aux objets, aux personnes, aux événements et requièrent différentes capacités cognitives. La première des capacités est d'assurer l'existence de l'objet ou du lieu recherché, suivie d'une capacité à les reconnaître quand ils apparaissent dans notre champ visuel. Enfin, les points de repère facilitent ainsi la communication entre personnes grâce aux caractéristiques qui les identifient. Ces caractéristiques matérielles et visuelles sont explicites et ainsi verbalisables. L'image mentale de l'objet sélectionné pourra à la fois fournir des indications sur l'emplacement (relations spatiales) et des indications sur la composition (forme, couleur, taille...) selon la richesse même de cette image.

Le deuxième niveau (type route) dans la conception de GOLLEDGE renvoie aux connaissances procédurales qui impliquent une «capacité à anticiper et pré-traiter les informations afin de développer des plans d'action, une structure propositionnelle pour organiser ces plans et des heuristiques pour traduire les plans mentaux en plans opérationnels dans la réalité.» (cité dans GÄRLING, 1985)

Quant au dernier niveau (type survey), il est appelé connaissance configurationnelle. Selon l'exigence de la tâche, la plasticité de cette représentation permet des allégories spatiales diversifiées et adaptées. Frontalière, elle prend la forme seule du contour d'un espace précis (un pays) et les lignes peuvent se transformer en une armature recouvrant l'espace de voies de circulation (réseau). Grâce à notre imagerie créative, le contour d'un pays peut faire l'objet d'une métaphore figurative (botte de l'Italie).

TAYLOR et TVERSKY (1996) se sont attachés à mettre en évidence différents facteurs pouvant intervenir dans le choix d'une perspective pour la description d'un environnement spatial. Ils ont proposé à des sujets de décrire un site ; trois types de site étaient évalués : une ville, un centre commercial, un parc d'attraction. Les sujets devaient décrire le lieu à une personne qui ne le connaissait pas. Les sujets devaient formuler la description de manière verbale ou graphique.

Les résultats montrent que le choix de l'une ou l'autre des perspectives est fonction du type d'environnement à décrire :

- la ville entraîne une description de type «survey»
- le centre commercial est décrit sur le modèle parcours ou mixte
- le parc d'attraction est décrit selon une perspective «survey».

Quand les chemins sont variables et multiples et les repères de taille variable la perspective survey est préférée.

En définitive, le type de représentation (route ou survey) est dépendant de l'organisation du site dans lequel l'individu déambule. Cette représentation spatiale est également dépendante de la distance physique entre l'individu et les éléments environnementaux, c'est-à-dire si ces derniers sont perçus directement ou non.

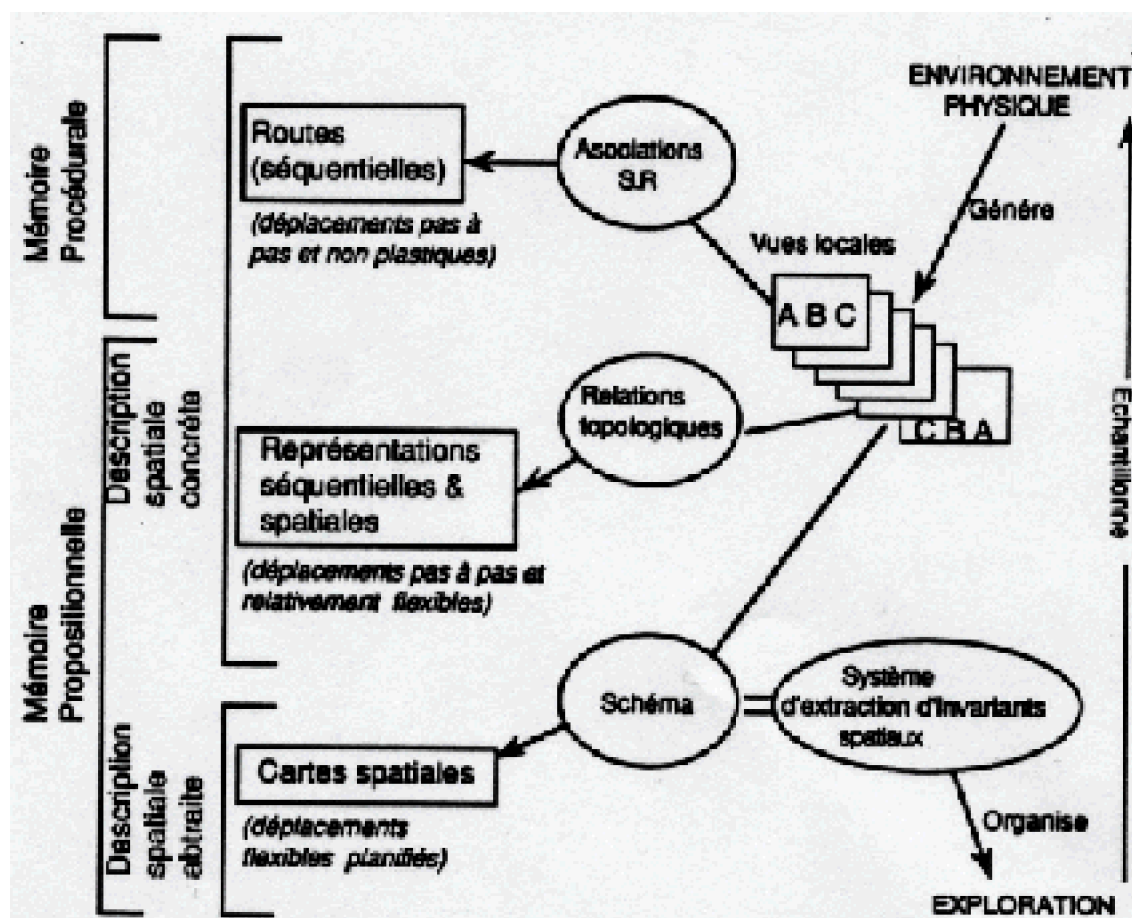
Notamment, pendant un déplacement, l'individu est tributaire de la représentation type route («je vais tout droit et je tourne à gauche à la première rue») tant qu'il est capable de suivre son itinéraire dans un processus de stimulus-réponse : les inputs environnementaux viennent confirmer son propre schéma des lieux. Ces inputs viennent confirmer que l'individu est sur la bonne voie. La représentation type survey est mobilisée lorsque l'individu a besoin d'activer une représentation plus globale - donc d'une référence euclidienne - de son environnement ce qui va lui permettre de déterminer le chemin du retour ou de modifier un itinéraire. La représentation de type survey contient des informations plus précises sur les directions, les notions d'angularité, les distances c'est pourquoi elle est sollicitée pour des besoins de représentations graphiques ou schématiques de l'espace. Elle permet également de localiser les villes, les pays sur une carte et de les situer les uns par rapport aux autres.

L'idée que les connaissances procédurales s'appuient sur des connaissances déclaratives au moment de l'activation et notamment dans les situations complexes d'orientation, n'est pas partagée par tous les auteurs. D'après LOARER-EVEN (1989), ces deux formes de connaissances sont indépendantes, car il est possible que dans la condition d'un déplacement sans le but directement perceptif, un certain nombre d'individus utilisent des représentations imagées (connaissances déclaratives) comme une «prothèse représentative» alors que d'autres utilisent une représentation sous forme de pré-programmation de l'action (connaissances procédurales).

Finalement, les Cartes Cognitives ont pris des caractéristiques dynamiques et flexibles depuis les premiers travaux des auteurs intéressés par l'organisation des connaissances spatiales et de leur utilisation. En définitive, cette terminologie peut servir à définir une catégorie d'informations dans le modèle computationnel. Les informations spatiales prennent plusieurs formes et peuvent correspondre à plusieurs modules interactifs que sont les points de repère et ses liens.

Les connaissances spatiales s'enrichissent chez l'adulte de façon parallèle au développement des connaissances chez l'enfant. Au début était l'image accompagnée de relations topologiques avec pour seule référence le corps puis dans un processus de décentration, l'environnement devient cadre de référence (PIAGET, 1975). L'adulte face à un nouvel environnement (qui dispose déjà d'une connaissance générique de son milieu) va pouvoir intégrer de nouveaux éléments grâce à la transition de cadre de référence. Tout au long de cette évolution référentielle, ces connaissances se sont enrichies de détails et de précisions sous une forme imagée et/ou métrique.

En guise de synthèse et de conclusion sur les Cartes Cognitives, la conception distribuée de THINUS-BLANC (1992) de la mémoire spatiale permet d'une part de bien distinguer les deux représentations procédurales (système d'orientation simple et économique,) et propositionnelles ou déclaratives (cartes), d'autre part de montrer leur complémentarité malgré leur opposition au niveau du traitement. Elle introduit un niveau médiateur, les stratégies d'orientation intermédiaires.



L'importance est accordée à ce qu'elle appelle des vues locales qui « sont des vues frontales qui dépendent de la position de l'individu à un moment donné » (1992, p.146). Ces tableaux perceptuels sont sélectionnés puis stockés en mémoire à long terme selon leur empreinte émotionnelle et/ou décisionnelle, selon qu'ils correspondent à un changement net de l'environnement. Ces vues locales sont organisées et traitées à différents niveaux en fonction des nécessités et des capacités cognitives du sujet. Ces vues locales sont utilisées par les trois niveaux de stratégies spatiales mais avec des variantes. « Puisque les différents éléments ne sont pas mémorisés plusieurs fois, ce stock de vues locales va être utilisé dans des buts différents, et corrélativement organisé à différents niveaux » (p.145) (figure 2-7)

Le système d'orientation simple est basé sur un principe d'association stimulus-réponse avec les vues locales. Les stratégies d'orientation intermédiaires reposent également sur l'utilisation de ces vues locales, organisées selon des relations topologiques et de façon séquentielle. Cette reconnaissance demande, au cours des déplacements, une continuité perceptive entre les différentes vues locales, chaque vue

contenant certains éléments de celle qui suit et de celle qui précède. Enfin, le troisième niveau appelé naturellement cartes s'organise comme telles avec un aspect plus dynamique car il est capable de réorganiser les informations disponibles afin de produire des comportements qui anticipent correctement les relations non codées initialement en mémoire.

La conception de la mémoire spatiale distribuée insiste sur l'aspect éphémère des trois niveaux de représentations. Après utilisation, seuls leurs éléments constitutifs sont conservés en mémoire.

Le niveau auquel nous nous intéresserons particulièrement dans cette recherche est celui des représentations type route.

2-3-5 Conclusion

Comme nous tenions à présenter l'organisation de nos connaissances spatiales sur la base du concept des Cartes Cognitives, nous avons volontairement insisté sur l'aspect dynamique de la Carte Mentale dans le sens où nos représentations sont en perpétuel changement et transformation au fur et à mesure des déplacements et de l'activité exploratoire (THINUS-BLANC, 1996). Les cartes correspondent finalement à des modules stockant des informations spatiales selon la conception computationnelle. Cette première partie ne se veut pas exhaustive de tous les travaux sur la question de l'organisation. Nous avons tenté d'en faire simplement une présentation synthétique et de faire valoir cette notion de Carte Cognitive qui de notre point de vue a sa raison d'exister de par les caractéristiques très précises des informations spatiales et de l'activité humaine qui lui sont rattachées qu'il s'agisse d'orientation ou de wayfinding.

En résumé, nous retiendrons que les « Cartes Cognitives » se composent de représentations type « route » fondamentalement procédurales constituée d'éléments visuels et sensori-moteurs. Elles s'opposent radicalement à la représentation type « carte », qui respecte la configuration générale ou le schéma de la disposition des objets environnementaux. Malgré la divergence de point de vue, les représentations type « survol » et type « route » manipulent les mêmes objets : les points de repère qui constituent des indices visuels. Ils représentent un premier lien bien que le traitement soit différent. Il faut comprendre dès lors que nous voulons construire un itinéraire, nous utilisons notre « mémoire des routes » qui nous permet grâce à notre capacité d'imagerie de visualiser des repères sous forme de vues frontales. Nous pourrions tenter l'analogie entre la dichotomie « route »/« carte » à celle des connaissances procédurales/déclaratives. La première serait un cas particulier des connaissances car spécifiques du domaine spatial. D'une façon générale, on considère que les connaissances déclaratives sont stables et portent sur des propriétés ou des relations d'objets ; elles représentent le savoir. Elles ont pour caractéristique d'être assez éloignées de l'action concrète, contrairement aux connaissances procédurales. Ces dernières sont liées à l'action ou la mise en œuvre d'une opération comme un savoir-faire. On peut supposer dans une telle conception que le point de repère serait l'unique lien entre les formes de connaissances. Seul varierait le degré d'opérationnalité sur cet élément représenté : **« il peut être utilisé pour les associations stimulus-réponse, pour un**

niveau intermédiaire reposant sur des relations spatiales topologiques traitées de façon séquentielle, ou encore pour la constitution de cartes ». (THINUS-BLANC, 1992, p.147)

Par ailleurs, les connaissances procédurales peuvent aussi avoir été acquises par l'action sans références approfondie à des connaissances déclaratives (GEORGES, 1988). Cette définition s'applique parfaitement à celle des représentations type route, puisqu'elles correspondent à une séquence rigide de réponses motrice en réponse à une succession de stimuli visuels.

N'oublions pas que MAILLES a relevé la distinction savoir/savoir-faire en l'appliquant au niveau des modèles mentaux. Cette conception est intéressante et complémentaire à l'analogie précédemment évoquée car elle introduit l'idée d'une construction cognitive à visée de compréhension face à un problème posé. Le problème peut être spatial.

Cette première partie met en évidence différents concepts impliqués dans l'organisation et l'utilisation de nos connaissances spatiales qui conduisent à rendre familier l'environnement dans lequel nous circulons. Lorsque l'environnement est parfaitement maîtrisé, les déplacements deviennent alors une sorte de conduite inconsciente, presque automatisée. En définitive, le degré de familiarité de l'environnement conditionne les stratégies d'actions liées au déplacement. La situation devient un problème lorsque les connaissances sur le milieu sont défaillantes ou inexistantes. Ceci fait l'objet de la partie suivante où nous évoquerons les comportements spatiaux lorsque l'environnement n'est pas familier.

3- Création d'itinéraires et processus cognitifs

Jusqu'à présent, nous avons principalement évoqué les aspects représentationnels liés à l'environnement dans une tâche spécifique de déplacement vers un but. Nous avons d'abord montré le contenu des représentations lorsqu'un environnement naturel est dit familier (ex. : un quartier). Nous avons volontairement adopté la logique inverse au fonctionnement cognitif car la situation où l'environnement est « familier » est l'étape finale à toute la construction cognitive des représentations spatiales. Cette démarche consiste en la démonstration de l'organisation des représentations, comment elles s'élaborent, sous quel format elles sont stockées pour en arriver à l'utilisation de ces représentations.

L'utilisation des connaissances ou la procéduralisation s'appelle le wayfinding. Trouver son chemin signifie qu'il faut relier, dans un espace donné, un point à un autre point non perceptible, selon certaines contraintes spatiales (la géographie des lieux) et selon les motifs humains (déplacement professionnel) et les choix (mode de transport). En d'autres termes, il s'agit de résoudre un problème spatial. Le problème est posé sous la forme d'une question exprimée de la façon suivante « Comment faire pour aller de ce point à celui-là ? ». Elle met en évidence l'aspect procédural du problème en sollicitant une réponse planifiée des opérations à faire, comme suit : « **Aller à ce point et tourner à**

droite, puis continuer vers ce point ... ».

La résolution d'un problème spatial implique, donc, la planification des actions, ce qui sera l'objet de ce prochain chapitre. Nous nuancerons les situations en fonction du niveau de familiarité ce qui revient à la distinction entre les activités d'exécution et les activités proprement de résolution (HOC, 1987 ; RICHARD, 1990). Les premières correspondant aux automatismes d'actions alors que les secondes font appel aux activités cognitives. Dans un premier temps, nous discuterons sur les aspects liés à la planification lorsqu'il existe en mémoire des représentations suffisantes sur l'environnement en question. Puis, nous aborderons la planification lorsque les représentations sont supplantées par des informations extérieures.

3-1 Itinéraire nouveau dans un environnement familier

Dans le cas d'un itinéraire nouveau dans un environnement familier, l'individu fait appel à ses propres représentations du milieu. Dans ce contexte, nous pensons qu'il active les représentations intermédiaires de « type route » de THINUS-BLANC (1996). C'est une représentation qui demande une capacité à ordonner une séquence d'information à propos des emplacements et des distances, une capacité à évaluer la dimension temporelle de navigation, une capacité à déterminer la direction et l'orientation en tenant compte des segments de route. Elle sollicite également les vues locales avec l'hypothèse que si celles-ci ne sont pas vues dans la même orientation, les rotations mentales permettent alors l'identification du secteur.

La façon d'atteindre le but sera tributaire de tout un ensemble de critères dépendants ou non du sujet réalisant l'action : les motivations, les capacités cognitives spatiales, la connaissance de l'environnement, les perturbations environnementales etc.

Ainsi, les études concernant le wayfinding sont extrêmement hétérogènes car tiennent compte de ces différents critères. Elles peuvent faire varier les lieux d'études : du simple bâtiment (O'NEIL, 1991), des petites villes ou de quartiers (DEVLIN, 1980) à des villes entières (LYNCH, 1969) ou encore sur des campus ou des hôpitaux (PASSINI, 1984). Elles peuvent jouer sur les paramètres : des estimations de distance (HOLDING, 1992), des tâches de dessin (GALEA & KIMURA, 1993) des jugements de localisation et d'orientation (THORNDYKE et HAYES-ROTH, 1982) des temps d'exécution... et sélectionner les sujets selon des caractéristiques individuelles : l'âge, le sexe (DEVLIN & BERSTEIN, 1995), le niveau de formation (GIRAUDO & PERUCH, 1992)...

Le wayfinding correspond, dans notre recherche, à la mise en œuvre des représentations spatiales pour le déplacement en direction d'une destination dans un environnement réel et inconnu. Nous évoquerons d'abord la situation où un individu doit créer un nouveau trajet soit dans le cas d'une destination inhabituelle soit face à une perturbation sur un trajet connu. On dit alors que l'individu n'est plus dans un comportement automatique mais réfléchi. Il va alors instancier un schéma de connaissances selon les termes de BASTIEN (1996). Un tel schéma peut être globalement défini par trois composantes, -1) un domaine (l'ensemble des situations auxquelles il s'applique), -2) une procédure (la suite des actions ou opérations à

effectuer), -3) une anticipation (l'effet attendu).

On peut ainsi s'adapter à des situations nouvelles qui présentent des caractéristiques communes (selon le domaine) tout en comportant des variables. Ces variables doivent être « instanciées » pour que la procédure puisse être exécutée dans une situation déterminée. Certains éléments précis de la situation seront mis en correspondance avec des variables que comporte la procédure. Face à un sens interdit implanté provisoirement, la variable ajustée sera de prendre une rue à gauche, ce contour permettant de rejoindre une rue appartenant au trajet initial.

La planification est avant tout une composante essentielle des tâches complexes et des activités tournées vers l'exécution de tâches concrètes, comme la conduite automobile (BELLET, 1998). BELLET propose un modèle qui a pour fonction la simulation des activités mentales sous-jacentes aux comportements de conduite.

Ce modèle est appelé COSMODRIVE (Cognitive Simulation Model of DRIVER), inspiré de différents modèles de conducteur qui distinguent trois niveaux dans l'activité : opérationnel, tactique et stratégique.

« Ce modèle insiste tout particulièrement sur l'aptitude du conducteur à générer et à manipuler des représentations internes de l'environnement routier ainsi que sur le rôle que jouent ces représentations dans la prise de décision comme dans le contrôle et la régulation de l'activité de conduite » (p. 217).

Dans la conception de BELLET, le module stratégique a la double tâche « d'assurer » la planification et d'en « superviser » la réalisation au cours de la phase de conduite. La tâche de planification suppose « de prendre en compte les buts et les contraintes inhérentes aux objectifs et aux conditions du déplacement (e.g. Motif du trajet, distance à parcourir, durée estimée du parcours, caractéristiques du véhicule utilisé...) afin de déterminer le plan à suivre (itinéraire à emprunter, heure de départ, vitesse de croisière) » (p. 194). Dans le cas d'un voyage avec les transports collectifs, l'utilisateur doit également planifier son déplacement, en tenant compte de certaines contraintes inhérentes aux réseaux collectifs (les horaires, la localisation des arrêts ou des stations, les correspondances...). Les contraintes, variables selon le mode de transport, induisent une macro-planification du trajet avec une prise en compte de tous les aspects du voyage. Le calcul spatio-temporel de l'itinéraire résulte alors de la stratégie globale (il peut aussi devenir une contrainte), il correspond à une micro-planification.

Certains auteurs comme KAPLAN (1973), PASSINI (1984, 1994) ainsi que SÄISÄ & GÄRLING (1987) ont envisagé le wayfinding selon un schéma théorique de résolution de problèmes introduisant l'idée de planification et de prise de décisions.

3-1-1 Wayfinding et planification

PASSINI (1984) veut démontrer en priorité que la désorientation spatiale peut s'expliquer autrement que par des problèmes liés aux représentations spatiales et aux capacités de cartographie mentale. Il estime que les opérations de prises de décision sont nécessaires au déplacement et rejoint le point de vue de MILLER, GALANTER et PRIBRAM (1960) sur le fait que **« la prise de décision est le lien opérationnel le plus important entre l'image et le comportement » (1984, p.153)**. L'image dont il est question est ici est

l'image mentale qui permet d'accéder aux informations physiques représentées sur l'environnement, soit les Cartes Cognitives . Dans cette conceptualisation, elles sont vues comme des sources d'information utilisées par le processus décisionnel.

Comme l'image entretient une relation de similitude figurale avec les objets qu'elle représente, elle sera alors activée. En d'autres termes, les individus construisent un modèle mental spatial pour atteindre leur but et lorsque la situation le permet, ils vont créer une image mentale figurale des traits physiques de la situation. L'image mentale peut également être sous une forme schématique. C'est à partir de ces données que le plan pourra être construit.

La décomposition d'un itinéraire entre le point de départ et l'arrivée fait apparaître une succession de sous-buts et cette même décomposition se présente comme un plan d'actions avec des prises de décision et l'exécution de ces décisions. Il y a donc deux niveaux : l'élaboration et l'application. Les décisions du wayfinding sont hiérarchiquement structurées dans des plans qui aident non seulement à mémoriser les routes en termes comportementaux, mais aussi à organiser et enregistrer les informations sur l'environnement dans la forme d'une représentation type « route » c'est-à-dire séquentielle.

PASSINI définit donc le wayfinding en terme de résolution de problème spatial qu'il décompose en trois processus inter-reliés :

- Le développement d'un plan global d'action et prise de décision,
- L'exécution des décisions et transformation du plan en action et comportement adapté dans un espace spatio-temporel,
- Le traitement de l'information en rapport avec les décisions.

La combinaison de ces trois performances distinctes garantit la capacité d'atteindre une destination spatiale. Les décisions, niveau cognitif doivent être transformées en action, niveau comportemental.

La tâche complexe de wayfinding selon PASSINI équivaut à une tâche de planification en raison de sa structuration dans un ensemble hiérarchique composé de sous-plans. Ces sous-plans permettent de résoudre le problème spatial, atteindre un but, d'une façon plus flexible en « semi-isolation », tout en sauvegardant la perspective globale du problème. Chaque sous-plan est défini par un petit nombre de décisions successives. Une décision correspond au moins à deux unités : un comportement et un objet physique (ex : tourner à gauche après le feu).

Les sous-plans ne se chevauchent pas, c'est une organisation nécessairement linéaire : c'est-à-dire qu'un sous-plan ne se développe pas tant que le précédent n'est pas pleinement exécuté. Les sous-tâches sont également traitées de façon séquentielle. L'intérêt de la séquentialisation des décisions permet une meilleure mémorisation : les individus sont effectivement capables d'expliquer un itinéraire ardu dans les moindres détails. La structure hiérarchique permet d'enregistrer de longues séquences.

Sur un trajet connu, l'automatisation se substitue à la planification des comportements, car c'est une question uniquement de reconnaissance des objets qui

défilent tout au long du cheminement. En revanche, la route est planifiée dès qu'elle est nouvelle. D'après PASSINI (1984), la planification d'une route nécessite deux procédures l'une par l'intermédiaire d'une représentation type « route » et l'autre par une représentation type « survey ». Celle-ci permet de relier le point de départ et d'arrivée sur une vision globale de l'endroit. Par contre, les représentations « route » qui émergent du processus décisionnel peuvent être réactivées, car imprégnées d'expériences passées liées au wayfinding, et sont aménagées différemment de façon à s'adapter à la nouvelle situation. En d'autres termes, avec la réactivation des expériences passées, l'individu peut s'appuyer sur la structure hiérarchique décisionnelle pour organiser les comportements et les informations appropriées de l'environnement dans une représentation séquentielle de type « route ».

Un des intérêts du travail de PASSINI est d'avoir mis en relation l'activité d'orientation et plus particulièrement celle du wayfinding avec la notion de planification et de résolution de problèmes avec l'introduction des connaissances déclaratives ou du contenu des Cartes Cognitives. Ce point de vue est fondamental pour la cognition environnementale.

3-1-2 L'anticipation et les plans d'actions

3-1-2-1 L'anticipation ou l'élaboration des plans

Planifier c'est également prévoir, donc anticiper. Pour HOC (1987), la planification se définit comme la construction et l'activation de plans dont la caractéristique est de guider l'action : « Un plan est une représentation schématique et (ou) hiérarchisée susceptible de guider l'activité du sujet : Le schématisme du plan est d'autant plus opérationnel qu'il n'est ni trop global, auquel cas le guidage serait trop trivial, ni trop détaillé auquel cas il risquerait d'être remis en question. Par ailleurs, les plans sont quelques fois hiérarchisés, c'est-à-dire décomposables en sous-structures, ce qui facilite leur utilisation » (p.73). Lorsqu'il met en œuvre une activité d'anticipation, l'individu doit simuler mentalement les étapes par lesquelles il va passer pour aller du point présent jusqu'au prochain. L'anticipation se traduit par la fixation de buts relativement lointains et de procédures pour les atteindre. Alors, la planification se traduit par une succession de plans qui sont hiérarchisés. L'anticipation est associée à la phase d'élaboration des plans. On planifie pour éviter de se perdre et dans un motif implicite d'optimisation du temps de parcours. Comme le fourvoiement constitue une véritable perturbation spatio-temporelle, il est vécu comme une épreuve affective très désagréable.

3-1-2-2 L'application des plans

Généralement, un plan est considéré comme une séquence d'opérations, construite préalablement à son exécution dans le cadre des problèmes de transformation d'états (HOC, 1987). Le plan n'est pas une procédure mais une représentation susceptible de guider la réalisation d'une tâche, cette dernière s'organise selon la composition du plan. De notre point de vue, les plans spatiaux sont déclaratifs car on va utiliser telle rue car on sait qu'elle coupe une autre rue qui peut nous conduire directement vers un quartier à

proximité de notre destination finale. De cette manière, on utilise prioritairement des informations de distance, de direction, de localisation...

En réalité, la difficulté du problème à résoudre est inversement proportionnelle au degré de connaissance des lieux. En effet, lorsque nous voulons nous rendre dans une rue de notre quartier que nous n'avons pas l'habitude de prendre, nous devons activer des représentations de notre quartier et mettre en place une planification d'itinéraire pour atteindre cette rue selon certains critères (de temps, d'évitement des feux tricolores...). La procédure sera sensiblement la même dans un environnement complètement inconnu excepté le fait que nous ne disposons d'aucune représentation mentale des lieux et c'est pourquoi nous rechercherons ces données manquantes sur des supports externes tels que les moyens cartographiques.

Quelque soit la méthode employée pour s'orienter et surtout pour atteindre son but, une décomposition en segments des lieux va être exécutée : deux ou trois actions seront appliquées dans chaque segment. Le problème ne réside pas dans le choix des actions puisque les actions liées à l'orientation sont déjà identifiées et intégrées dans la mémoire à long terme comme « avancer », « tourner », « descendre »... mais la difficulté est de pouvoir les instancier. Chaque situation, chaque carrefour, chaque intersection est une particularisation du schéma de l'activité d'orientation. L'environnement a des contraintes de différentes natures qui le rend plus ou moins « lisible » (expression reprise de LYNCH). La lisibilité va rendre l'orientation plus ou moins facile.

En réalité, l'activité de wayfinding est une activité « archaïque » car se déplacer signifie implicitement se diriger vers un but connu ou non. Les premières expériences d'orientation du tout petit se sont d'abord réalisées initialement dans une pièce entre lui et un objet directement perceptible, puis grâce au développement de ses capacités cognitives (PIAGET et INHELDER, 1966) associé à une certaine assurance il saura se déplacer dans tout l'appartement, puis à l'école, dans le quartier, pour finalement être capable de se déplacer dans de grands espaces et des espaces extrêmement variés. Les actions liées aux wayfinding sont, par conséquent, d'autant plus connues qu'elles se résument aux quatre directions principales que représentent les points cardinaux : aller tout droit, tourner à droite ou à gauche et revenir sur ses pas. De la même façon, les conditions de déplacement dans un labyrinthe sont représentatives des seules actions liées au wayfinding. Toutefois, ce qui fait la richesse des décisions et actions est la kyrielle des verbes exprimant celles-ci, car ces verbes traduisent très souvent des actions similaires mais avec des nuances. Les nuances tiennent compte des informations environnementales et topographiques. « Aller tout droit » et « descendre » indiquent la même direction sauf que « descendre » apporte l'indice d'une inclinaison de la voie, et par rapport au contexte on peut inférer la présence d'escaliers. Ces verbes existent donc pour décrire à la fois une action mais aussi un objet extérieur, et ces objets infiniment variés produisent toute la difficulté de la démarche. Ainsi le problème de la situation n'est pas tant la procédure mais la variété des situations, elle nécessite quasi - systématiquement une particularisation.

L'individu dispose déjà des connaissances procédurales, l'action de tourner est celle de changer de direction en tant que piéton cela signifie réaliser une rotation du corps et une nouvelle position des pieds par rapport au sol. En tant qu'automobiliste cela demande

une maîtrise du maniement du volant (selon une logique mathématique en tournant trois fois de suite à 90°, dans la même direction il va revenir au point de départ.)

En définitive, « se déplacer » et « tourner » sont des actions primitives car ce sont des actions immédiatement exécutables par les mécanismes de la programmation motrice.

Selon RICHARD (1990), créer un sous-but consiste à reconnaître qu'un état intermédiaire de la situation doit nécessairement être réalisé pour que le but puisse être atteint. Parmi les sous-buts qui peuvent être construits au cours de la résolution d'un problème, certains peuvent être d'un haut degré de généralité : ils peuvent correspondre à des macro-actions en ce sens qu'ils sont décomposables en plusieurs sous-buts élémentaires. Dans le cas de l'orientation ou dans la recherche d'itinéraires, certains sous-buts peuvent mener à une impasse ou à une solution insatisfaisante : lors d'un déplacement en voiture, il faut tenir compte du sens de circulation des routes ou de la voirie. Ces sous-buts qualifiés d'essais ou de sous-buts négatifs sont retenus aussi bien que les autres car sont une aide à la construction de notre représentation. L'ordonnancement des sous-buts est également très important. Il est possible que les sous-buts soient ordonnés en sens inverse du point de départ afin de s'assurer de la façon d'atteindre le but.

Pour atteindre une destination à partir d'un point X, le déplacement orienté sera inévitablement planifié. Chaque étape ou chaque sous-but aura pour but un repère (un élément physique). Ces sous-buts constituent des segments de trajet orientés vers une direction. Un trajet dans la ville est rarement parfaitement linéaire à cause des changements de direction qui vont induire une forme fractionnée du trajet. Néanmoins, cette segmentation organisée facilite la mémorisation du trajet.

3-2 Itinéraire nouveau dans un environnement inconnu

3-2-1 La variété des situations pour un schéma commun

Face à une situation complètement nouvelle, l'individu n'a pas de solutions immédiatement disponibles car il ne dispose d'aucune connaissance spécifique sur l'environnement dans lequel il doit se déplacer et trouver sa destination.

En revanche, cet individu novice peut activer des représentations génériques sur la situation, appelées des schémas de connaissance. Un schéma est une structure de données pour représenter les concepts génériques en mémoire. C'est une description assez générale, qui fournit seulement le «squelette» autour duquel une situation sera interprétée.

Le schéma est à la fois une façon de représenter l'organisation des connaissances en mémoire et une façon d'exprimer comment ces connaissances sont utilisées pour comprendre, mémoriser, faire des inférences.

Les schémas sont des blocs de connaissance que l'on a construit, «Building Blocks of Cognition» (RUMELHART, 1978). Ce sont des éléments fondamentaux sur les quels

s'appuie tout traitement d'information. Ils sont utilisés pour interpréter des données sensorielles, pour recouvrer des informations en mémoire, pour déterminer des buts et des sous-buts, pour répartir des ressources et généralement guider le déroulement de traitements dans un système. Le schéma est alors instancié. Dans le cas d'un environnement nouveau, sera activé un schéma de lieux c'est-à-dire une représentation générique d'un espace urbain ou d'un espace de transport. Cette représentation des lieux n'est donc pas suffisante pour orienter l'individu vers la destination déterminée. Le système cognitif face à une situation écologique nouvelle ne reste pas inactif, il cherche une solution. La solution n'est pas un produit fini c'est au contraire la mise en œuvre d'un enchaînement de plans d'actions sur la base d'une représentation schématique. **« La planification permet alors d'accroître dans ce contexte, les possibilités de contrôle d'une situation malgré les limitations de capacité de la mémoire de travail ». HOC (1987).**

Il existe cependant des schémas plus ou moins élaborés que l'on appelle les scripts :

Le concept de «script», introduit par SCHANK et ABELSON (1977) rend compte des situations de tous les jours. C'est une structure cognitive qui décrit une séquence d'événements appropriés dans un contexte particulier. Cette structure hypothétique, quand elle est activée, organise la compréhension des situations basées sur des événements. La notion de plan est introduit pour rendre compte du comportement qu'on veut produire à partir de la connaissance générale en ce qui concerne les situations nouvelles.

En d'autres termes, le script dans une situation d'orientation vers un but dans un environnement inconnu sera de rechercher de l'information spatiale exogène. D'autres scripts sont alors associés : « dans une ville, on peut retirer une information à partir d'un plan urbain », « des plans sont parfois affichés sur des panneaux », «des plans sont vendus dans les kiosques à journaux »... « il existe une signalétique de jalonnement dans les villes ».

A partir de ces connaissances génériques, des stratégies vont être déployées en tenant compte d'un certain nombre de critères :

- l'environnement (espace urbain, espace de transport, complexe commercial)
- le temps imparti (horaire libre ou horaire fixe)
- le mode de déplacement (à pied, automobile ou transports collectifs)
- l'auto-évaluation des capacités de l'individu à s'orienter ou à utiliser un plan...

Il nous semble important d'évoquer ces critères car ils sont inéluctables et prégnants en situation écologique, ils contribuent foncièrement à la variété des situations. Ils sont également interdépendants, par exemple, le choix du mode de transport peut dépendre du temps imparti. Mais, ils ne dépendent pas de la seule volonté du sujet à l'exception du dernier critère. Cette auto-évaluation qui n'est pas toujours consciente peut modifier les stratégies de déplacement voire le mode de déplacement. Une personne qui estime ne pas être suffisamment capable de comprendre un plan de ville peut demander à une tierce personne de lui expliquer l'itinéraire (voire de l'emmener), auquel cas elle ne

prendra pas le risque de conduire un véhicule et prendra les transports collectifs.

En effet, il existe dans le langage courant l'expression « avoir le sens de l'orientation », cette expression fait notamment référence à la confiance que l'on s'octroie sur ses propres capacités à s'orienter ou à utiliser les moyens d'information correspondants. Cette expression renvoie également à la notion relativement récente en psychologie de métaconnaissance ou métacognition. **«Les métaconnaissances se définissent comme le savoir que la personne possède sur son propre savoir ...elles jouent un rôle important dans la régulation de l'activité, dans la planification des actions et dans la prise de risque » (VALOT, GRAU, AMALBERTI, 1993)** . C'est l'existence de ce mécanisme cognitif qui alimente le savoir dont nous pouvons disposer sur notre propre activité et en particulier sur notre savoir. D'après le dictionnaire des sciences cognitives, elles **« sont acquises graduellement comme les autres connaissances et elles peuvent être activées de façon automatique (grâce aux indices prégnants de la situation) ou délibérée (lors de la recherche d'une stratégie de résolution). Elles peuvent être insuffisantes, exactes, incorrectement rappelées ou mal utilisées... »**

Il n'existe pas d'études sur le lien entre les métaconnaissances et l'activité d'orientation.

Trouver son chemin dans de nouveaux environnements, sans aide extérieure orale ou écrite, signifie que l'individu ne peut anticiper ni les lieux ni les actions. Il découvre les lieux au fur et à mesure de son déplacement, sous une forme de contemplation active par l'attribution d'une action. Comme l'individu a besoin de «connaître» l'environnement dans lequel il se déplace, il l'observe méthodiquement et reste attentif à ce qui l'entoure : aux formes qui se dessinent, aux objets qui naissent puis s'évanouissent, aux objets qui se détachent du décor par des caractéristiques plus ou moins saillantes, aux couleurs plus ou moins soutenues, aux différentes scènes visuelles qui se succèdent durant son déplacement. Le niveau d'attention varie selon les perspectives d'utilisation (le trajet peut être effectué une fois ou plusieurs). Il est manifestement modéré lorsque l'individu sait qu'il effectuera le trajet une seule fois. En revanche, il sera soutenu lorsque ce trajet devra être réitéré dans le même sens ou en sens inverse. Le niveau attentionnel diffère également selon les motifs de l'individu à réaliser un trajet (motifs professionnels ou personnels). Par ailleurs, il peut être amplifié suivant certaines circonstances, notamment le fait de l'expliquer à un interlocuteur non familier des lieux entraîne une prise de conscience de l'importance des repères. Les conséquences du processus attentionnel sont en lien direct avec la perception visuelle. L'attention augmente en affûtant, alors, la perception visuelle à la recherche de point de repères. La perception visuelle a un rôle dominant dans le processus d'orientation, mais ne reste pas la seule source d'information car elle peut être complétée par des inputs d'origine sensorielle divers. Les odeurs désagréables qui se dégagent d'une raffinerie de pétrole peuvent constituer un repère olfactif. En reprenant la situation la plus simple avec un degré d'attention minimal, un ensemble de mécanismes cognitifs est activé durant la tâche d'orientation.

3-2-2 La planification via les consignes

Lorsque l'individu n'est pas familier de l'environnement dans lequel il circule, il se munit

d'indications soit extraites d'un plan soit extraites d'une description d'itinéraire. Ce sont des consignes écrites qui offrent un mode d'emploi de l'espace. Elles représentent des aides à la planification. **« Les procédures écrites ont généralement pour but d'éviter à l'utilisateur une activité de planification pour qu'il puisse les mettre en œuvre immédiatement » (HOC, 1987, p. 153)**

Différentes études ont porté sur les consignes notamment, celles de WEILL-WASSINA (1980) et montrent la difficile interprétation. Au-delà du fait qu'elles ne sont pas toujours appropriées, les notices ne peuvent prévoir l'information qui permettrait de répondre à tous les cas particuliers. En réalité, il arrive très souvent que l'utilisateur croyant suivre la procédure, agisse autrement que ce qui est normalement attendu, de sorte qu'il se trouve très fréquemment devant des situations imprévues, sur lesquelles il n'y a pas d'information explicite dans la notice. Une autre source de difficulté, plus fondamentale, est la demande d'inférences pour pouvoir être appliquée aux contextes spécifiques dans lesquels peut se trouver chaque lecteur. Le lecteur cherche à particulariser la situation, c'est pourquoi des inférences vont être déclenchées.

Pour ces raisons, les notices induisent des hésitations et donc des relectures. L'étude de VERMERSCH (1982) montre à ce propos qu'une recette de cuisine est lue en saccade, en cours d'action ou à la fin d'une action. L'auteur suppose que les fréquentes interruptions (vers des instructions) recouvrent en fait des recherches et décisions d'actions. VERMERSCH (1985) considère que le caractère fragmenté de la conduite est une atomisation de l'action, le critère utilisé par l'auteur pour distinguer les actions qui constituent ces composantes est le fait que les actions sont enchaînées ou non : deux actions sont considérées comme non-enchaînées si entre les deux le sujet a consulté la notice au moins une fois. VERMERSCH constate que **« pas un seul sujet n'a réalisé l'opération d'un seul trait » (1982, p.442)**. Cette fragmentation résulte selon RICHARD (1990) de la nécessité de construire des sous-buts en mémoire de travail. Si certains viennent directement de la MLT d'autres apparaissent en fonction de la situation et des prérequis.

Dans l'activité de wayfinding, la vérification des instructions concerne l'association de l'action au lieu : « Je vérifie où je dois tourner » Le nombre de vérifications des instructions sera dépendant du nombre de changements de directions jusqu'au but. Un trop grand nombre de changements risque d'entraîner une surcharge de la mémoire de travail. Autrement, ne sera maintenu en mémoire de travail qu'un nombre limité de changements de direction ou décisions - entre trois et quatre -. Ces décisions se succèdent mais ne se regroupent pas : tant que l'on n'a pas atteint un premier but, on ne peut atteindre le second (à moins d'avoir réalisé un détour).

Dans les études présentées, les notices écrites sont construites sur la base de mots et/ou de dessins. Les informations liées à la résolution d'un problème spatial peuvent être exprimées autrement. Nous verrons dans le chapitre suivant les différentes possibilités de communicabilité de l'espace. Le langage verbal reste la forme universelle pour informer, définir, expliquer, mais il peut être complété, voire remplacé par le graphisme, comme le dessin, et il peut devenir analogique à l'objet réel grâce à la photographie. Actuellement, beaucoup d'études sont réalisées sur l'amélioration de la transmission de l'information mais très peu osent utiliser la photographie comme support d'aide au guidage. Nous

concluons cette partie théorique sur une présentation - non exhaustive- des différents moyens d'aide à l'orientation qui nous conduira vers une réflexion sur l'amélioration que nous pouvons y apporter.

3-2-3 Des moyens d'information d'aide à la navigation et au déplacement

3-2-3-1 L'espace du piéton : architecture des stations et signalétique

L'environnement dans lequel nous inscrivons nos multiples déplacements est riche et varié, c'est une véritable luxuriance visuelle. Cette luxuriance peut devenir néfaste lorsqu'elle est concentrée sur un même lieu, car abondance s'associe alors à complexité. Plus un lieu devient complexe moins facile sera la tâche d'orientation. Il est indéniable que celle-ci dépend étroitement du lieu où elle se pratique. WEISMAN (1981) le démontre par le classement de quatre catégories de variables environnementales qui exercent une influence sur le wayfinding:

- l'accès visuel des éléments familiers (les points de repère) à l'intérieur ou à l'extérieur d'un bâtiment
- le degré de la différenciation architecturale entre les différentes zones d'un bâtiment qui peut aider le rappel ou l'orientation
- l'utilisation des signes et des numéros de pièces pour fournir des identifications et des informations directionnelles
- la configuration des plans peut influencer la facilité avec laquelle on peut comprendre le schéma général du bâtiment. Régularité et simplicité (du plan des sols) sont les meilleurs alliés des « wayfinders », car ils favorisent la représentation spatiale des objets environnementaux.

En résumé, plus la trame de la ville est régulière et bien organisée, meilleure sera la connaissance de la ville (DE JONGE, 1962).

L'architecture actuelle et l'urbanisme tendent vers le grandissime : les grands espaces, les "gratte-ciel", les hypermarchés, les multicomplexes. Ces extensions bétonnées concernent toutes les activités humaines : travail, transport, santé et loisirs. Les villes et les constructions artificielles comme des micro-villes dans la ville offrent difficilement des plans au sol simples et réguliers. Pour pallier les conséquences de ces déploiements urbains, les panneaux de signalisation offrent une information qui permet de se localiser avec les panneaux comportant l'information « Vous êtes ici » et d'autre part de se diriger avec les panneaux directionnels.

En réalité, les aides à la navigation et au déplacement existent depuis très longtemps. Nous avons voulu dans les pages qui suivent, faire une synthèse sur les différents moyens que l'homme a utilisé pour représenter le monde dans lequel il navigue et ceci depuis qu'il en est capable car cette recherche s'intègre dans une logique de développement de l'outil nécessaire au guidage. La technique puis la technologie n'ont cessé d'améliorer ces outils de communication. Les informations sont devenues de plus en plus précises de façon métrique et topologique, elles se sont diversifiées sur des

matières et des supports disparates, colorées... Les sciences de l'homme (psychologie, ergonomie, géographie, architecture, urbanisme...) ont largement contribué au progrès et au perfectionnement de ces outils, car elles ont permis une meilleure connaissance des besoins en termes de représentation spatiale et de guidage.

3-2-3-2 Des plans et des cartes

Depuis environ 2400 avant J C, l'homme a cherché à dessiner sa représentation du monde dans lequel il évoluait que ce soit sur Terre ou dans l'univers. Ces dessins appelés communément des cartes ou des plans sont devenus de plus en plus précis, grâce à des découvertes mathématiques puis techniques. Au XVI^{ème} siècle, Mercator inventa plusieurs systèmes de projection (projection orthographique ou orthogonale et projection conique). Le XVII^{ème} sera celui d'un progrès considérable : l'utilisation de la triangulation basée essentiellement sur des mesures d'angles et de distances. (A partir de ces calculs, la Terre ne sera plus tout à fait ronde mais légèrement allongée suivant l'axe des pôles). Au XVIII^{ème}, la première carte topographique est apparue, les objets planimétriques sont représentés soit par leur plan schématique soit par croquis en élévation.

Les volontés politiques, à l'époque des grandes découvertes, permirent le développement qualitatif de la cartographie, principalement du point de vue de l'exactitude métrique. Cette volonté s'est poursuivie au XIX, lorsque les plus grands Etats ont fait établir des cartes topographiques de leurs territoires au 1/80 000, puis au 1/ 50 000.

Ces cartes offrent un support idéal de communication, aussi bien pour l'espace maritime, terrestre et l'espace tout court. La cartographie est aujourd'hui une science complexe qui utilise toute une panoplie de procédés pour rendre compte du monde dans lequel nous vivons : photographies en couleurs, prises de vues aériennes, procédés d'impression très perfectionnés, utilisation également de l'informatique et la télédétection par satellites (G.P.S., Global Positionning System, un Système de localisation mondial). On n'a rien trouvé de mieux jusqu'alors pour exprimer des données métriques et visuelles de l'environnement. Les sociétés industrielles de ce dernier siècle sont marquées par le développement considérable des déplacements de tous modes, le fait le plus remarquable est sans aucun doute le succès du petit véhicule individuel « symbole de liberté » dont la quantité considérable noircit les infrastructures routières du monde occidental. L'homme moderne est un homme mobile. Les téléphones et les ordinateurs ne sont- ils pas les symboles de l'air du temps : « mobiles » et « portables »?

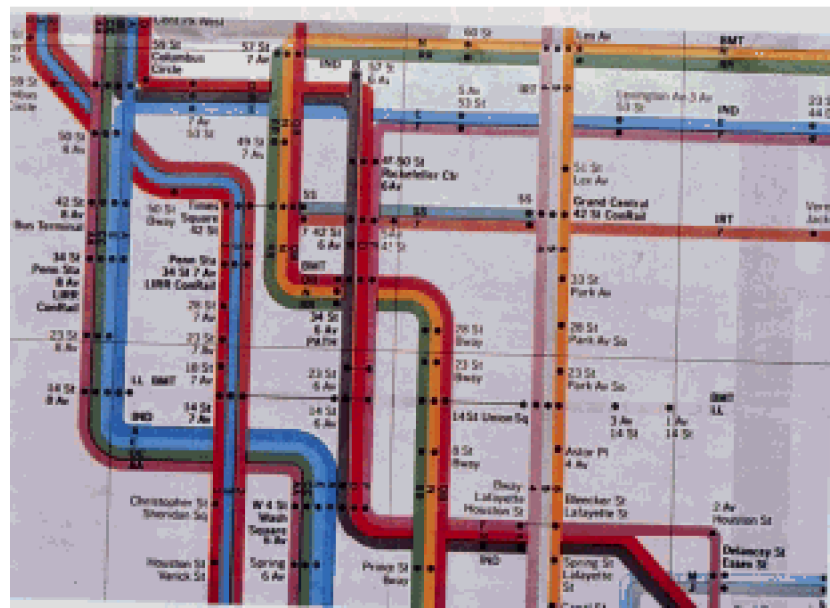
Mais revenons à la cartographie, terme générique qui peut se décliner selon différents espaces et thématiques : cartes physiques (physionomie générale du relief), cartes topologiques (configuration détaillée du terrain), cartes politico-économiques, cartes routières et touristiques...

Pour répondre aux besoins des voyageurs des temps modernes, les cartes prolifèrent, les variantes jouent sur la présentation, le design de la carte, l'introduction de services annexes (restaurant dans des villes étapes). Comme les villes deviennent aussi de plus en plus grandes et de plus en plus complexes, il devient nécessaire d'isoler certaines zones de la ville. Ces portions de ville sont donc représentées avec une échelle

plus grande sur des plans, qui correspondent finalement à un zoom du tissu urbain. Par ce procédé, on obtient des plans de quartier ou des plans de site artificiel (foire, grande surface commerciale, campus universitaires...). Il existe également pour les besoins des transports collectifs urbains ou péri-urbains des plans de réseaux, schématiques, parfois anamorphosés, qui se superposent à la cartographie de la ville et ses extensions.

Toutefois, la schématisation des plans ne correspond guère à la représentation que se sont créée les utilisateurs du réseau souterrain du fait de la difficile transition entre l'espace de la ville (point d'origine et point de destination du trajet) et l'espace souterrain. Cette transition oblige le voyageur à opérer un ajustement entre deux types de comportements rattachés à la pratique de l'espace (GOLEDZINOWSKY, 1976) **« un comportement plastique de découverte progressive toujours possible dans la ville où tout peut être un indice de lieu et un comportement rigide conditionné par des indices de réponse. Ce type de comportement est imposé en souterrain non seulement par les dispositifs fléchés d'orientation mais aussi par la nature de chacun des deux espaces fonctionnellement dissociés d'une station : la zone d'admission du public et les quais. »** Lors d'une enquête dans le réseau de métro parisien, GOLEDZINOWSKY a relevé les différents types de demande de la part des utilisateurs du réseau métropolitain auprès des commerçants des kiosques à journaux. Les kiosques représentent des sites privilégiés pour le voyageur en quête d'une information d'orientation et d'autre part pour un observateur justement intéressé par le comportement « verbal » de ces voyageurs fourvoyés. Au terme de cette étude, cinq catégories de demandes ont été répertoriées : 1) les questions ponctuelles, 2) celles sur la méthode de cheminement, 3) celles portant sur la façon d'atteindre la sortie la plus proche 4) celles concernant une sortie plus lointaine et 5) des questions ambiguës. Les questions ponctuelles peuvent se satisfaire d'une réponse gestuelle car il s'agit en réalité d'une simple confirmation de prise de décision. Ces questions sont finalement aussi importantes car elles renvoient à l'insuffisance des informations affichées sur plans ou panneaux directionnels. Ces questions portent sur la « méthode de cheminement » particulièrement révélatrice de la difficulté à lire les plans et à les comprendre car les lecteurs sont incapables de mettre à exécution à l'intérieur d'une station l'information qu'ils ont perçue. La complexité des lieux ne facilite pas l'adaptation des différentes opérations que le voyageur doit suivre. L'interprétation que peut faire le voyageur de l'information donnée par le plan demeure théorique. La correspondance avec l'information fléchée reste laborieuse et inefficace.

L'information de la signalisation de jalonnement entre une station de métro et l'extérieur s'avère parfois aussi peu congruente que celle des plans de quartier.



D'après GOLEDZINOWSKY, il semblerait que la chaîne d'information vers la sortie soit incomplète, surtout dans les nœuds de correspondance. Si les fléchages vers les sorties existent, le voyageur ne dispose d'aucune représentation spatiale de la surface. « Dans les espaces proches des sorties, on trouve parfois des plans de quartier. Mais ceux-ci n'assurent pas toujours la transition vers la sortie car ils ne donnent pas d'indications en termes de droite et de gauche et la numérotation des immeubles n'est pas toujours renforcée par les fléchages correspondants. » Dans tous les cas, la fonction d'orientation vers la surface est surtout axée sur des repérages morcelés et partiels de certains points de quartier, mais ces repérages n'assurent pas l'atteinte du lieu de destination à partir du souterrain.

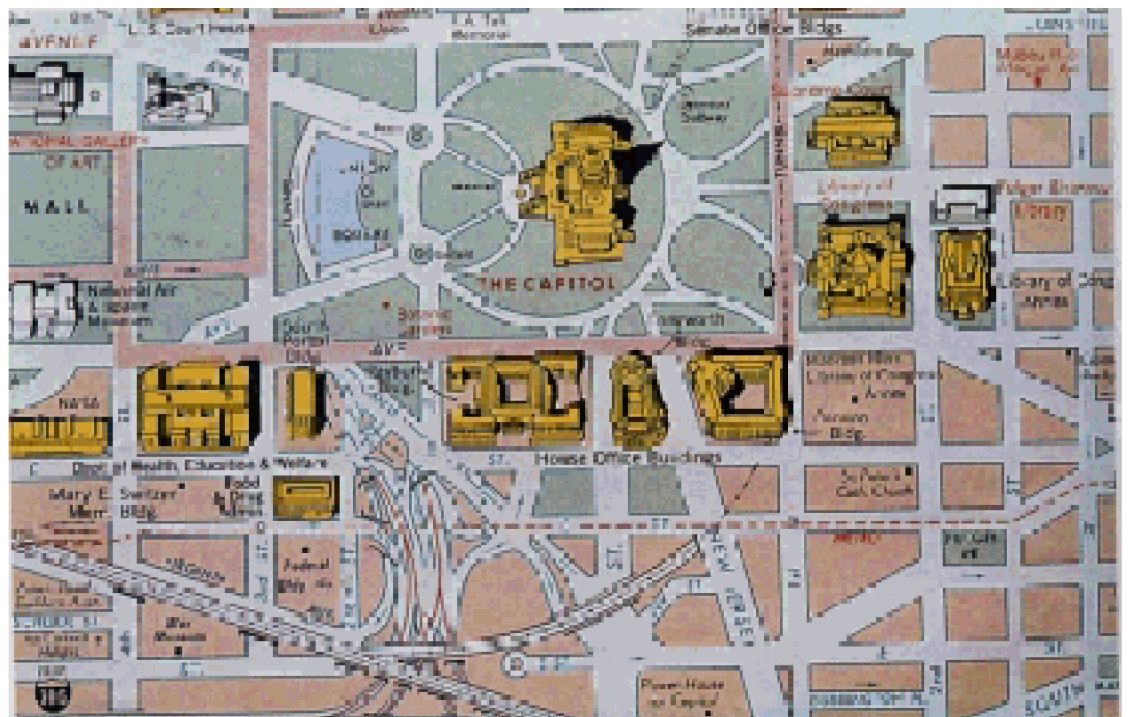
En résumé, il apparaît clairement que la principale difficulté à s'orienter en souterrain découle de la nature même des aides au déplacement. Elles font appel à des

représentations trop abstraites de l'espace et à des indices appartenant à un système d'orientation codé.

Malgré les efforts des designers et des géographes pour rendre les plans urbains et les cartes plus efficaces, les utilisateurs de ces supports restent confus et perplexes après la lecture de l'un de ces plans et font encore beaucoup d'erreurs de direction suite à une mauvaise compréhension. Certaines tentatives à la fois esthétiques et fonctionnelles n'ont pas été à la hauteur des bonnes intentions de leurs réalisateurs. Afin d'illustrer le réseau du métro de New York, Vignelli (1978) (cf. MIJKSENAAR, 1998) proposa un plan du réseau du métro schématique, diagrammatique, colorée de façon pragmatique, clair et lisible (figure 3-1). Compte tenu de la qualité de la production aucun reproche ne pouvait lui être fait, mais les utilisateurs du métro ne l'adoptèrent pas malgré les qualités esthétiques du produit final. Le principal défaut du plan était une déformation excessive de la représentation du plan de la ville, cette représentation déformée ne correspondait donc pas à celle des utilisateurs. En 1980, Taurenac proposa une nouvelle version du plan de réseau en respectant la topographie des différentes lignes de métro et des stations (figure 3-2). Cet ajustement permettait alors une meilleure adéquation entre la représentation interne des utilisateurs et la représentation graphique, objective.

Un second exemple illustre également l'intérêt de se préoccuper préalablement des besoins humains afin de mieux répondre à ces derniers.

Il est reconnu que certains bâtiments de par leur saillance architecturale et/ou fonctionnelle se détachent des autres constructions et sont donc considérés comme des repères urbains. Certains représentants du design se sont attelés à trouver des solutions afin que ces bâtiments puissent apparaître plus distinctement sur les cartes. L'une de ces solutions consiste à dessiner en trois dimensions les édifices spécifiques (carte de Washington). Ainsi, les bâtiments saillants de l'espace urbain le deviennent également sur le plan-papier, grâce au relief rendu par le dessin en trois dimensions (figure 3-3). L'inconvénient de cette présentation est que les bâtiments sont vus par-dessus et ne facilitent pas la reconnaissance du bâtiment réel.



Pour que les bâtiments soient vus de face, il est alors possible d'intégrer sur le plan, une copie miniaturisée des différents bâtiments sous la forme d'une icône. Cette solution s'avère très séduisante sur le plan cognitif, encore faut-il que chaque itinéraire passe devant l'un de ces points de repères illustrés! On peut se demander dans quelle mesure cette présentation ne conditionnerait pas le choix des itinéraires.

Il faut bien admettre que la figuration des points des repères sur un plan contribue à une amélioration de la préparation du trajet (LENERAND, 1993) en particulier grâce à une meilleure localisation du point de départ et du point d'arrivée. Les points de repères « iconisés » contrastent avec le reste des informations schématisées ce qui permet une meilleure mémorisation de l'itinéraire au moment du rappel.

Cependant, si on cherche à généraliser cette iconisation des bâtiments, on va rapidement atteindre des limites graphiques, comme le souligne MIJKSENAAR (1998), les icônes peuvent prendre beaucoup de place sur les cartes, ceci au risque d'entraîner des problèmes d'organisation spatiale sur un plan à deux dimensions.

En résumé, un plan est un outil précieux pour la préparation d'un trajet, car il permet l'anticipation des actions jusqu'à la destination finale, la formulation des sous-buts et il facilite la pré-connaissance des lieux. Comme on l'a vu, les icônes sont salutaires à la phase préparatrice de l'itinéraire. Les travaux de DENIS (1990) confirment l'idée que les représentations spatiales extraites d'un plan sont structurées et surtout que la localisation des objets est conservée.

Par contre, le plan est moins précieux au moment du guidage ; toute la difficulté réside dans la détermination entre la droite et la gauche. A certaines intersections avec une configuration quelque peu tortueuse, il sera parfois difficile de choisir entre ces deux directions opposées. Pourquoi certains individus n'arrivent-ils pas à reconnaître la droite

d'un objet sur le plan et la droite de ce même objet de taille réelle?

En fait, la lecture d'un plan nécessite un changement de référentiel ...

Chaque fois que nous décrivons un environnement réel, pour un usage à grande échelle, nous nous situons selon un cadre ou un objet de référence. En d'autres termes, nous utilisons tour à tour une Carte Cognitive de « type route » et une Carte Cognitive de « type plan ». D'après la Carte Cognitive de « type route », les points de repère sont décrits selon la position et la perspective de l'observateur, celui-ci traduit ce qu'il voit dans son champ visuel immédiat. Il peut alors se situer et situer les objets de son environnement à partir d'un référentiel déictique ou intrinsèque, avec des indicateurs spatiaux tels que devant, derrière, à gauche, à droite, dessus, dessous...

Alors qu'une Carte Cognitive de « type plan » entraîne une description des points de repère selon un référentiel extrinsèque c'est-à-dire selon les directions canoniques d'un plan euclidien. Ainsi ces changements de référentiel peuvent entraîner des confusions principalement dans la désignation des directions droite et gauche. Des études ont montré que les temps d'identification des objets étaient plus longs lorsque ces objets étaient placés sur un axe droite/gauche que lorsqu'ils étaient placés sur un axe dessus/dessous ou un axe devant/derrière (cf. p56-57).

Des travaux du ressort de la géographie cognitive ont démontré les difficultés d'utilisation des plans de bâtiments ou de campus quand le point d'observation du plan (« You are here map ») n'était pas aligné avec l'environnement. Le principal problème dans la manipulation des cartes routières et des plans urbains réside dans la présentation de l'information topographique par rapport à l'offre spatiale visuelle de l'environnement.

Une carte verticale est dite « alignée » lorsqu'il existe une correspondance visuelle entre l'objet perçu à partir d'une carte et l'objet réel dans l'environnement physique. La position corporelle réelle est donc identique à la position projective sur le plan (point souvent désigné par l'index) ; Dans le cas où la carte n'est pas alignée, alors les auteurs (MAY et al., 1995) disent qu'elle est « mal orientée » (angl. Misaligned), l'écart est de 90°. Pour un écart plus large, on dit qu'elle est contre-alignée. Lorsque les individus apprennent des relations spatiales à partir d'une carte « contre-alignée », ils nécessitent significativement de plus de temps pour s'orienter et ils font plus d'erreurs que lorsqu'ils apprennent à partir d'une carte alignée (LEVINE et al., 1982).

La question de l'alignement de la carte par rapport à l'environnement peut référer à celle du traitement de la rotation mentale (SCHEPARD & COOPER, 1982). Les résultats de l'étude de MAY, PERUCH et SAVOYANT (1995) viennent confirmer l'hypothèse d'une relation entre les deux événements. Le traitement de la rotation mentale viendrait donc résoudre les problèmes de « mauvaise orientation ». Comparativement à la situation de l'alignement, les sujets font plus d'erreurs et mettent plus de temps avec une carte mal orientée à 90° et à plus forte raison quand elle est contre-alignée (180°). Ces auteurs ajoutent que la difficulté à faire correspondre une information abstraite (extraite d'un plan) à une information concrète non directement perceptible (mauvaise orientation) n'appartient pas seulement aux premières étapes du déplacement mais au contraire elle est permanente. Afin d'approfondir ces résultats, une étude différentielle permettrait sans doute de connaître les individus les plus vulnérables face aux problèmes de mauvaise

orientation. Ce type d'étude permettrait de cibler les individus qui courent le risque de se tromper régulièrement dans la manipulation des cartes. L'idée conséquente serait de fournir ou de proposer une autre forme d'information qui éliminerait toute sollicitation de rotation mentale.

3-2-3-3 Des descriptions d'itinéraires d'après les travaux de DENIS

Après des travaux principalement basés sur les images mentales et les capacités d'imagerie, DENIS a élargi sa problématique, depuis le début de cette décennie, à la thématique de l'espace avec une mise en relation du discours spatial -ou la description d'itinéraire- aux images mentales.

Les images et le langage constituent selon lui deux modes de représentation pourvus de propriétés fonctionnelles fortement différenciées, mais dont la coopération est requise dans de nombreuses formes de fonctionnement cognitif. **« L'étude de leurs interfaces est particulièrement importante pour rendre compte des processus de communication entre agents cognitifs visant à partager des connaissances sur leur environnement spatial. » (M. DENIS)**

La structure séquentielle du texte est strictement contenue par la structure temporelle des événements, ceci se vérifie dans les textes énumérant les étapes d'un processus ou dans les textes décrivant les routes dans des environnements naturels (ULLMER-EHRICH, 1982). La structure temporelle des événements se traduit par l'identification de sous-buts dans une macro-planification. Chaque sous-but déterminera une micro-planification. Finalement, une description d'itinéraire se définit par l'enchaînement d'instructions procédurales où les actions à suivre sont associées à des entités spatiales. Ces entités servent de repère, annonciateur d'une modification ou d'une confirmation d'action. Ces éléments n'ont pas de « structure séquentielle intrinsèque » et par conséquent interrompent la dynamique du texte. C'est une condition nécessaire et fondamentale : car les ingrédients statiques représentent certains éléments, sélectionnés dans le paysage routier, en fonction d'une information de guidage. Cette information est cruciale comme l'avertissement d'un changement de direction (« après la pharmacie, tourner à droite ») ou la localisation du point d'arrivée (« la banque est en face de la librairie »).

Par ailleurs, une des caractéristiques du discours est d'obliger le locuteur à organiser sa représentation de façon linéaire. Cependant, si le problème de la linéarisation ne se pose pas de manière aiguë en matière de descriptions d'itinéraires, il n'en reste pas moins que les choix descriptifs effectués par les auteurs reflètent des opérations cognitives impliquant l'interfaçage entre des représentations internes de l'environnement à décrire et un système assurant des sorties linguistiques pertinentes. Une des difficultés réside dans la description des objets statiques : le texte dont la structure est naturellement linéaire, doit obligatoirement introduire les éléments descriptifs tels que les points de repère. Les repères physiques sont décrits dans une séquence spécifique de la description.

La question fondamentale qui anime M. DENIS et ses collaborateurs est de connaître les composants structurants la description d'itinéraire afin de pouvoir construire une description sous un format universel. En d'autres termes, ils s'intéressent à la traduction

de l'espace par le langage qui vient remplacer la forme schématique des plans dans les situations de wayfinding. Le contenu des instructions est essentiellement procédural, les éléments complémentaires sont des composants de type descriptif tels que les repères. Une description définitive d'un itinéraire constitue le résultat de trois opérations cognitives (DENIS, 1997):

- activation d'une représentation interne de l'environnement dans lequel le déplacement doit être effectué, 1.
- détermination d'un trajet dans le sous-espace temporairement activé de la représentation, 2.
- formulation de la procédure que l'utilisateur doit exécuter pour atteindre sa destination. 3.

Les descriptions de deux itinéraires dans un environnement naturel ont été recueillies auprès de vingt étudiants. Une analyse détaillée des protocoles a permis d'établir une classification des items aboutissant à des catégories dont des descriptions de repères, des prescriptions d'actions avec référence ou non à des repères.

Ces protocoles ont ensuite été utilisés pour établir une « description squelette » ce qui correspond à une description plus abstraite, reflétant l'essentiel de la procédure de la navigation.

Ces descriptions « squelettes » ont également été testées sur d'autres sujets qui ont confirmé que les repères et les actions associés étaient par conséquent suffisants pour guider les individus.

M. DENIS et ses collègues analysent les processus cognitifs mis en œuvre lorsque des individus construisent la représentation interne des configurations spatiales à partir de descriptions verbales de ces configurations. Les représentations spatiales sont également comparées selon la source d'information soit par expérience directe (déplacement) soit par expérience indirecte (via les plans ou l'information verbale). L'hypothèse défendue par DENIS est que l'image construite à partir d'une description verbale contient une information structurée de manière comparable à l'information d'origine perceptive.

Dans l'idée de mettre en évidence le rôle de l'information verbale dans la construction des cartes cognitives, DENIS et ZIMMER (1992) ont suggéré que les représentations générées à partir d'un texte sont structurellement isomorphiques aux représentations générées à partir d'un plan. Deux groupes de sujets ont dû apprendre les éléments d'une île imaginaire soit à partir d'une carte soit à partir d'un texte. Une série d'expérimentations a été menée avec des variations au niveau des conditions d'acquisition et des conditions du test.

Les auteurs concluent d'une façon générale que les gens sont capables de convertir des descriptions linguistiques des configurations en représentations mentales. D'autre part, ces dernières préservent les propriétés métriques des configurations spatiales de façon acceptable c'est-à-dire que la mise en relation permet aux sujets de réussir dans des tâches cognitives.

Les auteurs confirment que « les Cartes Cognitives émanant d'un texte utilisent le

même appareillage cognitif et les mêmes mécanismes de traitement que les Cartes Cognitives dérivées des expériences perceptives » (p.297). D'après les résultats des premières expérimentations, il apparaît que les sujets apprennent mieux lorsque l'information est extraite d'une carte que d'un texte, de plus la localisation des éléments est plus précise avec le premier support. Un plan fait appel à une référence extrinsèque et présente les configurations et leurs relations en survol ce qui concourt à améliorer la mémorisation de ces éléments.

DENIS et DENHIERE (1990) ont voulu démontrer l'effet de la structure d'un texte sur la représentation. Ils ont mené successivement plusieurs expérimentations à partir d'une carte imaginaire. Il s'agissait plus exactement d'étudier l'influence de la structure interne de textes décrivant des configurations spatiales sur leur compréhension. Se basant sur des résultats d'une expérience préliminaire consistant à faire décrire à des sujets une île imaginaire rectangulaire comportant six éléments caractéristiques (une forêt, une montagne, un lac, une prairie, une grotte, et un désert) répartis sur deux lignes horizontales, les auteurs proposent deux versions de textes descriptifs. La première version de ces textes respecte l'ordre de balayage horizontal et linéaire des éléments caractéristiques. L'alignement des points de repère facilite le signalement des points d'ancrage qui sont systématiquement aux extrémités des lignes. Ces points d'ancrage sont, par conséquent, faciles à utiliser. La seconde version ne respecte ni le balayage horizontal ni la linéarité avec des points d'ancrage aux antipodes de chaque ligne.

En outre, le principe de connectivité qui veut qu'un nouveau point soit décrit dans la proximité du point courant est enfreint. Les temps de lecture des textes qui ne présentent ni linéarité ni continuité sont plus longs que ceux des textes qui respectent l'ordre de balayage horizontal et linéaire des éléments caractéristiques. Ce résultat est confirmé par une étude phrase par phrase qui montre des temps de lecture globalement plus courts pour la première version des textes. Une tâche de rappel sur une carte muette permet par ailleurs de montrer que le texte bien structuré donne lieu à de meilleurs rappels que le texte mal structuré.

Plus un texte est structuré plus le rappel se fera dans de meilleures conditions. « ***La manipulation des intervalles de lecture montre que les motifs (pattern) de lecture sont essentiellement régulés par des processus consacrés à l'intégration des phrases à l'intention de représentation actuellement créée*** ». En d'autres termes, les temps morts entre les lectures permettent l'intégration des phrases qui contribuent à la construction des représentations.

Ce niveau de traitement concourt probablement à l'élaboration d'un « modèle spatial » visuel de la configuration de l'environnement.

Construire une représentation mentale d'une configuration à partir uniquement d'un input verbal ne demande pas seulement la capacité de saisir ce qui est dit dans le texte mais aussi la capacité de convertir l'information extraite du texte dans un modèle non linguistique de la configuration. L'imagerie est l'un des processus cognitifs qui peut aider à l'intériorisation des informations spatiales, elle permet de mettre en relation les éléments de l'environnement. KOSSLYN (1980) estimait que telle une représentation de mode analogique, l'imagerie préserve les distances relatives entre les parties d'une

configuration. Cependant, des différences notoires sont présentes dans la capacité d'imagerie entre les individus. Ces différences affectent la construction de la connaissance spatiale (THORNDYKE et STASZ 1980). Le traitement des textes est alors très sensible à la différence des capacités d'imagerie des individus.

L'étude de DENIS et DENHIÈRE (1990) montre la signification fonctionnelle de l'imagerie visuelle dans l'élaboration des modèles spatiaux à partir d'un texte.

Le rôle des points d'ancrage dans une description d'itinéraire

Selon GRYL (1995), lorsqu'un texte décrit un point de repère et définit les autres par rapport à celui-ci, alors c'est par un effet de primauté qu'il va devenir un point d'ancrage. « Si les points d'ancrage introduits dans le texte servent aussi de points d'ancrage dans les Cartes Cognitives que le lecteur se construit à partir d'un texte, alors ils doivent être appris en premier et rappelés plus souvent et avec plus de précision que les autres repères ». (GRYL, p.31)

L'origine de la théorie du point d'ancrage part du constat que lorsque des individus sont placés dans un environnement nouveau, ils sélectionnent rapidement des repères majeurs ou nœuds qui servent de points de références autour desquels une structure de connaissances est construite. Les repères nommés points d'ancrage servent à l'organisation des connaissances spatiales utilisées dans les tâches de navigation, d'estimation de distance ou d'orientation. Cette notion suppose donc une hiérarchie des repères. Ce point là est donc précisément bien connu ainsi que la zone qui l'entoure. Ainsi, d'après GRYL, « **il est possible de considérer la structure des connaissances spatiales comme une entité structure hiérarchique dans laquelle les repères utilisés comme point d'ancrage sont représentés à un niveau plus élevé que les autres repères considérés comme des détails par FERGURSON et HEGARTY (1994)** ».

Les textes décrivant une configuration spatiale reflètent cette hiérarchie ainsi que l'organisation des détails autour des points d'ancrage.

En résumé, la bonne compréhension d'un texte décrivant une configuration spatiale repose sur sa structure linéaire et continue. D'autre part, une hiérarchie entre les éléments est créée faisant ressortir un point particulier du paysage urbain appelé le point d'ancrage qui est un facteur d'aide dans la structure des connaissances spatiales.

Il semblerait également que le cadre de référence employé donne un certain point de vue à la configuration considérée et il est essentiel de la préciser pour permettre la communication.

Dans une étude originale de DEVLIN et BERNSTEIN (1995), différents supports (plan, texte, photographie et informations mixtes) ont été comparés afin d'évaluer l'efficacité des points de repère lors d'une tâche de wayfinding. Dans une situation simulée de déplacement, les auteurs ont constaté que les participants guidés avec un texte ou avec un plan seulement font plus d'erreurs que ceux qui bénéficient d'un texte ou d'une carte améliorés d'images de points de repère. D'une façon générale, les participants avec des informations mixtes sont plus performants : ils font moins d'erreurs et ont des temps de réactions plus courts.

3-2-3-4 Le guidage appliqué à la situation de conduite

La situation de conduite sera examinée dans ce travail non pas comme un objet d'étude mais plutôt comme une condition de l'objet d'étude. Nous considérons, en effet, comme une priorité l'activité d'orientation spatiale et la nécessité de disposer d'informations de guidage en situation inconnue quel que le mode de transport (à pied, en transports collectifs ou en voiture). Il est certain que le mode de présentation de l'information est tributaire du contexte de déplacement : le piéton dispose d'un plus grand degré de liberté de mouvement et d'utilisation de l'espace que le conducteur de véhicule. Plus fréquentes sont les occasions où l'individu se déplaçant à pied peut s'arrêter, faire demi-tour, sans prêter attention à son environnement immédiat.

Comme le définit NEBOIT (1980), conduire un véhicule, c'est effectuer un déplacement dans un environnement en perpétuelle évolution. La particularité essentielle de ce déplacement est le fait qu'il soit véhiculé. Or, la maîtrise du véhicule ainsi que la gestion de l'environnement spatial, temporel et social inhérent à la conduite suscitent un certain nombre de contraintes. Le déplacement véhiculé se différencie du déplacement piétonnier en partie par le volume des contraintes.

D'une manière générale, la conduite automobile est caractérisée par sa complexité, son manque de structuration et son caractère dynamique (SAAD et al., 1990 in MAZET, 1991).

Le dynamisme est lié uniquement à la situation qui oblige l'automobiliste à maintenir une certaine vigilance : il doit être prêt à l'anticipation des éventuels dysfonctionnements et à agir avant qu'ils ne se produisent.

Cette tâche est peu structurée dans la mesure où les règles formelles du code de la route constituent plus des consignes que des guides d'action, et fixent ce qui doit être fait sans en préciser les modalités.

C'est une activité complexe soumise à une grande diversité et une variabilité de l'état des composants du système routier, tels que l'opérateur (âge, état physique, familiarité des lieux), le véhicule (puissance, tenue de route), l'environnement (route de campagne ou de centre-ville, autoroute, importance du trafic, conditions météorologiques...). La complexité provient également de l'enchaînement des phases où prédominent des sous-tâches automatisées à composantes sensori-motrices et des sous-tâches à composantes cognitives. Ces dernières se rattachent à des situations infiniment variées et, de fait, supposent une adaptabilité idoine de la part du conducteur. Les sous-tâches impliquées dans la réalisation d'un trajet sont donc principalement sensori-motrices lorsqu'il s'agit de circuler sur une autoroute fluide. Puis à la sortie de l'autoroute, lors du franchissement d'une intersection, les sous-tâches sensori-motrices sont relayées par les sous-tâches à dominance cognitive. En effet, une intersection, terme générique, sollicite fortement les ressources cognitives du conducteur **« le conducteur prélève de l'information, détermine son importance, en fait une interprétation, émet un jugement sur l'issue des décisions, planifie et exécute les actions qu'il estime nécessaires sur les commandes (volant, pédales) afin de modifier ou non la trajectoire et/ou la vitesse de son véhicule. » (BELLET, 1998)**. Cette explication

concerne une situation « simple » lorsque la tâche de conduite est seule à solliciter l'attention du conducteur. Cette situation simple implique une connaissance suffisante des lieux.

En revanche, que se passe-t-il lorsque le conducteur n'est pas un habitué des lieux? Un second corpus de sous-tâches cognitives se greffent à la tâche principale, l'attention visuelle est alors partagée car elle sera à la fois sollicitée par des préoccupations de conduite, donc de sécurité, et par des préoccupations d'ordre spatial.

La tâche parallèle, liée aux processus d'orientation spatiale, se définit avant tout dans une démarche d'exploration de la scène routière exigeante sur le plan visuel. La recherche d'une information directionnelle pertinente dans l'environnement physique aura des incidences sur les stratégies visuelles. C'est pourquoi, l'activité de conduite sera perturbée par d'incessants aller-retours visuels entre la scène routière, et d'autre part les consignes de direction. Ces dernières peuvent être extraites d'un plan urbain ou d'un texte, disposées sur le siège du passager ou sur le tableau de bord. En conséquence, la pression temporelle est ici extrêmement forte aussi bien au niveau perceptif que cognitif car **« elle impose à l'opérateur d'être plus sélectif dans sa recherche d'information de manière à réduire d'autant les temps de prélèvement et de traitement. Sur le plan des processus cognitifs, il y a nécessité d'agir dans un temps limité ce qui n'est pas sans incidence sur la complexité et la nature (niveau de contrôle) des processus mentaux (e.g. anticipation, décision, raisonnement et planification) »** qui sont mis en jeu dans la recherche d'un itinéraire.

Il est évident que la situation devient particulièrement critique d'un point de vue sécuritaire lorsque le conducteur est à la fois non habitué aux lieux à traverser et un débutant de l'activité de conduite.

A ce propos, des travaux orientés vers l'analyse des stratégies d'exploration visuelle (NEBOIT, 1980) permettent de mieux comprendre la différence entre un conducteur débutant et un expert. Ces travaux montrent que chez le débutant, les activités perceptives sont centrées dans un champ visuel essentiellement limité aux organes et instruments nécessaires au guidage du véhicule. Une fois la phase d'apprentissage passée, le débutant peut alors devenir un expert. L'élargissement du champ exploré par l'expert résulte d'une structuration progressive des stratégies d'exploration visuelle au cours de l'exercice de la tâche. Le champ exploré se modifie de façon quantitative et qualitative, car la zone explorée est plus large et les informations prélevées sont sélectionnées judicieusement. MAZET (1991) en conclue qu'il existerait **« des structures de représentations en mémoire permettant à l'expert une gestion anticipée des indices, et résultant d'une intériorisation progressive des propriétés de la tâche et de ses conditions d'exécution. Par conséquent, la modification des conditions internes de l'opérateur (au niveau représentatif) apparaît comme une manifestation de l'acquisition des compétences chez l'expert, au même titre que la formation des habiletés nécessaires au déplacement, et l'amélioration des performances (en termes d'économie des procédures, de fiabilité et sécurité des compétences). »**

Dans les études de sécurité routière, l'expertise est ainsi conçue, comme l'acquisition des mécanismes sensori-moteurs nécessaires au maniement du véhicule, et comme la capacité du conducteur à s'adapter rapidement et efficacement à la variabilité des

situations rencontrées (SAAD et al., 1990). Un expert dispose alors d'une plus grande liberté pour s'affairer à des tâches secondaires car il possède des représentations mentales lui permettant de prévoir, traiter et de répondre à des situations non encore actualisées. Il a acquis certains automatismes résultants d'une osmose entre les connaissances déclaratives et procédurales qui sont activées au moment de l'exécution de la tâche. Il faut souligner, ici, le rôle de l'expérience pratique déterminant dans la conceptualisation de l'action **« dans la mesure où c'est dans l'interaction avec le réel que le sujet forme et éprouve ses représentations et conceptualisations de la même façon que celles-ci qui dirigent la manière dont il agit et règle son action » (BELLET, 1998).**

Bien que les experts soient capables d'assumer une double tâche, lire un plan urbain concoure à l'augmentation d'une prise de risque, car la demande temporelle est importante. En effet, la lecture d'un plan induit la recherche d'informations dont la localisation du véhicule au temps « t », la localisation du but ainsi que le lien entre les deux.

C'est pourquoi les constructeurs automobiles développent de nouveaux concepts à visée sécuritaire, par l'emploi des nouvelles technologies, comme l'introduction de l'informatique sur le tableau de bord. Les systèmes d'aide à la navigation prennent le relais des cartes ou des indications écrites sur un papier tout en offrant à l'automobiliste la possibilité de lire sur un écran une information dynamique. L'intéressé peut, par ailleurs, préciser sa requête au moyen d'un clavier : demander une information temporelle, augmenter ou réduire l'échelle par une fonction « zoom », sélectionner une présentation différente de l'information affichée... Un curseur représentant le véhicule indique la position exacte de celui-ci et ceci en temps réel, grâce au GPS. Le système présente l'infrastructure par segment et en mettant en évidence par colorisation la route à suivre. Le contenu informatif prend la forme d'une représentation cartographique, il s'agit d'une représentation de type « Survol ». Dans l'autre cas, d'une information de type « trajet » avec des symboles signalétiques de désignation de direction, sous forme de vignette, ou parfois avec un texte et même de la parole ! (Le système Carminat de Renault dispose de ces deux formats, le conducteur n'a plus qu'à sélectionner sa préférence.)

En termes de guidage, une symbolisation fléchée peut parfois s'avérer suffisante pour diriger l'automobiliste si la configuration de la route est simple. Dans ce cas, l'information spatiale contextuelle, représentée par un repère, est relayée par une indication temporelle : le timing de l'affichage. La localisation du changement de direction est déterminée au moment où l'information est envoyée.

Cependant, quand la route se sépare en plusieurs ramifications, il devient alors nécessaire de compléter l'information de guidage par un point de repère. Une étude effectuée au LESCO (PAUZIE, DAIMON, et BRUYAS, 1997) a permis de valider l'intérêt de l'association flèche et point de repère sous forme de pictogramme. L'annexion d'un élément physique à l'information pure de guidage rassure l'automobiliste car elle diminue, voire supprime, les sources d'ambiguïtés environnementales dans un carrefour complexe.

L'objectif de l'étude était par ailleurs de comparer l'effet du design pictographique sur les stratégies visuelles. Un pictogramme de type générique (symbole d'une banque) était

comparé à un pictogramme spécifique (logo d'une banque). Les deux formules étaient utilisées de façon aléatoire au cours d'un même trajet. La compréhension et la reconnaissance des points de repère sont fortement appariées à la familiarité du sujet pour cet objet que celui-ci soit d'une portée générique ou spécifique. Toutefois, dans certains cas, un logo, comme « Mac Donald », est mieux identifié que le symbole de la « restauration rapide ». En revanche, un repère avec une forte connotation culturelle, comme une église, est suffisamment déictique. La tentative d'exactitude du pictogramme par une reproduction exacte du monument générerait un conflit visuel de reconnaissance et selon les conclusions de cette étude ferait perdre du temps au conducteur.

En résumé, ces nouveaux systèmes d'aide à la navigation sont insérés dans les tableaux de bord dans un objectif fonctionnel, sécuritaire et convivial. Ils représentent une première génération de nouveaux moyens d'information embarqué, et ils font l'objet d'études dans divers disciplines (ergonomie, psychologie, intelligence artificielle, linguistique...). La recherche dans, et entre, ces domaines participe à l'amélioration de ces produits, en offrant des composants nouveaux ou modifiés. L'originalité de cette recherche est de proposer un système de guidage contenant des photographies des intersections. Les points de repère qui permettent d'identifier les intersections avec un changement de direction sont de cette manière mis en évidence.

4- PROBLEMATIQUE ET HYPOTHESES

Tout adulte citoyen porte en lui l'expérience urbaine. Selon l'enseignement de la psychologie cognitive, cela se traduit par la disponibilité de représentations spatiales génériques dans sa mémoire à long terme. Les représentations spatiales font référence à des représentations internes construites à partir de l'expérience ; elles sont inscrites en mémoire et sont activées lors de résolution de problèmes spatiaux (PASSINI, 1984 ; THINUS-BLANC, 1996 ; TVERSKY, 1992).

Grâce à cette construction cognitive des connaissances spatiales, l'environnement devient un territoire familier pour celui qui le traverse. Doté de ces représentations, l'individu est alors capable d'emprunter de nouvelles voies, de tenter des détours et d'innover en termes d'itinéraire. Ces comportements spatiaux mettent en pratique une forme particulière de nos connaissances environnementales, il s'agit des connaissances de type « survol » (angl. « survey »). Les connaissances de type « survol » contiennent des informations relatives aux relations spatiales entre les repères non immédiatement perceptibles. Les propriétés de cette forme de connaissances respectent la configuration générale de l'espace (SIEGEL & WHITE, 1975). A ce propos, elles s'inscrivent parfois sous la dénomination de « Cartes Cognitives ou Mentales » ce qui renforce la conception d'un « maillage cognitif ».

Une particularité de la vision, en relation avec la perception de l'espace, est qu'elle permet d'appréhender très rapidement les éléments constitutifs d'une scène : un grand nombre d'objets ou de lieux et de relations spatiales entre ces éléments sont

appréhendées simultanément. Au niveau représentatif, les éléments de la scène comportant des repères sont rappelés sous la forme de « vue locales » (THINUS-BLANC, 1996).

En résumé, la Carte Cognitive, de nature dynamique, préserve les propriétés euclidiennes de l'environnement à partir desquelles s'organisent les points de repère, éléments structurants des représentations spatiales. Ces derniers éléments permettent également de construire une représentation type route dans une perspective différente puisqu'en vue frontale.

Les connaissances de type survol constituent par conséquent la matière première indispensable pour la réalisation de nouveaux itinéraires et d'autre part pour la description d'un itinéraire à un interlocuteur étranger à l'environnement en question.

De surcroît, cette description peut s'exprimer sous forme verbale (avec un texte) ou graphique (avec un schéma). Quelque soit la forme choisie, la description vient répondre à un problème spatial : « A partir de ce point X, que faut-il faire pour aller à ce point Y ? »

La notion de problème renvoie explicitement au processus de planification cognitive que nous considérons comme une activité de résolution de problème.

Ainsi, la description contient plusieurs attributs rattachés au processus de planification dont les buts, ou sous-buts (objets/repères), les contraintes (environnement) et les pré-requis (actions). Pour guider un interlocuteur à résoudre ce type de problème, le descripteur utilise les connaissances de type survol pour identifier, voire optimiser, l'itinéraire (activité mentale d'orientation) et va utiliser ensuite une autre forme de connaissance spatiale appelée les connaissances type « route » ; Celles-ci permettent de visualiser mentalement, grâce notamment aux images mentales, les *vues locales* de la scène routière. En d'autres termes, le descripteur « voit » le repère physique, nécessaire au guidage, selon une perspective idoine, similaire à la scène qu'il a antérieurement perçue.

Par ailleurs, la capacité du descripteur à passer des connaissances de type « survol » à celles de type « route », et inversement, est possible grâce à un phénomène de « re-centration » ou de *décentration* (PIAGET, 1975) selon le cadre de référence spatial. Un cadre de référence égocentré est utilisé dans le cas du type route (la référence est soi) alors que la représentation type survol est allocentré avec pour référent l'environnement.

Ainsi, par l'intermédiaire du matériel verbal, le lecteur ou l'auditeur va pouvoir particulariser sa représentation des lieux par l'intermédiaire d'une pléthore d'éléments informationnels telles que la distance (« près, 200m »), les sens de direction (« à gauche, à droite »), les indications projectives (« au Sud, au Nord ») et topographiques (« sur, contre »), des repères (« la boulangerie, le panneau publicitaire »)...La représentation interne de l'instructeur est donc traduite sous une forme propositionnelle et discursive que l'interlocuteur devra interpréter et intégrer avec son propre mécanisme cognitif.

Le discours, par la linéarité de sa production, est un système de communication particulièrement approprié à la description d'entités contraintes par une organisation temporelle forte (séquence d'événements, linéaires, procédures) (DENIS et COCUBE,

1992). Dans ce cas, la linéarisation inhérente à l'activité discursive s'ajuste parfaitement à la séquentialité intrinsèque de l'objet à décrire. Cependant, il existe aussi des situations où le locuteur est amené à décrire des objets où les représentations sont dénuées de toute structure temporelle, même implicite. C'est le cas de nombre d'objets ou d'entités spatiales de structure multidimensionnelle (territoires, scènes visuelles, objets tridimensionnels, plans...). Il est alors à la charge du locuteur d'opter pour la séquentialisation qui, tout à la fois, sera le mieux ajustée à ses propres capacités descriptives et la mieux adaptée aux capacités de traitement de son interlocuteur.

La mise en valeur de certains repères prégnants appartenant à la Carte Cognitive du descripteur prépare de cette manière l'interlocuteur à une scène visuelle mentale précise. Or, cette scène mentale qu'il s'est construite ne correspond peut-être pas à la scène réelle.

En d'autres termes, lorsque le contenu discursif n'est pas suffisamment analogique à l'objet réel, la reconnaissance de l'objet n'est pas immédiate et l'analyse de la situation devient alors défailante.

Une autre solution de guidage existe sous la forme d'un plan cartographié. Le trajet lu sur une carte doit être transformé en une information de type « route » pour être exécutable. Lorsqu'un plan ou une carte est emprunté, les utilisateurs de la carte doivent appliquer la règle de l'alignement (MAY, PERUCH et SAVOYANT 1995) : la direction « en haut » sur la carte correspond à la direction « en avant » de l'environnement perçu. La violation de ce principe conduit à un effet négatif sur l'orientation et le guidage.

Par conséquent, le principal problème de l'utilisation d'une carte découle de manipulation de ces supports. Si la carte n'est pas orientée correctement, c'est-à-dire que le « haut » de la carte ne correspond pas à la scène visuelle perceptive, alors la carte est dite « més-alignée » (90°) ou « contralignée » (180°). Lorsque les individus apprennent des relations spatiales à partir d'une carte contralignée, ils ont besoin significativement de plus de temps pour s'orienter et ils font plus d'erreurs que lorsqu'ils apprennent à partir d'une carte alignée (LEVINE et al., 1982).

En résumé, une information de guidage efficace et congruente doit respecter plusieurs règles : -1) utilisation d'un cadre de référence égocentré, -2) séquentialisation des buts et des actions, -3) stimulation du canal visuel en dirigeant le regard vers des objets particuliers dans le même alignement du corps, -4) association d'une information déclarative (repère) et procédurale (action)

Dans le cadre de ce travail, nous avons l'intention de tester une nouvelle forme d'information qui pourrait satisfaire l'ensemble des critères précédemment évoqués. Nous avons vu que les points de repère assimilés parfois à des *points d'ancrages* dans l'environnement participent activement à la structuration de notre espace. Ils contribuent notamment à la segmentation des routes en séquence. Un point de repère saillant est incontestablement fondamental sur un trajet nouveau car il va « fixer » mentalement un segment de l'itinéraire. Dans la construction de l'espace chez l'enfant, PIAGET (1947) mettait déjà en évidence le rôle originel des points de repère, les repères servent de base pour un maillage ultérieur de toutes nos connaissances spatiales. (THINUS-BLANC)

Sans ces points de fixation visuelle, l'individu qu'il soit à pied, au volant de sa voiture

ou encore transporté dans un bus ne pourrait se situer.

Compte tenu de la portée des points de repère sur l'organisation de nos représentations spatiales et sachant d'autre part que **« toutes les interactions avec l'environnement sont guidées par la reconnaissance des objets qui le composent »**, d'après BOUCART (1996), on est en mesure de penser qu'une photographie avec un fléchage en sur-impression pourrait fournir les indications nécessaires au guidage de façon analogique et synthétique.

De surcroît, les mots qui portent sur les objets environnementaux ont une forte valeur d'imagerie (DENIS, 1989). Lorsque ces objets sont évoqués sous forme de dessin ou photographie, le rappel est encore plus rapide. DENIS posait la question de l'analogie fonctionnelle comme fragile au niveau des traitements.

Or, il nous semble important de préparer plus spécifiquement le sujet dans sa tâche d'orientation. Les décisions qu'il doit prendre successivement sont fonction de différentes intersections avec des configurations propres, qu'il est peut-être utile de spécifier non pas à l'aide de dessin mais avec un support par définition analogique : la photographie.

Notre environnement extérieur est riche d'informations visuelles qui nous aident à construire nos stratégies de déplacement. Certains objets physiques, naturels ou urbains, s'imposent à nous en repères structurants. En conclusion de l'un de ses articles (1991), DENIS spécifie que l'imagerie est utilisée pour représenter des objets concrets ou des scènes qui elles-mêmes peuvent être imaginées de façon détaillée ou au contraire d'une façon générique et schématique. De ce fait, l'imagerie est très utile dans de nombreuses situations cognitives : l'imagerie visuelle peut être utilisée pour représenter l'information spatiale sous la forme des cartes mentales, pour représenter des relations non-spatiales.

Nous formulons l'hypothèse générale suivante :

HYPOTHESES

Une image qui combinerait les deux composantes essentielles de l'orientation les points de repère et les actions sous une forme analogique (et réduite) des intersections stratégiques d'un itinéraire serait aussi efficace, sinon plus, qu'une forme propositionnelle. Il est entendu qu'une forme propositionnelle fait référence à la fois au discours extrait d'un texte ou extrait d'un plan.

Le dessin et plus fortement la photographie présentent l'avantage de rester disponible alors que le maintien d'une image en mémoire de travail implique un coût cognitif. De plus, les représentations graphiques ou analogiques sont plus riches en détails que l'image actualisée en mémoire de travail.

Lors d'un premier itinéraire dans un environnement inconnu, des indications favorisant la description de repères, associée à une action inhérente au déplacement, aux intersections les plus cruciales du trajet constituent le fondement d'une information du guidage et ceci indépendamment du mode de transport. Les repères permettent de particulariser chaque segment de route même sur un itinéraire comportant de nombreux changements de direction. Malgré les différences individuelles sur les besoins en information spatiale, des instructions d'itinéraire, valorisant la topographie des repères, vont guider efficacement une population variée.

Afin de mieux explorer cette hypothèse, nous souhaitons la vérifier dans des contextes de déplacement différents caractérisés par **l'automobile et les transports collectifs**.

Dans une voiture, l'individu peut aujourd'hui s'équiper d'un système de guidage qui va lui donner les informations nécessaires à son déplacement dans une ville qu'il ne connaît pas. Ce système est donc un assistant technique qu'il peut utiliser à volonté. En d'autres termes, l'intérêt de cet équipement est qu'il libère la mémoire du conducteur des indications de guidage, donc il peut se concentrer sur sa tâche principale de conduite.

Des informations opportunes c'est-à-dire transmises quelques secondes avant la négociation d'une intersection sont-elles suffisantes pour que le conducteur puisse se rappeler l'ensemble du trajet ? Dans le cas des transports collectifs, l'étape la plus importante durant ces déplacements pour l'utilisateur est bien celle du changement de transport où il devient un piéton transitaire livré à lui-même, errant dans l'espace urbain et/ou souterrain perdant son temps à chercher l'information qui le guidera vers l'arrêt de bus ou la station qu'il recherche.

Hypothèses de travail lorsque la photographie est intégrée dans un système de guidage embarquée dans une voiture ou sur une fiche d'information des transports collectifs:

- La photographie comme support analogique permet d'obtenir une meilleure performance par rapport aux autres formes traditionnelles d'aide à l'orientation dans un environnement inconnu car elle réduit les incertitudes et le nombre d'erreurs.
- L'information figurative présente le contexte du carrefour et non pas un objet isolé. De cette manière, nous supposons que la reconnaissance sera immédiate car elle ne sera pas dépendante de la recherche d'un objet particulier.

Du fait que les trajets en voiture peuvent être particulièrement longs et que d'autre part l'automobiliste peut être amené à reproduire le même itinéraire, nous avons estimé que :

-Une information illustrée avec une photographie mettant en évidence les repères saillants du carrefour ainsi qu'un fléchage pour l'indication de direction est plus performante qu'une information simple avec uniquement des flèches car elle facilite la reconnaissance des lieux et la mémorisation de trajet .

Le plan de ce travail est organisé chronologiquement par la présentation de la première expérimentation en situation de conduite où l'information figurative est comparée à une information Symbolique, et secondairement l'expérimentation réalisée dans les transports collectifs. Cette fois l'information figurative est comparée avec deux autres types d'information plus traditionnels : la description d'itinéraire et le plan. L'observation a porté exclusivement sur les zones de « rupture » du trajet, c'est-à-dire durant le cheminement piétonnier intermodal.

Contributions expérimentales « orient »

5- Objectifs et définition du protocole « ORIENT »

L'objectif principal de cette expérimentation vise à améliorer l'information dans les systèmes de guidage et de navigation d'un point de vue ergonomique. Cette expérimentation va évaluer l'effet de deux systèmes de guidage en situation réelle de conduite sur la reconnaissance des situations et la mémorisation de trajet.

Nous allons comparer une information de type "Figuratif" (avec des photographies de carrefours où s'effectue un changement de direction) à une information de type "Symbolique" (avec uniquement des flèches). Nous allons comparer les systèmes en termes d'efficacité de guidage lors d'un premier trajet, puis d'un second trajet au cours duquel nous comparerons les effets indirects des systèmes sur la mémoire. Dans cette dernière situation expérimentale comparative, nous vérifierons les effets des informations perceptives sur la mémorisation d'un itinéraire.

Selon ces objectifs, les sujets réaliseront une expérimentation en situation réelle de conduite dans un environnement non-familier.

L'expérimentation se déroule en trois étapes :

La première étape a lieu sur le site de l'INRETS-Bron. Elle consiste en la passation 1.

de tests afin d'évaluer les capacités d'imagerie des sujets.

La deuxième partie de l'expérimentation se déroule dans la commune de Meyzieu sur2. un trajet préalablement défini. Les sujets conduisent une voiture ZX de série, équipée des dispositifs d'observation et d'un système de guidage donnant des indications sur le trajet à suivre.

Chaque sujet est accompagné de deux expérimentateurs A et B qui restent à l'arrière du véhicule. De cette façon, les sujets n'ont aucune connaissance de l'activité des observateurs. Chaque expérimentateur A ou B est apprêté à une tâche spécifique :

B observe les sujets (erreurs, verbalisations, autres...) et « corrige » les sujets lorsque ces derniers commettent des erreurs de direction.

L'expérimentateur B donne les indications nécessaires et intervient seulement si la situation le demande. Aucun appareillage (électrode, oculomètre...) ne sera porté par les sujets. Ceux-ci doivent accomplir deux tâches parallèlement : la première est de conduire le véhicule en conservant leurs habitudes de conduite et la seconde est de suivre les indications vers une destination inconnue. Par ailleurs, les sujets n'auront pas à utiliser manuellement le système ; La sollicitation du système reste principalement visuelle.

En résumé, les sujets effectuent successivement deux trajets : une première fois avec le système de guidage et une seconde fois sans système. Durant ce second trajet, le sujet doit prendre la direction qui lui paraît la meilleure, c'est-à-dire conforme au premier passage. L'expérimentateur intervient si le sujet se trompe de direction et il intervient seulement après la manœuvre.

La troisième et dernière étape a lieu, de nouveau, dans les bureaux de 1.
l'INRETS-LESCO à Bron. Cette fois, les sujets doivent remplir un questionnaire que l'on pourrait appeler de « questionnaire qualité ».

5-1 Hypothèses

Les systèmes d'aide à la navigation et au guidage conçus jusqu'à ce jour revêtent différentes formes de présentation et différentes natures d'information. (SRINIVASAN R. et al. 1994 ; SMILEY et al, 1994 ; DAIMON T. et al. 1994 ; YOKOHAMA, 1995). Ils peuvent comporter des éléments textuels, symboliques, faire appel à des processus analogiques ou mieux introduire des repères sous forme iconique simplifiée, mais aucun ne propose une présentation figurative, analogue à la scène réelle.

Les systèmes de guidage embarqués dans les véhicules contraignent l'automobiliste à une situation de double tâche. Conduire le véhicule et en même temps saisir et traiter une information de guidage ce qui impose un partage des ressources perceptives, attentionnelles et cognitives (WICKENS, 1991 ; McDOWD, VERCRUYSSSEN, BIRREN, 1991). Il est donc fondamental que les systèmes soient conçus de manière à ce que les exigences en ressource soient minimales afin d'éviter les situations susceptibles de créer des accidents.

Sur le plan de la sécurité, bien que se situant à un niveau stratégique, le processus d'élaboration d'itinéraire peut interférer avec les niveaux tactiques et opérationnels de l'activité de conduite de par le suivi de cet itinéraire et les manœuvres qu'il impose. La présence d'un système de guidage va modifier la nature de ces interférences avec la possibilité d'effet positif (meilleure anticipation) ou d'effet négatif (manœuvre tardive).

Les hypothèses sous-jacentes au travail envisagé sont les suivantes :

Un système diffusant sur écran embarqué, en plus d'une information directionnelle par flèches, des photographies (système **Figuratif**) des différents carrefours impliquant un changement de direction est plus performant qu'un système ne comportant que des flèches (système **Symbolique**).

Un **système Figuratif** n'est pas plus demandeur en ressources qu'un **système Symbolique**.

Le parcours effectué avec un **système Figuratif** sera mieux mémorisé qu'avec un **système Symbolique**.

Les sujets à forte capacité d'imagerie seraient en moyenne plus performants que les sujets à faible capacité d'imagerie lors du deuxième parcours sans système.

5-2 La sélection des sujets

5-2-1 Critères généraux

En plus de la possession du permis de conduire, les sujets doivent avoir une bonne expérience de conduite afin d'avoir une maîtrise parfaite du véhicule. Les sujets doivent conduire au minimum 5000 km/an et ceci depuis plus de 5 ans.

Les sujets ont pour seconde caractéristique commune : le genre, ils appartiennent tous à la catégorie masculine. La raison de notre sélection n'est pas à relier avec le critère précédemment évoqué, car les femmes s'avèrent d'aussi bonnes conductrices (et certainement plus prudentes). Pourquoi avons-nous choisi des sujets masculins?

Dans la littérature, des divergences subsistent encore sur la question de l'équivalence des capacités d'orientation entre les hommes et les femmes. Au regard des tâches de wayfinding, des différences apparaissent pour certains auteurs. (MAC GUINNESS et SPARKS, 1986 ; GALEA et KIMURA, 1993 in DEVLIN et BERNSTEIN, 1995) alors que pour d'autres cette différence n'existe pas (KIRASIC et al. 1984, TAYLOR et TVERSKY, 1992 ; in DEVLIN et BERNSTEIN, 1995). La différence entre les deux populations est parfois évaluée en termes d'organisation de l'espace et non pas en termes de performance. Finalement, les femmes utilisent davantage de points de repères, alors que les hommes, préfèrent utiliser les indications de directions ou de distance. Par conséquent, les femmes auraient une représentation spatiale sous forme topographique et les hommes sous forme de maillage. GALEA et KIMMURA estiment que cette altérité dans l'organisation mentale entraîne une différence significative dans les performances : les femmes mettraient plus de temps pour atteindre un but et commettraient plus d'erreurs par rapport à leurs confrères !

D'autres auteurs préfèrent parler d'une différence de la confiance en soi : les hommes seraient plus confiants dans leur sens de l'orientation que les femmes. (STREETER et VITELLO, 1986 ; in DEVLIN et BERNSTEIN, 1995). Les femmes ont-elles plus que les hommes des difficultés à trouver leur chemin ? Cette question n'est pas seulement d'ordre cognitif mais également physiologique voire sociale... Si nous acceptons l'idée que les hommes ont plus confiance dans leur sens de l'orientation que les femmes, cela veut dire qu'en situation de wayfinding leurs indécisions sont moins fortes, peut-être moins inhibitrices, que celles des femmes. Ce sentiment leur permet alors de prendre plus rapidement des décisions. Au vu des conditions de notre étude, nous préférons opter pour un échantillon uniquement masculin.

Nous aurions pu décider de comparer les hommes et les femmes, or nous préférons utiliser d'autres variables explicatives inhérentes aux caractéristiques humaines comme le rapport à l'imagerie visuelle et le niveau socio-professionnel.

Sans oublier que la variable explicative principale reste le type de système.

Par ailleurs, les expérimentations en situation réelle sont suffisamment riches pour ne pas réinjecter une surdose de variabilité.

La sélection dépendait d'un critère essentiel : **le lieu expérimental devait être totalement étranger aux sujets**. Le recrutement a donc été réalisé auprès d'une population résidant à l'Ouest de Lyon par l'intermédiaire des agences pour l'emploi (ANPE) ainsi que par un réseau de connaissance personnel.

L'échantillon comprend 32 sujets volontaires âgés de 25 à 55 ans sélectionnés après la passation du test d'évaluation (de la tendance) de la capacité d'imagerie. Deux groupes homogènes ont été obtenus : un groupe sujets à « forte capacité d'imagerie » et un autre à « capacité faible ».

5-2-2 Sélection selon les capacités d'imagerie

Afin de satisfaire l'une de nos hypothèses, nous avons décidé d'appliquer le plan expérimental suivant :

| Capacité d'Imagerie | Système Figuratif | Système Symbolique | Total |
|---------------------|-------------------|--------------------|-------|
| Tendance faible | 8 | 8 | 16 |
| Tendance forte | 8 | 8 | 16 |
| Total | 16 | 16 | 32 |

Ce plan expérimental a occasionné une présélection des volontaires. Lors d'un premier entretien, nous avons fait passer deux tests : le questionnaire de DENIS révisé et « l'Épreuve de Créativité » de MEUNIER. Cependant, nous avons seulement pris en compte la note du test de « Créativité », pour classer les personnes en deux groupes, car ce test est un test standardisé. Nous reviendrons ultérieurement sur le mode de calcul du test de Meunier ainsi que sur la description du questionnaire de Denis (p. 139-140).

5-3 Expérimentation en site réel

5-3-1 Le lieu de l'expérimentation

Meyzieu est une commune située à l'Est de Lyon. Elle est plutôt considérée comme fortement résidentielle avec un niveau de trafic régulier et peu saturé. Contrairement à certaines villes comme Lyon, elle n'est pas une ville de passage mais plutôt fréquentée par des individus incités à rejoindre un point de rendez-vous dans la ville. Nous avons contacté des résidents dans l'Ouest lyonnais, de cette manière nous avons plus de chance de rencontrer des personnes qui ne connaissent pas Meyzieu.

D'autre part, cette commune a l'avantage d'être très proche géographiquement de l'INRETS-Bron.

La première étape de cette expérimentation fut la définition de l'itinéraire; avant de fixer définitivement un trajet, il fallut réaliser plusieurs essais et ceci en fonction de différents critères. Les critères ont évolué tout au long de la période de choix, par exemple, nous avons dû réduire le nombre de changements de direction, sinon la mémoire spatiale des sujets aurait été insuffisante pour retenir la totalité de l'itinéraire. Le premier trajet contenait plus de trente changements de direction, nous avons décidé de le raccourcir pour obtenir finalement un trajet contenant vingt-deux changements de direction.

Nos critères reposent sur la durée du trajet, la variabilité des configurations des carrefours ainsi que le nombre de carrefours. Le choix d'un trajet en boucle permet d'optimiser le temps de l'expérimentation. Le point de départ et d'arrivée est le parking d'un grand magasin.

Le trajet final conserve une diversité suffisante de situations parmi des carrefours simples et des carrefours plus complexes.

5-3-2 Le trajet de l'expérimentation

Le parcours expérimental prévu dans la commune de Meyzieu contient des composantes périurbaines et urbaines, mais aucune zone artificielle ne fut créée pour l'occasion. Il se présente comme un itinéraire type avec des difficultés identiques à celles que les individus peuvent rencontrer quotidiennement lorsqu'ils recherchent une destination dans une ville ou un quartier qu'ils ne connaissent pas. Ce trajet est une enfilade de carrefours avec ou sans changements de direction. Parmi les carrefours avec bifurcation, il existe une alternance de carrefours avec des points de repère très caractéristiques et des carrefours neutres ou quelconques. Le parcours présente une alternance de carrefours avec des caractéristiques saillantes et de carrefours quelconques. Nous les avons classés en trois catégories principales : les carrefours simples, les carrefours avec un feu et les carrefours avec un sens giratoire. Les carrefours simples se caractérisent par une configuration du carrefour très lisible et sans équivoque : c'est soit une intersection classique avec deux voies qui se croisent soit une intersection en forme de T. La

simplicité environnementale s'inscrit dans une alternative directionnelle (à droite ou à gauche) ce qui facilite le traitement cognitif en terme spatial. Les carrefours avec feu ne sont rien d'autre que des carrefours simples mais altérés par la présence d'un feu tricolore qui modifie aléatoirement les temps d'affichage¹⁴. Les carrefours avec sens giratoire sont de complexité variable selon la trajectoire à suivre. Cette complexité est prise en compte dans les temps d'affichage de l'information, c'est pourquoi celui-ci est volontairement plus long pour les carrefours 19 et 20 (cf. annexe). Les temps de présentation sont identiques entre les systèmes.

5-3-3 Déroulement de l'expérimentation

Pour des mesures de sécurité, nous rappelons aux sujets qu'ils doivent conduire comme ils le font habituellement tout en respectant le code de la route.

Le premier parcours réalisé avec le système de guidage dure une trentaine de minutes environ, à une vitesse moyenne de 50 Km/h. Les consignes de ce premier trajet demandent aux conducteurs soit de suivre les indications de direction données par le système et annoncées par un signal sonore, soit de continuer tout droit quand il n'a pas d'information sur écran.

Le second parcours est identique au premier. Par contre, cette fois, les sujets doivent déterminer, sans assistance, la direction à prendre avant chaque carrefour. Ce parcours est réalisé sans système de guidage après une pause d'environ dix minutes pour que le sujet puisse se détendre. Cette pause permet également aux expérimentateurs de régler des aspects techniques (ex : vérification de l'enregistrement vidéo).

Tous les sujets effectuent le même parcours, chaque sujet ne teste qu'un seul système.

| | |
|---|--|
| -Visite médicale (ergovision, tension artérielle...) -Explication préalable (familiarisation de la voiture jusqu'au lieu expérimental) -Consignes liées au premier trajet (vérification du matériel/début enregistrement vidéo) -Réalisation du premier trajet -Pause -Réalisation du second trajet -Pause -Retour à l'INRETS -Questionnaire et collation Total | 10 min 25 min 5 min <input type="checkbox"/> 30 min 5 à 10 min <input type="checkbox"/> 45 min 5 min 15 min 20 min <input type="checkbox"/> 3 h |
|---|--|

Remarque : voir les consignes transmises aux sujets durant l'expérimentation dans l'annexe 7 .

5-4 Les paramètres observés

¹⁴ Remarque : Afin de fixer un intervalle informationnel identique à tous les sujets, des repères physiques de l'infrastructure routière ont déterminé les points précis d'apparition et d'extinction de l'image, respectivement avant et après les carrefours.

Afin de vérifier l'effet des systèmes sur le guidage et sur la mémoire spatiale, nous avons relevé les stratégies visuelles (seulement lors du premier trajet) et les erreurs des sujets.

5-4-1 Premier trajet, avec les systèmes

Les **regards** sont enregistrés essentiellement au niveau des carrefours où les sujets doivent changer de direction. Il s'agit de retracer la stratégie visuelle du conducteur entre la scène réelle et le système de guidage pour comparer les durées de regards entre les deux types d'information "Figuratif" et "Symbolique".

Avec le système, l'automobiliste est dans une situation de double tâche : tout en conduisant le véhicule, le pilote doit s'informer des directions à prendre grâce au système qui se déclenche par intermittence.

L'expérimentateur enregistre le **nombre d'erreurs** effectuées par le conducteur au niveau des carrefours indiquant un changement de direction. Chaque erreur est corrigée instantanément par information verbale donnée par l'expérimentateur.

L'analyse qualitative des erreurs permet de savoir si la cause de l'erreur provient :

- d'un dysfonctionnement humain (perception/compréhension) ;
- et/ou d'un dysfonctionnement technique (qualité de l'image/minutage).

En raison de la charge attentionnelle cumulée des deux activités, la conduite et l'orientation, nous n'avons pas demandé aux sujets d'expliquer leur décision et impression. Cependant, nous avons pu obtenir des verbalisations spontanées lorsque, par exemple, la personne égarée est en train de corriger son erreur.

L'analyse des données avec les systèmes a une liaison directe avec les hypothèses 1 et 2 (cf. 5-1-2).

5-4-2 Second trajet, sans système

Nous analyserons quantitativement et qualitativement les erreurs pour comparer les deux systèmes de guidage. Dans le second cas, nous introduirons les verbalisations des sujets afin de mieux comprendre la source des erreurs ; de cette manière, nous pourrions évaluer les performances des systèmes en distinguant les erreurs endogènes et exogènes. Nous vérifierons si la capacité d'imagerie chez les sujets a un effet significatif sur la mémorisation du trajet (suivant le nombre d'erreurs).

L'expérimentateur relève et rectifie le nombre d'erreurs effectuées par le conducteur aux carrefours contenant un changement de direction et aux carrefours intermédiaires. Les verbalisations liées aux erreurs du second trajet seront notées par l'expérimentateur.

L'analyse des données sans les systèmes est reliée directement aux hypothèses 3 et 4 (cf. 5-1-2).

5-5 Le matériel de l'expérimentation et le dispositif d'observation

Les sujets utilisent une Citroën ZX de série appartenant à l'INRETS-LESCOT. Cette voiture est dotée d'un équipement qui permet de relever les différentes données concernant l'environnement et le comportement de l'automobiliste, en particulier les mouvements de regard. Le nombre d'erreurs effectuées durant le parcours sera également prélevé, ainsi que le temps du parcours, les verbalisations le seront essentiellement dans la deuxième phase de l'expérimentation.

5-5-1 L'équipement d'acquisition des données embarqué dans la voiture

L'équipement embarqué lié à l'expérimentation a été conçu et installé par Véronique GUILHON et Philippe DELEURENCE, avec l'aide de Bruno PIECHNIK¹⁵.

Nous listerons et décrirons ici les différents supports techniques installés dans le véhicule que nous avons utilisés pour l'acquisition des données.

Un équipement vidéo : trois caméras miniatures fixes, chacune orientée vers différents objets (les regards du conducteur, l'écran du système et la scène routière)

Les images rendues par les caméras se répartissent sur l'écran du quadravision suivant le schéma ci-dessous :

| | | |
|--------------------------|--------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | le regard du sujet | la scène routière |
| | le terminal | le time code |

Un équipement standard permet d'enregistrer différents types de paramètres :

- les stratégies visuelles
- le nombre d'erreurs.

| MATERIEL | fonction |
|---|---|
| Carte d'acquisition « National Instruments », implantée dans un ordinateur | Acquisition de données : mesures des capteurs potentiométriques |
| Un écran vidéo à cristaux liquides (LCD) 11.4 (I) <input type="checkbox"/> 8.5 (L) <input type="checkbox"/> 14.2 cm (H) Un micro ordinateur TOSHIBA | Visualisation des messages Gestion de l'affichage des messages |
| Trois caméras paluche (1/2 pouce) orientées vers l'habitacle et vers l'extérieur Un magnétoscope | Enregistrement des données vidéo : scène routière, regards, écran |
| Un quadravision Un moniteur vidéo (écran de contrôle) | Intégration de l'image des trois caméras |

5-5-2 Système de guidage

¹⁵ Véronique GUILHON et Philippe DELEURENCE spécialistes en informatique et électronique et Bruno PIECHNIK mécanicien de l'INRETS-LESCOT

Le système de guidage ne présente que des informations visuelles sur un écran embarqué (voir description matériel tableau 5-2). L'apparition des informations est précédée d'un signal sonore. Le système affiche des informations uniquement aux carrefours où il y a des changements de direction à effectuer. En d'autres termes, à l'approche d'un carrefour sans indication de changement de direction aucune information ne sera déclenchée, l'écran reste noir.

La relation entre le sujet et le système est essentiellement visuelle et, de façon plus ponctuelle, sonore. La transmission de l'information de guidage est indépendante de la volonté du sujet. Du point de vue de l'utilisateur elle est automatique et opportune. De cette façon, la tâche principale qui reste la conduite n'est pas perturbée par des manipulations accessoires.

5-5-3 Les types d'information : Symbolique et Figuratif

Deux types d'informations sont comparés :

- Pour les informations de type Symbolique contenant simplement des flèches (sans icône et sans pictogramme), ne sont représentées que les routes apparaissant aux carrefours. La direction à suivre est symbolisée par une flèche. Deux couleurs sont utilisées, le bleu représente les routes existantes et le jaune indique la direction à prendre.
- Les informations du type Figuratif contiennent une image, c'est-à-dire une photographie scannée du carrefour, sur laquelle une flèche jaune est imprimée pour indiquer la direction à prendre. Les photographies sont prises du point de vue du conducteur uniquement aux carrefours associés à un changement de direction. Ces images ont l'avantage de fournir des points de repère.

Quelques remarques à propos de la préparation des informations figuratives :

Remarque 1 : Deux procédés existent pour obtenir les photographies du système Figuratif. Le choix dépend inévitablement de la qualité de l'image souhaitée et de la facilité à la modifier une fois que les flèches sont ajoutées. Aujourd'hui (en 1997), il est possible de capter des images à partir d'un **appareil numérique**, et aussi de façon plus classique à partir d'un **appareil analogique**. Le transfert direct des images entre le numérique et l'ordinateur constitue le principal avantage par rapport à la version analogique. Les photographies obtenues par un appareil classique doivent ensuite être scannées.

Nous avons opté pour la seconde solution en raison d'une meilleure qualité d'image finale malgré l'inconfort de la manœuvre.

Remarque 2 : Les indications fléchées constituent un problème majeur : Comment représenter les flèches sans ambiguïté compte tenu de la configuration de l'intersection?

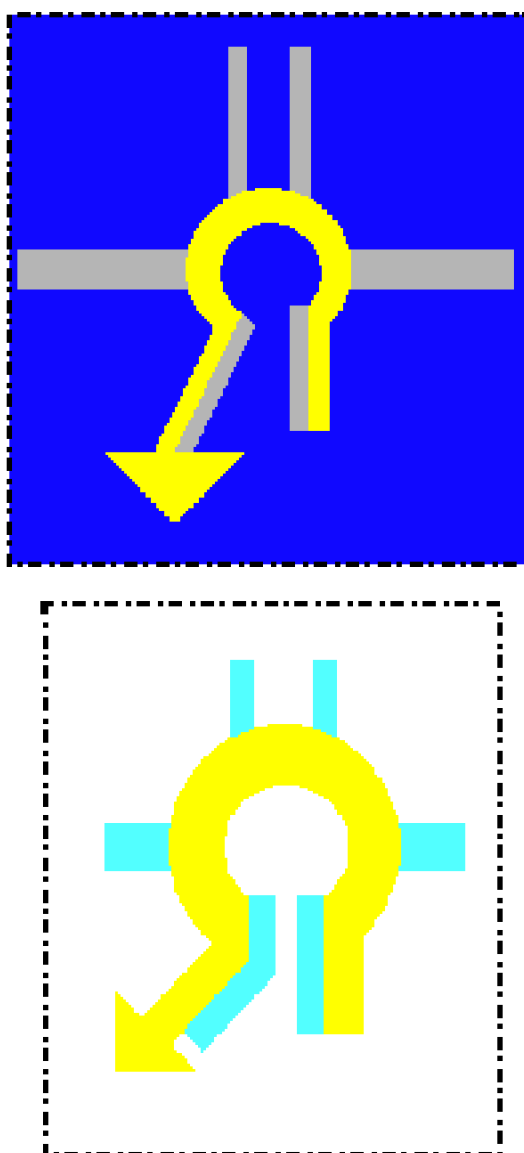
Nous avons d'abord pensé à insérer la flèche dans une vignette épinglée au coin de la photographie, comme un panneau de signalisation ; puis nous avons préféré dessiner la flèche directement sur la route, en suivant fidèlement les courbes de celle-ci. La

superposition des deux images permet de visualiser immédiatement le contexte et la procédure spatiale.

Pour les situations simples, une flèche en angle droit, toujours superposée à la photographie, s'avère suffisante.

En conclusion, nous avons choisi l'option des photos scannées où les flèches sont intégrées au moyen du logiciel Paintbrush. Le fléchage est personnalisé en fonction de l'infrastructure et des éléments routiers. Deux types d'indications fléchées sont finalement appliqués (les flèches à angle droit et les flèches dites malléables). L'objectif est de donner une information simple, sans ambiguïté et conforme à l'environnement « *autant que faire se peut* ».

Cas particuliers : les sens giratoires

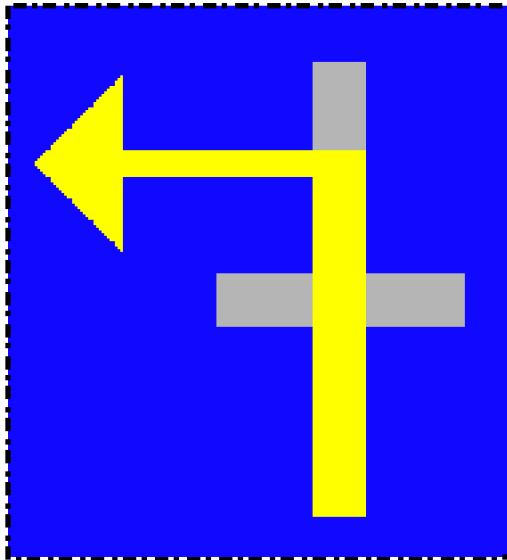


La difficulté à représenter le fléchage dans les sens giratoires dépend essentiellement de la direction à prendre. En effet, « tourner à droite » correspond au cas

le plus simple, une flèche en angle droit est alors suffisante. En revanche, pour une direction différente, le fléchage représente le trajet autour du sens giratoire et également la voie à suivre pour sortir du carrefour (Figure 5-2, sans la photographie).

Remarque sur le système Symbolique :

Toutes les routes sont représentées (Figure 5-3), pour que le conducteur puisse se localiser et localiser la route qu'il doit prendre, particulièrement dans les sens giratoires (Figure 5-1). D'une façon générale, nous avons essayé de rendre l'information la plus simple possible sur les deux systèmes, même s'il reste des différences graphiques pour signaler la direction à prendre.



Intervalle spatio-temporel de l'affichage de l'information

L'information sur le système sera transmise avant chaque carrefour selon une durée décidée préalablement. Le minutage doit laisser le temps au conducteur de prendre sa décision et de mener ses manœuvres en conséquence ; c'est pourquoi, le temps de présentation était variable selon la complexité du carrefour. Afin de fixer un intervalle informationnel identique à tous les sujets, des repères physiques de l'infrastructure routière ont déterminé les points précis d'apparition et d'extinction de l'image, respectivement avant et après les carrefours.

5-5-4 Le matériel du traitement des données

Le matériel proposé est un montage de Jean-Jacques DENIS¹⁶.

Le traitement des données a été effectué grâce à **Kronos** car cet outil est parfaitement adapté au traitement temporel des données. **Kronos** est un logiciel de saisie et de traitement de données chronologiques d'observation systématique en analyse de travail ou d'activités.

Kronos a permis d'analyser les regards orientés vers l'écran selon leur durée et leur

¹⁶ Jean-Jacques DENIS, Informaticien de l'INRETS-LESCOT

fréquence durant l'intervalle d'affichage de l'information.

Pour ce faire, Kronos est relié à un quadravision (voir schéma p.118) sur lequel sont projetés les différents scénarii : regards, scènes routières, information de l'écran et time code. Le time code est capital puisqu'il donne les références temporelles aux différents événements. C'est à partir du time code que nous pouvons calculer les durées les de regard : sachant qu'une seconde contient 25 images, une image dure alors 0.04 s. De cette manière, le dépouillement image par image des regards, sur certaines sections, permet de calculer la durée.

Les erreurs sont relevées et analysées grâce aux films vidéo.

5-6 Questionnaire et test sur l'imagerie visuelle

5-6-1 Questionnaire de M. Denis révisé

Le test d'imagerie mental prend la forme d'un questionnaire créé par M. DENIS, test que nous avons réétudié (annexe 4). Initialement, il vise à connaître la part des images mentales visuelles figuratives et celles des propositionnelles dans les activités quotidiennes. Les questions évoquent différentes situations de la vie courante, les unes faisant appel à notre aptitude à évoquer des images mentales figuratives, les autres faisant référence à l'emploi du langage.

De notre point de vue, le questionnaire en l'état ne pouvait satisfaire notre demande puisque nous voulions évaluer l'activité d'imagerie en terme de disponibilité en mémoire de travail et de vivacité. Les images mentales participent incontestablement à la résolution spatiale, c'est pourquoi nous supposons que plus la capacité d'imagerie est forte, plus la capacité à résoudre un problème spatial sera rapide. L'image mentale, sans qu'elle soit nécessairement analogique, reconstitue une configuration spatiale et comportementale. L'anticipation cognitive par les images mentales garantie peut-être une rapidité d'exécution de la décision.

Ainsi, il nous semblait opportun de remodeler le questionnaire de Denis en tenant compte de nos préoccupations bien que nous ne soyons pas convaincus du bien fondé de l'approche de l'imagerie par un questionnaire. Cependant, après une rapide prospection des tests d'imagerie, aucun ne s'avère compétent pour répondre à nos questionnements.

Nous avons donc décidé d'utiliser le questionnaire de M. DENIS après quelques modifications au niveau des questions et un renforcement d'items au niveau des réponses.

Premièrement, les réponses en « vrai/faux » du questionnaire initial nous semblent restrictives, c'est pourquoi nous proposons préférentiellement quatre items « oui, plutôt oui, plutôt non, non ».

Secondement, les questions portant sur le langage n'étant pas pertinentes dans le cadre de cette étude, nous les avons remplacées par des nouvelles portant sur l'usage des capacités d'imagerie visuelle figurative.

Nous avons conservé les questions initiales relatives aux images.

Troisièmement, nous avons inséré des questions neutres du type « Je vais souvent au cinéma ».

Nous avons conscience que les résultats de ce questionnaire ne nous permettront d'obtenir l'évaluation des capacités d'imagerie. La formulation des questions est telle que les sujets sont amenés à s'auto-évaluer mais sans référence à la « capacité moyenne d'imagerie ». Néanmoins, il permet d'estimer la fréquence de l'usage des images mentales en différentes situations de la vie quotidienne.

Méthode de notation

Nous n'avons pas tenu compte des questions neutres.

Nous avons adopté un mode de calcul différent selon le poids de la formulation. Par exemple, l'affirmation « je peux facilement me représenter mentalement des objets en mouvement » a plus de puissance que celle « mes rêves sont extrêmement vivants » car elle fait référence à une activité diurne sur un objet précis. Ainsi, la note 2 a été attribuée à toute réponse « oui », 1 pour « plutôt oui », -1 pour plutôt non et -2 pour « non » dans le cas des questions d'intérêt modéré. Dans le second cas, nous avons multiplié par deux chaque note ceci afin de renforcer l'influence de ces questions.

La somme de ces notes correspondait à la note totale obtenue par chaque sujet.

Dans un souci de pondération de ces résultats, nous avons associé au questionnaire subjectif de DENIS un test appelé « l'Epreuve de créativité ».

5-6-2 Epreuve de créativité

Le test de « Créativité » de G. MEUNIER¹⁷ (annexe 4) vise à explorer la capacité d'évocation d'image, à partir d'images concrètes « qui ne possèdent pas de signification objective » et la capacité de structurer des ensembles plus ou moins originaux. Pour notre propos, nous n'avons utilisé que la première partie de ce test. Le sujet face à huit figures doit trouver ce que peut représenter chacune d'elle. Le sujet dispose de 5 minutes pour manipuler et écrire toutes les possibilités pour chaque figure. Les figures proposées sont réalisées à partir de figures géométriques auxquelles on a fait subir des déformations de manière à leur enlever leur caractère géométrique.

5-7 Questionnaire : évaluation subjective des caractéristiques des systèmes

Nous avons élaboré un questionnaire (annexe 6), afin de mieux discerner les défauts et les qualités des deux systèmes. Le questionnaire est basé prioritairement sur des questions fermées, sauf une qui laisse l'intéressé noter des commentaires plus personnels. Il existe deux questionnaires pour chaque système utilisé, bien que les variances concernent une minorité de questions.

¹⁷ Nous avons commandé ce test aux Établissements d'Applications Psychotechniques (E.A.P.)

L'exercice final sollicite différemment les participants puisqu'ils doivent décrire le parcours qu'ils viennent d'effectuer avec le plus de détails possibles, de manière à ce que leur éventuel interlocuteur puisse le refaire. Cet exercice nécessite l'activation de la représentation du trajet hors contexte ; en d'autres termes, ils doivent reproduire mentalement le trajet pour en faire la meilleure transcription, en notant tous les détails spatiaux : les routes à suivre, les changements de direction, les points de repère associés... Telle était présentée la consigne !

Le questionnaire représente la dernière partie de l'expérimentation et se déroule sur le site de l'INRETS à Bron.

6- Les caractéristiques des sujets

6-1 Un échantillon masculin

En plus de la possession du permis de conduire, les sujets devaient avoir une bonne expérience de conduite afin d'avoir une maîtrise parfaite du véhicule. Les sujets recrutés ne pouvaient pas, dans ce cas, être des débutants.

Les sujets avaient pour seconde caractéristique commune : le genre, ils appartenaient tous à la gent masculine.

6-2 Caractéristiques des sujets selon les groupes

6-2-1 En fonction de l'âge

L'échantillon est composé dans une grande majorité (84.4%) d'hommes jeunes entre 20 et 40 ans contre 15.6% d'hommes un peu moins jeunes. La répartition des jeunes est assez homogène entre les deux groupes alors que dans les autres tranches d'âges la répartition est disparate. Toutefois, l'âge fait davantage référence à une différence d'expérience dans la conduite.

| Âge des sujets | Système symbolique | Système Figuratif | Total |
|-------------------|--------------------|-------------------|------------|
| 20-30 ans | 7 (21.9%) | 9 (28.1%) | 16 (50%) |
| 31-40 ans | 8 (25%) | 3 (9.4%) | 11 (34.4%) |
| 41-50 ans | 1 (3.1%) | 4 (12.5%) | 5 (15.6%) |
| Total | 16 (50%) | 16 (50%) | 32 (100%) |
| Moyenne | 30.19 4.69 | 35.69 9.26 | 32.94 7.74 |
| Ecart-type | | | |

En raison d'un effectif faible de la tranche 41-50 ans, nous l'avons associé à celle de

31-40 ans pour vérifier l'effet de l'âge sur les stratégies visuelles et les erreurs.

C'est un échantillon homogène avec une moyenne d'âge jeune, le groupe avec le système Figuratif est composé de sujets sensiblement plus âgés et l'écart-type est plus élevé.

6-2-2 L'habitude de conduite

Pour le recrutement des sujets, nous avons demandé une bonne expérience de conduite. Il était important que les sujets puissent parfaitement maîtriser la tâche principale pour qu'ils ne soient pas perturbés par l'introduction d'une tâche différente. 68.8% des sujets parcourent plus de 10 000km/an et 31.2% entre 5 000 et 10 000km/an. Il apparaît que le groupe avec le système Symbolique a une expérience en terme de kilométrage plus importante que le groupe avec le système Figuratif. Néanmoins, nous considérons qu'une expérience entre 5000 et 10000 km peut garantir d'une habitude de conduite et de la route satisfaisante.

| | Système Symbolique | Système Figuratif | Total |
|----------------------------|--------------------|-------------------|------------|
| Entre 5000 et 10 000 km/an | 2 (6.3%) | 8 (25%) | 10 (31.2%) |
| Plus de 10 000 km/an | 14 (43.8%) | 8 (25%) | 22 (68.8%) |
| Tous systèmes | 16 (50%) | 16 (50%) | 32 (100%) |

6-2-3 En fonction de la formation

Les sujets ont été recrutés de deux façons soit par connaissance soit par annonce auprès de l'Agence Nationale Pour l'Emploi (ANPE). Naturellement, cette procédure élargit la culture socio-professionnelle de l'échantillon.

Il nous semblait important d'examiner cette variable compte tenu des résultats de certaines études. GIRAUDO et PERUCH (1992) ont étudié les processus cognitifs impliqués dans la représentation de l'espace dans le cadre d'une comparaison entre une population d'adultes occupant des emplois peu qualifiés et une population de référence, d'emplois plus qualifiés. L'une des questions essentielles du travail de GIRAUDO et PERUCH concerne l'existence d'une équivalence des processus cognitifs quel que soit le mode d'acquisition des connaissances directes (depuis les déplacements) et indirectes (depuis le plan). Ils constatent qu'il n'y a pas d'équivalence des processus mis en jeu. Les réponses des adultes de bas niveau de qualification sont variables et inexacts aussi bien lorsqu'il s'agit d'estimer la position de localisations sur la base d'un apprentissage depuis les déplacements que sur la base d'un apprentissage depuis le plan. Ils ont également remarqué que les sujets les plus performants à partir d'un type d'espace ne sont pas nécessairement plus performants sur l'autre type.

Suite à ces résultats, nous vérifierons si les sujets ont des performances différentes compte tenu de leur niveau socio-professionnel à partir uniquement d'une expérience réelle de locomotion.

Nous évaluerons notamment l'effet du niveau de formation sur la mémorisation du

trajet.

| | Système Symbolique | Système Figuratif | Total |
|-------------------|--------------------|-------------------|------------|
| Niveau pré - Bac | 11 (34.4%) | 7 (21.9%) | 18 (56.3%) |
| Niveau post - Bac | 5 (15.6%) | 9 (28.1%) | 14 (43.8%) |
| Tous systèmes | 16 (50%) | 16 (50%) | 32 (100%) |

La catégorie niveau « pré-bac » correspond à un bas niveau de qualification (niveau primaire ou secondaire) et également à un emploi peu qualifié dans l'échelle des emplois (ouvrier, chauffeur, agent de sécurité...). Le niveau « post-bac » correspond à un niveau d'étude toujours au moins égal ou supérieur au baccalauréat (technicien, ingénieur, chercheur..).

A l'intérieur de chaque groupe, les emplois sont très variés et l'expérience acquise durant *l'exercice d'un emploi peut palier les déficiences de la formation*. Il est possible notamment que les chauffeurs routiers, appartenant à la première catégorie, soient plus à l'aise dans ce type d'étude en raison de leur expérience de la route.

6-2-4 Evaluation des capacités d'imagerie

Dans la phase de sélection, nous avons demandé aux sujets de répondre à un certain nombre de questions et de passer deux tests de « capacité d'imagerie » : le questionnaire de M. DENIS et « Epreuve de créativité » de MEUNIER.

Nous ne pouvons pas garantir que ces tests évaluent les capacités à manipuler des images mentales. Nous admettons simplement que les tests utilisés ainsi que la méthode de calcul appliquée à ces tests permettent seulement d'obtenir une estimation subjective des capacités d'imagerie.

Epreuve de créativité (voir 5-1-7-2)

Le plan expérimental suivant est légèrement différent du plan expérimental prévu (Tableau 6-4). Suite à une défaillance de l'enregistrement vidéo, nous avons dû convoquer un autre participant. En raison de l'urgence de la situation, nous avons convoqué une personne mais dont les résultats au test étaient différents de ceux attendus.

| Estimation de l'imagerie | Symbolique | Figuratif | Total |
|--------------------------|------------|-----------|-------|
| Faible | 8 | 9 | 17 |
| Forte | 8 | 7 | 15 |
| Total | 16 | 16 | 32 |

Le questionnaire de M. Denis modifié

Selon la méthode de calcul utilisé (voir 5-1-7-1), nous avons réparti les sujets en deux groupes (estimation faible et estimation forte) en se référant à la moyenne des résultats (moy.=27) (tableau 6-5).

| Estimation de l'imagerie | Symbolique | Figuratif | Total |
|--------------------------|------------|-----------|-------|
| Faible | 9 | 7 | 16 |
| Forte | 7 | 9 | 16 |
| Total | 16 | 16 | 32 |

Nous pouvons constater une forte similitude avec les résultats précédents.

7- Le guidage en situation de conduite : résultats des effets de l'image

Rappel des paramètres mesurés et évalués

Les directions des regards vers l'écran (appréhendés grâce aux enregistrements vidéo)

Le logiciel KRONOS a permis d'analyser ces regards selon leur durée seulement sur le temps de présentation de l'information. Le sujet était informé de l'affichage d'une indication par un signal sonore.

Ces données issues de KRONOS ont été traitées sous tableur Excel afin d'en extraire pendant la présentation de l'information, les trois variables suivantes :

- le nombre de regards par carrefour
- la durée moyenne d'un regard (en s)
- la durée relative du regard orienté = durée totale de tous les regards à un carrefour / temps de présentation

Les erreurs durant le trajet, c'est-à-dire le nombre d'erreurs effectuées pendant le trajet en relevant le lieu de l'erreur.

- ☐ Le nombre d'erreurs du premier trajet permet d'évaluer l'effet du guidage.
- ☐ Nombre d'erreurs du second trajet permet d'estimer l'effet de la mémorisation.

7-1 Quelques remarques sur l'expérimentation

Nous ferons, ici, une parenthèse avant de commencer les analyses des résultats. Ce préambule concerne les obstacles et les imprévus rencontrés lors du déroulement de l'expérimentation en situation naturelle. Les expérimentations, hors des laboratoires, sont extrêmement sensibles aux différentes variables provoquées par la dynamique environnementale, notamment en référence aux conditions de circulation. Ces variables restent difficilement contrôlables, elles peuvent seulement être pondérées au moment du traitement des données. Le plus bel exemple reste l'effet des feux de circulation. La durée

d'un feu rouge est variable d'un carrefour à l'autre. Du fait de la vicissitude des couleurs aux feux et des variabilités temporelles liées à la conduite d'un véhicule, tous les sujets ne pouvaient pas rencontrer la même couleur de feu à chaque carrefour.

Au moment d'aborder le carrefour, si le feu peut être vert, le sujet poursuivra sa route en jetant un rapide coup d'œil à l'écran. Par contre, si le feu est rouge ce qui implique l'arrêt du véhicule, le sujet alors aura tout le temps d'examiner l'écran.

Les imprévus urbains se caractérisent notamment par l'émergence de travaux routiers éphémères, instables et imprévisibles sauf lorsqu'il s'agit d'installer une ligne de tramway ! Ces travaux ont quelque peu modifié la physionomie du trajet d'un sujet à l'autre, et parfois entre les deux parcours d'un même sujet. *En revanche, la présence des travaux n'a pas eu d'incidence fâcheuse sur le cours de l'expérimentation et n'a entraîné aucune modification de parcours.* Nous n'avons constaté aucune perturbation critique au niveau des carrefours expérimentaux, en d'autres termes pas de conséquences directes sur les stratégies visuelles.

La seconde source des imprévus est en relation avec la luminosité des rayons du soleil. En effet, bien que l'expérimentation se soit réalisée au mois de mars, le mois fut ensoleillé et printanier. Malheureusement, la présence du soleil fut plutôt pénalisante car elle occasionna un effet miroir sur l'écran du système. Des tentatives ont évidemment été menées pour réduire cette gêne mais aucune n'a été salutaire. Les conséquences ont été principalement préjudiciables pour le système Figuratif car une forte luminosité affaiblit les contrastes. En effet, la photographie des repères en toile de fond du système Figuratif est dissimulée par un phénomène de réverbération. Les contrastes de la photographie sont initialement moins marqués que le graphique du système Symbolique qui est composé d'une flèche jaune sur un fond bleu foncé. Ainsi, le système Symbolique est avantagé grâce au contraste fort des couleurs qui le composent.

Nous tiendrons compte évidemment de cette contrainte dans nos analyses.

7-2 L'observation des stratégies visuelles : analyse globale du nombre et des temps des regards du conducteur vers l'écran

Nous avons relevé tous les regards orientés vers l'écran durant toute la durée de présentation des informations sur cet écran. Ainsi, les stratégies visuelles sont caractérisées en fonction de la durée et du nombre des regards lors de chaque changement de direction.

Les observations des regards des sujets en situation de conduite ont porté strictement sur les périodes de présentation de l'information à l'écran. L'information qui, dans cette étude, concerne essentiellement le guidage est, donc, déclenchée opportunément avant et pendant la traversée des carrefours où la direction change. L'information *ad hoc* ponctue le trajet des changements de direction que les sujets doivent effectuer, et ceci par une illustration (symbolique ou figurative) des carrefours. Approximativement, la durée moyenne de l'exposition de l'information est de 9 min, avec un écart-type de 1.2 min, par carrefour. Cette valeur moyenne prend en compte tous les

sujets de tous les carrefours.

Chaque intervalle informationnel débute et s'achève régulièrement en fonction de deux points de repère déterminés avant et après le carrefour. Cependant, la durée de cet intervalle n'est pas équivalente d'un sujet à l'autre, car certains événements influent sur ce temps de présentation comme les erreurs commises dans le carrefour par le sujet, la couleur d'un feu, le trafic...

En conclusion, tous les regards dirigés vers l'écran ont été enregistrés et ceci quelle que soit sa durée. Nous ferons dans un premier temps une analyse globale de ces regards et ensuite des analyses plus détaillées en fonction des hypothèses et des variables sous-jacentes à ces hypothèses.

7-2-1 Le nombre de regards

Le tableau (7-1) ci-dessous contient les valeurs moyennes du nombre de regard sur l'ensemble du trajet, composé de 22 changements de direction c'est-à-dire 87 regards vers l'écran sur toute la durée du parcours. Ensuite, 3.9 correspond au nombre moyen de regards par carrefour. Les valeurs minimum (2) et maximum (7) du tableau 5 sont celles des nombres moyens de regards par carrefour, alors que celles des effectifs par carrefour sont respectivement Min = 1 et Max = 23.

| | Moyenne | Ecart-type | Minimum | Maximum |
|---------------------------------|---------|------------|---------|---------|
| Nombre total de regards | 86.59 | 29.06 | 38 | 149 |
| Nombre de regards par carrefour | 3.94 | 1.92 | 2 | 7 |

En d'autres termes, on constate une grande variabilité du nombre des regards, orientés vers l'écran, d'un carrefour à l'autre, voire parfois d'un sujet à l'autre. Ces données extrêmes permettent d'évaluer la complexité du carrefour et de l'information associée, ce qui peut signifier que l'information n'a pas été prélevée. En conséquence, deux stratégies visuelles se distinguent par la prise d'informations soit en une seule fois (au moment de l'envoi d'image ou très peu de temps après) soit en plusieurs fois.

Remarque : il n'y a pas d'effet de l'âge et du niveau socio-professionnel sur la fréquence des regards.

7-2-2 Durée des regards pour tous les sujets

□ Durée moyenne de l'ensemble des regards par carrefour

Nous rappellerons, ici, que nous ne pouvons pas avoir la certitude de la précision absolue des durées de regard à cause des instruments de mesure du temps. Néanmoins, la méthode employée pour le dépouillement des regards nous permet d'avoir une précision de la mesure des durées de regard qui rend possible une comparaison fiable des stratégies visuelles entre les sujets et entre les systèmes. (cf. 5-4)

(voir annexe 9, le tableau récapitulatif de tous les regards par sujet et par carrefour)

| | Moyenne | Ecart-type | Coef. Var. | Minimum | Maximum |
|---------------------------|---------|------------|------------|---------|---------|
| Durée moyenne des regards | 68.8 | 32.6 | 47% | 30 | 140 |

Cette moyenne de 68.8 s signifie que les sujets ont besoin de plus d'une minute pour prélever une information liée au guidage quel que soit le système. Cette durée moyenne de regard correspond à un cumul de tous les regards orientés vers l'écran pendant l'intervalle de présentation. Les valeurs de variation nous amèneront à réfléchir sur les causes de cette variabilité. D'autres facteurs extrinsèques aux systèmes ne sont-ils pas responsables de ces temps ? Nous verrons notamment une différence au niveau des temps de regard en fonction de la typologie des carrefours.

Remarque : *Du fait de certaines durées extrêmes, l'activité visuelle orientée vers le système ne semble pas exclusivement destinée à la prise d'information spatiale, mais contient des regards contemplatifs. Nous les avons observés mais pas quantifiés.*

□ Durée moyenne d'un regard par sujet

Afin de compléter les résultats précédents, nous allons analyser **la durée moyenne d'un regard** par carrefour et par sujet.

Le tableau 7-3 nous montre la grande variabilité inter-individuelle et intra-individuelle en terme de temps de regard unitaire. La différence des moyennes des temps de regards unitaires peut parfois s'inscrire dans un rapport supérieur à 5 ! (Sujet 2 moy. = 1.33, sd = 0.89 et Sujet 16 moy. = 6.51, sd = 7.22). Les temps minimums et les temps maximums éclaircissent cette variabilité. Nous avons pu constater que certains regards peuvent être courts de l'ordre de 0.15s.

Si certains regards correspondent à une stratégie visuelle de type plurielle, d'autres, au contraire, sont isolés. En d'autres termes, un seul regard peut suffire à prélever l'information de guidage. Nous allons, par conséquent, analyser ces stratégies visuelles singulières dans la partie suivante.

| Sujet n° | Système | Somme | Moyenne | Ecart-type | Minimum | Maximum |
|----------|-------------------|-----------|----------|------------|-----------|----------|
| 1 2 3 | Symbolique | 44,3 29.3 | 2 1.34 | 1.8 0.9 | 0.56 0.16 | 6 3.64 |
| 4 5 6 | | 108.08 | 4.92 | 8.72 2 | 0.48 | 40.12 |
| 7 8 9 | Symbolique | 47.04 | 2.14 | 0.84 3.1 | 0.68 | 7.12 |
| 10 11 | Symbolique | 32.44 | 1.48 3.4 | 6.2 6 5 | 0.44 | 4.28 |
| 12 13 | Symbolique | 74.76 | 4 6.2 | 2.42 2.1 | 0.72 | 13.32 28 |
| 14 15 | Symbolique | 87.8 | 4.5 3 | 2.2 2.32 | 0.56 0.8 | 22.44 |
| 16 17 | Symbolique | 131.16 | 1.9 2.4 | 3.84 3.5 | 0.96 | 1984 |
| 18 19 | Symbolique | 99 67.7 | 2 5.5 | 7.22 4 2 | 0.68 | 7.88 |
| 20 21 | Figuratif | 41.9 | 2.8 6.5 | 1.74 1.9 | 0.36 | 9.04 8.2 |
| 22 23 | Figuratif | 52.12 46 | 4.74 2 | 2.8 3.8 | 0.48 | 10.44 |
| 24 25 | Figuratif | 120.6 | 1.5 1.5 | 1.3 1.16 | 0.24 | 13.44 |
| 26 27 | Symbolique | 62. | 2.98 | 3.96 2.8 | 1.04 | 12.48 |
| 28 29 | Symbolique | 143.24 | 3.42 | 1.9 6.92 | 0.36 | 25.04 |
| 30 31 | Symbolique | 104.4 | 1.58 | 1.12 | 0.48 | 15.8 |
| 32 | Figuratif | 45.6 | 1.62 3.9 | 2.56 3.3 | 0.84 | 8.32 8.8 |
| | Figuratif | 32.9 | 4.2 2.3 | 3.98 | 0.32 | 8.6 |
| | Figuratif | 32.5 | 4.1 1.44 | | 0.44 0* | 12.84 |
| | Figuratif | 65.5 | 1.8 3.6 | | 0.36 | 13.52 |
| | Symbolique | 75.3 | 5 | | 0.68 | 5.44 |
| | Symbolique | 34.8 | | | 0.48 | 3.76 |
| | Symbolique | 35.8 | | | 0.32 | 15.16 |
| | Figuratif | 86.8 | | | 0.64 0.8 | 11.84 |
| | Figuratif | 91.5 | | | 0.44 0.6 | 8.88 |
| | Symbolique | 49.5 | | | 0.4 0.32 | 32.04 |
| | Symbolique | 90.32 | | | 0.52 0.4 | 4.52 |
| | Symbolique | 31.76 | | | | 8.88 14 |
| | Figuratif | 39.8 | | | | 13.2 |
| | Symbolique | 79.3 | | | | |
| | Figuratif | 111.64 | | | | |
| | Figuratif | | | | | |
| | Figuratif | | | | | |
| | Figuratif | | | | | |

7-2-3 Analyse partielle des regards : le premier regard

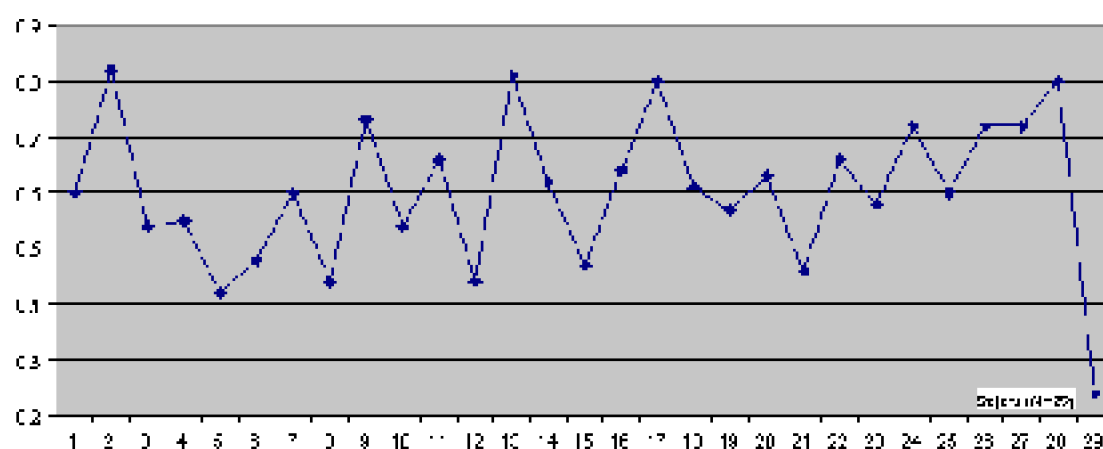
En analysant les regards successivement, il est apparu qu'à certains carrefours, un seul regard était suffisant pour le guidage mais également pour la mémorisation du carrefour. A partir de ce constat, nous avons prélevé toutes les situations où le système, quel qu'il soit, n'a sollicité qu'un seul regard (N= 135) dont la durée de regard est inférieure à une seconde.

Certains carrefours par leur simplicité sont propices à ce type de stratégie, notamment quand la configuration de la route ne contient pas d'angle droit ou une partie

cachée, lorsqu'elle forme simplement une ligne droite (ex. : les pâtes d'oies.).

Sur les 32 sujets, trois d'entre eux n'ont pas utilisé cette stratégie. Sur les 29 sujets, 6 ont testé le regard unique une seule fois alors que trois sujets ont appliqué cette stratégie plus de dix fois. Pour chaque sujet, nous avons calculé la moyenne des temps de regard unique (voir tableau de l'annexe) et nous obtenons une moyenne générale de 0.60 s (sd = 0.13). En d'autres termes, un regard de 0.6 s suffit pour prélever une information d'orientation.

Parmi toutes les 135 situations avec un regard unique du système, 17 sont associées à une erreur lors du second trajet, (soit 12.6%). Compte tenu de la variabilité de la production des erreurs entre les sujets et les carrefours, les stratégies visuelles ne peuvent pas justifier à elles seules la cause des erreurs.



7-3 Comparaison des stratégies visuelles entre les systèmes Symbolique et Figuratif

Nous allons comparer les systèmes selon les durées de regard vers l'écran, le nombre de regard et enfin la durée moyenne d'un regard par carrefour. Nous utiliserons le test de Student des comparaisons de moyenne afin de vérifier l'une de nos hypothèses qui stipule l'équivalence de la demande en ressources visuelles des systèmes.

7-3-1 Comparaison des durées de regard

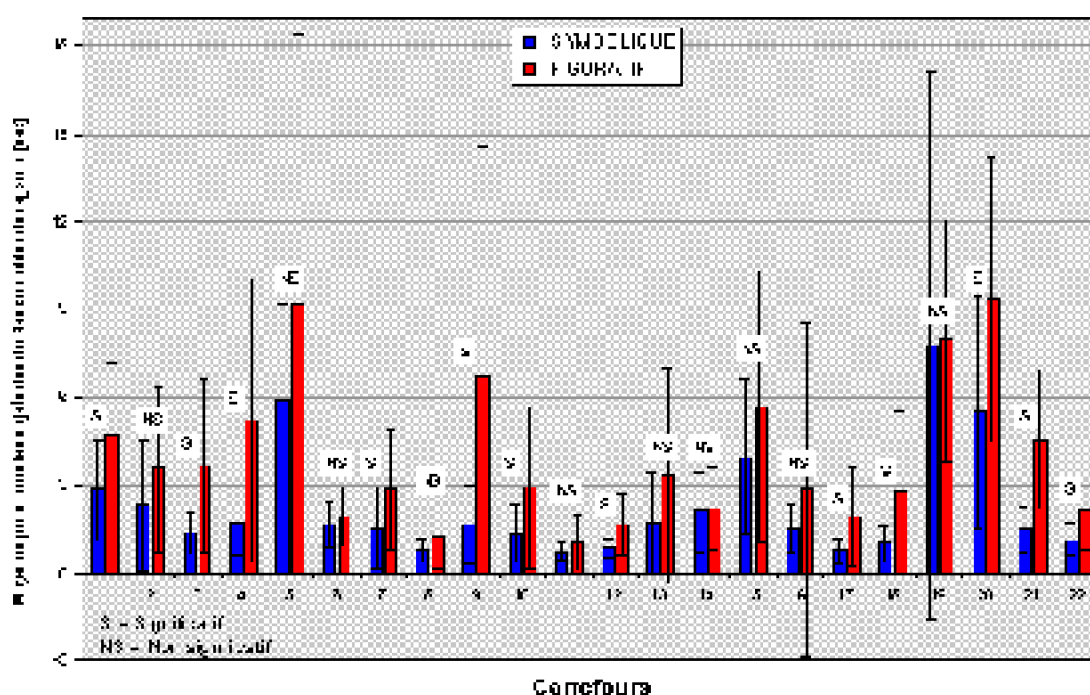
Nous avons calculé la durée totale des regards sur l'ensemble du trajet pour tous les sujets (tableau 10). Le trajet est composé de 22 changements de direction dans des carrefours aux configurations variées, comme nous pouvons en rencontrer lors de nos différents déplacements de la vie quotidienne. L'observation des stratégies visuelles porte essentiellement sur les périodes d'activation du système ce qui correspond à des périodes ponctuelles, ciblées, durant le trajet. Nous avons enregistré le nombre de fois où le sujet a porté son regard sur l'écran, en relevant également la durée. Ainsi, pour chaque carrefour, nous avons cumulé les temps de regard pour un même sujet afin d'évaluer le temps total de l'activité visuelle orienté vers le système.

| | | |
|------------|------------|-------|
| Symbolique | Moyenne | 49.81 |
| | Ecart-type | 21.92 |
| Figuratif | Moyenne | 87.76 |
| | Ecart-type | 30.79 |
| Total | Moyenne | 68.79 |
| | Ecart-type | 32.61 |

Le test de Student ($t = -4.16$, $ddl = 30$, $p < 0.0009$) révèle une durée de regard significativement plus longue pour les utilisateurs du système Figuratif par rapport aux utilisateurs du système Symbolique.

7-3-2 Analyse carrefour après carrefour

Afin d'examiner plus précisément l'effet des systèmes sur les stratégies visuelles, nous avons effectué une comparaison de moyennes des durées de regard, avec un test de Student, pour chaque carrefour. Nous constatons que pour plus de la moitié des carrefours, les différences sont significatives entre les systèmes au seuil de 5%. Sur la figure 7-2, il apparaît clairement que la différence entre les moyennes n'est pas seulement influencée par le type de systèmes mais également par le carrefour, plus précisément la configuration et le contexte du carrefour.



7-3-3 Comparaison des systèmes en fonction du nombre des regards

Le tableau 7-5 présente les moyennes des fréquences de regard vers l'écran selon le type de système.

| | | |
|------------|------------|-------|
| Symbolique | Moyenne | 73.38 |
| | Ecart-type | 25.01 |
| Figuratif | Moyenne | 99.81 |
| | Ecart-type | 27.34 |
| Total | Moyenne | 86.59 |
| | Ecart-type | 29.06 |

La différence n'est pas significative : les sujets avec le système Symbolique regardent aussi fréquemment le système que les sujets avec le système Figuratif, néanmoins ils le regardent moins longtemps d'après les résultats précédents.

□ Comparaison avec un seul regard

Il n'y a pas de différence significative entre les systèmes sur la stratégie simple, à un seul regard, aussi bien sur le nombre de fois où cette stratégie a été appliquée et sur sa durée (Tableau 7-6).

| | | Nombre de regard uniques | Durée moyenne du regard unique |
|------------|------------|--------------------------|--------------------------------|
| Symbolique | Moyenne | 4.69 | 0.60 |
| | Ecart-type | 2.12 | 0.13 |
| Figuratif | Moyenne | 3.75 | 0.48 |
| | Ecart-type | 3.64 | 0.28 |

□ Comparaison selon les caractéristiques des sujets

Comme nous disposons d'un certain nombre d'informations sur les participants tel que l'âge, l'habitude de conduite, le niveau socio professionnel ainsi que les résultats à des tests de capacité d'imagerie. Nous avons vérifié si l'une de ces caractéristiques influençait les performances des sujets conjointement aux systèmes. Aucun effet spécifique, dû à l'une de ces caractéristiques, n'est constaté.

7-3-4 Nouvelle analyse des regards en fonction de la durée d'affichage de l'information

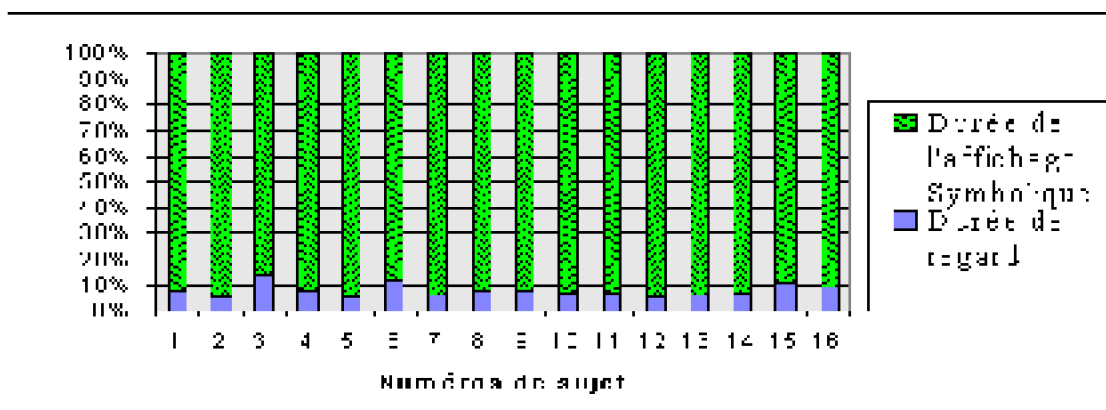
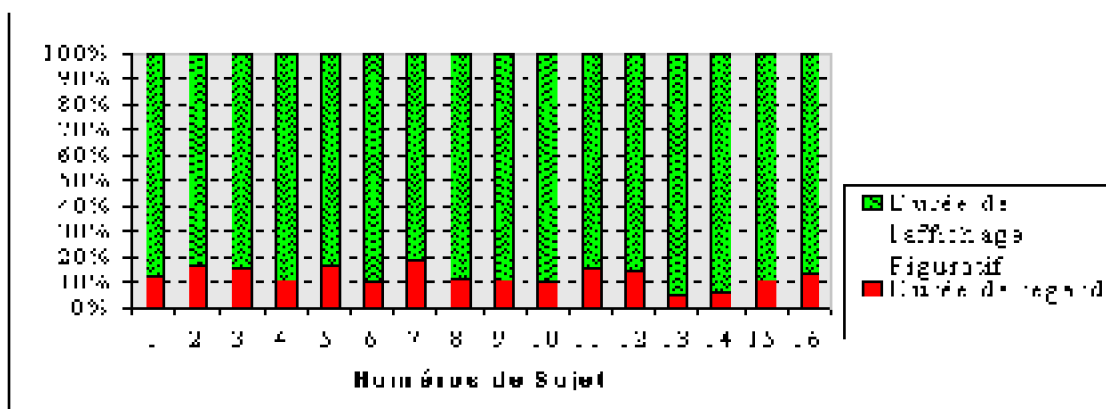
Nous avons jusqu'à présent présenté isolément les stratégies visuelles dans un objectif de comparaison selon les deux systèmes. Toutefois, le temps d'activation du système est limité et donc quantifiable. Nous avons ainsi calculé la proportion du temps de regard sur le temps global de présentation de l'information (voir figure 5-4).

Globalement, la différence est significative ($t = -4.232$, $ddl=30$, $p<0.0009$) entre les deux systèmes. L'analyse de comparaison de moyenne permet de connaître les carrefours où les différences de durée de regard sont significatives (tableau 7-7).

Avec les durées relatives au temps d'affichage, nous constatons que le système Figuratif sollicite en moyenne 14% du temps de regard du conducteur et le système

Symbolique 8% en moyenne. En d'autres termes, les sujets avec le système Figuratif regardent plus longtemps, les informations sur l'écran que les sujets avec le système Symbolique. Les ressources visuelles sont sollicitées presque deux fois plus longtemps par le système Figuratif que par l'autre système.

| Numéro de carrefour | Système | Moyenne | Ecart-type | Significativité |
|---------------------|-------------------------|-----------|------------|--------------------------------|
| 1 | Symbolique Figuratif | 0.16 0.26 | 0.11 0.12 | $t=-2.28$, ddl=30, $p<0.03$ |
| 10 | Symbolique Figuratif | 0.04 0.09 | 0.030.08 | $t=-2.25$, ddl=30, $p<0.03$ |
| 12 | Symbolique Figuratif | 0.060.13 | 0.020.1 | $t=-2.5$, ddl=30, $p<0.02$ |
| 17 | Symbolique Figuratif | 0.05 0.1 | 0.04 0.08 | $t=-2.46$, ddl=30, $p<0.02$ |
| 18 | Symbolique Figuratif | 0.07 0.16 | 0.03 0.1 | $t=-2.98$, ddl=30, $p<0.006$ |
| 21 | Symbolique Figuratif | 0.04 0.14 | 0.02 0.14 | $t=-5.93$, ddl=30, $p<0.0009$ |



7-3-5 L'effet environnemental

7-3-5-1 Les résultats en fonction de la gêne occasionnée par le soleil

Dans le groupe Figuratif, certains sujets (N=4) ont été particulièrement incommodés par le soleil sur l'ensemble du parcours mais de façon non homogène alors que d'autres sujets l'ont été ponctuellement.

Afin de contrôler les conséquences de cette nuisance, des comparaisons de moyenne ont été appliquées sur les variables modifiées, notamment les durées de regard uniquement sur les sujets épargnés. Nous obtenons sensiblement le même résultat ($t = -3.296$, $ddl=26$, $p<0.002$), à savoir que la différence entre les deux groupes, représentés par un système, est significative. Par conséquent, les sujets avec le système Symbolique regardent moins longtemps que les sujets du système Figuratif.

Ensuite, ces comparaisons ont été menées, carrefour après carrefour, en tenant compte seulement et systématiquement des sujets non-contrariés par les reflets du soleil.

La comparaison des moyennes, suivi d'un test de Student, n'entraîne aucune différence significative entre les systèmes pour chaque carrefour, à l'exception du carrefour 21

($t=-6.333$, $ddl=26$, $p<0.0009$).

Remarque : L'effectif du groupe système Figuratif est réduit à N=12 car il prend en compte seulement les personnes qui ont subi la gêne liée à la luminosité du soleil.

7-3-5-2 Analyse par carrefour : effet de la configuration spatio-temporelle

L'itinéraire que nous avons proposé est un itinéraire purement expérimental dans le sens où il représente un mélange subtil de singularités et de stéréotypes environnementaux, variant les situations fortement caractéristiques avec repères spatiaux et celles beaucoup plus neutres.

L'analyse détaillée des stratégies visuelles, à chaque carrefour, va nous permettre de rendre compte de l'effet des caractéristiques spatiales.

Nous avons choisi de classer les temps moyens de regard unitaire par ordre croissant dans le but de hiérarchiser les niveaux de difficulté des carrefours.

| Numéro de carrefour | Moyenne | Ecart-type | Coef. Variation | Numéro de carrefour | Moyenne | Ecart-type | Coef. Variation |
|---------------------|----------|------------|-----------------|---------------------|----------|------------|-----------------|
| 8 11 12 6 | 0.54 | 0.15 0.22 | 28% 40% | 9 13 22 21 | 0.71 | 0.45 0.33 | 64% |
| 18 15 7 | 0.55 | 0.23 0.18 | 40% | 4 16 1 20 | 0.73 | 0.26 0.19 | 45% |
| 10 14 17 | 0.57 | 0.44 0.19 | 31% | 19 2 5 | 0.74 | 0.32 0.39 | 35% |
| 3 | 0.58 | 0.36 0.40 | 71% | | 0.74. | 0.25 0.22 | 26% |
| | 0.62 | 0.22 0.36 | 30% | | 0.74 | 0.29 0.3 | 43% |
| | 0.64 | 0.26 | 55% | | 0.76 0.8 | 0.49 | 52% |
| | 0.65 | | 60% | | 0.81 | | 31% |
| | 0.67 | | 33% | | 0.82 | | 27% |
| | 0.68 | | 52% | | 0.83 | | 35% |
| | 0.69 0.7 | | 37% | | 1.07 | | 36% |
| | | | | | | | 46% |

Les carrefours simples

Au vu de nos résultats (Planche 1), il apparaît que les regards aux carrefours identifiés comme simples (C6, C7, C8, C11, C12) ont les temps moyens les plus courts pour l'ensemble des sujets. Bien que la différence ne soit pas significative entre les deux systèmes, il apparaît toutefois que les sujets avec le système Symbolique ont, en moyenne, des durées de regard plus courtes que les sujets du système Figuratif.

Le franchissement des carrefours simples génère des durées¹⁸ et des fréquences moyennes de regards les plus courtes pour l'ensemble des sujets par rapport aux autres carrefours. Plus précisément, les sujets avec le système Symbolique ont des durées totales de regards significativement plus courtes que les sujets du système Figuratif ($t=-2.64$, $ddl=30$, $p<0.01$) sur l'ensemble des carrefours simples ($N=5$). La durée moyenne d'un regard discrimine également les systèmes ($t=-2.47$, $ddl=30$, $p<0.003$). Il semble que les résultats globaux sont surtout influencés par ceux obtenus à deux carrefours. En d'autres termes, les durées de regard totales aux carrefours 7 et 12 sont significativement différentes en faveur du système Symbolique (respectivement : $t=-2.096$, $ddl=30$, $p<0.04$ et $t=-2.78$, $ddl=30$, $p<0.009$).

¹⁸ Rappel sur les stratégies visuelles : -Durée totale : durée des regards cumulés (par sujet et par carrefour) en s. -Nombre de regards : c'est le nombre de fois où le conducteur a regardé l'information dans la période d'affichage -Durée moyenne d'un regard : durée d'un regard moyen par sujet à chaque carrefour en s.

| | | Durée reg. C6 | Nombre C6 | Durée moy. C6 | Durée reg. C7 | Nombre C7 | Durée moy. C7 |
|------------|-----------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Symbolique | Moyenne | 1.6 | 3.1 | 0.5 | 1.5* | 2.75 | 0.5 |
| | Ecart-type | 0.8 | 1.6 | 0.2 | 1.4 | 1.7 | 0.3 |
| | Coef.de var. | 50% | 51% | 27% | 90% | 62% | 60% |
| Figuratif | Moyenne | 1.9 | 3.1 | 0.6 | 2.9 | 3.6 | 0.7 |
| | Ecart-type | 1. | 1.3 | 0.2 | 2 | 2.0 | 0.3 |
| | Coef.de var. | 54% | 44% | 34% | 72% | 54% | 50% |
| | | Durée reg. C8 | Nombre C8 | Durée moy. C8 | Durée reg. C11 | Nombre C11 | Durée moy. C11 |
| Symbolique | Moyenne | 0.8 | 1.6 | 0.5 | 0.7 | 1.6 | 0.5 |
| | Ecart-type | 0.4 | 0.7 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 0.3 |
| | Coef.de var. | 47% | 44% | 22% | 39% | 47% | 25% |
| Figuratif | Moyenne | 1.3 | 2 | 0.6 | 1.08 | 1.75 | 0.6 |
| | Ecart-type | 1.1 | 1.4 | 0.18 | 0.9 | 0.8 | 0.3 |
| | Coef.de var. | 88% | 71% | 29% | 87% | 44% | 46% |
| | | Durée reg. C12 | Nombre C12 | Durée moy. C12 | Durée reg. Total | Nombre total c-simples | Durée moy. |
| Symbolique | Moyenne | 0.8* | 2 | 0.4 | 5.5* | 11 | 0.5* |
| | Ecart-type | 0.3 | 0.9 | 0.09 | 2 | 4.2 | 0.1 |
| | Coef.de var. | 38% | 45% | 22% | 36% | 38% | 24% |
| Figuratif | Moyenne | 1.6 | 2.25 | 0.7 | 8.8 | 12.7 | 0.65 |
| | Ecart-type | 1.09 | 1.1 | 0.2 | 4.4 | 4.1 | 0.2 |
| | Coef.de var. | 67% | 50% | 35% | 50% | 33% | 34% |

***Différence significative à $p < 0.05$**

Concernant la durée moyenne d'un regard, l'influence vient uniquement du carrefour 12

($t = -3.99$, $ddl = 30$, $p < 0.0009$).

Par contre, les sujets tous systèmes confondus regardent aussi souvent l'écran sur l'ensemble des intersections de cette même catégorie. Il existe cinq carrefours simples ce qui signifie en terme de nombre moyen de regards par carrefour que les sujets regardent seulement deux fois l'information au niveau de chaque intersection.

Les carrefours avec un rond-point

Les ronds-points, de façon générale, génèrent des stratégies visuelles significativement différentes entre les deux systèmes aussi bien en terme de durée totale

($t=-2.34$, $ddl=30$, $p<0.026$) de durée moyenne d'un regard ($t=-2.24$, $ddl=30$, $p<0.03$) que du nombre total des regards ($t=-2.55$, $ddl=30$, $p<0.01$).).

D'autre part, les temps de regard sont multipliés par trois fois et plus quel que soit le système par rapport aux carrefours simples.

Une analyse détaillée permet de constater les performances des systèmes se différencient significativement au niveau de quatre carrefours avec un rond-point sur six, particulièrement pour les durées de regard (**C3**, $t=-3.04$, $ddl=30$, $p<0.0009$; **C20**, $t=-2.46$, $ddl=30$, $p<0.02$; **C21**, $t=-4.99$, $ddl=30$, $p<0.0009$; **C22**, $t=-2.732$, $ddl=30$, $p<0.01$).

Les sujets avec le système Symbolique regardent presque deux fois moins souvent pour les carrefours 3,21 et un peu moins pour le carrefour 22 et ceci de façon significative.

En résumé, les différences au niveau des stratégies visuelles sont importantes pour les deux dernières intersection du trajet.

Contrairement à l'une de nos hypothèses sur l'équivalence de la demande en ressources entre les deux systèmes, il s'avère que le système Figuratif, dans cette expérimentation sollicite plus longtemps au niveau visuel les automobilistes que le système Symbolique.

| | | Durée reg. C2 | Nombre C2 | Durée moy.C2 | Durée reg. C3 | Nombre C3 | Durée moy.C3 |
|------------|-----------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Symbolique | Moyenne | 2.3 | 2.8 | 0.8 | 1.4* | 2.4* | 0.6 |
| | Ecart-type | 2.2 | 1.6 | 0.2 | 0.7 | 1.0 | 0.18 |
| | Coef.de var. | 98% | 58% | 28% | 53% | 42% | 33% |
| Figuratif | Moyenne | 3.5 | 4.1 | 0.8 | 3.7 | 4.125 | 0.8 |
| | Ecart-type | 2.8 | 2.8 | 0.3 | 2.9 | 2.6 | 0.3 |
| | Coef.de var. | 79% | 70% | 37% | 81% | 63% | 33% |
| | | Durée reg. C19 | Nombre C19 | Durée moy.C19 | Durée reg. C20 | Nombre C20 | Durée moy.C20 |
| Symbolique | Moyenne | 7.7 | 8.6 | 0.8 | 5.5* | 7.6 | 0.7 |
| | Ecart-type | 9.3 | 6.3 | 0.3 | 3.9 | 4.9 | 0.3 |
| | Coef.de var. | 120% | 74% | 39% | 72% | 64% | 31% |
| Figuratif | Moyenne | 7.9 | 9.8 | 0.8 | 9.4 | 11 | 0.8 |
| | Ecart-type | 5.1 | 5.1 | 0.3 | 4.8 | 5.0 | 0.2 |
| | Coef.de var. | 65% | 52% | 32% | 52% | 45% | 24% |
| | | Durée reg. C21 | Nombre C21 | Durée moy.C21 | Durée reg. C22 | Nombre C22 | Durée moy.C22 |
| Symbolique | Moyenne | 1.5* | 2.5* | 0.6* | 1.1* | 1.8* | 0.7 |
| | Ecart-type | 0.7 | 1.4 | 0.2 | 0.5 | 0.8 | 0.2 |
| | Coef.de var. | 52% | 57% | 30% | 49% | 44% | 37% |
| Figuratif | Moyenne | 4.6 | 5.7 | 0.8 | 2 | 2.8 | 0.8 |
| | Ecart-type | 2.4 | 2.9 | 0.1 | 1.3 | 1.8 | 0.2 |
| | Coef.de var. | 52% | 52% | 18% | 62% | 64% | 31% |
| | | Durée reg. Total | Nombre total | Durée moy. | | | |
| Symbolique | Moyenne | 19.5* | 25.7* | 0.7* | | | |
| | Ecart-type | 15.45 | 13.2 | 0.14 | | | |
| | Coef.de var. | 79% | 52% | 20% | | | |
| Figuratif | Moyenne | 31.2 | 37.5 | 0.8 | | | |
| | Ecart-type | 12.6 | 12.9 | 0.18 | | | |
| | Coef.de var. | 40% | 35% | 22% | | | |

*Différence significative à $p < 0.05$

Les carrefours avec des feux tricolores

Les comportements visuels entre les sujets des deux systèmes sont significativement différents du point de vue de la durée totale ($t=-3.59$, $ddl=30$, $p<0.001$), du nombre ($t=-2.56$, $ddl=30$, $p<0.016$) et de la durée moyenne de regard ($t=-3.59$, $ddl=30$, $p<0.001$).

On constate que les stratégies visuelles sont très proches de celles rencontrées aux carrefours avec un sens giratoire. Les durées de regards sont aussi longues. En prenant pour référence les durées aux carrefours simples, on se rend compte d'une différence entre les systèmes car les sujets avec le système Symbolique regardent près de trois fois plus longtemps alors que les sujets avec le système Figuratif près de quatre fois plus!

L'analyse par carrefour révèle que la différence du nombre des regards est significative principalement à cause du carrefour 18 ($t=-2.46$, $ddl=30$, $p<0.002$).

Par contre, les sujets avec le système Symbolique ont un regard moyen significativement plus bref au carrefour 4 et 9.

En résumé, les comportements visuels sont très variables selon les systèmes mais également selon les composants du carrefour, ce qui rend certaines situations uniques. La longueur des feux rouges où l'attente peut varier du simple au double selon la complexité de l'intersection ou de l'importance du trafic représente un des éléments responsables de la démarcation.

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| | | Durée reg. C4 | Nombre C4 | Durée moy.C4 | Durée reg. C5 | Nombre C5 | Durée moy.C5 |
|------------|-----------------|-------------------|---------------|------------------|--------------------|----------------|------------------|
| Symbolique | Moyenne | 1.7* | 3.1 | 0.6* | 5.9 | 5.8 | 1.1 |
| | Ecart-type | 1.1 | 2.1 | 0.2 | 3.3 | 3.4 | 0.5 |
| | Coef.de var. | 65.7% | 68.0% | 31.6% | 55.3% | 58.7% | 43.1% |
| Figuratif | Moyenne | 5.2 | 5.1 | 0.9 | 9.2 | 7.1 | 1.1 |
| | Ecart-type | 4.8 | 3.3 | 0.4 | 9.2 | 4.9 | 0.5 |
| | Coef.de var. | 92.2% | 64.3% | 39.6% | 100% | 70.0% | 49.8% |
| | | Durée reg. C9 | Nombre C9 | Durée moy.C9 | Durée reg. C10 | Nombre C10 | Durée moy.C10 |
| Symbolique | Moyenne | 1.7* | 3.4 | 0.5* | 1.3* | 2.4 | 0.6 |
| | Ecart-type | 1.3 | 2.6 | 0.2 | 0.9 | 1.3 | 0.4 |
| | Coef.de var. | 81% | 77.9% | 33.6% | 74.3% | 53.0% | 70.2% |
| Figuratif | Moyenne | 6.7 | 5.75 | 0.925 | 2.9 | 3.4 | 0.75 |
| | Ecart-type | 7.8 | 5.0 | 0.5 | 2.8 | 2.2 | 0.4 |
| | Coef.de var. | 117% | 87.4% | 57.9% | 95.3% | 63.7% | 53.6% |
| | | | | | | | |
| | | Durée reg. C13 | Nombre C13 | Durée moy.C13 | Durée reg. C14 | Nombre C14 | Durée moy.C14 |
| Symbolique | Moyenne | 1.7 | 2.3 | 0.7 | 2.10 | 3.1 | 0.7 |
| | Ecart-type | 1.7 | 1.3 | 0.3 | 1.4 | 1.7 | 0.3 |
| | Coef.de var. | 100.8% | 57.4% | 46.5% | 65.2% | 55.9% | 38.0% |
| Figuratif | Moyenne | 3.4 | 3.875 | 0.8 | 2.2 | 3.1 | 0.7 |
| | Ecart-type | 3.7 | 3.0 | 0.3 | 1.4 | 1.5 | 0.2 |
| | Coef.de var. | 110% | 77.1% | 44.8% | 63.9% | 48.0% | 27.9% |
| | | | | | | | |
| | | Durée reg. C18 | Nombre C18 | Durée moy.C18 | Durée reg.total | Nombre tot. | Durée moy. |
| Symbolique | Moyenne | 1* | 2* | 0.5 | 15.5* | 22.1* | 0.7* |
| | Ecart-type | 0.6 | 1.0 | 0.2 | 6.0 | 8.4 | 0.2 |
| | Coef.de var. | 59.5% | 51.6% | 38.1% | 39.2% | 37.9% | 23.1% |
| Figuratif | Moyenne | 2.8 | 3.6 | 0.8 | 32.4 | 31.9 | 0.8 |
| | Ecart-type | 2.7 | 2.3 | 0.5 | 17.9 | 12.8 | 0.3 |
| | Coef.de var. | 98.1% | 65.6% | 72.1% | 55.2% | 40.2% | 30.5% |

*Différence significative à $p < 0.05$

Les carrefours dits spécifiques

Nous avons classé sous le terme « carrefours spécifiques » des situations atypiques où les difficultés sont exceptionnellement liées au caractère du carrefour :

- le carrefour 1: découverte du système en véritable situation de guidage
- le carrefour 15 : un carrefour en T avec néanmoins la route secondaire est cachée par un mur
- les carrefours 16 et 17 appartiennent à un lotissement et sont à l'écart de l'infrastructure routière.

7-3-5-3 Récapitulatif des comparaisons entre les systèmes selon la typologie des carrefours

| | Carrefours simples | | | | | | Carrefours avec sens giratoire | | | | | | | Carrefours avec feux | | | | | | | |
|----------------|--------------------|---|---|----|----|----|--------------------------------|---|----|----|----|----|----|----------------------|---|---|----|----|----|----|----|
| | 6 | 7 | 8 | 11 | 12 | E. | 2 | 3 | 19 | 20 | 21 | 22 | E. | 4 | 5 | 9 | 10 | 13 | 14 | 18 | E. |
| Durées totales | N | S | N | N | S | S | N | S | N | N | S | S | S | S | N | S | S | N | N | S | S |
| Fréquence | N | N | N | N | N | N | N | S | N | N | S | S | S | N | N | N | N | N | N | S | S |
| Durée moyenne | N | N | N | N | S | S | N | N | N | N | S | N | S | S | N | S | N | N | N | N | S |

E. signifie « l'ensemble des carrefours »

Le tableau 7-9 fait la synthèse de tous les résultats précédents, significatifs et non significatifs, par type de carrefour (simple, avec giratoire et avec feux) et par paramètre (durées totales, nombre de regards, moyennes de durées de regard). Pour l'ensemble des carrefours de chaque catégorie, la différence de performance entre les deux systèmes est l'effet d'une différence de comportements sur une minorité de carrefours, pour les plus simples, et la moitié ou plus pour les intersections aménagées de rond-point ou de feux tricolores.

7-3-6 La performance d'un système s'évalue en fonction des erreurs commises par le conducteur

Les deux systèmes sont relativement performants puisque nous enregistrons un très faible pourcentage d'erreurs qui est de 6,5% sur l'ensemble des sujets sur tout le trajet qui est composé, pour rappel, de vingt-deux changements de direction (tableau 7-10). Toutefois 5,5% des erreurs concernent essentiellement deux carrefours (le carrefour 15 et le carrefour 19). Ce sont effectivement des carrefours particuliers notamment le carrefour 15 qui est pénalisé par un manque de visibilité. C'est un carrefour atypique dans un quartier résidentiel sur une petite route de campagne. Il se distingue par deux types d'erreurs que nous développerons plus bas dans le texte. D'autre part, le carrefour 19 est un sens giratoire particulièrement complexe.

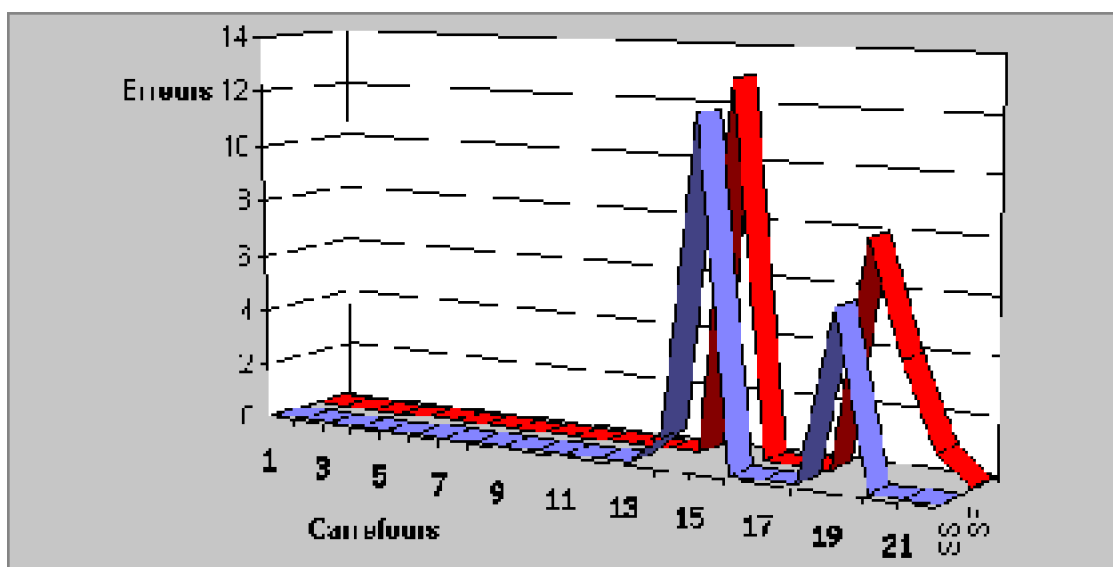
Ces carrefours ont des configurations singulières.

Pour le Carrefour 15, la route est cachée par un mur c'est pourquoi certains sujets ont continué tout droit. Deuxièmement, la plupart des automobilistes se sont fourvoyés en empruntant une route qui précédait celle qu'ils devaient prendre initialement. Par conséquent, deux erreurs différentes ont été commises à cette intersection.

Le rond-point du carrefour 19 est particulièrement complexe et la plupart des sujets ont confondu deux sorties, souvent après une hésitation.

| | | |
|------------|------------|------|
| Symbolique | Moyenne | 1.19 |
| | Ecart-type | 0.75 |
| Figuratif | Moyenne | 1.63 |
| | Ecart-type | 0.89 |
| Total | Moyenne | 1.41 |
| | Ecart-type | 0.84 |

Pour le premier trajet, les tests statistiques ne permettent pas de distinguer une meilleure performance des sujets avec le système Figuratif. **Il n'y a pas de différence significative entre les deux systèmes en termes d'erreurs commises sur le trajet.** Ils sont aussi performants. On constate que les sujets ont fait des erreurs aux même carrefours (n° 15 et 19) et ceci quel que soit le système.



8- Comparaison des systèmes au second passage : quel type d'information permet un meilleur rappel ou une meilleure reconstitution ?

8-1 Les erreurs : résultats globaux

Nous avons classé deux séries d'erreurs pour ce second trajet :

- les erreurs effectuées aux carrefours qui étaient représentés par le système
- les erreurs aux carrefours intermédiaires

Remarque : *Les erreurs du premier trajet font référence de repère évènementiel lors du second passage.*

| Erreurs du second trajet... | | | ...et les erreurs intermédiaires | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------------|----------------------------------|-----------------------|-------------|
| Symbolique | Moyenne Ecart-type | 3 2.6 | Symbolique | Moyenne Ecart-type | 3.5 3.14 |
| Figuratif | Moyenne Ecart-type | 4.2 3.37 | Figuratif | Moyenne Ecart-type | 5.3 3.9 |
| Total | Moyenne Ecart-type | 3.7 3 | Total | Moyenne Ecart-type | 4.4 3.6 |

Lors du second trajet, les erreurs deviennent plus nombreuses pour les sujets équipés d'un système comme de l'autre. **La différence n'est pas significative entre les deux, bien que le système Figuratif soit responsable d'un nombre d'erreurs plus élevé.** Par ailleurs, on peut constater les sujets avec ce système ont commis plus d'erreurs dans les carrefours intermédiaires. Elles se justifient par une confusion de carrefours. La responsabilité incombe aux représentations spatiales dont la tendance est de réduire les distances.

Globalement les erreurs sont concentrées au milieu du trajet, et contrairement aux hypothèses posées, les sujets avec le système Symbolique ont globalement fait moins d'erreurs sur le second trajet que les sujets avec le système Figuratif. La variabilité interindividuelle intra-groupe explique sans doute la non significativité de l'effet des systèmes sur la mémorisation du trajet.

La performance de certains sujets dans la réalisation de la seconde tâche tient moins à l'efficacité d'un type de présentation système qu'aux caractéristiques des sujets et à leur motivation à réaliser cette tâche.

Trois sujets ont pu refaire le trajet sans erreurs dont deux avec le système Symbolique et un seul avec le système Figuratif.

La catégorie socio-professionnelle discrimine les performances des sujets pour la tâche de reconnaissance de l'itinéraire. Les personnes avec un niveau de formation inférieur au baccalauréat font significativement plus d'erreurs aux carrefours numérotés que celles en possession d'un diplôme d'études supérieures ($t=2.169, ddl=30, p<0.038$). La différence est également significative pour le total des erreurs comprenant celles commises aux carrefours intermédiaires ($t=2.044, ddl=30, p<0.05$).

Cas des participants habitués à la route

Par ailleurs, parmi les participants certains exercent une activité qui a trait à l'expérience de la route comme les représentants, les chauffeurs routiers et les chauffeurs de taxi. Nous avons décidé d'extraire ce sous-ensemble pour vérifier qu'elle n'influence pas les résultats quant à l'appréhension de l'espace. Nous avons testé la comparaison sur le nombre d'erreur au second trajet. Nous n'avons pas testé la différence au niveau des stratégies visuelles car s'ils sont « routiers » ce qui ne signifie pas qu'ils sont habitués à lire des systèmes de guidage !

Huit sujets correspondent à cette catégorie (6 dans le groupe système Symbolique, et 2 dans le groupe système Figuratif). Nous avons extrait des résultats globaux ceux de ces sujets et nous avons effectué une nouvelle comparaison de moyenne entre les deux groupes, système Symbolique et système Figuratif. Il n'y a pas de distinction par conséquent l'activité professionnelle liée à la route n'influence pas les performances.

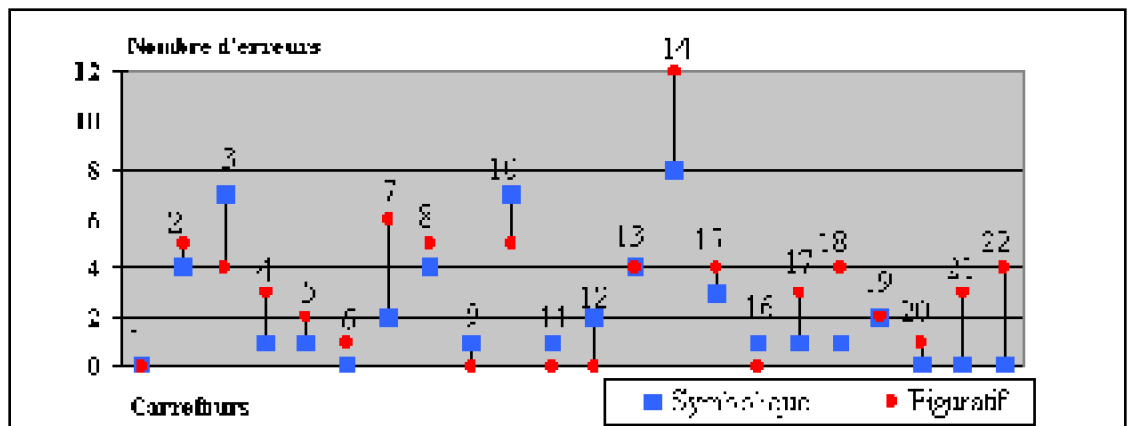
8-2 Analyse des erreurs pour chaque carrefour

Nous noterons en caractère gras la direction correcte. Nous détaillerons les erreurs commises à chaque carrefour.

- **C1** : Aucune erreur n'a été enregistrée.
- **C2 (à gauche)** : Bien que ce carrefour représente le début du trajet, le tiers des sujets ont commis une erreur. Certains ont tourné à droite, ils avouent se souvenir du carrefour mais ne peuvent associer la direction. Deux confusions sont possibles. Le sujet a confondu la situation présente avec le carrefour suivant où il faut tourner à droite. Secondement, Du fait que le carrefour 2 est en réalité le même carrefour que le 22 mais en sens inverse, le sujet n'a pas su distinguer les deux perspectives et a amalgamé les deux situations.
- **C3 (à droite)** : Il s'agit du même rond-point que le carrefour 21. Les erreurs du second passage sont sans doute le témoignage d'une confusion entre l'action produite au carrefour 3 et celle du carrefour 21.
- **C4 (à droite)** : Bien que ce carrefour soit relativement caractéristique, quatre personnes ont tourné à gauche après hésitation.
- **C5 (à droite)** : Sur les trois personnes, deux ont tourné à gauche et une seule est allée tout droit.
- **C6 (à gauche)** : Une seule personne s'est engagée sur la voie de droite mais cette personne s'est rapidement auto-corrigée.
- **C7 (à droite)** : La seule erreur possible est de continuer tout droit. Cette erreur est préjudiciable car elle entraîne la personne égarée en centre ville. Les routes du centre ville ne permettent pas le demi-tour, ce qui entraîne l'automobiliste à faire un détour pour revenir à sa dernière étape et ensuite s'engager dans la bonne direction.
- **C8 (à gauche)** : Près d'un tiers des sujets n'ont pas reconnu le carrefour et ont continué sans prendre la bifurcation sur la gauche. Pour certains, l'erreur fait suite à une mauvaise estimation des distances. D'autres sont allés tout droit, car se sentaient

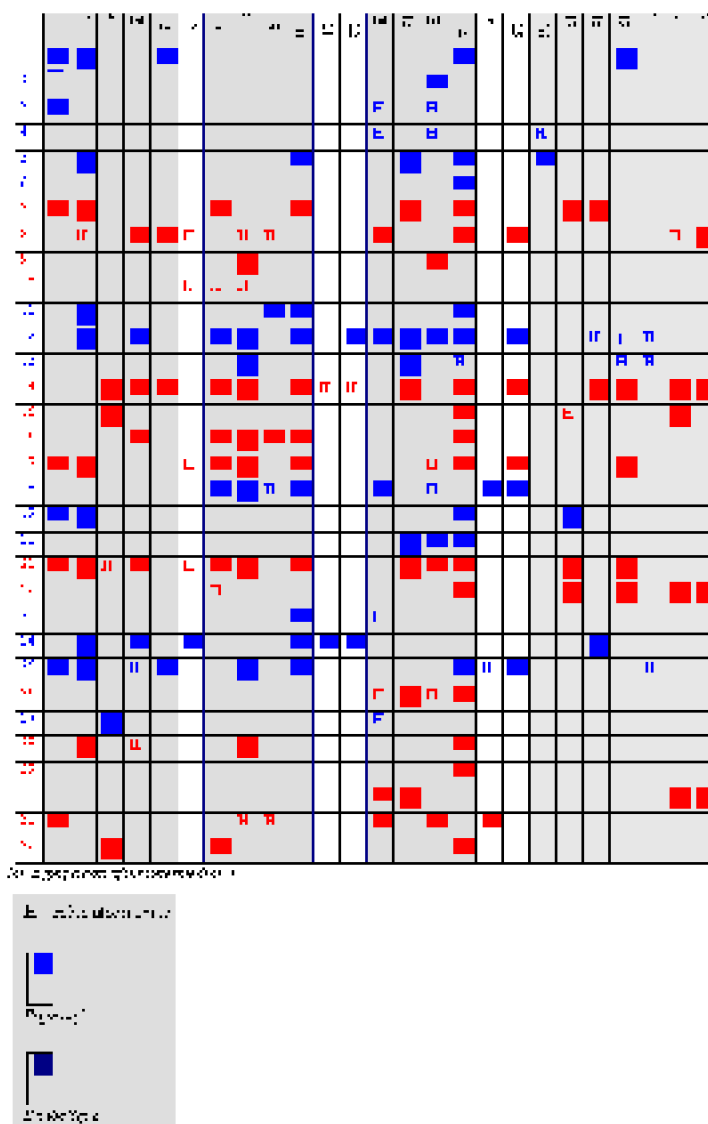
incapables de prendre une décision.

- **C9 (à gauche)** : Une seule personne a tourné à droite. Comme le feu est vert, la décision doit être rapide.
- **C10 (à droite)** : Le carrefour se situe dans le centre ville, c'est donc un carrefour particulièrement animé et saturé. De plus, la route principale qui traverse le centre ville est une route avec présélection des files. Certains sujets n'ont pas été sensibles à cette présélection et sont restés sur la file de gauche. En restant sur la file de gauche, ils ont continué tout droit au lieu de tourner à droite. Ils restaient volontairement sur cette file car ne reconnaissaient pas les lieux. C'est seulement, une fois dans l'intersection, que certains prennent conscience de leur méprise. Ils reconnaissent non pas le carrefour mais la perspective de la route qui quitte l'intersection pour rejoindre le carrefour 11 qu'ils doivent traverser.
- **C11 et C12 (à gauche)** : Trois personnes ont pris le mauvais embranchement aux fourchettes dont une seule personne au carrefour 11.
- **C13 (à gauche)**: Entre le carrefour 12 et le carrefour 13, l'intervalle est une grande ligne droite interrompue par un feu. Ce carrefour intermédiaire fut l'objet d'une confusion avec le carrefour suivant (le carrefour 13), donc plusieurs personnes se sont fourvoyées à ce carrefour. Les sujets troublés au carrefour intermédiaire ne l'ont pas été au carrefour suivant. Ils avaient instantanément pris conscience de leur fausse illusion à cause de la forte ressemblance entre les deux carrefours (une intersection en croix, une route principale bordée d'arbres et des feux tricolores). Inversement, 40% des sujets n'ont pas reconnu le carrefour 13 et ont continué tout droit. Certains hésitaient fortement car par une estimation de la distance, il devait changer de direction. Mais comme ils ne reconnaissaient pas l'intersection, ils ont préféré continuer.
- **C14 (à droite)**: Plus de la moitié des sujets n'ont pas tourné à droite après le feu. Le groupe Symbolique est représenté par la moitié de son effectif, et le groupe Figuratif par l'ensemble de son effectif moins deux individus, soit 87.5%. L'explication de cette erreur est communément rattachée à une distorsion dimensionnelle : aucun des sujets n'a reconnu le carrefour, bien que signalé par un commerce à la devanture verte. Ils ont continué. A l'intersection, les uns ont reconnu la configuration de la route adjacente, pour les autres, l'intervention de l'expérimentateur s'avérait nécessaire. Une même interjection sert de justification « mais je croyais que c'était plus loin ! »



- **C15 (à gauche):** C'est pour cette même raison que six sujets ont commis une erreur à ce carrefour, dont cinq l'avaient déjà commise au premier trajet. Toutefois, l'erreur du second est d'une autre nature puisque les sujets ont continué sans prêter attention au « mur gris » qui correspondait pourtant au repère le plus prégnant.
- **C16 (à gauche):** Un seul sujet a tourné à gauche au lieu de prendre à droite. C'est une erreur d'anticipation, car la bifurcation à droite « concerne le prochain carrefour.
- **C17 (à droite):** Quatre sujets sont allés tout droit.
- **C18 (à droite):** Le carrefour 18 est très proche du carrefour 17 seulement à un trentaine de mètres. Trois sujets, exclusivement avec le système Figuratif, se sont trompés successivement au carrefour 17 et 18. Ces sujets étaient affectés d'une forme d'amnésie. La Chronologie du parcours est telle que les carrefours 17 et 18 sont engloutis face à l'importance des carrefours suivants et précédents (carrefour 15 et 19) à un niveau représentationnel.
- **C19 (à gauche):** Bien que ce carrefour fut la cause d'un grand nombre d'erreurs lors du premier passage, nous étions en mesure de penser qu'aucun sujet ne commettrait d'erreurs la seconde fois. Il n'en fut rien ! 20% des sujets se sont dirigés vers la mauvaise voie. L'hésitation était grande mais elle n'a pas su les diriger. Trois sur quatre avaient déjà commis l'erreur au premier passage. Ils se souvenaient du carrefour, mais ils étaient incapables de décider pour une direction.
- **C20 (en face):** Ce carrefour est doté d'une caractéristique forte (la taille du rond-point) inhérente à la caractéristique suivante (le passage en dessous de la rocade). Nous ne sommes pas surpris de constater que, ce carrefour et l'action associée furent, dans l'ensemble, bien identifiés car un seul sujet a oublié la bonne sortie. Il a pris la suivante.
- **C21 et C22 (à droite) :** Ces carrefours font l'objet d'un plus grand nombre de passages par rapport aux autres carrefours pour la simple raison que ces intersections ont déjà été fréquentées au début du trajet (respectivement les carrefours 2 et 3). Bien qu'il s'agisse des mêmes ronds-points, le point de vue diffère ainsi que l'action associée. La nature des erreurs s'explique simplement par une confusion entre les différentes actions sur un même secteur. Toutefois, la consigne donnée avant le départ du second trajet précisait qu'il fallait revenir sur le parking du

centre Leclerc. Or, le Centre commercial et son parking sont parfaitement visibles des deux ronds-points puisque la zone commerciale est bordée par la route qui relie les trois derniers carrefours. Contrairement à l'ensemble des sujets, il semblerait que les sujets fourvoyés n'ont pas prêté attention au contexte spatiale de la fin du trajet. Il faut toutefois préciser qu'ils ont hésité avant de s'engager pour finalement prendre une mauvaise direction.



L'objectif de la cartographie (figure 8-2) est de mettre en évidence les intersections les plus conflictuelles. On peut lire en ligne les numéros des sujets représentant un type de système, en bleu pour le système Symbolique et en rouge pour le système Figuratif. En colonne, sont notés tous les numéros de carrefours sauf le premier puisque aucune erreur n'a été commise. Nous avons également inséré les carrefours intermédiaires « à risque ».

Les colonnes foncées de la carte mettent en évidence les concentrations d'erreurs. Quatre zones grises se distinguent. Deux appartiennent à la zone centrale et se

démarquent par la partie médiane du trajet représentée par les carrefours 11 et 12. Ceux-ci ont la même particularité avec la route qui se sépare en pâtes d'oies.

D'après cette cartographie, certaines erreurs sont isolées et dispersées, d'autres au contraire s'enchaînent sur une zone du trajet formant une sorte d'agrégat sur la carte ci-dessus. Fréquemment, une erreur en entraîne une autre, créant de cette manière un chaînon conflictuel du trajet. Nous avons regroupé les carrefours en binôme : C4-C5, C7-C8, C12-C13, C13-C14.

8-3 Evaluation des systèmes de guidage par mise en relation des stratégies visuelles et des erreurs

L'association des deux paramètres, les durées de regard et le nombre d'erreurs, soulève une nouvelle hypothèse dans la comparaison des systèmes. En effet, nous avons constaté précédemment que les sujets avec le système Symbolique regardaient moins longtemps l'écran que les sujets avec le système Figuratif et parallèlement enregistraient moins d'erreurs essentiellement lors du second trajet. Nous supposons conséquemment que les sujets dotés d'un système très simple, d'un point de vue graphique, ne sont pas encouragés à le regarder plus qu'il n'est nécessaire. Leurs regards portent alors préférentiellement sur l'environnement extérieur. De cette manière, ils observent l'environnement et portent leur attention sur des éléments physiques situés dans le contexte réel de la situation. En revanche, les sujets avec le système Figuratif ont leurs regards déviés du contexte routier car ils sont occupés à scruter l'image du carrefour sur l'écran avec des dimensions naturellement réduites. Ces automobilistes perdent une dimension : la réalité.

Ainsi, la durée des regards au carrefour, notamment au feu ou au sens giratoire de circulation, peut prédire du risque d'erreur ou non au second passage.

Les tests de régression linéaire ont été appliqués à partir de données globales puis de données spécifiques. Les données globales correspondent à l'ensemble des observations tandis que les données spécifiques extirpent certaines observations de l'ensemble. Ainsi, nous avons associé les durées totales de regard avec le nombre total des erreurs du second trajet, puis nous avons isolé les données des carrefours à feux et celles des carrefours avec un sens giratoire (ces deux types de carrefour enregistrent des temps moyens de regard excessivement longs)(tableau 8-2).

Comme le R^2 de chaque test est inférieur à 1 (respectivement $R^2 = 0.0124$, $R^2 = 0.00861$,

$R^2 = 0.1525$), nous en déduisons que l'absence de corrélations s'explique soit par la prise en compte de situations trop variées soit par des comportements opposés, notamment entre les sujets du groupe du système Symbolique et du système Figuratif.

Par conséquent, de nouvelles régressions linéaires ont été effectuées en isolant les deux groupes. Pour chaque groupe, la relation entre les durées de regard et les erreurs a été testée sur l'ensemble du trajet, uniquement aux carrefours à feux et finalement aux carrefours avec un sens giratoire.

| | Trajet total | | C. avec feux | C. avec giratoire |
|------------|--------------|-------------|--------------|-------------------|
| | Erreurs T2 | Erreurs T2' | Erreurs T2 | Erreurs T2 |
| Symbolique | 0.0618 | 0.0531 | 0.0123 | 0.0559 |
| Figuratif | 0.0054 | 0.0196 | 0.0623 | 0.0218 |

En définitive, la durée de regard ne peut prédire le risque d'erreurs.

Les temps de regard vers l'écran sont longs compte tenu de la situation. Cependant, les regards déviés de la scène routière ne constituent pas, finalement , un obstacle à la prise d'information dans l'environnement.

9- Analyse des descriptions d'itinéraires

En guise de conclusion de l'étude, nous avons invité les sujets à décrire le parcours, de façon à ce qu'un individu, étranger aux lieux, puisse le refaire.

La consigne reprend, finalement, un exercice de la vie quotidienne. Par ailleurs, elle précise -et insiste- qu'il est important de donner, en plus des informations directionnelles, les points de repère, les éléments ou les événements qu'ils ont remarqués pendant le déplacement.

Vu l'ampleur de la tâche, un expérimentateur devait reprendre régulièrement la consigne en guise de stimulations quand la situation le demandait. Comme la prise de conscience de l'oubli peut entraîner des sentiments de frustration et de découragement, l'expérimentateur essayait d'encourager et de rassurer les sujets à continuer leur description en maintenant le dialogue. Il semblerait que l'exigence d'une réponse sous forme écrite ait pu générer quelques blocages.

Contrairement à la première tâche de mémorisation (second trajet) exécutée dans le contexte de la tâche d'apprentissage (premier trajet), cette tâche de rappel se présente différemment en terme d'activité et de contexte environnemental. Il n'est donc plus question de conduire à Meyzieu, mais d'écrire dans les locaux de l'INRETS.

L'intérêt d'être éloigné du parcours évite les références visuelles qui pourraient introduire des négociations comme « vous voyez ce bâtiment » et des références déictiques accompagnées parfois de gestes comme « là-bas » avec un geste désignatif.

9-1 Classement des descriptions d'itinéraires

Afin de vérifier la congruité des descriptions, nous les avons comparées à une description standard (annexe 8) Nous avons rapidement constaté des variabilités énormes entre les productions des sujets tant sur l'exactitude que sur la richesse des repères ou des indications. Avant de donner des conclusions hâtives, il faut préciser que cette variabilité est fonction du nombre d'erreurs effectuées lors du second trajet. Plus le nombre

d'erreurs est élevé, plus l'explication est approximative, confuse, et incohérente. Plus les erreurs sont nombreuses, plus la difficulté à se remémorer le trajet de façon linéaire et chronologique augmente. Une erreur a occasionné un demi-tour ou un détour qui est parfois relativement important, notamment en centre-ville. Ces déviations présagent des perturbations représentationnelles sur l'ensemble du trajet. Il est clair que les erreurs commises et les déviations associées vont profondément désorganiser et perturber le rappel -écrit- du trajet.

En revanche, un second passage réalisé sans erreurs peut renforcer, sensiblement, l'encodage des repères et des segments routiers de la représentation interne spatiale.

Irrémédiablement, le classement des descriptions tient compte à la fois du facteur « erreur » et de l'exactitude de chaque description par rapport à la description standard.

Nous avons procédé de la façon suivante :

Nous avons répertorié les 22 changements de direction dans un tableau en leur associant un repère, afin de définir soigneusement la chronologie des carrefours. Chaque description des sujets fut analysée et segmentée en suivant les commentaires sur les carrefours avec ou pas de changement de direction. Elles furent ensuite étalonnées à la définition standard.

Les meilleures explications sont fonctionnelles car tous les changements de direction -ou presque- sont annoncés et complétés par une information environnementale. Les informations sont de type « route », c'est-à-dire qu'elles font essentiellement référence aux éléments de la route (panneau de signalisation et directions). Pour certaines intersections, les descripteurs se sont contentés de donner uniquement le sens de direction. Nous pensions que les sujets donneraient davantage de repères « architecturaux », c'est-à-dire des repères appartenant au décor riverain.

Quant aux explications (très) médiocres, elles sont inutilisables ! Il semblerait que le manque de linéarité et d'enchaînement entre les carrefours générerait une forme de désordre irréversible en terme de représentation du trajet. En tout cas, les productions reflètent ce désordre par l'évocation clignotante d'éléments isolés : une enfilade de repères avec ou pas un seul segment de route évoqué. Les sujets se révèlent même incapables d'évoquer le début ou la fin du parcours.

9-2 Catégorisation : les expressions nominales

Après le qualitatif, nous allons développer l'analyse de façon quantitative en nous inspirant des travaux de GRYL (1995). Dans sa partie méthodologique, elle nous montre comment elle a catégorisé les descriptions d'itinéraire de piétons à partir d'un environnement naturel. Dans sa thèse, elle distingue donc les expressions verbales et les expressions nominales, ceci en référence aux travaux de DENIS (1994). DENIS considère, dans son analyse des composants du discours descriptif, que deux éléments peuvent être distingués dans ce type de discours : les repères et les actions. Nous retiendrons, par conséquent, cette distinction afin de classer les éléments retenus par les sujets au moment de l'évocation du trajet.

Dans le but de vérifier l'hypothèse selon laquelle nous estimons que l'image de type photographique peut aider à mieux mémoriser un parcours grâce à la présence des repères, nous allons quantifier les points de repères des descriptions d'itinéraire. Pour rappel, nous supposons que la photographie permet une meilleure imprégnation de son environnement car invite l'utilisateur à contrôler certains repères de son environnement au moment où il va changer de direction.

Les expressions nominales

Contrairement à GRYL, nous allons prioritairement nous intéresser aux expressions nominales pour les raisons évoquées précédemment.

Selon GRYL, *la catégorisation des expressions nominales fait appel à la fonction et à la géométrie des objets ; ce sont les noms, les noms propres et les expressions employées pour décrire un objet de l'environnement utilisé dans une description d'itinéraire (...). Toutes les expressions nominales considérées désignent un repère.*

Certains repères ont un caractère unique car ils font référence à des événements (« un cycliste m'a coupé la route »). Ils appartiennent à notre mémoire épisodique. GRYL a éliminé ce groupe de repère, nous en ferons de même. En effet, nous ne pouvons pas les prendre en compte, car ils n'appartiennent pas à une culture générale et commune ils sont un événement de l'ordre affectif. Par ailleurs, dans notre étude nous aurions pu les prendre en considération, or très peu de sujets les ont annotées, c'est pourquoi nous ne les comptabiliserons pas.

Après avoir listé tous les repères évoqués par les sujets, nous les avons classés par catégorie. La liste des repères (voir tableau) nous permet de découvrir la richesse et la variabilité des désignations. Nous les avons ensuite regroupés selon deux catégories principales :

la structure routière,

la structure architecturale.

La structure routière est composée des voies, des équipements routiers et du matériel urbain. Les voies sont les artères, petites ou grandes, urbaines ou rurales. Elle correspond dans cette étude à l'ensemble des éléments qui permettent de décrire la route et ce qui lui est proche : éléments qui décrivent la route (pente, descente, petit ou grande, bordée d'arbres), des aménagements (les ronds-points, les travaux ou autres détails), les équipements routiers (les feux, la signalisation directionnelle, les céder-le-passage).

Remarque : Bien que le terme générique « carrefour » soit abondamment employé dans les descriptions, nous ne l'avons pas exploité. Il guide l'explication tel un support linguistique pour identifier une zone avec ou non un changement de direction.

La structure architecturale correspond, d'une façon générale, à des repères qui sont extérieures à la route. Il s'agit d'éléments de l'environnement bâti qui peuvent être distingués selon leur fonction : bâtiments administratifs, d'éducation, immeubles d'habitation. Nous avons affiné ces catégories en particulierisant certains repères qui font référence précisément à des carrefours du trajet expérimental : « le mur » (qui est celui du carrefour15), « bâtiment bizarre » (bâtiment moderne du carrefour 8 ?), « pont » (carrefour

18)...

Voici d'autres exemples de repère architecturaux :

Autoroute/rocade ¹⁹ ...Lotissement/résidences...Station service...Mairie...Chemin de fer...

concessionnaire RENAULT...Magasins/ bar...Affiches...Centre scolaire et sportif...

9-3 Résultats de l'analyse linguistique quantitative

9-3-1 Analyse sur le corpus global

D'après le tableau 9-1, il apparaît clairement que les sujets du système Symbolique donnent des descriptions plus riches et détaillées que les sujets du système Figuratif. La différence entre les deux groupes est plus importante pour l'évocation des éléments routiers que celles des éléments architecturaux. Plus précisément, les sujets du système Figuratif ont cité moins souvent les feux et les ronds-points alors que ce sont des éléments relativement fréquents sur le trajet. Par contre, le départ et l'arrivée sont des repères qui ne distinguent pas les deux groupes.

Ce tableau de résultats est une peinture très approximative qui mérite d'être étudié autrement en tenant compte des caractéristiques des groupes et notamment du nombre des erreurs commises lors du second passage. Ces perturbations sur le trajet peuvent modifier la représentation du trajet voire la bouleverser.

| Eléments environnementaux | Symbolique | Figuratif |
|--|------------|-----------|
| Rond-point | 63 | 37 |
| Feux tricolores | 51 | 15 |
| Indices routiers* | 66 | 38 |
| Signalisation directionnelle** | 25 | 7 |
| Sous-total des éléments routiers | 205 | 97 |
| Points de départ et d'arrivée | 27 | 25 |
| Points de repère classiques | 67 | 50 |
| Sous-total des éléments architecturaux | 94 | 75 |
| Total | 299 | 172 |

Comme les utilisateurs du système Figuratif accusent le plus grand nombre d'erreurs durant le parcours ; cela signifie que la différence des descriptions en terme quantitatif est donc vigoureusement liée à la qualité de l'explication.

Pour cette raison, nous ne pouvons pas appliquer un test statistique (comparaison de moyennes) sur l'ensemble du corpus mais seulement sur une partie. Pour ce faire, nous

¹⁹ Nous avons classé « l'autoroute-rocade » dans la catégorie repère architectural car les sujets ne la rencontrent qu'une seule fois : elle passe sous l'un des ronds-points. Comme les sujets n'ont pas emprunté cette voie rapide, elle ne peut pas être considérée comme un repère routier. Elle appartient à l'environnement extra-routier.

avons sélectionné les meilleures descriptions des deux groupes.

Nous avons appliqué les tests sur une partie de l'échantillon bien définie. Nous avons sélectionné parmi les sujets des deux groupes ceux qui ont commis le moins d'erreurs.

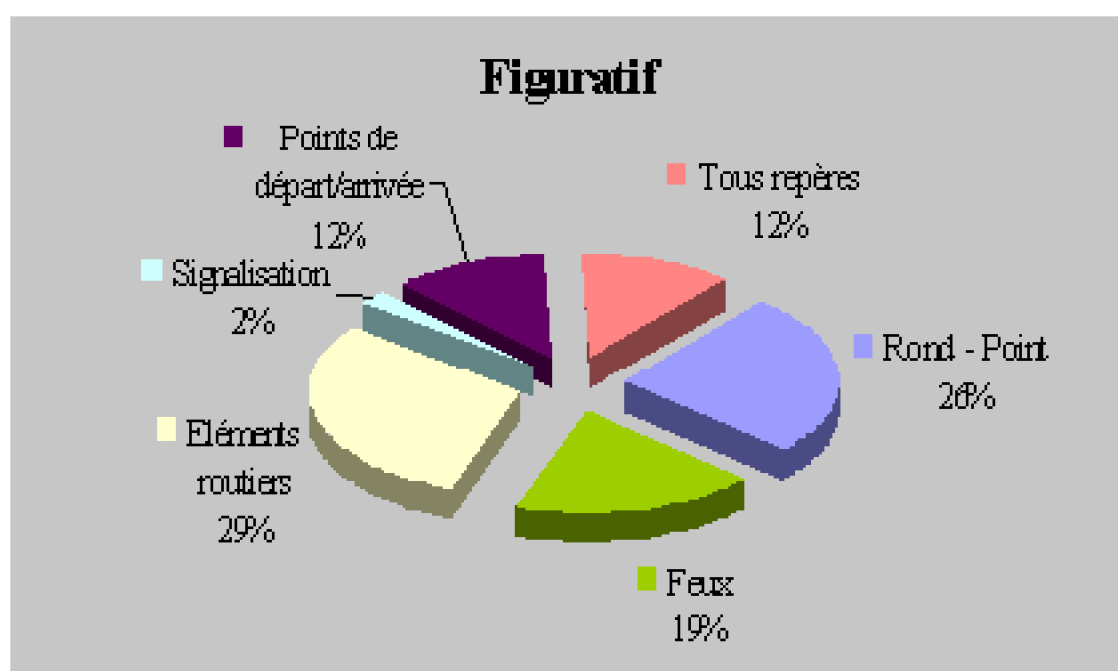
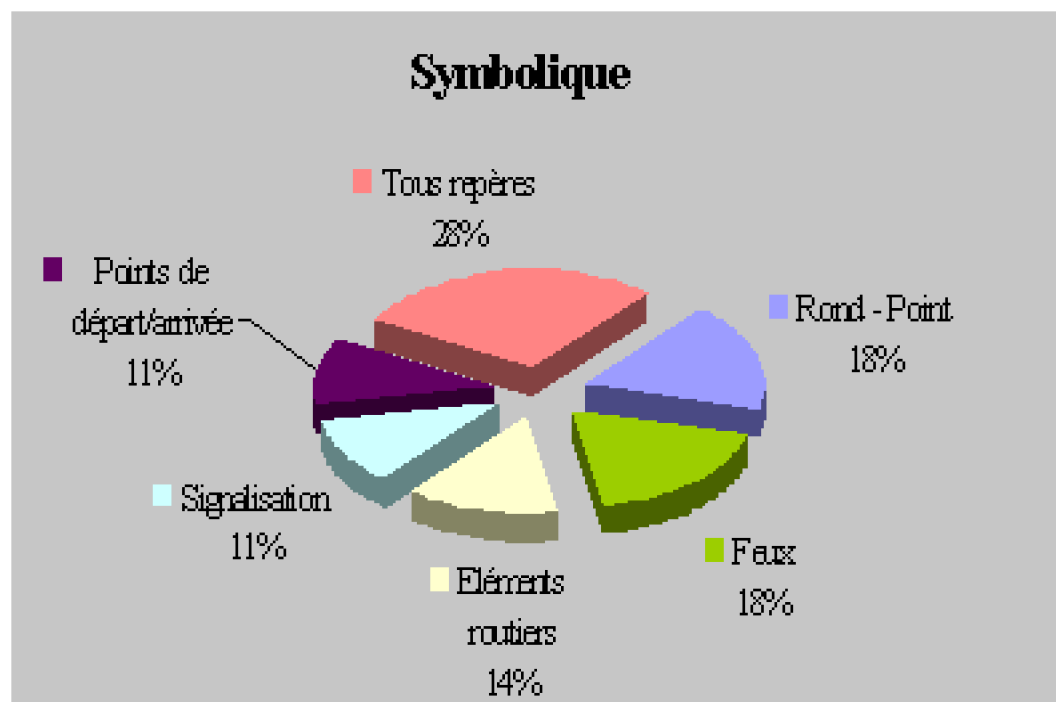
9-3-2 Analyse quantitative et comparaison des systèmes sur petits échantillons

Afin d'obtenir une équivalence de performance des sujets entre les deux systèmes, nous avons sélectionné les descriptions les plus fidèles en tenant compte du nombre d'erreur commis par les sujets (de 0 à 2 erreurs). Ainsi, l'échantillon est composé de six sujets dont trois du système Symbolique et trois du système Figuratif, chacun ayant commis moins de deux erreurs. Dans chaque groupe, un sujet a réalisé le parcours sans erreur, le second avec une seule erreur et le dernier avec deux. Nous obtenons la répartition suivante :

| Erreurs | 0 | 1 | 2 |
|------------|---|---|---|
| Symbolique | 1 | 1 | 1 |
| Figuratif | 1 | 1 | 1 |

| ELEMENTS : | | SYMBOLIQUE | FIGURATIF |
|-------------------------------|-----------------------|------------|-----------|
| Rond-point | Moyenne Ecart-type | 4.33 1.15 | 3.67 2.52 |
| Feux tricolores | Moyenne Ecart-type | 4.33 2.67 | 1.53 2.08 |
| Indices routiers | Moyenne Ecart-type | 3.33 2.08 | 4.33 3.79 |
| Signalisation directionnelle | Moyenne Ecart-type | 2.67 3.79 | 0.33 0.58 |
| Points de départ et d'arrivée | Moyenne Ecart-type | 2.67 1.15 | 1.67 0.58 |
| Points de repère classiques | Moyenne Ecart-type | 6.67* 0.58 | 1.67 0.58 |

Le tableau 9-3 et les figures 9-1 et 9-2 mettent en évidence, sur la base d'un petit échantillon, les différences lexicologiques en rapport avec l'environnement de l'itinéraire. Il n'y a pas de différence significative sur la fréquence d'apparition pour l'ensemble des éléments routiers (rond-point, feux tricolores, indices routiers, signalisation directionnelle). Par contre, la différence est significative ($t=10.607$, $p<0.00009$) en ce qui concerne les repères architecturaux que nous considérons comme les plus classiques. Les résultats laissent transparaître une légère supériorité chez les sujets du système Symbolique. Ils évoquent en moyenne 6.67 repères contre 1.67 chez les sujets du groupe Figuratif.



Suite aux résultats précédents, nous avons voulu vérifier si nous obtenions des conclusions identiques avec un échantillon (N=18), constitué sur le même principe, mais avec un nombre d'erreurs allant jusqu'à quatre.

Malheureusement, il n'apparaît pas de différence significative, ce qui nous laisse supposer qu'au-delà de trois erreurs la représentation du trajet est beaucoup moins précise indépendamment du système de guidage.

9-3-3 Analyse quantitative et caractéristiques des sujets

85% des sujets de l'échantillon réduit ont un « niveau supérieur » de formation et 60% des sujets en général ont, d'après les test d'imageries, des capacités « fortes ».

Dans les deux échantillons recomposés (N=6 et N=18), il n'apparaît pas d'effet du niveau de formation ou des capacités d'imagerie sur les fréquences d'apparition des éléments environnementaux.

10- L'évaluation subjective des systèmes

Le questionnaire a permis de recueillir auprès des sujets une évaluation subjective des systèmes lors de la conduite. Des questions sont posées sur le contenu graphique et informationnel du système ; d'autre part des questions sollicitent les critiques, les attentes et les propositions des sujets en vue d'une amélioration du produit.

Dans l'ensemble, les systèmes sont appréciés car ils jalonnent scrupuleusement l'itinéraire. Le principe du guidage se réfère à un niveau « égocentré », c'est-à-dire selon le point de vue de l'utilisateur. La prise en compte du point de référence facilite la lecture de l'information et la reconnaissance des lieux. Les systèmes que nous avons créés dirigent, par des informations uniquement visuelles, l'utilisateur du point de départ jusqu'au point d'arrivée. Il s'agit d'une assistance par « vues locales », le système intervient à chaque fois que c'est nécessaire.

10-1 Une information représentative de la situation perceptive

«Est-ce que les informations qui vous ont été présentées sur le système de guidage étaient représentatives de ce que vous avez vu sur la scène routière ?

| Représentatives pour : | | Type de support | | Total |
|----------------------------|---------------------|-----------------|-----------|--------------|
| | | Symbolique | Figuratif | |
| Tous les carrefours | Effectif % du total | 13 40.6% | 6 18.8% | 19 59.4% |
| La majorité des carrefours | Effectif % du total | 3 9.4 % | 10 31.3% | 13 40.6% |
| Total | Effectif % du total | 16 50.0% | 16 50.0% | 32 100.0% |

Malgré les deux carrefours équivoques (15 et 19), les sujets restent indulgents dans leur jugement car près de 60% des sujets estiment que l'information donnée est représentative de ce qu'ils ont vu pour tous les carrefours. Les 40% restant approuvent pour une « majorité de carrefours » dont 31.3% guidés par le système Figuratif. La minorité des carrefours qui ne répondent pas à leur satisfaction fait référence aux

carrefours cités ci-dessus.

Bien que la différence ne soit pas significative entre les deux systèmes, le système Symbolique satisfait plus d'utilisateurs sur le critère de la représentativité de la configuration. En effet, près de 80% des utilisateurs de ce système approuvent ce critère sur l'ensemble des carrefours contre 37.5% des utilisateurs du système Figuratif.

Nous pouvons considérer que le graphisme des systèmes a été globalement apprécié durant le guidage. Ce résultat est pertinent avec les résultats de l'observation des erreurs.

10-2 Aucune gêne liée à un événement exogène

Nous avons demandé aux participants si, parmi la liste suivante, un des éléments les a le plus gêné durant la conduite :

- le moment de présentation de l'information
- la qualité de l'information présentée
- la durée de la présentation de l'information
- l'introduction d'une information dont vous ne maîtrisez pas le contrôle
- aucun

| Evénements gênant durant la conduite | | | Type de support | | Total |
|--|------------|--|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Moment de présentation de l'information | Effectif | | 1 | | 1 |
| | % du total | | 3.1% | | 3.1% |
| Qualité de l'information présentée | Effectif | | | 4 | 4 |
| | % du total | | | 12.5% | 12.5% |
| Introduction non contrôlée d'une information | Effectif | | | 2 | 2 |
| | % du total | | | 6.3% | 6.3% |
| Aucun | Effectif | | 15 | 10 | 25 |
| | % du total | | 46.9% | 31.3% | 78.1% |
| Total | Effectif | | 16 | 16 | 32 |
| | % du total | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Remarque : Seuls apparaissent les items qui ont été sélectionnés.

Les utilisateurs du système Symbolique déclarent, de façon unanime, ne pas avoir été gênés par l'un de ces éléments durant le trajet ; tandis que parmi les utilisateurs du système Figuratif, 19% des sujets ont été gênés soit par la qualité -médiocre- de l'information soit par l'absence de contrôle sur le système. La qualité de l'image a été partiellement dégradée, comme nous l'avons déjà souligné, à cause du soleil qui a considérablement réduit les contrastes.

10-3 Satisfaction de la durée de présentation de l'information

Nous obtenons un 100% de satisfaction à la question du temps de présentation de l'information sur l'écran pour effectuer une manœuvre et ceci pour tous les carrefours.

Le système laisse suffisamment de temps pour la prise de décision et l'action associée à cette décision en tenant compte précisément compte de la configuration complexe des carrefours.

10-4 Evaluation sur les critères physiques et psychologiques

La question 4 se divise en plusieurs items (*taille, contraste, compréhension, pertinence, perturbation*). La *taille* et le *contraste* renvoient à des qualités purement physiques de l'objet. En revanche, les critères - *compréhension, pertinence, et perturbation* - font référence aux effets sur le traitement cognitif. Pour chaque critère, une échelle est proposée de 1 à 7, correspondant à des extrémités d'appréciation. Pour le traitement statistique, nous avons regroupé les valeurs de l'échelle en trois catégories. En précision, nous avons adopté un regroupement différent selon que les jugements portent sur les qualités physiques ou psychologiques.

Pour les qualités physiques, les valeurs:

- En dessous de 2 : le jugement est insatisfaisant car la taille et le contraste sont respectivement petite et faible.
- Entre 3 et 5 : le jugement est satisfaisant.
- Plus de 6 : le jugement est insatisfaisant pour des raisons contraires au premier cas : dimension importante et contraste élevé.

Pour les aspects psychologiques :

Les valeurs de l'échelle graduent le niveau de jugement, du plus bas (1) au plus élevé (7).

Par conséquent, plus on descend dans l'échelle, plus la satisfaction est grande.

Les critères physiques :

Les différences ne sont pas significatives entre les deux systèmes à propos des critères physiques.

| | | | Type de support | | Total |
|--------|----------|---------------------|-----------------|-----------|-----------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Taille | Petite | Effectif % du total | 2 6.3% | 5 15.6% | 7 21.9% |
| | Correcte | Effectif % du total | 14 43.8% | 11 34.4% | 25 78.1% |
| Total | | Effectif % du total | 16 50.0% | 16 50.0% | 32 100.0% |

Sur l'ensemble de l'échantillon, 22% des sujets estiment que la taille de l'information est petite dont 15.6% sont des utilisateurs du système Figuratif (tableau 10-3). L'information photographique est riche de détails et il semblerait que, pour certains, la petitesse de l'écran ne soit pas favorable à la lecture de ce type d'affichage.

| | | | Type de support | | Total |
|-----------|----------|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Contraste | Faible | Effectif % du total | 2 | 4 | 6 |
| | | | 6.3% | 12.5% | 18.8% |
| | Correcte | Effectif % du total | 14 | 12 | 26 |
| | | | 43.8% | 37.5% | 81.3% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Au regard de ces chiffres (tableau 10-4), très peu de sujets (19%) évoquent le problème de la gêne du soleil. Du fait de l'importance de cette variable, nous avons examiné avec minutie les valeurs afin d'avoir une photographie plus juste de l'appréciation des sujets ; ainsi, nous avons isolé les valeurs égales à 3 sur l'échelle que nous considérons comme un *contraste moyen*.

Curieusement, ce sont les utilisateurs du système Symbolique qui ont un jugement plus modéré (28%), contrairement aux utilisateurs du système Figuratif qui à 31.3% considèrent que le contraste est correct (tableau 10-5). En d'autres termes, cette différence est notable sur le plan de l'interprétation : les utilisateurs du système Symbolique demandent de façon majoritaire implicitement à augmenter le contraste, contrairement aux seconds dont la majorité est plutôt satisfaite. Ces résultats effleurent l'antinomie avec ceux de l'observation. Pour autant, on peut en déduire que malgré un contraste faible, le système Symbolique reste tout aussi performant. Quant au système Figuratif, les sujets estiment peut-être que la faiblesse du système n'est pas exclusivement liée à la lumière.

| | | | Type de support | | Total |
|-----------|---------|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Contraste | Faible | Effectif % du total | 2 | 4 | 6 |
| | | | 6.3% | 12.5% | 18.8% |
| | Correct | Effectif % du total | 5 | 10 | 15 |
| | | | 15.6% | 31.3% | 46.9% |
| | Moyen | Effectif % du total | 9 | 2 | 11 |
| | | | 28.1% | 6.3% | 34.4% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Les critères psychologiques :

Les différences ne sont pas significatives pour les critères *compréhension* et *pertinence*.

| | | | Type de support | | Total |
|--------------------------|--------------|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Compréhension du message | Très Facile | Effectif % du total | 14 | 9 | 23 |
| | | | 43.8% | 28.1% | 71.9% |
| | Satisfaisant | Effectif % du total | 2 | 7 | 9 |
| | | | 6.3% | 21.9% | 28.1% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

De façon globale, les images sont satisfaisantes du point de vue de la compréhension du message. 72% des utilisateurs considèrent précisément que l'information est très facile à comprendre (tableau 10-6). Dans le groupe du système Symbolique, en raison de la simplicité du graphisme, 87.6% ont trouvé que l'information était facile à comprendre contre 56.2% dans le groupe système Figuratif. Les utilisateurs de ce dernier système se contentent d'une appréciation plus pondérée.

Concernant la pertinence de l'information, c'est-à-dire le fait que l'image soit bien appropriée à la situation, nous obtenons une variabilité des réponses principalement auprès des utilisateurs du système Figuratif. Une majorité (22%) trouve que les images sont très pertinentes et 15,6% *pertinentes*. Par contre, 12.5% estiment qu'elles sont *peu pertinentes*.

Parmi les utilisateurs de l'autre système, on retrouve la même tendance excepté le fait qu'ils sont plus nombreux (31.3%) à juger que les images sont *très pertinentes*, et incidemment, moins nombreux pour *pertinentes* (12.5%) et *peu pertinentes* (6.3%) (tableau 10-7).

| | | | Type de support | | Total |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Pertinence de l'information | Très pertinente | Effectif % du total | 10 | 7 | 17 |
| | | | 31.3% | 21.9% | 53.1% |
| | Pertinente | Effectif % du total | 4 | 5 | 9 |
| | | | 12.5% | 15.6% | 28.1% |
| | Peu pertinente | Effectif % du total | 2 | 4 | 6 |
| | | | 6.3% | 12.5% | 18.8% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Concernant la gêne occasionnée par l'intrusion d'une information pendant la conduite (tableau 10-8), la différence entre les deux groupes est significative $\chi^2 = 0.03$ ($p < 0.05$) : 22% des utilisateurs du système Figuratif ont été gênés par le système alors que les utilisateurs du système Symbolique estiment ne pas avoir été perturbés ou peu perturbés par le système. La gêne est évaluée, sans conteste, par le temps de regard sollicité par le système, en raison d'une grande quantité d'informations affectées par le soleil

| | | | Type de support | | Total |
|--------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Perturbation | Perturbatrice | Effectif % du total | - | 7 | 7 |
| | | | - | 21.9% | 21.9% |
| | Peu perturbatrice | Effectif % du total | 16 | 9 | 25 |
| | | | 50.0% | 28.1% | 78.1% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Synthèse de quelques commentaires des sujets sur les systèmes :

La remarque principale des sujets du système Figuratif concerne le décalage entre la prise de vue de la photo et leur propre prise de vue de l'environnement. Le système est déclenché précisément à l'endroit de la prise de vue mais ceci ne correspond pas au moment exact de la prise d'information des sujets. En raison de la vitesse du véhicule, les conducteurs pénètrent plus rapidement dans le carrefour, les amputant de la perspective générale du carrefour. Le décalage est plus ou moins important selon la vitesse du véhicule, la distance entre le référent de la prise de vue et le cœur du carrefour.

Un sujet propose des prises de vues plus aériennes notamment pour les carrefours avec des ronds-points. Nous savons effectivement que les ronds-points font souvent l'objet de parure végétale. Les vues surélevées offriraient un tableau global du carrefour garantissant, ainsi, une meilleure anticipation dans le sens où la représentation spatiale du carrefour serait sans doute moins confuse.

Cette proposition corrobore la remarque d'un autre participant également sur les photographies des ronds-points : celles-ci sont critiquées en raison d'une prise de vue éloignée du rond-point. Cet éloignement concourt à amplifier l'importance d'éléments qui

ne le sont pas, comme les trottoirs, et inversement d'amoindrir le cœur de l'intersection.

En conclusion de ces remarques, la prise de vue ne doit pas rendre une perspective éloignée du carrefour mais doit au contraire offrir un plan rapproché. Il est possible que ce « zoom » permette d'améliorer l'adéquation entre les repères du carrefour et l'action associée.

Bien que nous ayons porté un effort pour représenter les différents accès aux ronds-points par un codage spécifique, le symbolisme s'avère insatisfaisant chez les utilisateurs du système Symbolique lorsque les ronds-points se complexifient. Ils souhaitent une reproduction avec des voies principales clairement distinctes des voies secondaires.

Le dimensionnement des voies apparaît comme source d'ambiguïté également pour le carrefour caché par un mur (carrefour 15). Un des sujets suggère de continuer la symbolisation de la route médiane. Il explique son erreur comme un abus de confiance dans le système : d'après le système, la route est interrompue juste après la bifurcation, donc ce sujet continuait tout droit jusqu'à rencontrer le « bout de la route ».

En définitive, on constate que les carrefours les plus complexes, avec un rond-point ou spécifiques comme le carrefour 15, ont été sources de conflits quel que soit le système.

| REMARQUES SUR LES DIMENSIONS | |
|--|---|
| Système Symbolique | |
| -Manque une différence entre les voies principales et les petites rues. -Tenir compte de la complexité des carrefours pour les dimensions du message. -Largeur des traits en rapport avec celle des voies. -Un système de codage différent pour les voies de circulation importantes et un autre pour les mineures. | |
| REMARQUES SUR LE CONTENU DES IMAGES | |
| Système Symbolique | Système Figuratif |
| -Affichage trop loin du carrefour. -Les rues transversales ne sont pas apparentes sur le système. -Le positionnement des rues à partir de certains ronds-points n'est pas clair. -Le carrefour avec Mac Donald -La flèche du carrefour après le mur est trop petite. -Au carrefour où l'on doit tourner à gauche près un mur, l'image est arrivée trop tôt. J'aurais préféré recevoir l'information entre les deux routes. - Le carrefour avec mur, symboliser la route qui continue tout droit. | -Une vue légèrement surélevée serait peut- être souhaitable pour mieux distinguer certaines infrastructures au sol (rond-point avec parterre de fleurs non surélevés). -Sur certaines images, trop d'informations à décrypter en un laps de temps très court. -La prise de vue est éloignée du carrefour ne facilite pas la visualisation du carrefour. -Prise de vue trop tôt. -La prise de vue de la photo est éloignée du carrefour et elle ne facilite pas la visualisation de ce carrefour. -Quand on regarde l'image dans le carrefour, la prise de vue est décalée par rapport à ce que l'on voit sur la route. -Le fait de regarder l'écran donne une moins bonne perception des autres repères extérieurs. |
| REMARQUES SUR DES CARREFOURS PARTICULIERS | |
| Système Symbolique | Système Figuratif |
| -Le carrefour au-dessus de la rocade difficile (2). -Le carrefour Mac Donald n'est pas très clair (2). -Le carrefour avec un mur difficile. | -Le carrefour après le mur pas clair, mauvaise visibilité (2). -Le carrefour au-dessus de la rocade n'est pas très clair. |

10-5 Informations jugées suffisantes pour la réalisation des deux trajets

La question aborde, pour chaque trajet, l'aspect quantitatif de l'information. En d'autres termes, les participants devaient répondre par oui ou non en fonction de leur satisfaction des informations transmises sur le système pour exécuter le premier trajet, puis le second.

Pour le premier trajet, tous les sujets (100%) considèrent suffisante la quantité d'informations.

En revanche, pour le second trajet, 46.6% sur l'ensemble des sujets trouvent que l'information n'était pas suffisante dont 25% appartiennent au groupe Figuratif et 21.9% au groupe Symbolique (tableau 10-9).

| | | | Type de support | | Total |
|--|-----|------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Informations suffisantes pour les deux trajets ? | Oui | Effectif % | 9 | 8 | 17 |
| | | du total | 28.1% | 25.0% | 53.1% |
| | Non | Effectif % | 7 | 8 | 15 |
| | | du total | 21.9% | 25.0% | 46.9% |
| Total | | Effectif % | 16 | 16 | 32 |
| | | du total | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

La différence n'est pas significative entre les deux types de système. Il n'existe pas non plus de différence significative entre les sujets qui ont fait peu d'erreurs et ceux qui ont fait beaucoup d'erreurs. On ne peut donc pas conclure que les sujets qui ont fait beaucoup d'erreurs trouvent que les informations étaient suffisantes et les sujets qui ont fait peu d'erreurs trouvent que les informations sont insuffisantes.

10-6 Informations supplémentaires pour l'amélioration du guidage

Cette question propose plusieurs items, les sujets sont libres d'en choisir un ou plusieurs. Le choix n'impose pas un ordre de préférence. Pour traiter cette question, nous avons considéré que les sujets ont implicitement répondu par « oui » ou par « non » à la lecture de chaque item. Nous avons ainsi relevé la fréquence d'apparition des « oui » ou des « non » pour chacun des items. Notre tableau, avec les variables dépendantes modifiées, a pour vertu de rendre visible...les préférences.

L'objectif de cette question est de connaître les informations supplémentaires souhaitées par les sujets sur un trajet guidé. Nous avons inséré l'item *information photographique* seulement aux sujets utilisateurs du système Symbolique, en expliquant la nature de cette information.

Cet item n'a jamais été sélectionné par les sujets.

En revanche, les informations contenant une quantité (une information de distance) sont plus souvent sollicitées que les informations temporelles ou encore celles avec des icônes.

Un dernier item *Autre* laisse le sujet s'exprimer sur une demande particulière. Rares, sont les sujets qui ont répondu. Parmi eux, un seul a proposé l'ajout des indications des panneaux directionnels, les autres remarques concernent l'amélioration des images soit par l'amélioration des contrastes (deux sujets) soit par le respect des dimensions des voies utilisées (un sujet).

Remarque : les résultats des questions (6 et 8) ne sont pas significatifs.

10-6-1 Avec des icônes et des pictogrammes

Les utilisateurs du système Figuratif sont plus favorables (21.9%) à l'intégration de

pictogrammes ou d'icônes contre 12.5 % les utilisateurs du système Symbolique (Tableau 10-10).

| | | | Type de support | | Total |
|---------------------------------------|-----|------------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Avec des icônes ou pictogrammes | Oui | Effectif % du total | 4 | 7 | 11 |
| | | | 12.5% | 21.9% | 34.4% |
| | Non | Effectif % du total | 12 | 9 | 21 |
| | | | 37.5% | 28.1% | 65.6% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Les utilisateurs du Figuratif l'ont sélectionné dans l'idée d'un palliatif d'une image analogique : ils considèrent que le pictogramme pourrait remplacer la photographie en simplifiant le contenu. Alors que les utilisateurs du système Symbolique ont sélectionné cet item en tant qu'information supplémentaire.

10-6-2 Avec des informations métriques

Les informations métriques correspondent à un affichage de la distance jusqu'au prochain carrefour. Les sujets avec le système Figuratif sont également plus nombreux (28.1%) à souhaiter une indication sur la distance (tableau 10-11).

| | | | Type de support | | Total |
|---------------------------------|-----|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Avec des informations métriques | Oui | Effectif % du total | 5 | 9 | 14 |
| | | | 15.6% | 28.1% | 43.8% |
| | Non | Effectif % du total | 11 | 7 | 18 |
| | | | 34.4% | 21.9% | 56.3% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

10-6-3 Avec des informations numériques

Les informations numériques offrent des indications sur le nombre de feux ou de rues avant les carrefours importants.

| | | | Type de support | | Total |
|----------------------------------|-----|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Avec des informations numériques | Oui | Effectif % du total | 5 | 9 | 14 |
| | | | 15.6% | 28.1% | 43.8% |
| | Non | Effectif % du total | 11 | 7 | 18 |
| | | | 34.4% | 21.9% | 56.3% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Le résultat est le même que précédemment. La moitié du groupe avec le système Figuratif sollicite un complément d'information principalement en termes chiffrés (tableau 10-12).

10-6-4 Avec des informations temporelles

| | | | Type de support | | Total |
|-----------------------------------|-----|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Avec des informations temporelles | Oui | Effectif % du total | 2 | 1 | 3 |
| | | | 6.3% | 3.1% | 9.4% |
| | Non | Effectif % du total | 14 | 15 | 29 |
| | | | 43.8% | 46.9% | 90.6% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Il semblerait, en revanche, que les chiffres référents au temps comme l'affichage des minutes jusqu'au prochain carrefour (en tenant compte, évidemment, de la vitesse du véhicule) aient moins d'attrait : seulement 9.4% des individus (tableau 10-13), sur l'ensemble de l'échantillon, ont sélectionné cette indication. Une information temporelle n'est pas assez consistante et fiable.

10-7 Informations supplémentaires pour réaliser un trajet de mémoire ?

Pour cette question, nous avons demandé aux sujets si certains éléments informationnels complémentaires pourraient les aider à mieux se rappeler un itinéraire. Nous leur avons proposé différents éléments : pictogramme de points de repère, informations temporelles, numériques et métriques.

10-7-1 Avec des icônes et des pictogrammes

Les sujets avec le système Symbolique sont plus enclins à accepter l'introduction d'un pictogramme -donc d'une image- dans une perspective de mémorisation plutôt que dans une perspective uniquement de guidage (tableau 10-14).

| | | | Type de support | | Total |
|---------------------------------|-----|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Avec des icônes ou pictogrammes | Oui | Effectif % du total | 7 | 8 | 15 |
| | | | 21.9% | 25.0% | 46.9% |
| | Non | Effectif % du total | 9 | 8 | 17 |
| | | | 28.1% | 25.0% | 53.1% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

10-7-2 Avec des informations métriques

Une information de distance que nous avons appelé « information métrique » attire davantage les sujets du système Figuratif (25%) que ceux du système Symbolique(6.3%) (tableau 10-15).

| | | | Type de support | | Total |
|---------------------------------|-----|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Avec des informations métriques | Oui | Effectif % du total | 2 | 8 | 10 |
| | | | 6.3% | 25.0% | 31.3% |
| | Non | Effectif % du total | 14 | 8 | 22 |
| | | | 43.8% | 25.0% | 68.8% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

10-7-3 Avec des informations numériques

Pour les deux types d'informations chiffrées, métriques et numériques, la tendance est similaire entre les systèmes sans pour autant être significatives (tableau 10-16). Les utilisateurs du système Symbolique sont encore moins favorables à une information chiffrée en tant qu'aide à la mémorisation que dans le cas du guidage. Du côté des utilisateurs du système Figuratif, on constate une légère diminution (28% à 25%).

| | | | Type de support | | Total |
|----------------------------------|-----|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Avec des informations numériques | Oui | Effectif % du total | 2 | 8 | 10 |
| | | | 6.3% | 25.0% | 31.3% |
| | Non | Effectif % du total | 14 | 8 | 22 |
| | | | 43.8% | 25.0% | 68.8% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

10-7-4 Avec des informations temporelles

Les informations temporelles n'ont pas plus de succès en tant qu'aide à la mémorisation de trajet ou l'aide au guidage (tableaux 10-17 et 10-13).

| | | | Type de support | | Total |
|-----------------------------------|-----|---------------------|-----------------|-----------|--------|
| | | | Symbolique | Figuratif | |
| Avec des informations temporelles | Oui | Effectif % du total | 1 | 2 | 3 |
| | | | 3.1% | 6.3% | 9.4% |
| | Non | Effectif % du total | 15 | 14 | 19 |
| | | | 46.9% | 43.8% | 90.6% |
| Total | | Effectif % du total | 16 | 16 | 32 |
| | | | 50.0% | 50.0% | 100.0% |

Remarque : 6.3% des sujets avec le système Symbolique ont sélectionné la photographie pour une information supplémentaire.

10-8 Synthèse et conclusion

Equivalence des opinions sur les systèmes

Le principe du guidage carrefours après carrefours, à chaque changement semble séduire les utilisateurs. Tous les sujets ont apprécié le principe de l'assistance *type stimulus spatial- réponse*.

Le temps de présentation de l'information est suffisant pour la prise de décision et la manœuvre associée à cette décision (à l'exception peut-être du carrefour 15).

Divergence des opinions sur les systèmes

Ces divergences ciblent essentiellement le contenu de l'information :

La faiblesse des contrastes des couleurs sera le principal défaut d'après les utilisateurs du système Symbolique de façon majoritaire.

Tandis que les utilisateurs du système Figuratif soulèvent d'autres critiques que la faiblesse des contrastes. Elle se révéla pourtant comme un handicap car elle endigua la visibilité de l'écran pendant la conduite.

Les utilisateurs du système Figuratif considèrent que les images sont compréhensibles et pertinentes mais de façon plus modérée que les utilisateurs de l'autre système.

Certains utilisateurs du système Figuratif associent les images à une source de perturbation pour le premier trajet. La gêne ressentie est très probablement liée à la sollicitude du système en termes de regards.

Lorsque des informations supplémentaires sont proposées pour le guidage, les utilisateurs du système Figuratif sont plus demandeurs d'informations chiffrées, comme la distance jusqu'au carrefour, et de pictogrammes (en remplacement de la photographie).

Les informations temporelles n'intéressent pas les conducteurs de cet échantillon quel que soit le système. Il semblerait que l'information du système Symbolique suffise globalement aux conducteurs ce qui expliquerait pourquoi ils ne sont pas plus demandeurs d'informations supplémentaires contrairement aux utilisateurs du système Figuratif.

Concernant le second trajet, réalisé de mémoire, les sujets ont sélectionné les mêmes informations supplémentaires. Cependant, ils sont sensiblement plus nombreux. On peut constater une légère variante à propos des informations contenant des photographies ou des icônes. En effet, un petit pourcentage en exprime la demande. Le besoin de repères spatiaux devient éminent quand il est question de se rappeler un itinéraire !

Les commentaires de quelques sujets s'avèrent fructueux car riches d'explications et de précisions sur les défauts des deux systèmes. D'après les utilisateurs, le principal défaut du système Symbolique concerne le non respect des dimensions des voies. Cette transgression a pour effet, selon eux, l'amalgame entre les voies principales et les voies secondaires. Quant au système Figuratif, les utilisateurs remettent en question principalement les prises-de-vues des photographies qui sont, à leurs yeux, trop éloignées du cœur du carrefour. La reconnaissance s'avère difficile à cause du décalage entre l'image perçue et la prise de vue de la photographie du système.

11- DISCUSSION DES RÉSULTATS

Introduction

L'objet de cette première expérimentation est d'introduire la figuration **des points de repère** dans les systèmes de guidage embarqués. Les caractéristiques de la photographie facilitent la reconnaissance des lieux ainsi que leur mémorisation. Avec une représentation analogique, l'action est alors contextualisée et permet de réduire les ambiguïtés. La conception de THINUS-BLANC (1996) notamment met en évidence le rôle des « vues locales » prises dans l'environnement aussi bien au niveau des représentations type route que dans les cartes cognitives. Nous avons utilisé le concept de « vues locales » comme un support perceptif en guise de préparation cognitive à l'action d'orientation. La figuration dans les systèmes de guidage a commencé avec l'introduction des pictogrammes (DAIMON, PAUZIE et BRUYAS, 1997). L'icône d'un point de repère dans le carrefour facilite la reconnaissance. D'après l'étude de DAIMON et al., les pictogrammes sont plus rapidement identifiés quand ils sont déjà connus tels que les logos. La figuration des points de repère que nous proposons dans cette étude permet également l'identification du repère grâce à la présentation analogique du contexte urbain. En revanche, la sélection du repère appartient à l'utilisateur puisqu'il dispose sur l'écran d'une présentation analogique à la scène routière.

Pour mener à bien cette étude, nous avons choisi d'évaluer ce système de guidage

est protégé en vertu de la loi du droit d'auteur

inédit, en situation réelle de déplacement auprès d'automobilistes confirmés dans une ville qu'ils ne connaissent pas. L'évaluation consiste notamment en une comparaison entre un système contenant des photographies des lieux et des flèches de direction, à une information, plus rudimentaire, composée uniquement de flèches.

Nous avons comparé les performances des systèmes en tant qu'aide à la reconnaissance en observant les **stratégies visuelles** des utilisateurs, puis du nombre d'**erreurs** commises lors du premier trajet. En second lieu, nous avons évalué l'effet des systèmes sur la mémorisation de l'itinéraire en relevant le nombre de fois où les personnes se sont fourvoyées et en examinant, de façon qualitative, chaque erreur.

En guise d'étape finale, les sujets étaient conviés à un rappel écrit de l'itinéraire effectué. Cet exercice représente pour nous une autre forme d'évaluation de l'effet de l'information proposée sur la mémorisation. Dans ce cas, les sujets doivent utiliser leurs propres représentations spatiales de l'itinéraire.

11-1 Les stratégies visuelles lors de la reconnaissance

11-1-1 Analyse commune des stratégies visuelles des sujets orientées vers les systèmes de guidage

Les stratégies visuelles sont déterminées par trois paramètres : **les durées de regard vers l'écran**, **le nombre de regards**, et **la durée moyenne d'un regard**. Les durées de regard représentent les temps cumulés de tous les regards lors de la période d'affichage de l'information.

L'examen global des stratégies visuelles, pour tous les sujets, permet de distinguer de grandes variabilités inter-individuel et intra-individuel. Ce constat nous amène à analyser chaque carrefour où se produit un changement de direction. L'objectif est d'abord de spécifier les stratégies des conducteurs par typologie de carrefour et d'examiner ensuite à l'intérieur de chaque catégorie les particularités générées par l'environnement.

La stratégie visuelle vis-à-vis de l'écran se divise en deux étapes : la détection et la confirmation. La détection se caractérise par le premier regard qui correspond pratiquement à un comportement réflexe induit par un stimulus sonore. En effet, le conducteur étant prévenu de l'affichage d'une information par un signal aussi bref qu'un « bip », répond automatiquement²⁰ en regardant l'écran.

On peut supposer que le premier regard traite déjà l'information transmise sur l'écran car certains travaux (détaillés dans l'ouvrage de BOUCART, 1995) démontrent que l'individu est capable d'analyser une scène visuelle en 150ms. Or, la durée de regards

²⁰ Faut-il parler de réflexe ou d'automatisme ? HOC (1987) différencie les deux pour lever l'ambiguïté causée par l'association de deux termes « activités réflexes ». Selon lui, les automatismes font l'objet de longs apprentissages et font appel à des activités cognitives très élaborées alors que les réflexes sont liés au conditionnement, innés ou acquis. Dans notre cas, répondre à un stimulus est de l'ordre du réflexe.

vers les systèmes est quatre fois plus longue 600 ms.

Par ailleurs, un seul regard a été suffisant dans 17% des cas ²¹ (les durées ne dépassent jamais une seconde). Nous appellerons cette situation la *stratégie unique*. Cette stratégie est appliquée principalement lors de situation simple illustrée par un carrefour en croix ou un carrefour proposant une sélection de deux voies.

Les situations simples signifient, notamment dans notre étude, que lorsque l'individu aborde le carrefour, par le signal sonore, il sait qu'il doit changer de direction. En conséquence, la situation est déjà identifiée et la réponse s'inscrit dans une simple alternative choisir entre droite ou gauche. Un regard de moins d'une seconde permet à l'automobiliste d'interpréter l'image en fonction de la situation à venir pour lire l'indication du sens de direction.

Néanmoins, le cas le plus général concerne la réitération des regards. Cette dernière est motivée par un besoin de confirmation de l'interprétation du message inhérente à la première lecture. Secondement, la tâche de conduite du véhicule reste une priorité au niveau attentionnel tout en étant partagée avec la tâche d'orientation. Le comportement visuel lié à la tâche secondaire sera alterné en fonction des conditions de la tâche principale (tenue du véhicule, trafic, signalisation...) ce qui explique aussi les nombreux allers-retours entre la scène routière et la scène représentée.

Cependant, une répétition abusive peut laisser présager d'une éventuelle difficulté à juxtaposer l'information du système à la scène réelle dans une dynamique de reconnaissance. Les perturbations liées à la tâche de reconnaissance finissent par interférer la compréhension des opérations à réaliser.

Dans une tâche d'orientation, l'action est déterminée par la configuration de l'environnement. Par conséquent, la compréhension va dépendre de la construction de la représentation à finalité spatiale. A partir de là nous supposons deux stratégies possibles chez les conducteurs indépendamment du système proposé. Certains sont capables d'analyser la situation à partir de leurs représentations spatiales suite à une activité perceptive réduite, alors que d'autres éprouvent de réelles difficultés à reproduire mentalement la scène perçue, à partir du support, pour y adopter une action. Ces derniers se reposeront sur une activité perceptive visuelle récurrente.

Si certains regards peuvent être très courts, d'autres sont extrêmement longs. Ces valeurs excessives ne peuvent assurément recevoir la même interprétation. Les temps très courts correspondent soit à une prise d'information soit à une vérification de l'image sur l'écran. Le conducteur va rapidement contrôler l'écran après avoir entendu le signal sonore (annonçant l'introduction de l'image) tout en surveillant le trafic. En revanche, les regards unitaires démesurément longs sont possibles seulement si la situation le permet, comme l'attente à un feu rouge. Il peut s'agir d'un véritable traitement de l'information à visée de compréhension. Dans le cas où le feu rouge est très long, le système peut devenir un moment de divertissement.

En conclusion, ces observations générales sur le nombre et la durée des regards révèlent une différence importante de comportement en termes de prise d'informations.

²¹ 17% a été calculé sur la base sur l'ensemble des situations : nombre de sujets *nombre de carrefours.

Nous nous attacherons à déterminer si la performance des sujets du premier trajet - avec les temps de regards et le nombre d'erreurs - est liée au type de système d'information.

Le trajet expérimental a été défini volontairement par une diversité de configurations, aussi certaines caractéristiques spatiales peuvent contribuer à la variabilité des résultats.

11-1-2 Comparaison des stratégies visuelles entre les systèmes

11-1-2-1 Comparaison des durées de regard

Le système Figuratif avec des photographies est plus demandeur en ressources visuelles de façon significative que le système Symbolique. Avec les durées relatives au temps d'affichage, nous constatons que le système Figuratif sollicite en moyenne 14% du temps de regard du conducteur et le système Symbolique 8% en moyenne. **Donc, les sujets avec le système Figuratif regardent plus longtemps, plus d'une fois et demi, les informations sur l'écran que les sujets avec le système Symbolique.** Par conséquent, la durée moyenne d'un regard est incontestablement plus courte chez les sujets du système symbolique.

Ce constat va donc à l'encontre de l'une de nos hypothèses qui soutenait l'équivalence de la demande en ressources visuelles des systèmes.

Les sujets des deux systèmes ne se différencient pas en terme de nombre de regards bien que les sujets avec le système Figuratif regardent plus souvent l'information sur l'écran.

Par contre, la stratégie du regard unique est appliquée un peu plus souvent par les utilisateurs du système Figuratif. Par ailleurs, nous avons constaté qu'il n'existait pas de relation entre cette stratégie et le nombre d'erreurs. Par conséquent, il est possible que la stratégie du regard unique, de moins d'une seconde, puisse expliquer certaines erreurs mais les résultats nous démontrent que ce n'est pas une règle générale.

Au final de ces comportements visuels, le système Figuratif ne semble pas être préconisé pour un système de guidage embarqué. Or, il convient de préciser l'effet adventice de la météorologie sur le déroulement de l'expérimentation. En effet, les rayons subreptices du soleil ont incontestablement parasité la lecture des systèmes, principalement celui avec des photographies en couleur.

Le soleil est habituellement perçu comme un bienfaiteur car il véhicule des sensations plutôt plaisantes, cette étoile reste une formidable source de chaleur et également de lumière. Cependant, il peut également entraîner quelques désagréments. Avec ses longs rayons, le soleil est venu chatouiller notre écran sans que nous puissions remédier les conséquences. En constat final, le système Figuratif a été le plus pénalisé à cause d'une qualité d'image médiocre. Parmi les sujets, certains ont été importunés de façon constante alors que d'autres l'ont été ponctuellement mais parfois plus forte (en raison des caprices du soleil). Nous avons remodelé le groupe du système Figuratif en supprimant donc les données des stratégies visuelles des sujets qui ont eut le plus de difficultés. Il perdure une différence entre le système Symbolique et le système Figuratif malgré les modifications, équitables, apportées.

Il n'empêche, la qualité du système Figuratif n'était pas comparable à celle du système Symbolique à cause de la dégradation des contrastes et ceci pour tous les sujets.

D'autre part, certaines prises de vue des photographies trop éloignées du cœur de l'intersection n'ont pas permis l'accommodation et donc la reconnaissance immédiate des lieux. Cette difficulté serait inhérente aux processus de « mise à l'échelle » qui permet d'ajuster l'orientation et la taille des objets perçus éloignées du spécimen mental. La photographie présente une configuration de carrefour dans un certain format qui active une représentation en mémoire de travail et avec la vitesse du véhicule la scène perçue ne correspond pas exactement à la scène représentée. En outre, plus l'objet s'éloigne du spécimen interne, plus le temps d'identification devrait être long (PALMER, ROSCH et CHASE, 1981).

Par conséquent, une prise de vue rapprochée du carrefour pourrait résoudre le problème, néanmoins cette solution évince le contexte spatial et urbain du carrefour et donc la proposition visuelle de repères.

Par ailleurs, l'accommodation est également rendue difficile par la vitesse du véhicule et les contraintes de la situation de conduite car l'automobiliste ne peut pas s'arrêter pour regarder l'écran contrairement à un piéton ! En raison de la situation dynamique de la conduite d'un véhicule, l'information spatiale transmise à partir d'un écran doit être synthétique tout en tenant compte de la complexité de l'environnement.

11-1-2-2 Les différences selon la configuration des carrefours

Afin d'examiner plus finement cette différence significative, nous allons procéder à une analyse systématique de chaque intersection du trajet intégrée dans le système d'aide.

Carrefour simple

La simplicité de l'intersection génère de courtes durées de regard en une seule itération, tout au plus. D'ailleurs, elle représente le cas de figure idéal de la stratégie visuelle unique. Les stratégies visuelles différencient les deux systèmes de guidage : le système Symbolique sollicite en moyenne un regard de 0.5 seconde alors que le système Figuratif nécessite 0.15 seconde de plus soit 0.65 seconde.

En raison de la performance du système Symbolique dans des configurations simples, il est envisageable de supprimer toute information liée à l'environnement. Pour se faire, le système doit présenter les indications de direction juste avant l'intersection auquel cas une confusion entre deux intersections pourrait se produire. Cette formule avec uniquement des flèches est d'ailleurs déjà adoptée, elle est cependant appliquée à toutes les situations mêmes lorsque celles-ci ont une structure complexe.

Carrefour avec giratoire

Sur notre trajet expérimental, six carrefours étaient dotés de ces composants routiers dont deux au format « pachydermique » (Carrefours 19 et 20). Les moyennes des durées cumulées des regards lors du passage de ces deux derniers ronds-points sont les plus élevées : plus de 7 secondes pour le carrefour 19. L'activité perceptive importante liée à ce carrefour s'explique d'une part par un temps d'affichage plus long. En effet, pour ce

carrefour atypique, nous avons pris la décision de présenter l'information prématurément, de façon à ce que les conducteurs puissent intégrer le message avant l'entrée dans le giratoire. Les résultats montrent que ce ne fut pas suffisant car l'ensemble des conducteurs a confondu deux sorties. Selon les verbalisations des conducteurs, la difficulté réside dans l'interprétation du graphisme représentant le rond-point. De ce point de vue, aucun des deux systèmes n'est efficient compte tenu de la prolongation de l'activité perceptive des sujets. Cette dernière s'explique à la fois par la lecture due à une difficile compréhension du message et les relectures de l'information précédant l'erreur commise.

En ce qui concerne le carrefour 20, les durées moyennes des regards cumulés discriminent les systèmes de guidage : le système Symbolique sollicite un peu plus de 5 secondes l'activité visuelle tandis le système Figuratif demande près du double (9.5 secondes). Cette différence se justifie par la particularité du sens giratoire et surtout de l'action associée. En effet, à cette intersection, les sujets doivent aller tout droit mais en empruntant un rond-point ce qui fait que la linéarité de la route est quelque peu contrariée par la structure arrondie du giratoire. La photographie du système Figuratif, montre (voir annexe 2) le rond-point dans une perspective frontale et non globale. De plus, la flèche qui représente la trajectoire épouse une forme légèrement convexe pour rester le plus fidèle possible à la réalité. Or, cette présentation crée une confusion car la flèche est incohérente avec le paysage. Malgré la difficile interprétation, les conducteurs ont compris le message qui stipule d'« aller tout droit ». En réalité, la confusion a persisté au niveau de l'interprétation des lieux : ils n'étaient pas préparés à emprunter un sens-giratoire. Cette confusion est moins forte chez les sujets avec le système Symbolique grâce au dessin du rond-point dans sa forme globale. Ce dessin a servi de contexte et par conséquent a permis l'anticipation.

A ce sujet, nous avons relevé parmi les critiques du système Figuratif la difficulté à accommoder les prises de vues des photographies à la scène réelle. L'accommodation est liée à la confrontation entre un domaine dynamique généré par la situation de la conduite et celui statique, de la photographie où l'image est figée. Concernant les ronds-points, il apparaît fondamental de présenter le carrefour dans son ensemble pour faciliter l'anticipation à l'exception peut-être de la situation simple où il faut tourner à droite.

L'ensemble des sujets adopte, finalement une activité visuelle soutenue par nécessité car la configuration du carrefour est telle qu'elle empêche la visibilité du carrefour dans sa totalité, et donc entrave l'anticipation.

Nous supposons que la compréhension de la situation est perturbée par la reconnaissance des lieux dans le sens où les caractères de l'information présentée dans les systèmes ne permettent pas une identification du carrefour en question. Tant que la représentation n'est pas effective, la compréhension de l'opération ne peut être efficace (sauf dans le cas où il faut aller tout droit).

Il est certain que ces configurations sont extrêmement difficiles à représenter sous forme graphique dans la mesure où il faut réaliser le symbolisme de l'action à venir, ce qui est indubitablement le plus délicat.

Carrefour avec feux

Cette catégorie génère des comportements relativement variables en fonction de la vicissitude de la couleur des feux. Nous n'avons pas pu contrôler l'effet de la couleur de cette signalisation sur les stratégies visuelles ce qui signifie que nous n'avons pas pu différencier et examiner les comportements des conducteurs vis-à-vis des systèmes pour chacune des situations provoquées par les variations des feux tricolores. Toutefois, nous avons constaté une influence des systèmes sur les temps de regard.

L'attitude est en effet différente selon que l'écran affiche une information Symbolique ou une information Figurative. Dans le premier cas, le sujet peut se lasser assez vite, car l'information n'est guère attractive et reste simple, par conséquent les temps de regards ne seront pas excessivement longs. Par contre, dans le second cas, les temps de regards peuvent être indéfiniment longs, car les sujets en profitent pour examiner plus attentivement l'image ou le décor figuré, sinon ils regardent simplement pour occuper leur temps.

Cependant, ces temps de consultation démesurés ne constituent pas une garantie pour ne pas se tromper car certains sujets en regardant très peu de temps ne se sont pas égarés au second passage (sans système). Il n'y a pas de lien entre les stratégies visuelles et les erreurs.

Du fait de la relation entre la durée d'un feu de circulation et la durée des regards du conducteur, nous avons supposé que le nombre d'erreurs commises au second trajet dépende de la couleur du feu de circulation lors du premier trajet. En d'autres termes, si le feu est rouge au moment du passage du sujet, celui dispose d'un temps « libre » plus important pour regarder l'écran.

Conclusion

En terme de stratégies visuelles, le système Symbolique s'avère plus performant que le système Figuratif. Il sollicite moins longtemps et moins souvent l'activité perceptive des conducteurs. La simplicité du système semble suffisante dans le cas où l'information est envoyée précisément avant l'intersection. L'information spatiale est donnée par la scène routière et l'action par le système, l'association est alors inférée par le conducteur qui répond à un stimulus directionnel. Cependant, il faut souligner que ce scénario est approprié quand la situation est simple. Dès lors que la trajectoire se complexifie, nous avons vu une modification des stratégies visuelles. La nécessité de contextualiser l'opération devient évidente. Certes, la représentation analogique telle que nous l'avons proposé contient un certain nombre d'imperfections qui freinent la reconnaissance et donc la possibilité d'anticiper. Deux contraintes majeures ont perturbé l'accommodation de l'information figurative à la scène réelle : l'affaiblissement des contrastes des couleurs dû au soleil et le décalage entre les prises de vue des photographies et la scène routière.

Dans la partie suivante, nous verrons que les stratégies visuelles n'ont pas eu globalement d'incidence sur la tâche de guidage. Nous expliquerons pourquoi les systèmes ne se distinguent pas dans la fonction d'assistant à la navigation.

11-2 Les erreurs de compréhension de message

Quelles sont les conséquences des stratégies visuelles sur la compréhension et la mémorisation du message ? Tout d'abord, il faut souligner que les temps de consultation démesurés ne constituent pas une garantie pour ne pas se tromper car certains sujets en regardant très peu de temps ne se sont pas égarés au second passage (sans système). Nous n'avons pas constaté de véritables liens entre les stratégies visuelles et le nombre d'erreurs.

Le nombre d'erreurs ne discrimine pas les systèmes dans l'activité de guidage car les sujets, tous groupes confondus, ont rencontré des difficultés aux même carrefours.

Pour le premier carrefour 15, l'origine de l'erreur est de nature, certes, environnementale mais également humaine. Bien que la configuration du carrefour soit simple, un détail a piégé les conducteurs. Les sujets devaient tourner à gauche après un mur. Or, la plupart des sujets ont tourné à gauche avant le mur. La réponse est de nature « pavlovienne ». Le stimulus « tourner à gauche » a provoqué une réponse comportementale. Cette réponse immédiate est consécutive de l'absence de contrôle de l'environnement à cause d'un intervalle de temps très court entre l'apparition de l'information et la première intersection. Par ailleurs, certains sujets avec le système Figuratif ont continué tout droit car perturbés par l'image dégradée, ils n'ont pas pu reconnaître l'intersection.

Concernant le carrefour 19, la difficulté est liée à la configuration singulière du rond-point associée à l'ambiguïté de l'action à faire. La flèche jaune (annexe 3) indique la trajectoire à suivre. L'interprétation erronée est de faire le tour complet du rond-point et de revenir sur la voie initiale. Or, il faut prendre la voie précédente. Le restaurant rapide, contigu au rond-point est un repère évident qui peut être exploité pour le guidage. Une icône ou le logo de celui-ci inséré entre les deux voies permettrait d'identifier instantanément la voie à prendre.

11-2-1 Le carrefour 15 : une route cachée par un mur

Deux types d'erreurs marquent cette intersection un peu particulière dans le trajet.

11-2-1-1 La première erreur

Les sujets devaient tourner à gauche dans une petite rue, or certains d'entre eux se sont trompés de route, ils se sont engagés dans la rue précédente, quelques mètres avant, qui était, de plus, en sens interdit.

Pourquoi ont-ils commis cette erreur ?

La première explication est que, jusque-là, les sujets étaient habitués à changer de direction dès l'envoi d'une image. Or, dans cette situation, la plupart des conducteurs ont enfreint le code de la route. Ils se sont engagés dans une voie malgré le panneau *sens interdit* dressé à l'entrée de celle-ci. Ainsi, l'erreur commise à cet endroit montre le poids

ou l'incidence d'une information embarquée au détriment de la signalisation routière, notamment celle indiquant des interdictions. De toute évidence, ils n'ont pas pris le temps d'examiner l'information sur l'écran. Sur le système Symbolique, par exemple, le dessin représente les deux routes en insistant sur la route la plus éloignée. Il n'est pas certain qu'un pictogramme « sens interdit » sur la première route aurait été plus prégnant car la décision prise par les sujets est de nature automatique en réponse à un stimulus déclenché par le signal sonore.

Il faut rappeler ici que les sujets sont avertis de l'envoi d'une information par un « bip ». Ce signal sonore prévient d'un prochain changement de direction. Dans le cas du carrefour 15, la rue en « sens interdit » se détache parfaitement de la scène routière donc dès le signal sonore, les sujets ont anticipé le changement de direction et ont confirmé leur décision en regardant l'information sur écran qui indique effectivement de tourner à gauche.

Cependant, aucun des deux systèmes ne dit de prendre cette rue en sens interdit.

D'autre part, sur le système Figuratif, la photographie expose précisément la présence de ce mur. Si certains sujets n'ont pas identifié le mur, c'est à cause d'un éclaircissement imprévu lié aux rayons du soleil qui nuit à la reconnaissance de l'image.

11-2-1-2 La seconde erreur

Ce carrefour est atypique dans l'ensemble du trajet, car c'est une petite route de campagne et la route que les sujets doivent prendre est cachée par un mur. L'erreur commune est de continuer tout droit. Toutefois, les sujets se sont généralement auto-corrigés après avoir vu la route mais inopportunément.

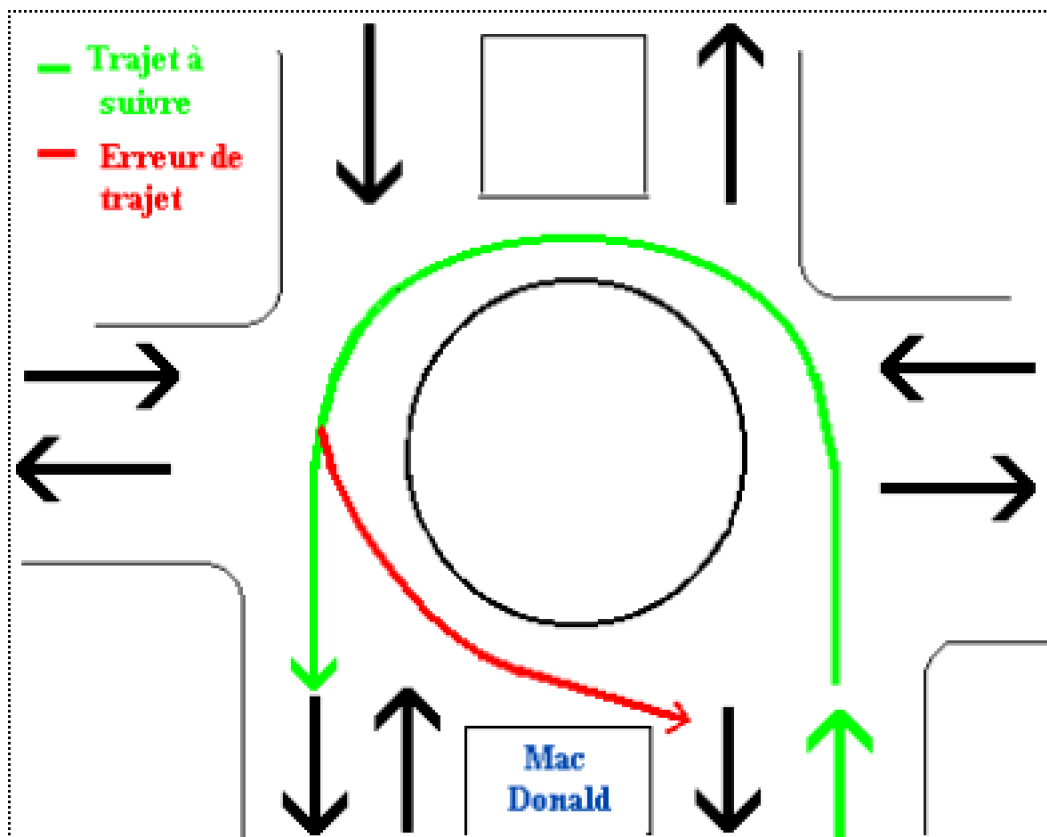
Nous avons supposé qu'à cet endroit, précisément, les sujets guidés par le système Figuratif seraient plus performants en raison de l'imposante présence du mur sur la photo. La flèche indique de tourner après le mur. La prise de vue de la photographie est censée aider les sujets à anticiper le « virage en équerre ».

Or, les sujets n'ont pas profité de la qualité de l'image en raison de la réflexion du soleil sur l'écran. Ce fut un biais expérimental considérable. Certains sujets ont été relativement gênés par les rayons du soleil. En conséquence, ils ont eu beaucoup de difficulté à lire les informations sur l'écran. Les flèches dessinées restaient, toutefois, les indications les plus lisibles. **En conséquence, certains sujets avec le système Figuratif se sont retrouvés à certaines occasions, dans les mêmes conditions expérimentales que les sujets avec le système Symbolique.** En d'autres termes, les sujets avec le système Figuratif n'ayant pas accès à l'image se contentaient de lire les indications fléchées ce qui revient à lire les indications d'un système Symbolique.

11-2-2 Le carrefour 19 : un sens giratoire atypique

Un peu plus loin au carrefour 19, la plupart des sujets se sont heurtés à de nouvelles difficultés pour passer ce rond-point. Aucun des deux systèmes ne s'est avéré satisfaisant car la difficulté tient à la configuration même de ce sens giratoire. (voir dessin ci

figure 11-1)



La route à suivre forme un « U » inversé, et ceci crée inévitablement une ambiguïté, ce retour signifie pour certains sujets de revenir sur la route qu'ils viennent de laisser.

Mais à l'exception de ces carrefours un peu particuliers, les deux systèmes proposés restent performants. ***Par conséquent, on ne peut pas confirmer l'hypothèse selon laquelle le système Figuratif est plus performant que le système Symbolique.***

Cependant, le soleil n'est pas le seul élément responsable car trop de détails informationnels nuisent à l'information. Compte tenu de la vitesse et de la rapidité, le conducteur est amené à prendre des décisions, une information trop riche peut être préjudiciable.

Des études précédentes (citées dans PAUZIE et VERNET, 1996) avaient constaté que les conducteurs mémorisent le message complexe concernant le rond-point avant d'aborder le carrefour afin d'être opérationnels et surtout cette stratégie leur évite de lire l'écran pendant la manœuvre.

La consultation d'une information dans un sens giratoire ne peut être, par conséquent, qu'une lecture de confirmation. L'information a permis aux conducteurs de se créer une représentation du carrefour. En tant qu'automobilistes confirmés, ils ont tous une représentation générique d'un sens giratoire et ils vont comparer leur propre représentation du sens giratoire avec la représentation graphique du système. Deux types de comportements sont envisagés :

- Il y a accommodation entre la représentation cognitive et la représentation graphique, par conséquent l'automobiliste va adopter un comportement en fonction de cette représentation : il doit faire le tour complet et revenir sur la route actuelle. Une fois dans le rond-point, il va découvrir une autre sortie du rond-point et à ce moment-là il va hésiter et comprendre son erreur.
- Il n'y a pas accommodation ce qui entraîne la prise de conscience d'une difficulté. Cette prise de conscience va inciter l'automobiliste à rechercher une solution. Si la solution est trouvée avant d'aborder le sens giratoire, l'automobiliste prendra la bonne sortie. Par contre s'il n'a pas la solution, il adoptera un comportement d'exploration avec ralentissement du véhicule et prospection du carrefour.

Dans le travail de synthèse de PAUZIE et VERNET (1996), un certain nombre de recommandations sont avancées sur la présentation des informations dans les systèmes de guidage embarqué, notamment dans le cas des intersections complexes telles que les ronds-points. La nature de l'information (visuelle/auditive, statique/dynamique) doit s'adapter au contexte routier et à la configuration du rond-point. Une première distinction concerne l'angle d'ouverture entre l'axe d'entrée dans le carrefour et l'axe de sortie. Si l'angle est inférieur à 180° , une information statique est recommandée (carrefour 3 dans notre étude, voir annexe 2). Au-delà de 180° , le fléchage indiquant la route à suivre doit être nécessairement dynamique et synchronisé avec la manœuvre de l'automobiliste. En d'autres termes, l'information sur l'écran doit évoluer en parfaite synchronisation avec la position réelle du véhicule dans le carrefour. Dans le cas où l'information n'est pas dynamique, il est nécessaire de rajouter des repères visuels identifiant la localisation de la sortie (feu tricolore, indications sur les panneaux de signalisation...).

La difficulté à comprendre un message statique dans une configuration où l'action finale n'est plus dans l'alignement de l'automobiliste rappelle la difficulté inhérente à la lecture des plans (MAY, PERUCH, 1995 ; LEVINE 1985). En effet, lorsque l'axe de sortie dépasse 180° , l'information statique oblige l'individu à faire une rotation mentale de sa prochaine position dans le carrefour, avec en corollaire l'identification de la sortie. Ainsi, deux opérations cognitives surchargent la mémoire de travail qui doit traiter en parallèle des informations propre à la situation de la conduite (contrôle du véhicule et du trafic). A ce propos, les travaux de SHEPARD et METZLER (1971) ont trouvé que plus l'angle de la rotation nécessaire pour faire coïncider deux objets était grand, plus le temps de réponse des individus augmentait. Ce résultat, référé dans la littérature, apporte la démonstration des exigences cognitives des rotations mentales. Ainsi, le temps exigé semble par conséquent préjudiciable en situation de conduite automobile! Les travaux plus récents de MAILLES (1991) mettent en comparaison les rotations d'objets statiques et dynamiques. Elle constate une meilleure performance des sujets lorsque le mouvement de l'objet est « inventé » car il est schématisé alors que dans l'autre cas, les sujets vont chercher à reproduire mentalement le mouvement tel qu'ils l'ont perçu.

Les résultats précédents sur la rotation mentale valident les recommandations données par PAUZIE et VERNET concernant le mode de présentations des carrefours complexes. Tout d'abord, une vue globale, et statique, du carrefour avec tous les embranchements figurés permet aux conducteurs de construire une représentation

imaginée suffisamment précise du lieu à appréhender, voire « d'imaginer » le mouvement à accomplir.

Puis, l'information dynamique intervient au cours de la manœuvre, elle se présente comme complémentaire au message précédent. Elle est économique puisqu'elle allège la mémoire de travail d'une tâche de rotation mentale.

Cependant, l'information dynamique est-elle suffisante dans le cas d'une densité importante de véhicules dans le sens giratoire ? L'automobiliste préoccupé par la gestion du trafic ne peut pas suivre en parallèle l'évolution du système de guidage. Un repère physique semble donc primordial pour la localisation de la sortie. Dans notre expérimentation, le pictogramme ou logo du restaurant rapide Mac Donald aurait pu être utilisé pour indiquer la sortie dans le sens giratoire du carrefour 19.

En conclusion des résultats du premier trajet

Les stratégies visuelles des conducteurs discriminent les systèmes, ceux-ci offrent un guidage aussi efficace en regard du nombre des erreurs.

L'information visuelle a certainement contribué à cette performance cependant elle n'est pas exclusive car d'autres paramètres subsidiaires interviennent. Le signal sonore en fait partie. En effet, la brève information sonore envoyée avant le déclenchement du système, a pour rôle de préparer le sujet à lire une indication d'orientation, et ceci précisément avant le carrefour supposé au changement.

Ce signal facilite l'anticipation, notamment dans le cas de carrefours simples car les sujets sont face à une alternative et la lecture de l'information visuelle va venir répondre à leur interrogation non consciente. Les rares erreurs rencontrées durant ce premier trajet sont liées à une inadéquation de leur questionnement et de la proposition du système.

Mais encore, la performance du système dépend de ses autres caractéristiques : constance, ponctualité, pragmatisme, facilité d'usage...

11-3 Les erreurs liées à la mémoire

11-3-1 Les erreurs en action

Dans la vie courante, nous parcourons de multiples routes appartenant à des itinéraires différents. Il y a les routes que nous fréquentons sans intention de les retenir et celles qu'il faut absolument mémoriser. La garantie d'une orientation réussie est l'association d'un repère à un changement de direction dans la perspective d'atteinte d'un but unique.

Les effets directs sur le guidage ou indirects sur la mémorisation sont globalement différents entre les deux systèmes. Une information de direction est donc suffisante lorsque la situation est simple. Par contre, dès que la configuration du carrefour se complexifie une information de type iconique surajoutée peut aider l'utilisateur à lire la trajectoire qu'il doit suivre. Le plus important est certainement l'emplacement de l'élément graphique ajouté.

En terme de mémorisation, il semblerait que les difficultés de lecture rencontrées par

les sujets du Figuratif ont contrarié l'effet attendu, c'est-à-dire une performance supérieure à l'autre groupe ; puisque leur représentation du trajet est aussi efficace que celle des utilisateurs du système Symbolique lors de l'épreuve de rappel. En d'autres termes, on est en mesure de penser que la performance de certains sujets dans la réalisation de la seconde tâche tient moins à l'efficacité d'un type de présentation de système qu'aux caractéristiques des sujets et à leur motivation à réaliser cette tâche ainsi que leurs capacités mnésiques.

Par conséquent, les plus performants correspondent à des sujets qui ont des capacités d'orientation élevées (indépendantes des capacités d'imagerie d'après les résultats aux tests). Ils utilisent davantage les repères urbains et mémorisent l'enchaînement des changements de direction avec en filigrane la représentation d'un trajet en boucle.

Les sujets représentant le système Figuratif ont commis plus fréquemment des erreurs intermédiaires. Bien que ce résultat ne soit pas significatif, nous sommes amenée à penser que les sujets préoccupés par la compréhension de l'information, à cause ou non du soleil, n'ont pas pu apprécier et observer le contexte de l'itinéraire.

11-3-2 Commentaires de la cartographie des erreurs

La répartition des erreurs rappelle des phénomènes de la mémoire à court terme comme *l'effet de récence* (BADDELEY, 1993) : notre mémoire de travail retient plus facilement les éléments d'une liste en périphérie, particulièrement les derniers, que les éléments centraux.

Ces erreurs répétées expliquent certainement, au niveau cognitif, un lien spatial fondamental entre les carrefours donnés. Elles sont peut-être le fruit d'une organisation subjective qui aide à la mémorisation. BADDELEY, à ce propos, fait référence aux constellations célestes qui servent de véritable système d'orientation aux observateurs terriens. Le regroupement des carrefours permet de guider le rappel de l'itinéraire du départ jusqu'à l'arrivée.

On peut analyser ces binômes comme l'expression d'une amnésie partielle de secteur. Plusieurs explications peuvent être proposées. La construction de la représentation du trajet est l'encodage d'une forme globale, en l'occurrence d'une boucle, comprenant un certain nombre de changements de direction en des points précis. Il s'agit donc d'une succession d'éléments déclaratifs (les repères physiques) associées à des éléments procéduraux (les actions). Selon la capacité mnésique de chacun et du niveau attentionnel dirigé vers l'environnement extérieur, les représentations du trajet seront variées.

L'erreur est le résultat d'une reconnaissance dégradée. Au fur et à mesure du déplacement, notre système cognitif est en interaction avec l'environnement. L'automobiliste conduit son véhicule et emprunte des voies selon une représentation globale, plus ou moins transparente, du trajet. Cette représentation va s'affiner au contact des indicateurs environnementaux. L'acteur peut se souvenir, par exemple, d'une grande ligne droite sans avoir retenu un seul détail de la route car l'impression de longueur de la

route est déjà une information en soi. Cet indice représentationnel sera suffisant pour agir car certains éléments du contexte confirmeront les éléments du calepin visuo-spatial.

Il est important de préciser que les carrefours intermédiaires entre le point d'arrivée et de départ ne sont que des sous buts, un passage obligatoire mais non final. Ils appartiennent à une logique globale de déplacement. Un itinéraire est morcelé en différentes zones. Ce découpage est une procédure cognitive qui économise la charge d'éléments à encoder donc à retenir. Ainsi, plusieurs carrefours appartiennent à une même zone -qui ne correspond pas forcément à la logique urbaine. Le facteur prépondérant de ce zonage spatial mental est l'effet de voisinage entre les carrefours, comme le montre la cartographie. Au vu de l'analyse qualitative des erreurs, il apparaît globalement trois interprétations possibles au niveau cognitif :

- Oubli total d'une zone, d'une partie d'une zone ou d'un carrefour,
- Reconnaissance des lieux mais oubli de la procédure, donc de la direction à prendre,
- Rappel de la procédure sur un segment du trajet mais oubli de l'intersection, ce qui entraîne un sentiment de confusion aux carrefours précédents (par exemple, au carrefour intermédiaire entre les carrefours 12 et 13).

L'erreur peut être consciente ou inconsciente. En d'autres termes, les erreurs conscientes sont celles qui s'accompagnent d'hésitations. L'hésitation peut être considérée comme un indicateur de l'état cognitif face à un problème. L'hésitation révèle le dilemme que rencontre l'intéressé à choisir, à prendre une décision. Malheureusement, ce comportement est difficile à mesurer car dépend de son intensité et également de la personnalité, introvertie ou extravertie, de l'individu. Certaines hésitations sont manifestement exprimées et d'autres à peine perceptibles. Ces dernières sont évidemment les plus difficiles à déceler, par contre, lorsque l'incertitude est trop forte, elle ne peut être dissimulée et à *contrario* peut s'accompagner de signes ostentatoires. Ainsi, une hésitation marquée voire ostensible, témoigne d'un souvenir très flou du lieu et/ou de l'action. Les erreurs inconscientes révèlent, en revanche, de l'oubli total du lieu.

Les hésitations que nous avons relevées sont évidemment les hésitations les plus prononcées, c'est-à-dire que l'individu observé adopte une attitude exprimant sa perplexité. L'attitude va de la mimique faciale et gestuelle jusqu'à la verbalisation (ex : « je crois que c'est là mais je ne suis pas sûr »).

Les causes des erreurs

Dans les tâches d'apprentissage, il est quasiment certain que la motivation influe sur la volonté du sujet de porter son attention sur le matériel de l'expérimentation, matériel qui est ici l'environnement extérieur. La motivation n'est pas toujours liée à une récompense financière, comme l'a montrée l'expérience de NIELSSON (1987) (voir BADDELEY, 1993, p.165), mais elle est parfois dépendante de l'image que veut donner le sujet à l'expérimentateur. Le « Narcisse » qui est en chacun de nous participe activement au phénomène motivationnel lorsque la tâche de mémorisation reste dans des limites de faisabilité acceptables !

L'étendue des erreurs au sein de cet échantillon est sans doute également le résultat

d'une différence du niveau de la motivation à participer à l'expérimentation. Compte tenu de l'envergure de la tâche (un trajet de vingt-deux changements de direction) nous avons convenu de dire aux sujets, avant de commencer le premier trajet, qu'ils devront réaliser un second trajet mais sans système. La consigne soulignait implicitement une tâche de mémorisation.

Selon l'assertion d'une moins bonne efficacité du système Figuratif par rapport au système Symbolique, les utilisateurs du premier système n'ont pas pu prêter la même attention à leur environnement que les autres utilisateurs. Ceci explique sans doute le nombre élevé d'erreurs du groupe involontairement « défavorisé ». Au sein d'un même groupe, les écarts de performance que nous avons relevés peuvent se justifier par les différences de capacité mnésique et d'autre part par le degré de motivation des sujets vis-à-vis de la tâche.

Malgré la diversité des situations, des constantes sont relevées comme le très grand nombre d'erreurs au carrefour 14. Il s'agit, pourtant, d'une intersection avec des repères prégnants tel que : la station service quelques mètres avant l'intersection, la maison en angle sur la gauche avec deux façades vertes et enfin le feu tricolore. Par ailleurs, cette intersection précède le carrefour, à la configuration particulière qui fourvoya bon nombre de sujets. Nous pensions que l'importance des repères devait renforcer le souvenir de cette intersection. Méprise ! Pourquoi ? Cette intersection appartient à une avenue bordée de commerces et de rues adjacentes, c'est donc une route chargée d'éléments environnementaux. La plupart des sujets, une fois sur cette route, savent qu'ils doivent tourner à droite mais sans se souvenir d'un repère particulier ; le contexte de la procédure reste alors très flou. Au fur et à mesure du déplacement, toute intersection rencontrée est propice à l'application de la procédure. Cependant, parmi ces sujets, certains viennent de vivre l'expérience de l'effet de la distorsion kilométrique des représentations spatiales : sur une grande ligne droite, ils ont confondu deux intersections en réduisant inconsciemment les distances. Ainsi, cette expérience peut entraîner une certaine défiance vis-à-vis de leurs propres représentations.

En définitive, il apparaît clairement qu'un seul passage ne permet pas d'identifier certains éléments de l'environnement même saillants et d'associer parallèlement une action quand l'intersection est neutralisée par le contexte. Une enfilade d'intersections sur une route urbaine composée de repères divers et variés ne favorise pas le détachement ou l'ancrage de l'un de ces repères. Toutefois, la fonction du repère peut modifier cette hypothèse si cette fonction est culturellement connue, intégrée et catégorisée comme une pharmacie ou plus remarquable, une église.

11-3-3 Les erreurs des descriptions d'itinéraire

11-3-3-1 Analyse sur le corpus global

Pour tous les sujets confondus, les éléments de la route sont plus fortement représentés que les éléments architecturaux. Ceci n'est pas étonnant puisque l'angle de vision du conducteur se réduit à ce qui se trouve devant le véhicule, il voit essentiellement la route et ce qui se passe sur celle-ci. BAILLY (1977) soulignait que « *lorsqu'il s'agit de décrire*

les objets identifiés le long du trajet, plus de la moitié et moins des deux tiers des impressions, suivant les routes, proviennent d'éléments situés devant l'automobiliste ». En effet, plus les objets sont proches de la voie, mieux ils seront identifiés, c'est pourquoi la qualité de la surface, les accotements, les panneaux indicateurs sont des caractéristiques souvent mentionnées. Dans les descriptions des sujets, les ronds-points et les feux sont très fréquemment évoqués. Le fait qu'ils rythment le trajet peut expliquer leur fréquence. Quant aux « informations de direction », elles sont moins souvent rappelées que les « caractéristiques de la route » et les « repères architecturaux » (ces deux dernières catégories regroupent des éléments relativement diversifiés).

Dans un objectif de comparaison entre les deux systèmes, il apparaît que les sujets avec le système Symbolique rappellent une plus grande quantité de repères que les sujets avec le système Figuratif. La différence s'avère plus importante dans la catégorie « éléments routiers ». Les utilisateurs du système Symbolique les citent deux fois (rond-point et indices urbains) à trois fois (feux et signalisation) plus souvent que les utilisateurs du système Figuratif.

Pour les éléments architecturaux, l'écart s'estompe entre les deux groupes bien que la supériorité revienne encore au système Symbolique.

A la vue de ces résultats, il semblerait que le système Symbolique soit plus performant en terme d'aide à la mémorisation de trajet. L'aide n'est certainement pas directe, il s'agirait plutôt d'une influence au niveau attentionnel. Le système Symbolique, plus simple, libérerait régulièrement et plus longtemps l'attention du conducteur. De ce fait, le conducteur oriente automatiquement son regard vers la scène routière ce qui lui permet d'en prélever un grand nombre d'informations soit très spécifiques (repères) soit globales (contexte). Nous n'avons pas pu, malheureusement, confirmer l'hypothèse selon laquelle le nombre d'erreurs du second trajet est dépendant de la durée des regards vers l'écran. Ces derniers résultats vont pourtant dans le même sens que cette hypothèse ; Ils réveillent l'idée que le prélèvement visuel des indications extraites de l'écran du système Figuratif prive le fonctionnement cognitif d'une imprégnation de l'environnement urbain et routier.

En d'autres termes, le système Figuratif se révèle insuffisant pour fournir l'information nécessaire à la mémorisation. Elle ne pallie pas l'information réelle, contextuelle de la situation contrairement à ce que nous supposions.

Toutefois, cette conclusion restera à l'état de conjecture car la différence entre les deux systèmes, sur le plan des descriptions d'itinéraire, est fortement influencée par le nombre d'erreurs effectué lors du second trajet. Nous avons vu que plus le nombre d'erreurs augmente, plus la description est désordonnée et pauvre. Il faut rappeler ici que les utilisateurs du système Figuratif accusent le plus grand nombre d'erreurs durant le parcours ; ce qui signifie que la différence des descriptions en terme quantitatif est donc vigoureusement liée à la qualité de l'explication.

11-3-3-2 Analyse sur un corpus réduit

Afin de vérifier l'effet du système de guidage sur la représentation de l'itinéraire, nous

avons comparé les sujets avec les meilleures performances au second trajet réalisé de mémoire. Ces sujets ont commis moins de deux erreurs ce qui leur permet de conserver une représentation « type route » de l'itinéraire suffisamment correcte. Nous constatons que les indices routiers (rond-point, feu tricolore, panneau...) sont cités aussi souvent dans les deux groupes, en revanche les points de repères environnementaux sont plus nombreux dans les descriptions des participants appartenant au groupe système Symbolique (en moyenne 6.67) que dans celles des participants du système Figuratif (en moyenne 1.67). Aux regards de ces résultats, on peut se demander s'il ne faut pas tenir compte de l'influence des caractéristiques personnelles des descripteurs. Or, il se trouve que sur les six sujets, cinq ont un niveau d'études supérieures, un seul du groupe Symbolique n'a pas le baccalauréat ²². Par ailleurs, les répartitions entre les capacités d'imagerie sont équitables puisque deux sujets sur trois, dans chaque groupe, ont des capacités supérieures. De plus, la consigne insistait sur le fait que la description devait contenir des points de repères, pour que les sujets soient sensibilisés de la même manière à la pris en compte de ces éléments.

Compte tenu de ces remarques, nous pouvons en conclure que le système Figuratif ne favorise pas l'imprégnation des éléments spatiaux puisque ce sont les sujets du système Symbolique qui se souviennent significativement d'un plus grand nombre de repères extérieurs à la route ce qui laisse supposer que ces sujets ont pu « observer » l'environnement durant le trajet contrairement aux sujets avec le système Figuratif. La simplicité du système Symbolique a conduit les utilisateurs à inspecter le contexte de leur trajet.

Sur un plan plus général, nous pouvons en conclure que les éléments descriptifs, appartenant à la scène visuelle routière, sont mieux retenus. Ils sont sans doute plus faciles à remémorer car ils appartiennent à notre champ visuel direct lors de l'activité de conduite. Cet environnement immédiat constitue un stimulus spatial tel qu'un point d'ancrage du changement de direction.

Dans son étude sur les chauffeurs de taxi, PAILHOUS (1969, p.107) posait une question sur le comportement d'orientation dans un labyrinthe appliqué au rat : « ***Est-elle (l'orientation) fondée sur le renforcement des réactions propres de l'animal (schéma S-R) ou bien sur celui des stimuli de l'environnement jalonnant le parcours correct (schéma S-S) ?*** » Il fait l'analogie entre les chauffeurs de taxi dans le labyrinthe urbain et les rats et il reprend la complémentarité entre des repères lointains et proches car les deux sont nécessaires par renforcement concomitant pour assurer la performance. Dans notre étude, nous avons constaté que les repères lointains sont principalement évoqués quand il existe des distorsions représentationnelles de l'organisation du trajet. Lorsque les sujets ne peuvent plus rappeler la séquentialité du trajet, ils ne conservent que des éléments spatiaux isolés.

L'itinéraire est constitué de séquences de vues locales où la spatialité de l'information

²² Nous précisons qu'il existe une différence significative entre le niveau de formation et la qualité du rappel ($\chi^2=6.099$, $ddl=1$, $p<0.017$). En d'autres termes, plus le niveau d'étude est élevé, meilleure sera la description d'itinéraire. Ce résultat étant certainement une conséquence au fait que les sujets qui ont commis le plus d'erreurs au second parcours ont un niveau inférieur au baccalauréat.

est importante que si elle a un lien direct avec la procédure.

11-4 Les caractéristiques des sujets

Aucun effet spécifique, dû à l'une des caractéristiques des sujets (âge, habitude de conduite, niveau socio-professionnel ainsi que les résultats à des tests de capacité d'imagerie), n'est constaté sur les stratégies visuelles.

Un point commun peut se distinguer parmi les différentes activités des sujets. Il s'agit de l'expérience de la route comme les représentants, les chauffeurs routiers ou de taxi. Huit sujets correspondent à cette catégorie (6 dans le groupe système Symbolique, et 2 dans le groupe système Figuratif). Nous avons testé la comparaison sur les durées totales de regard, les durées moyennes et le nombre d'erreur au premier et au second trajet.

Nous avons alors comparé les performances des systèmes par rapport au nombre d'erreurs commises lors du second trajet sans prendre en compte les résultats des sujets « experts ». Nous obtenons les mêmes conclusions que sur l'échantillon total, donc l'habitude de la route n'a pas d'influence sur les variables de cette expérimentation.

Par contre, nous avons constaté que le niveau d'étude pouvait influencer sur la mémorisation de parcours car, dans cette étude, les sujets avec un niveau d'études supérieures au baccalauréat ont commis moins d'erreurs que les non diplômés de façon significative ($t=2.044$, $ddl=30$, $p<0.045$). L'ampleur de la tâche nécessite une capacité d'organisation des informations spatiales et procédurales qui distingue à priori les individus selon leur niveau de formation.

11-5 Conclusion

En définitive, dans un système de guidage embarqué, une information avec un contenu uniquement procédural est plus performante que l'information contenant la dyade repère-action. En revanche, lorsque la configuration est ambiguë ou complexe, alors le repère, objet spatial et visuel, devient pertinent voire indispensable car il situe l'action : tourner, avant/après, à droite/à gauche de l'objet sélectionné. En effet, certaines situations, que ce soit un sens giratoire, comme le Carrefour 20 de notre étude ou une intersection urbaine alambiquée, sollicitent une explication graphique améliorée car une représentation basée sur un fléchage ne suffit pas à être explicite. Nous rejoignons la conclusion de GRYL (1995, p.348) à propos des descriptions d'itinéraires « **Une description composée uniquement d'indications de changements d'orientation du type « tourner à droite ou à gauche » s'avère insuffisante dans certaines configurations de l'environnement... Une simple indication d'orientation générerait des ambiguïtés trop importantes.** »

Nous pouvons supposer que ce repère peut devenir un *point d'ancrage* en raison de son statut dans l'itinéraire et du contexte spatial, il est associé à une configuration complexe.

La question est donc de savoir comment représenter les repères physiques dans un

système d'aide embarqué ? Les repères sont identifiables et reconnaissables car ils appartiennent à nos connaissances à long terme grâce au processus de catégorisation (ROSCH, 1986). Ils sont emmagasinés sous une forme spatiale et sémantique.

De nombreuses possibilités graphiques existent au niveau Figuratif, de la forme analogique que nous venons de tester, en passant par celle, plus symbolique, composée de pictogrammes (PAUZIE, DAIMON, et BRUYAS 1997). Cependant, les solutions existantes ne permettent pas encore de réduire les ambiguïtés.

En gardant l'hypothèse d'une représentation graphique analogique, nous pouvons lui apporter quelques modifications. A l'avenir, nous pourrions par exemple tester des photographies de ronds-points, non pas selon une perspective type route, mais légèrement surélevée à 45°. De cette manière, l'automobiliste percevrait la configuration générale du carrefour sous sa forme réelle avec en surimpression le tracé de la trajectoire à suivre.

Cette étude ne représente que la première partie de notre recherche où nous avons testé une information figurative dans les systèmes de guidage en situation de conduite, la seconde consiste en l'introduction de la photographie dans les supports d'aide au guidage pour les utilisateurs des transports collectifs.

Contributions expérimentales « LISBOA »

12- Objectifs et définition du protocole de l'expérimentation « Lisboa »

Dans une démarche ergonomique, l'objectif de ce travail est de proposer un outil le plus adapté possible aux besoins des utilisateurs des transports collectifs lors du cheminement piétonnier intermodal. Compte tenu du vide informationnel sur cet aspect dans les réseaux, il semble important de réfléchir sur la manière dont nous pouvons guider les individus à s'orienter et à se repérer dans les espaces multimodaux et intermodaux ! Actuellement, les seuls supports proposés, sous forme de plan de quartier, ne suffisent pas à satisfaire le voyageur en transit. Alors, de nouvelles solutions sont envisagées : des études sur les descriptions d'itinéraires ont pour objectif d'implanter dans des bornes interactives des informations de type verbal qui décrirait le trajet à suivre du point de départ au point d'arrivée en tenant compte évidemment de la partie piétonnière.

L'objectif de ce travail s'inspire des études sur les descriptions d'itinéraire (GRYL, 1995 ; DENIS, 1997) avec toutefois une variante fondamentale sur le contenu de

l'information. Nous avons l'intention de vérifier l'intérêt d'une information personnalisée et complète sur tout le déroulement d'un trajet intermodal. Par ailleurs, nous comparerons plusieurs transcriptions référant à l'information spatiale piétonnière afin d'analyser les avantages et les inconvénients de chacune d'elle. L'originalité de ce travail est, en définitive, de comparer des formes courantes d'information avec une forme innovante basée sur des photographies appelée « Photoguide ». En d'autres termes, l'efficacité du « Photoguide » est confrontée à celle du plan et à celle de la description verbale.

Ainsi, les indications de guidage sont traduites par l'un de ces trois modes visuels de communication alors que les informations sur les transports (noms des stations, lignes de bus, noms des arrêts de bus...) sont nommées de façon textuelle.

Parallèlement, dans une démarche de psychologie cognitive, l'objectif est de rendre compte de la validité des images lors d'une activité de wayfinding dans un environnement inconnu. Actuellement, il est encore difficile de connaître la vivacité des images mentales aussi bien sur un plan quantitatif que qualitatif. L'image mentale s'avère relativement impliquée dans la tâche d'orientation spatiale et notamment dans la retranscription, l'évocation d'itinéraire et la confrontation avec l'environnement. Les points de repère sont cités et décrits grâce notamment à nos capacités d'imagerie. Bien que la retranscription soit exprimée concrètement sous forme propositionnelle ou schématique, selon les individus, cette retranscription semble se reposer sur des informations imagées du **calepin-visuo-spatial** (BADDELEY, 1993 ; LOGIE, COURBOIS 1998). Il est certain que nous ne pourrions activer des images d'un lieu que si nous l'avons perçu directement, préalablement, ou si nous avons un matériel qui nous permet d'en extraire des informations. L'objectif de ce travail est de démontrer qu'une image de type analogique utilisée dans un environnement inconnu peut avoir la même fonction que l'image mentale au cours d'un déplacement familier. L'image représentative ou perceptive permet l'anticipation d'une décision spatiale durant un déplacement²³.

Par ailleurs, nous envisageons de mettre en évidence le fait que les individus se différencient par rapport à leur inclination à utiliser les différents modes de langage que sont le texte, la photographie et le plan. Selon DENIS (1989) « il est envisageable qu'une même information soit inscrite en mémoire sous des formes alternatives, formes dont l'utilisation serait fonction des contraintes cognitives de la situation de la nature des objectifs à atteindre mais aussi des caractéristiques individuelles ». Nous partons du postulat suivant : en matière de résolution spatiale, les individus manipulent soit des représentations imagées soit des représentations propositionnelles. Nous ne savons pas encore ce que contiennent ces images car chez les uns, elles peuvent rester à un état conceptuel, schématique et mathématique et chez les autres elles peuvent se recouvrir d'une pellicule sensiblement analogue à la scène perçue. Nous sommes amenée à penser que la sensibilité pour un mode de langage reflète un mode de représentation.

En acceptant l'hypothèse d'un phénomène de feed back entre une capacité

²³ Au moment de la préparation de l'expérimentation, nous n'avons pas pu obtenir un test de capacité d'imagerie seulement un test visuo-spatial : le Minnesota Paper Form Board. Dans les tests d'imagerie sont différenciées trois étapes de cette activité, représentées par trois épreuves distinctes : la *génération*, le *maintien* et l'*inspection* des images. (voir GALLINA dans BIDEAUD et COURBOIS, 1998)

représentative et une pratique perceptive, nous pouvons alors penser que l'intérêt porté vers un mode de langage -qu'il soit constitué d'images, de mots ou de schémas- détermine le mode de langage interne utilisé habituellement en terme spatial.

A partir de là, nous supposons que dans le cas d'un itinéraire non familier, les informations de guidage seraient plus efficaces et plus pertinentes si elles correspondent à la sensibilité de l'intéressé. Car elles généreront une meilleure organisation des connaissances récemment acquises de l'environnement pour mieux l'appréhender.

12-1 Hypothèses

Les hypothèses sous-jacentes au protocole expérimental utilisé sont les suivantes :

- A- Les supports d'information image (le Figuratif) ou plan (le Plan) doivent être plus performants que le support texte (le Texte). Ceci se traduit par des temps de parcours piétonniers plus courts, par moins d'erreurs de parcours, par moins d'hésitation.
- B- Il est possible de penser que le Figuratif est plus performant que le Plan car présentant des repères virtuels non identifiables sur un plan
- C- L'hypothèse A doit être pondérée par le fait que les sujets n'ont pas la même représentation mentale. Ainsi, les sujets ayant un profil «texte» devraient être meilleurs avec des informations texte que ceux qui ont un «profil image ou plan »... ce qui s'applique également pour les amateurs de plan et ceux d'images.

En raison de la diversité des situations environnementales, nous procéderons à un examen de chaque correspondance afin de définir une typologie des lieux.

12-2 Définition du Protocole

Notre étude, réalisée à Lisbonne, vise à mettre en évidence les besoins en informations dans le cas d'un trajet intermodal sur un parcours inconnu ; il s'agit principalement des besoins sur les indications de guidage. Le but de cette expérimentation est de recueillir les temps de parcours piétonnier de chaque sujet, les erreurs sur ces parcours et également les hésitations manifestes. Nous avons observé quarante sujets répartis, de façon aléatoire, en quatre groupes dont un constituant le groupe témoin.

Ce dernier groupe représente les sujets guidés par les moyens actuels proposés par les réseaux de transport : CARRIS (réseau de bus), METRO (le réseau métropolitain de Lisbonne) et CP (Chemin de Fer).

Quant aux trois autres groupes, chaque sujet dispose d'une fiche personnalisée selon trois modes différents : le mode image, le mode texte et le mode plan. Il s'agit donc de comparer l'efficacité des modes d'information sur un même parcours.

En premier lieu, le mode image est considéré comme le plus performant pour les raisons suivantes. Les informations analogiques donnent la localisation exacte des objets environnementaux. Par ailleurs, l'information spatiale est dans le même alignement que le

lecteur. L'efficacité de la lecture d'un matériel analogique peut se traduire par la réduction de la durée du cheminement à pied et la diminution du nombre d'erreurs effectuées pendant ce parcours. D'autre part, un individu réceptif ou sensible à ce mode de langage visuel, basé sur les images, est plus performant qu'un individu qui ne prétend pas être intéressé par les images dans une tâche où il est question d'utiliser ce langage.

12-2-1 Choix des sujets et constitution des groupes

Les sujets de l'expérimentation sont de nationalité portugaise et proviennent pour l'essentiel de la Faculté de Motricité Humaine (Faculdade de Motricidade Humana). Ils vivent pour la plupart en périphérie de Lisbonne. Leur moyenne d'âge se situe autour de 30 ans, parmi eux se distinguent des étudiants, des représentants du personnel du service administratif, quelques professeurs (voir figure 11-1). Cet échantillon ne peut pas être considéré comme représentatif de l'ensemble de la population portugaise en raison de leur niveau d'études et du niveau de vie conséquent.

Cet échantillon ne représente pas non plus une population complètement novice des transports collectifs, car les participants ont l'habitude de circuler dans l'agglomération de Lisbonne en voiture ou à pied. Par conséquent, il est plausible que certaines zones empruntées pour le trajet intermodal vont réveiller des connaissances de la carte cognitive des sujets ce qui peut leur permettre de se localiser dans la ville. Nous savons par les travaux de APPLEYARD (1975) que notre représentation de la ville est dépendante de notre mode de transport. Les sujets automobilistes découvriront une nouvelle perspective de lieux qui leur sont habituels en d'autres circonstances de déplacement. Ces remarques ne constitueront pas de véritables biais car l'automobiliste est peu intéressé par le mobilier et les espaces des transports collectifs²⁴.

Au total, les quarante personnes participant à l'expérience sont réparties de la façon suivante :

- 12 avec la fiche-image (le Figuratif),
- 12 avec la fiche-plan (le Plan),
- 12 avec la fiche-texte (le Texte),
- 4 avec les plans de réseaux proposés par CARRIS et METRO.

Ces quatre supports déterminent les groupes. Le dernier sera appelé, pour des raisons de commodité, le groupe Témoin, alors que les autres seront identifiés par le type de fiche en question.

L'effectif du groupe témoin est plus faible que les autres car il résulte de la difficulté à trouver des sujets à la fin de l'expérimentation. Nous avons exigé de chaque sujet qu'il ne divulgue pas le principe de l'expérimentation ainsi que l'itinéraire emprunté. En revanche, les conséquences, comme la fatigue, n'ont pas pu être dissimulées. D'autre part, une analyse succincte des résultats obtenues avec les sujets du groupe Témoin a montré des

²⁴ L'intermodalité entre le véhicule personnel et les transports collectifs urbains n'est pas encore une pratique quotidienne des lisboètes.

performances tellement plus mauvaises que celle des autres sujets des autres groupes qu'il ne paraissait pas nécessaire d'augmenter l'effectif de ce groupe.

De surcroît, les conditions de déplacement de ce dernier groupe sont telles que les sujets couraient le risque de prendre encore plus de temps. En raison des éventuelles prolongations, il devenait vraiment difficile de trouver des sujets avec une aussi grande disponibilité.

a-) Identification des sujets selon le sexe

| Sexe | en % |
|----------|--------|
| Masculin | 27,50 |
| Féminin | 72,50 |
| Total | 100,00 |

Cette répartition est représentative de la population de la Faculté, les femmes sont en effet plus nombreuses que les hommes.

b-) Identification des sujets selon l'âge

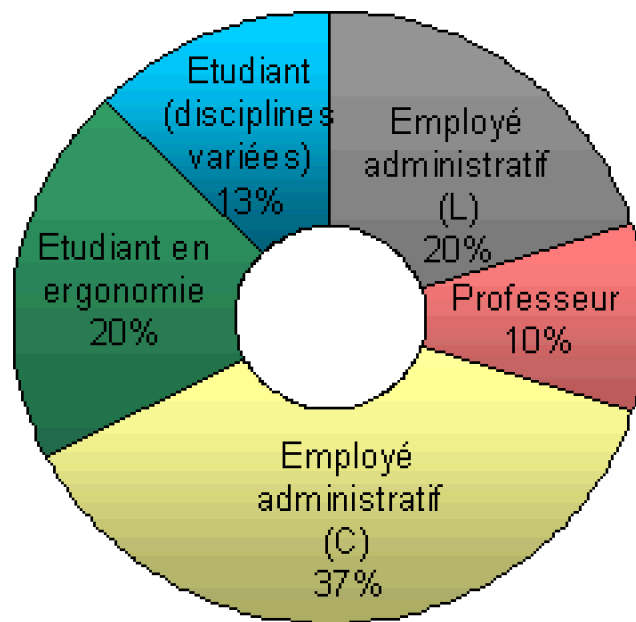
| Âge selon 3 classes | en % | Âge selon 2 classes | en % |
|---------------------|-------|---------------------|------|
| 20 à 30 ans | 52,50 | Moins de 35 ans | 57,5 |
| 31 à 40 ans | 17,50 | Plus de 36 ans | 42,5 |
| 41 à 55 ans | 30 | Total | 100 |
| Total | 100 | | |

Pour des raisons statistiques, nous avons utilisé la répartition des âges en deux classes. La première est à titre indicatif.

c-) Identification des sujets selon la classe socio-professionnelle ou la formation

Parmi le personnel administratif, nous avons distingué les niveaux d'études : les études longues (L), ce qui correspond à la passation de la Licenciatura, (équivalent baccalauréat +3) et les études courtes (C) (niveau baccalauréat).

La catégorie «employé administratif» est un groupe hétérogène qui contient du personnel des divers services de la faculté : le secrétariat, la comptabilité, le service reproduction, gestion du personnel, documentation...



La catégorie « professeurs » reste une catégorie faiblement représentée bien que nous ayons adjoint les assistants-professeurs.

12-2-2 Choix de l'itinéraire

Ce trajet entrecoupé de huit changements de moyens de transports collectifs forme une boucle à l'intérieur de l'agglomération de Lisbonne. Il comprend des situations très diverses d'intermodalité passant d'un bus à un autre bus, puis d'un bus à un métro, ceci de façon alternative sur plusieurs correspondances. Le trajet se termine par l'utilisation des transports ferroviaires : le métro, le tramway et enfin le train. De toute évidence, personne ne peut connaître l'ensemble du parcours dans la mesure où celui-ci comporte de nombreux changements et qu'il présente un caractère tout à fait artificiel et expérimental. Dans la réalité, ce trajet n'aurait aucun sens, car en cumulant les changements de transport, il défie la logique humaine.

L'inconvénient majeur de ce trajet est sa longueur car elle génère fatigue et lassitude.

Pour rappel, aucun des sujets n'est habitué à circuler quotidiennement dans les transports collectifs de Lisbonne.

Remarque anecdotique: Au moment de l'expérimentation, Lisbonne connaissait de profondes modifications d'infrastructure routière. C'était une ville en pleine effervescence en raison de l'approche événementielle de l'exposition universelle : les chantiers surgissaient, alors, comme des champignons après la pluie !

Malgré la garantie du bon choix de notre itinéraire auprès des autorités organisatrices, nous avons dû faire face à deux perturbations. Si la première est liée à la réorganisation du réseau, la seconde fut la conséquence d'un phénomène naturel mais ravageur : les inondations ! Bien que certains quartiers furent inondés, notre expérimentation a pu néanmoins échapper au naufrage !

La première perturbation est apparue peu de temps avant le début de l'expérimentation. La fermeture d'une station de métro nous obligea à modifier une partie des fiches et proposer aux sujets quelques mètres de marche à pied supplémentaires.

La seconde eut lieu alors que l'expérimentation avait déjà commencé (après le troisième sujet). Il s'agissait de la fermeture de la station appelée Areeiro. Nous avons décidé de conserver la partie urbaine du trajet piétonnier, c'est-à-dire de la descente du bus, jusqu'à l'entrée de la station de métro²⁵. (Faute de métro, une navette fut mise à disposition pour les utilisateurs.)

12-2-3 Les fiches

Nous avons distribué aux sujets :

- des cartes de libre circulation dans les différents transports collectifs
- une fiche d'information sur les différents transports utilisés avec en supplément des informations de guidage présentées différemment.

Chaque sujet dispose d'un seul type de fiche.

Quatre groupes ont été constitués en fonction des types de fiche :

- Le groupe Témoin dispose essentiellement d'un plan des réseaux des sociétés de transport (annexe 11),
- Les trois autres groupes bénéficient d'une aide au cheminement piétonnier sous forme de fiches papier, faisant appel selon le groupe, à des modes différents de présentation :
 - L'une est constituée de plans cartographiques des zones de correspondance concernées sur lesquels les trajets sont fléchés (**Plan**), (annexe 12)
 - Une autre présente un texte pour décrire le trajet piétonnier (**Texte**), (annexe 14)
 - La dernière est composée de photographies des zones de correspondances avec, en superposition, un fléchage du trajet (**Figuratif**) (annexe 13).

Tous les supports contiennent des indications sur les destinations à atteindre, les numéros de bus ou les lignes de métro à emprunter.

12-2-4 Les expérimentateurs

Au total, trois expérimentateurs (A, B et C) ont participé à l'encadrement de l'expérimentation, dont deux d'origines portugaises et le troisième d'origine française. Deux d'entre eux ont accompagné le sujet durant tout le trajet pendant que le troisième reste à la Faculté pour accueillir le sujet, après le parcours. Il doit faire passer à chaque sujet un questionnaire suivi d'un test visuo-spatial, sans oublier de lui donner un

²⁵ Chez les trois premiers sujets, nous avons déduit des temps de parcours le passage à l'intérieur de la station.

rafraîchissement et une collation, ainsi qu'un présent en guise de remerciement. Chaque expérimentateur a donc une tâche bien spécifique.

Sur le "terrain" :

L'expérimentateur portugais A se charge de

- L'accompagnement du sujet : consignes, intervention en cas d'erreurs, verbalisation dans les moments d'attente.
- La prise de notes sur les erreurs et les hésitations (lieu et commentaires).

L'expérimentateur français B enregistre les temps de parcours à l'aide d'un PSION (voir matériel des expérimentateurs) ainsi que les erreurs.

12-2-5 Le matériel des expérimentateurs

Les expérimentateurs portent des cartes de libre circulation.

Le Psion : il s'agit d'un ordinateur Organiser II (modèles LZ) qui est fourni avec une panoplie d'outils, il bénéficie également de son propre langage de programmation interne appelé OPL. Il a été conçu pour exploiter intégralement toutes les fonctions de la machine et permet ainsi de personnaliser l'Organiser selon des besoins spécifiques. Grâce à cette possibilité, nous avons pu installer le logiciel Kronos qui permet d'enregistrer des comportements codés au préalable sur une horloge.

L'Organiser possède une mémoire interne et deux unités externes correspondant aux lecteurs de disquettes d'un ordinateur de bureau. Chacune d'entre-elles peut être équipée d'un Datapak dans lequel les données peuvent être enregistrées.

Le Psion Organiser a été choisi en raison de son faible encombrement, de ses possibilités de programmation, et de son pragmatisme. Il constitue un enregistreur électronique d'événements économique et fiable.

Kronos : l'avantage du module Kronos sur Psion est qu'il permet le relevé de données d'observation systématique sur le terrain, le transfert de ces données vers un micro ordinateur selon des formats compatibles avec des programmes Kronos correspondants, et l'obtention directe de quelques statistiques (voir fonction de Kronos page 137).

Le Dictaphone : élément indispensable du Psion pour apporter des compléments, des rectifications ou des remarques importantes.

Un support papier-crayon : pour noter les erreurs et les hésitations du sujet avec des annotations précises sur le lieu de l'erreur, la durée et le comportement adopté suite aux erreurs et hésitations.

12-2-6 Déroulement de l'expérimentation

Lorsque les sujets acceptent de participer le matin, ils sont convoqués à 9 heures, s'ils préfèrent l'après-midi, le rendez-vous est fixé à 13 heures. Ils bénéficient d'une dizaine de minutes en moyenne pour prendre connaissance des fiches et intégrer les consignes

(annexe 17), ils peuvent, s'ils en éprouvent le besoin, poser des questions sur les fiches avant de prendre le premier bus. Etant donné que le voyage du premier bus dure une trentaine de minutes, les fiches peuvent être examinées allègrement pendant ce temps.

Quatre heures correspondent au temps moyen de la durée de l'expérimentation, il comprend la durée du trajet dans la ville et celle de la passation des questionnaires.

Le lieu de rendez-vous, Belém, est un endroit très connu des lisboètes, ce qui leur permet de venir par leur propre moyen sans difficulté.

L'expérimentation commence exactement au moment où le sujet monte dans le bus. Le Psion est en marche prêt à enregistrer les codes. L'explication donnée aux sujets, curieux de la fonction de l'instrument, est celle d'un chronomètre. L'expérimentateur A inscrit, si nécessaire, les erreurs ou les hésitations du sujet sur une feuille de notes.

Après trois heures de déplacement dans les transports collectifs de Lisbonne, selon le trajet intermodal proposé, les sujets retournent à la faculté où ils sont invités à répondre à un questionnaire et passer le test de capacité d'imagerie (MPFB).

12-2-7 Les paramètres

Les performances des différents supports informationnels sont évaluées d'après le **temps de réalisation** du trajet piétonnier, d'un mode à un autre, du **nombre d'erreurs** et de **l'analyse des hésitations**.

La durée du cheminement piétonnier et les erreurs ont été enregistrées sur le logiciel Kronos à partir d'un Psion (ordinateur Organiser de poche). Kronos permet de relever des données temporelles d'observation ainsi que la chronologie des événements sur le terrain.

Pour déterminer le début et la fin du cheminement piétonnier, des repères physiques ont été préalablement sélectionnés. Il s'agit bien entendu des mêmes repères pour les différents groupes. Les temps d'attente liés aux feux tricolores ou liés à toute autre perturbation extérieure non-provoquée par le sujet sont soustraits du temps global du cheminement de chaque correspondance.

L'observation s'intéresse seulement aux comportements d'orientation lors des cheminements piétonniers. L'intérêt de l'étude portant sur les problèmes d'orientation, nous nous sommes principalement préoccupés du comportement des sujets tout au long de leur cheminement piétonnier (à l'exception des zones substitutives où un moyen de transport était momentanément hors circuit).

Par ailleurs, nous avons construit un questionnaire qui permet de connaître le mode de langage préféré des sujets (graphique, pictural ou textuel) utilisé dans des contextes et des activités différentes. De cette manière, nous avons pu vérifier que chaque groupe, identifié par un support informationnel, n'est pas influencé par une préférence commune des sujets pour le mode d'expression représentant le groupe. Par exemple, si le groupe Plan ne comporte que des participants passionnés par la lecture des cartes routières, la performance de la fiche en question ne peut plus être mesurée.

En phase finale, un questionnaire permet de recueillir les critiques des utilisateurs

des fiches.

12-2-8 Le questionnaire

12-2-8-1 Description générale

Après le trajet expérimental, les sujets étaient attendus à la Faculté par le troisième expérimentateur qui leur remettait un questionnaire.

Le questionnaire se décomposait en trois parties (annexe 15) :

- des questions d'identification sur le mode de déplacement quotidien, la connaissance de la ville ;
- des questions de sensibilisation vers trois modes de présentation de l'information (image, plan et texte) ;
- des questions concernant les impressions et les critiques sur le trajet qu'ils venaient d'effectuer avec une fiche ou avec les cartes de réseau de CARRIS et de METRO.

Dans la phase terminale, après le questionnaire, un test spatial appelé le MPFB (Likert et Quasha, 1941) était donné aux sujets. La passation durait précisément 8 minutes. (annexe 16)

12-2-8-2 Le Questionnaire de Sensibilisation des Langages (QSL)

Le questionnaire que nous avons construit permet de connaître le mode de langage préféré des sujets dans des contextes et des activités différentes, il propose trois modes dont :

- le mode écrit ou textuel
- le mode schématique, graphique ou en rapport avec l'utilisation des plans ou des cartes.
- le mode pictural, photographique ou plus globalement lié à l'image.

Nous avons décidé d'appeler ce questionnaire : *Questionnaire de Sensibilisation des Langues*. Etant donné que nous allons souvent faire référence à ce questionnaire dans les pages suivantes, nous proposons d'employer simplement les initiales : QSL. Ensuite, afin de distinguer le mode de langage, nous parlerons également des :

- Questionnaire de Sensibilisation du Langage Textuel ou QSL T
- Questionnaire de Sensibilisation du Langage Schématique ou QSL S
- Questionnaire de Sensibilisation du Langage Figuratif ou QSL F

Dans un premier temps, nous allons revenir sur chacune des questions afin de définir la nature et la fonction de chacune d'elle.

12-2-8-3 Explication de la nature et fonction des questions

- Q6- Lors d'une excursion, vous préféreriez :
 - prendre des photographies
 - guider à l'aide d'un plan
 - commenter l'excursion
- ☐ Cette question est la seule qui fasse référence aux trois types d'expression simultanément. La sensibilité vers un des modes d'expression s'opère par un processus projectif.
- Q7- Prenez-vous du plaisir à vous promener dans une ville que vous ne connaissez pas pour vous imprégner d'un nouveau décor ?
 - Oui
 - Plutôt oui
 - Plutôt non
 - Non
- ☐ Cette question fait référence à l'image par un procédé projectif. Il s'agit d'évaluer l'intérêt que porte les sujets à l'aménagement ou l'organisation de la ville en tant qu'image visuelle.
- Q8- D'une façon générale, visiter des expositions ou des musées d'arts graphiques (pour des affiches, des gravures, des photographies, des peintures...) est une activité que vous réalisez :
 - Jamais
 - Très occasionnellement
 - De temps en temps
 - Aussi souvent que vous le pouvez
- ☐ Cette question porte sur l'intérêt de l'image à travers la fréquence de lieux spécialisés.
- Q9- Vous partez en vacances en voiture, vous vous apercevez au bout de 20 kilomètres que vous avez oublié votre appareil photographique. Vous prenez la décision :
 - De vous en passez pour cette fois
 - D'acheter un jetable dès que vous arriverez
 - De faire demi-tour pour récupérer votre appareil.
- ☐ D'une façon indirecte, cette question cherche à évaluer l'importance accordée à l'image à travers l'attachement porté à un appareil producteur.

- Q10- Un ami vient vous rendre visite, il n'est jamais allé chez vous car vous venez de déménager. Comment vous y prenez-vous pour lui indiquer le trajet qu'il doit suivre ?
 - ☐ Il est ici question de vérifier quelles sont les formes d'expression utilisées pour décrire un itinéraire d'une façon spontanée. Cette question concerne à la fois le texte et le plan.
- Q11- Vous circulez dans une ville que vous connaissez mal, vous êtes perdu et ne savez pas bien quelle direction prendre. Quel est votre premier réflexe ?
 - Demander votre route à un passant
 - Suivre votre intuition et essayer une direction, sans consulter de plan
 - Consulter le plan de la ville
 - ☐ Cette question projette l'intéressé dans une situation de la vie quotidienne. Il s'agit de connaître le comportement spontané vis-à-vis du plan dans un environnement inconnu, elle permet de définir l'habitude d'utilisation des plans ou non.
- Q12- Ressentez-vous des difficultés pour réaliser un trajet dans une ville à partir d'un plan ?
 - Beaucoup
 - Un peu
 - Aucune
 - ☐ Il s'agit, ici, d'identifier les difficultés éprouvées à s'orienter à partir d'un plan, c'est une évaluation des capacités.
- Q13- Voici une carte du Portugal. Pouvez-vous situer les villes suivantes :
 - Bragança, Braga, Porto, Guarda, Coimbra, Portalgene, Lisboa, Evora, Beja, Faro
 - ☐ Cette question prend la forme d'un exercice qui va permettre d'évaluer les connaissances topographiques de l'intéressé sur son propre pays. Plus les emplacements sont justes ou approximativement justes plus la connaissance est bonne ceci induisant l'habitude d'utiliser les cartes ou les plans.
- Q14- Vous devez vous rendre dans un endroit que vous ne connaissez pas bien. Comment agissez-vous ?
 - Vous partez sans carte ni plan en disant "je me débrouillerai bien et puis il doit y avoir des panneaux indicateurs."
 - Vous prenez une carte ou un plan avec vous et vous ne l'utiliserez que si vous en avez besoin.
 - Avant de partir vous prenez une carte routière ou un plan et vous programmez votre itinéraire
 - ☐ Cette question permet de connaître les habitudes vis-à-vis des cartes ou des plans et en conséquence de l'aisance à les utiliser.

- Q15- Dans le plan ci-dessous, vous avez 9 carrefours avec des changements de direction soit à gauche soit à droite. Inscrivez dans les cases numérotées la séquence des changements de direction... (voir annexe 15, la présentation globale de la question)
 - ☐ C'est une seconde fois un exercice pratique pour rendre compte de l'habileté à localiser la droite et la gauche (problèmes liés au non alignement de la carte) en fonction de la rapidité d'exécution de l'exercice et aussi du nombre d'erreurs.

Vous vous trouvez dans une ville et vous devez suivre l'itinéraire comme indiqué sur le plan ci-dessus. Avez-vous tendance à faire tourner le plan pour savoir aux carrefours si vous devez tourner à droite ou à gauche ?

 - Jamais
 - Parfois
 - Souvent
 - Toujours - ☐ Cette question demande à l'intéressé d'évaluer sa façon d'utiliser les plans et notamment sa capacité à orienter un plan en fonction de l'environnement.
- Q16- Une personne est confrontée à un problème de type administratif que vous connaissez bien, elle vient vous voir pour que vous puissiez le lui expliquer. Expliquer une situation apparemment compliquée est pour vous :
 - Une tâche difficile, vous avez le sentiment de ne pas avoir été compris
 - Une tâche moyennement difficile, vous avez les mots justes
 - Vous y parvenez sans la moindre difficulté- ☐ Cette question est une auto-évaluation sur la maîtrise du langage écrit, il s'agit d'estimer la capacité à rédiger.
- Q17- Combien de livres lisez-vous par an ?
 - Un seul ou pas du tout
 - Entre 2 et 10
 - Entre 20 et 10
 - Plus de 20- ☐ Le nombre de livres lus par an est un indicateur de l'intérêt porté aux mots et à la fréquentation de ce type d'expression.
- Q18- Vous avez quelque chose d'important ou de confidentiel (pas nécessairement d'urgent) à dire à un ami. Préférez-vous ?
 - Lui écrire.
 - Lui téléphoner.

☐ Dans cette question, il s'agit de vérifier la préférence entre l'écrit et l'oral, de cette comparaison si l'écrit est choisi, ceci témoigne une certaine sensibilité vers la forme textuelle.

- Q19- Lorsque vous écrivez
- Vous le faites directement
- Vous faites un brouillon
- Vous raturez beaucoup le brouillon pour changer des mots ou des phrases

☐ Cette question permet d'évaluer la capacité à rédiger un texte et l'aisance à rédiger.

- Q20- Lorsque vous lisez un roman, vous imaginez les scènes :
- Très précisément
- Précisément
- Approximativement
- Pas du tout

☐ Cette question est une auto-évaluation sur la capacité à créer des images à partir d'un texte en répondant sur la qualité de cette image. Il s'agit d'évaluer les aptitudes à imaginer ou développer des images pendant l'activité de lecture d'un récit.

- Q21- Allez-vous au cinéma ?
- Jamais
- 1 fois par an
- 1 fois tous les 6 mois
- 1 fois tous les 3 mois
- 1 fois par mois
- 1 fois tous les 15 jours
- 1 fois par semaine ou plus

☐ C'est une question sur la fréquentation des salles de cinéma, la fréquence des salles révèle un intérêt pour la qualité de l'image.

- Q22- Vous allez au cinéma, car (noter par ordre de préférence de 1 à 3)
- c'est un prétexte de sortie
- pour une cause précise (réalisateur, acteur, histoire, thème...)
- vous aimez la qualité de l'image sur grand écran

☐ Cette question est en complément de la précédente car il s'agit ici d'apporter une précision par rapport à la question précédente pour évincer les raisons financières.

Ce questionnaire a été réalisé dans l'objectif de déterminer la sensibilité des sujets vers l'un des modes de présentation de l'information. Il n'a certes pas la prétention de

catégoriser les individus selon un mode d'expression. L'être humain n'est pas unimodal, il a simplement des préférences.

12-2-8-4 Le barème du questionnaire : les réponses et ses valeurs

Afin d'établir un barème unique et cohérent, nous avons fixé les notes de la façon suivante (voir Planche 5) pour avoir un total équivalent entre chaque QSL.

- La note 4 = une forte significativité de la réponse
- La note 2 = une significativité moyenne
- La note 1 = une significativité faible
- La note 0 = une non-significativité

| | | | | |
|---------------|--|------------------------------|-------------------------------|------------------|
| QSL F (image) | | | | |
| Q7 | Oui=2 | plutôt oui/non=1 | non=0 | |
| Q8 | Jamais=0 | occasionnellement=1 | temps en temps=1 | souvent=2 |
| Q9 | s'en passer=0 | un jetable=1 | de faire demi-tour=2 | |
| Q20 | Très précisément=4 | précisément=2 | approximativement=1 | pas du tout=0 |
| Q21 | Jamais/1 fois par an=0 | 1fois tous les 3 et 6 mois=2 | 1 fois/mois à 1fois/semaine=4 | |
| Q22 | Prétexte=0 | cause précise=1 | qualité de l'image=4 | |
| | | | | |
| QSL S (plan) | | | | |
| Q10 | Plus 2 points s'il est question de plan dans les indications | | | |
| Q11 | Demander=0 | suivre intuition=0 | plan=2 | |
| Q12 | Beaucoup=0 | un peu=1 | aucune=2 | |
| Q13 | Faible=1 | moyen=2 | bon=2 | très bon=4 |
| Q14 | Sans carte=0 | plan en cas de besoin=1 | avec plan=2 | |
| Q15a | Sans faute=1 | avec fautes=0 | | |
| Q15 | Moins de 35"=4 | entre 36" et 1'=2 | entre 1' et 2'=1 | plus de 2'=1 |
| | | | | |
| QSL T (texte) | | | | |
| Q16 | « Difficile »=0 | « peu difficile »=2 | « sans difficulté »=4 | |
| Q17 | « un seul ou pas »=0 | « Entre 2 et 10 »=1 | « entre 11 et 20 »=2 | « plus de 20 »=4 |
| Q18 | « Ecrire »=4 | « Téléphoner »=1 | | |
| Q19 | « directement »=4 | « Brouillon »=2 | « Ratures »=1 | |
| Q10 | 2 points si « texte » a été noté | | | |
| | | | | |
| Q6 | AJOUTER 4 POINTS au total des points FIGURATIF > si la réponse est photographe PLAN > si la réponse est guide TEXTE > si la réponse est commenter | | | |

| | BAREME | | | | | | | Total |
|-------|--------|-------|-------|---------|------------|-------|------------|-------|
| QSL F | Q6 | Q7 | Q8 | Q9 | Q20 | Q21 | Q22 | =22 |
| | 4 0 | 2 1 0 | 2 1 0 | 2 1 0 | 4 2 1 0 | 4 2 0 | 4 1 0 | |
| QSL S | Q6 | Q10 | Q11 | Q12 | Q13 | Q14 | Q15 | =22 |
| | 4 0 | 2 0 | 2 0 | 2 1 0 | 2 1 0 | 2 0 | 4 2 1 0 | |
| QSL T | Q6 | Q10 | Q16 | Q17 | Q18 | Q19 | | =22 |
| | 4 0 | 2 0 | 4 2 0 | 4 2 1 0 | 4 1 | 4 2 1 | | |

12-2-9 Le test visuo-spatial : le MPFB

Ce test visuo-spatial appelé le MPFB (Minnesota Paper Form Board) (voir annexe 16) a pour premier avantage d'être principalement visuel et graphique. De cette façon, seule la consigne était à traduire, en d'autre terme il ne pouvait exister de biais à cause de la langue. La consigne reste simple et le temps de passation est limité.

DENIS (1989) classe le MPFB parmi les tests de performance dont les réponses sont plus valides que les réponses aux questionnaires d'imagerie. Ce test objectif permet de prédire les performances des tâches utilisant des matériels figuratifs (au sens large : dessin, schéma, image...).

13- Description de l'échantillon en termes de connaissance de la ville et d'utilisation des transports.

Il était prévu initialement de contacter des résidents d'une ville voisine à Lisbonne, ceci nous garantissant un échantillon novice des Transports Collectifs urbains lisboètes. Cependant, pour des raisons logistiques et économiques, le recrutement a été finalement effectué parmi le personnel de la Faculté de Motricité Humaine.

Cet échantillon contient à la fois des étudiants et des fonctionnaires (personnel administratif et professeurs).

| | Conducteur | Transports Collectifs |
|-------|------------|-----------------------|
| Oui | 75 | 90 |
| Non | 25 | 10 |
| Total | 100 | 100 |

Dans l'ensemble, les individus connaissent assez bien la ville en fonction de leur habitude de déplacement avec différents moyens de transport : la voiture individuelle, les transports collectifs et la marche à pied (tableau 13-2). Seul, 10% d'entre eux n'ont jamais

utilisé les Transports Collectifs (T.C.) sur l'ensemble du pays (tableau 13-1). Sur les 90% utilisateurs, 82.5% ont déjà utilisé les T.C. de Lisbonne (tableau 13-2). Parmi les utilisateurs des T.C. de l'agglomération de Lisbonne 65% d'entre eux se déplacent occasionnellement par ce moyen et les 35% restant les utilisent quelques fois par semaine (tableau 13-3).

| | Conduire une voiture | Marcher à pied | Utiliser les transports collectifs |
|-------|----------------------|----------------|------------------------------------|
| Oui | 57.5 | 57.5 | 82.5 |
| Non | 42.5 | 42.5 | 17.5 |
| Total | 100 | 100 | 100 |

| | Effectif | % |
|---------------------------|----------|-----|
| Occasionnellement | 22 | 65 |
| Quelques fois par semaine | 12 | 35 |
| Total | 34 | 100 |

Il est important de préciser que les transports fréquentés concernent plutôt la zone périphérique de la ville comme le réseau de bus et la ligne de chemin de fer (de Cais Sodré à Caiscais), ceci en raison de la localisation de la faculté et du lieu de résidence des sujets. De notre point de vue, la difficulté principale de la dernière correspondance est réside dans la lecture des écrans-vidéo.

Ces écrans affichent l'heure de départ des trains, la destination et le numéro du quai. L'organisation des lignes de chemin de fer est assez complexe et l'information sur les écrans illustre parfaitement cette complexité. Nous avons constaté qu'il n'existe pas d'explications affichées dans la gare.

Concernant le réseau de métro de Lisbonne, certains sujets ont déjà eu l'occasion de le prendre. Cela pose la question du biais expérimental entre ceux qui connaissent et ceux qui ne connaissent pas. La distinction repose sur la signification du mot «connaissance», et dans ce cas particulier de la «connaissance d'un lieu». En reprenant l'exemple de la station de métro, une station est considérée comme connue quand elle est localisée dans la ville ou sur un plan, « on sait où elle est », cette connaissance appartient à la mémoire déclarative. Une station de métro peut être connue sur d'autres critères par rapport à l'activité de l'individu dans ce lieu. Le degré de connaissance va dépendre d'une part de la fréquence de l'action et de la nature ou des objectifs de l'action. Ainsi, une personne ayant l'habitude de prendre le métro dans un seul sens connaîtra la station selon une seule perspective. Il aura ainsi une connaissance fragmentaire de l'espace et lorsqu'il prendra le métro dans le sens inverse pour la première fois, il ne connaîtra pas les différents accès pour la sortie. Par conséquent, il se retrouvera dans une situation nouvelle pour lui. Il s'agit dans ce cas d'une connaissance procédurale. (Ces deux types de connaissance ne sont pas exclusifs.)

En d'autres termes, il est difficile d'avoir une idée précise sur le niveau de connaissance des lieux de chaque sujet. Pour cela, il aurait fallu les interroger à ce propos

en détaillant leur fréquentation, malheureusement en élaborant le questionnaire, nous n'avons pas prévu d'interroger les sujets sur leur fréquentation de chaque correspondance.

Par ces habitudes de déplacement, les sujets ont insensiblement construit une « image » de la ville, un certain nombre de repère dans celle-ci, et une idée approximative des directions à prendre. Ils ont une Carte Cognitive opérationnelle de leur capitale.

D'après les résultats, il apparaît une répartition homogène entre les utilisateurs occasionnels et les utilisateurs plus fréquents dans les différents groupes des fiches.

Autrement dit, la répartition entre les sujets occasionnels des Transports Collectifs et ceux qui le sont moins est homogène dans chaque groupe.

Ce constat vient répondre partiellement à la question des effets de l'expérience des transports collectifs et de leur espace sur le comportement durant l'expérimentation. Il est difficile de contrôler complètement cette pré-connaissance à moins d'accepter uniquement des étrangers à la ville.

La sélection des sujets ayant été réalisée dans une université à proximité de Lisbonne (dans la périphérie proche), le risque devenait plus grand d'avoir dans notre échantillon des familiers des transports collectifs. En conclusion, même si l'espace est connu, le cheminement ne l'est pas, les sujets se retrouvent ainsi dans une condition non familière. Le parcours est conçu de façon à éviter un chaînage des Transports collectifs correspondant à une logique d'utilisation spontanée.

14- Comparaison entre les fiches

14-1 Les effets indirects

14-1-1 Sexe et âge

Pour précision, les hommes et les femmes ainsi que les jeunes et les moins jeunes sont répartis aléatoirement entre les groupes.

D'après le test statistique du khi-deux, il n'y a pas de différence significative entre les groupes selon le sexe ou l'âge. La répartition des catégories entre les groupes est dans l'ensemble équilibrée. Pour le Texte et le groupe Témoin, la répartition entre jeunes et moins jeunes est équilibrée, alors que pour les groupes Plan et Figuratif les jeunes sont plus nombreux.

Une dominante féminine caractérise l'échantillon qui se retrouve équitablement dans chaque groupe.

14-1-2 Homogénéité dans les préférences de mode de langage

est protégé en vertu de la loi du droit d'auteur

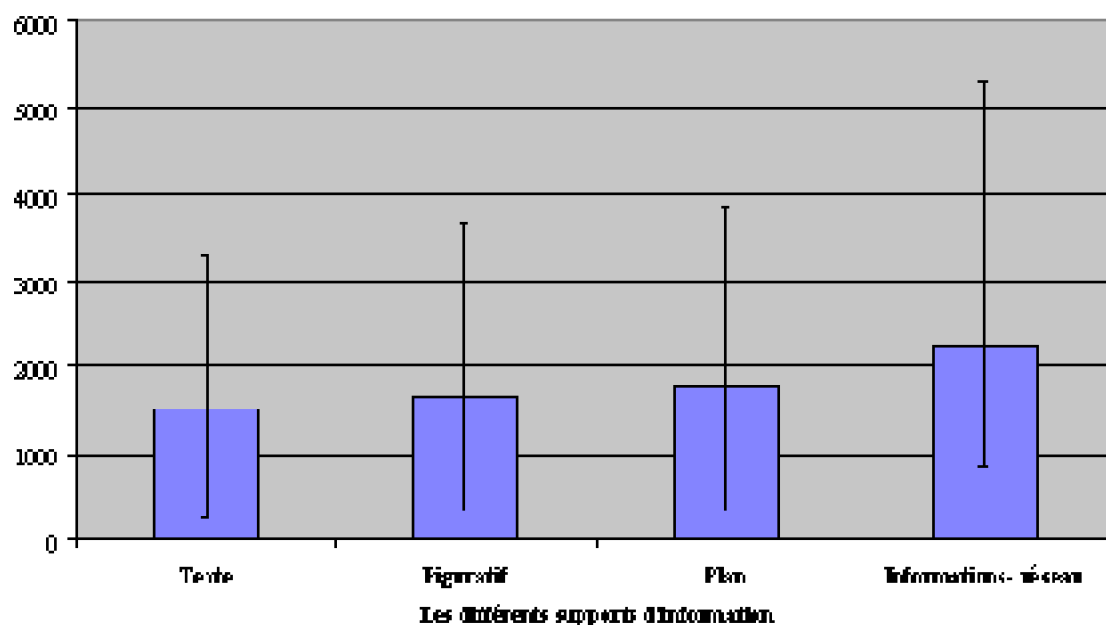
Compte tenu du fait que les groupes sont constitués de façon aléatoire, nous voulons contrôler, à l'intérieur de chaque groupe, qu'aucun mode d'expression (textuel, imagé ou dessiné) ne soit pas dominant et spécifiquement le mode d'expression représentatif du groupe en question. Ce contrôle est à visée préventive pour endiguer les biais. Par exemple, si le groupe Plan est composé essentiellement de fervents utilisateurs de cartes qui réussissent parfaitement la tâche, la performance ne sera pas inhérente au mode de support mais aux individus. Dans ce cas, nous ne pourrions évaluer l'influence de la fiche.

| | | Groupe Texte | Groupe Figuratif | Groupe Plan | Groupe Témoin |
|-------|--------------|--------------|------------------|-------------|---------------|
| QSL F | Moy. S.D. | 10,16 2,82 | 10,5 3,58 | 10,33 2,38 | 9,5 1,91 |
| QSL S | Moy. S.D. | 9,58 5,68 | 10,35 4,46 | 9,08 4,9 | 13,25 8,61 |
| QSL T | Moy. S.D. | 11,75 3,84 | 11 3,19 | 10,92 3,02 | 9,5 1,3 |

Les moyennes restent homogènes entre 9 et 11 pour les groupes avec les fiches, tandis que le groupe Témoin se distingue avec une moyenne de 13,25 mais un écart-type de 8,61 au QSL S (plan)(tableau 14-1). Les groupes ne sont pas significativement différents les uns des autres par rapport au test des comparaisons de moyennes. En d'autres termes, aucun des groupes ne se distingue par une préférence vers l'un des modes de communication. Sur un plan purement descriptif, on constate un profil pour chaque groupe à l'exception du groupe Témoin. En effet, les moyennes au QSL F sont sensiblement équivalentes et sont supérieures aux moyennes du QSL S mais inférieures à celles du QSL T. Quant au groupe Témoin, il reste marginal avec des moyennes les moins élevées pour l'intérêt des images et du texte, toutefois la moyenne concernant l'intérêt pour la forme plan est très élevée. Or, ce groupe sera justement équipé d'un plan du réseau. Ce résultat laisse supposer que certains sujets de ce groupe ont l'habitude ou une certaine aisance à utiliser les cartes ou toute autre forme schématique, c'est pourquoi les résultats concernant les performances à la tâche d'orientation doivent tenir compte de cette dernière remarque.

14-2 Comparaison globale entre les fiches en temps de parcours piétonnier

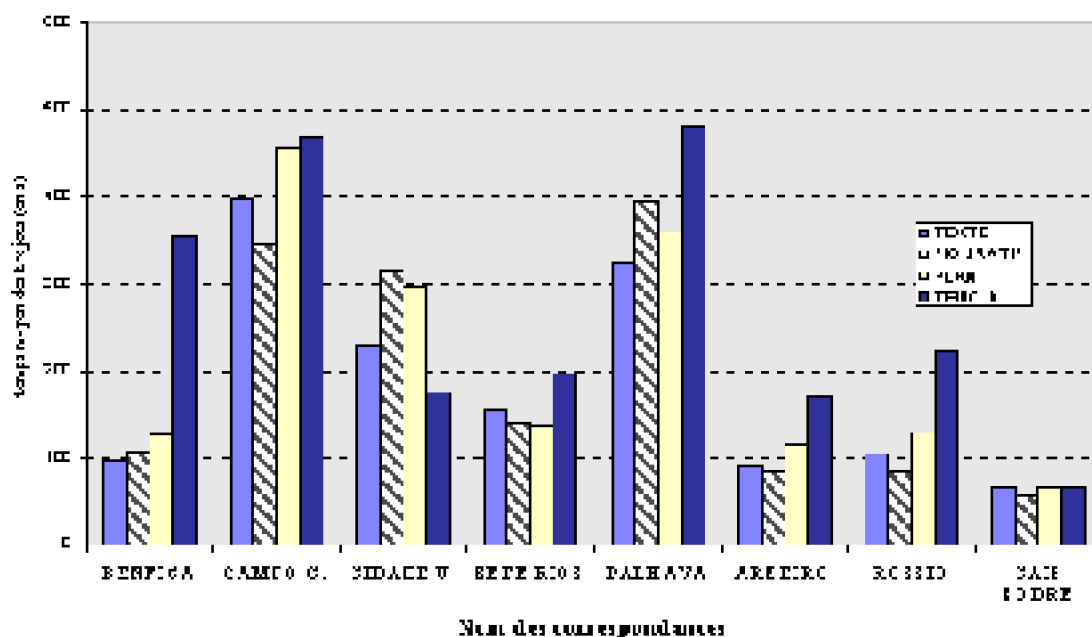
Nous avons cumulé tous les temps de parcours des huit correspondances. La dernière correspondance se déroule à Cais Sodr   où nous avons pris en compte seulement le temps jusqu'   l'entrée de la gare.



La figure 14-1 montre que globalement, les sujets avec les fiches sont plus rapides que les sujets informés uniquement avec des plans de réseau, qui sont actuellement les seules informations proposées aux voyageurs. La différence de performance est significative ($f=3.627$, $ddl=39$, $p<0.02$).

Il apparaît clairement que les fiches ont une influence bénéfique sur le temps de parcours.

Toutefois, nous pouvons constater que l'effet des fiches n'est pas homogène sur toutes les correspondances (figure 14-2). La variabilité est liée à la proportion de temps passé en intérieur et en extérieur. Pour cette raison, nous distinguerons ultérieurement les temps passés dans chaque zone.



Sur la figure 14-2, se distinguent clairement les correspondances où les temps moyens de trajet sont inférieurs à 150 s et ceux supérieurs à 200 s.

14-3 Comparaison détaillée entre les fiches à chaque nœud de correspondance

Les informations réseau correspondent aux informations attribuées au groupe Témoin.

14-3-1 Benfica

Benfica est une correspondance simple dans la mesure où l'action consiste à traverser la route. L'action se passe essentiellement en extérieur, d'un arrêt de bus à un autre arrêt de bus. La différence de performance est significative ($f=12.683$, $ddl=39$, $p<0.0009$) entre les fiches et les moyens du groupe témoin.

D'après le tableau suivant (tableau 14-2), le Texte et le Figuratif sont plus efficaces que le Plan et les moyens dont disposent le groupe Témoin. Bien que le Texte enregistre un temps moyen de parcours le plus rapide (97s) avec un faible écart-type (14s), sa performance est équivalente à celle de la fiche avec les images.

| | Texte | Figuratif | Plan | Informations-réseau |
|------------|--------------|-----------|--------|---------------------|
| Moyenne | 97.33 | 108.08 | 127.08 | 355.75 |
| Ecart-type | 14.72 | 54.37 | 76.40 | 191.80 |

14-3-2 Campo Grande

Campo Grande représente la correspondance la plus difficile car la distance entre le point de départ, représenté par un arrêt de bus, et le point d'arrivée sur les quais du métro est relativement importante et la trajectoire est plusieurs fois déviée.

| | Texte | Figuratif | Plan | Informations-réseau |
|------------|--------|---------------|--------|---------------------|
| Moyenne | 397.67 | 344.83 | 457 | 469 |
| Ecart-type | 69.68 | 40.72 | 154.28 | 189.02 |

Ceci explique de façon partielle les temps moyens élevés. Globalement, les performances entre les différents supports ne se différencient pas d'après l'analyse de variance. En revanche, en appliquant une comparaison de moyenne entre les supports, deux à deux, le Figuratif s'avère plus performant significativement que le Plan ($t= -2.435$, $ddl=22$, $p<0.02$). Les utilisateurs du Figuratif sont plus rapides que ceux du Texte bien que la différence ne soit pas significative.

14-3-3 Cidade Universitária

Le résultat est singulier, puisque les sujets avec les informations réseau, du groupe Témoin, affichent le meilleur temps (175s) avec un très faible écart-type (25.7s). Ce temps s'avère significativement supérieur à celui du Figuratif ($t=2.44$, $ddl= 22$, $p<0.02$). En revanche, globalement, il n'y a pas de différence significative avec tous les moyens d'information.

| | Texte | Figuratif | Plan | Informations-réseau |
|------------|--------|-----------|--------|---------------------|
| Moyenne | 227.67 | 315.17 | 296 | 175.25 |
| Ecart-type | 110.17 | 111.26 | 122.04 | 25.7 |

Cidade Universitária est une correspondance entre le métro et le bus. La partie intérieure, en station, est proportionnellement plus importante que la partie en extérieur, de la sortie de la station jusqu'à l'arrêt de bus. La complexité de la station est telle que les informations de guidage de chaque fiche ne s'avèrent pas suffisantes pour guider correctement les participants. La confrontation entre la signalétique de la station et les indications concourt au fourvoiement de nombreux sujets sauf ceux qui disposent seulement des informations sur les réseaux. Ces derniers sujets se guident uniquement par la lecture de la signalétique des stations de métro. (Ils ont également comme les autres sujets les noms des arrêts de bus et des métros et des lignes)

Parmi les trois fiches, le Texte est le plus performant (227s) contrairement au Figuratif qui affiche un temps moyen le plus élevé (315s). Cet écart de performance peut s'expliquer par l'ambiguïté de la seconde photographie avec une prise de vue à partir de la sortie de la station vers l'arrêt de bus (annexe 13). Cette photographie soulevait déjà quelques ambiguïtés lors des tests sur la qualité des photographies. Compte tenu de la difficulté à la modifier, elle fut conservée malgré la confusion dévoilée. Ces résultats, par conséquent, ne sont pas surprenants, ils expriment simplement le double langage de la photographie.

14-3-4 Sete Rios

Les différences ne sont pas significatives entre tous les moyens d'information, bien que l'on puisse observer une meilleure performance des supports Plan et Figuratif. Une certaine variabilité entre les sujets se retrouve dans chaque groupe de façon plus ou moins prononcée. La situation de Sete Rios est similaire à la situation précédente dans le sens où le trajet piétonnier à l'intérieur est plus long. Le rôle des fiches est alors concurrencé par la présence de la signalétique. Cette signalétique crée parfois une certaine confusion entre les deux sources d'information, ce qui est encore le cas à Sete Rios. Cette confrontation entre les deux sources d'information semble préjudiciable principalement pour le Texte et le Figuratif.

| | Texte | Figuratif | Plan | Informations-réseau |
|------------|--------|-----------|--------------|---------------------|
| Moyenne | 157.08 | 141.58 | 137.5 | 196 |
| Ecart-type | 73.32 | 47.49 | 35.89 | 93.74 |

14-3-5 Palhavã

Contrairement aux situations précédentes, la répartition entre la partie intérieure (de la station) et la partie extérieure du trajet est inversée. La proportion du temps de trajet piétonnier passée dans la station est réduite au quart par rapport au cheminement total.

| | Texte | Figuratif | Plan | Informations-réseau |
|------------|---------------|-----------|--------|---------------------|
| Moyenne | 323.17 | 397.08 | 360.08 | 481 |
| Ecart-type | 48.22 | 131.13 | 40.40 | 206.26 |

Les performances entre les moyens d'information sont significativement différentes ($f=2.844$, $ddl=39$, $p<0.05$).

Le Texte est significativement plus efficace que les informations du groupe Témoin ($t=-2.613$, $ddl=22$, $p>0.02$), le Plan est également supérieur à ces dernières mais la performance est proche du seuil de 5% ($p\leq 0.059$). Concernant le Figuratif, les temps de trajet ne sont pas les plus courts mais la variabilité est telle entre les sujets qu'elle ne permet pas une distinction significative entre les deux autres fiches et les supports du groupe Témoin.

Ainsi, l'efficacité du Figuratif semble erratique. On peut toutefois noter la grande variabilité entre les sujets contrairement aux autres groupes (Plan et Texte). L'analyse des erreurs éclaircira sans aucun doute cette variabilité. Il est envisageable de remettre en question la prise de vue.

14-3-6 Areeiro

Areeiro est une correspondance qui se déroule essentiellement dans l'espace urbain après quelques modifications dues aux intempéries.

| | Texte | Figuratif | Plan | Informations-réseau |
|------------|-------|--------------|--------|---------------------|
| Moyenne | 90.83 | 84.5 | 115.67 | 169.75 |
| Ecart-type | 29.77 | 13.41 | 65.3 | 81.14 |

Les supports informationnels ont des performances significativement différentes ($f=3.934$, $ddl=39$, $p<0.01$). Afin de définir le ou les supports les plus performants, nous avons comparé les moyennes des temps de trajet deux à deux. Finalement, les informations générales du groupe Témoin sont significativement insatisfaisantes en comparaison de la fiche Texte

($t=-2.9$, $ddl=22$, $p<0.01$) et Figuratif ($t=-3.74$, $ddl=22$, $p<0.02$).

Bien que les performances ne se distinguent pas de façon significative entre le Texte et le Figuratif, ce dernier support présente un temps plus court (84s) et une très faible

variabilité (13s).

14-3-7 Rossio

Comme Areeiro, la correspondance à Rossio est urbaine et les différences entre les supports sont également significatives ($f=4.49$, $ddl=39$, $p<0.0009$).

| | Texte | Figuratif | Plan | Informations-réseau |
|------------|--------|--------------|--------|---------------------|
| Moyenne | 105.58 | 84.58 | 129.17 | 224.25 |
| Ecart-type | 37.17 | 36.34 | 71.21 | 163.24 |

Les différences s'avèrent significatives entre les fiches Texte ($t=-2.49$, $ddl=22$, $p<0.02$) et les informations du groupe Témoin ainsi que le Figuratif ($t=-2.945$, $ddl=22$, $p<0.01$) avec ce dernier groupe.

Nous retrouvons à Rossio une situation similaire à Areeiro en terme de performance des fiches. Une fois de plus, le Figuratif est plus efficace que les autres groupes.

La variabilité entre les sujets reste toutefois élevée.

14-3-8 Cais Sodré

Compte tenu des perturbations rencontrées à l'intérieur de la gare, nous avons comparé les performances des fiches, uniquement à l'extérieur de la gare, c'est-à-dire de la descente du tramway jusqu'à l'entrée de la gare.

| | Texte | Figuratif | Plan | Informations-réseau |
|------------|-------|--------------|-------|---------------------|
| Moyenne | 65 | 55.83 | 65.83 | 66.75 |
| Ecart-type | 4.75 | 6.09 | 8.45 | 13.52 |

A Cais Sodré, la différence est significative entre le Figuratif et les trois autres moyens d'informations. (avec le Texte, $t=4.13$, $ddl=22$, $p<0.0009$; avec le Plan, $t=-3.36$, $ddl=22$, $p<0.003$; et avec les informations du groupe Témoin, $t=-2.28$, $ddl=22$, $p<0.03$)

14-3-9 Conclusion préliminaire

Chaque correspondance a ses propres caractéristiques et les résultats reflètent quelque peu cette diversité. Toutefois certaines constantes peuvent être soulignées ou tout au moins approfondies. Nous avons relevé des différences entre les correspondances essentiellement urbaines et celles combinant le milieu urbain et le souterrain. D'autre part, les résultats du groupe Témoin et du Plan sont globalement moins satisfaisants que ceux du Texte et du Figuratif. Les résultats du Texte sont plus homogènes entre chaque correspondance contrairement aux résultats du Figuratif. D'une façon générale dans le groupe Texte, la variabilité entre les sujets est plus faible que pour les autres groupes.

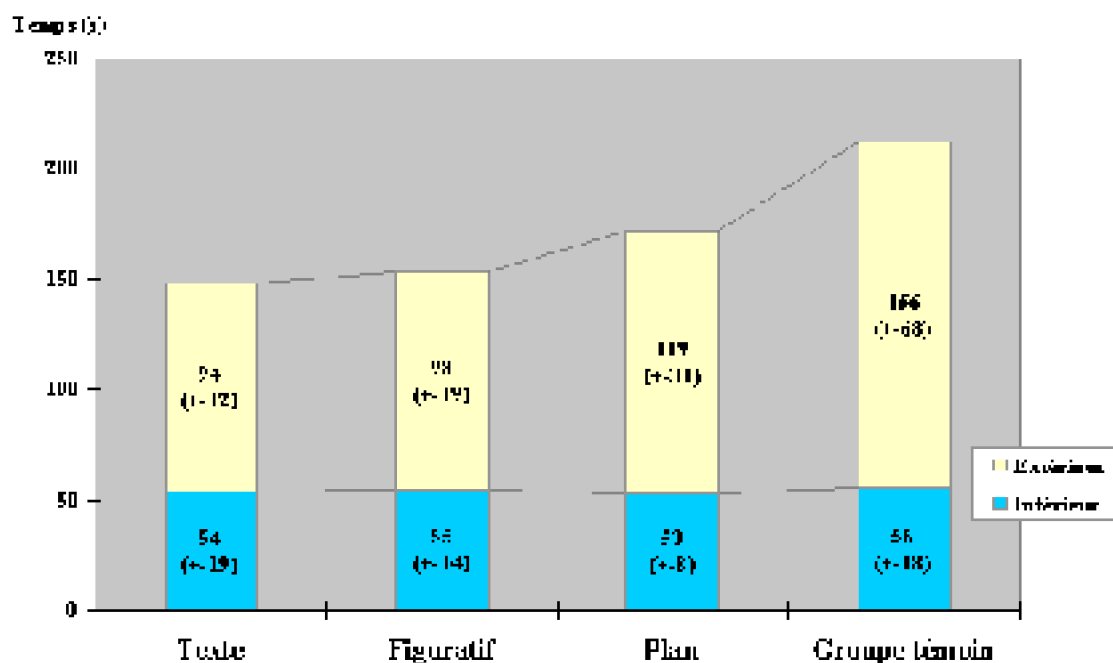
La performance des différents type d'information est dépendante de la qualité de la fiche mais également de la configuration de l'environnement et de la complexité du trajet. De toute évidence, la qualité de chaque information n'est pas homogène entre les trois fiches et entre les huit trajets piétonniers.

Afin de déterminer plus précisément l'influence des fiches, nous allons distinguer les parties extérieure (urbain) et intérieure (station de métro) du trajet. Ainsi de nouvelles analyses de variance seront réalisées pour chaque correspondance avec station.

15- Distinction entre le milieu urbain et le milieu souterrain

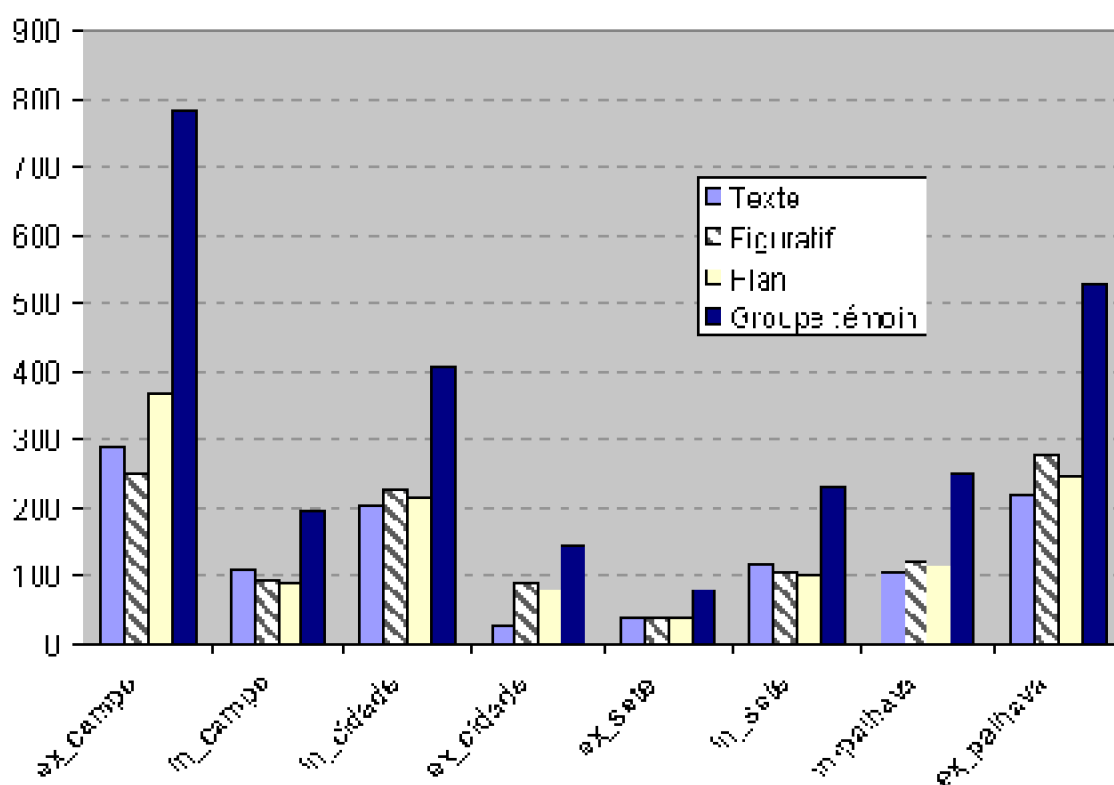
Lorsque l'analyse de variance porte essentiellement sur les trois fiches, la différence n'est plus significative. En d'autres termes, les résultats précédents montrent que les sujets sans aide spécifique mettent plus de temps pour atteindre leur but que les sujets guidés.

Cette constatation mérite d'être approfondie compte tenu de la diversité des situations. La figure 15-4 montre la différence entre les temps de parcours moyens (en seconde) à l'intérieur des stations et dans l'espace urbain. Ces temps de parcours représentent une moyenne des temps cumulés sur l'ensemble des correspondances pour chaque groupe.



Dans les zones urbaines, les piétons du groupe Témoin s'orientent plus difficilement et de façon significative ($f=5.851$, $ddl=39$, $p<0.02$) par rapport aux autres groupes. Concernant les fiches, les résultats du Plan sont globalement moins satisfaisants que ceux du Texte et du Figuratif ($f=12.683$, $ddl=35$, $p<0.0009$). Plus précisément, les

résultats du Texte sont plus homogènes entre chaque correspondance, extérieure, contrairement aux autres supports. Par contre, la comparaison des performances fluctue entre les utilisateurs du Texte et ceux du Figuratif, car les temps de parcours globaux sont équivalents. L'analyse détaillée montre que le Texte est efficace ($t=-2.71$, $ddl=22$, $p<0.013$) sur un trajet court, comme la correspondance Cidade Universitária. En revanche, dès que le parcours devient alambiqué, le Figuratif devient plus pertinent ($t=-2.5$, $ddl=22$, $p<0.02$), comme à Campo Grande.



Les correspondances intérieures et extérieures

La figure 15-5 et le tableau 15-14 sont complémentaires. Le premier présente les moyennes et le second les résultats du test de Student. Il apparaît clairement que les supports se distinguent significativement surtout en extérieur sauf pour Sete Rios. Pour Campo Grande, les fiches texte et Figuratif sont significativement plus efficaces que le Plan et les supports du groupe Témoin. En effet, les personnes appartenant aux deux premiers groupes, sont plus rapides dès la descente du bus. A Cidade Universitária, le Texte est manifestement plus adapté que le Plan et le Figuratif lorsque les personnes sortent de la station. En revanche, à l'intérieur aucun des supports d'information proposés ne se distinguent. A la correspondance suivante, Palhavã, le Texte affiche une supériorité significative par rapport aux trois moyens de guidage. Le Plan présente une efficacité supérieure au groupe Témoin aussi bien en station qu'en dehors.

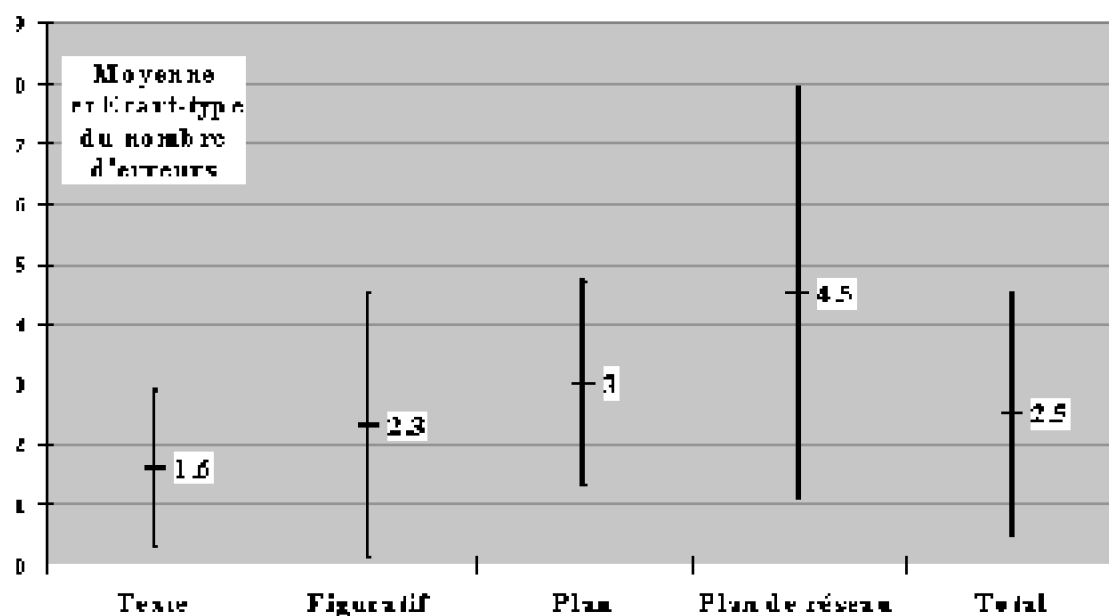
| | Campo | | Cidade | | Palhava | | Sete | |
|--------------------|-------|------|--------|------|---------|------|------|------|
| | ext | in | ext | in | ext | in | ext | in |
| Texte/Figuratif | 0,28 | 0,32 | 0,00 | 0,95 | 0,06 | 0,75 | 0,78 | 0,34 |
| Texte/Plan | 0,02 | 0,07 | 0,01 | 0,33 | 0,01 | 0,03 | 0,62 | 0,19 |
| Texte/G.Témoin | 0,01 | 0,56 | 0,61 | 0,14 | 0,01 | 0,03 | 0,90 | 0,39 |
| Figuratif/Plan | 0,01 | 0,33 | 0,53 | 0,23 | 0,42 | 0,62 | 0,73 | 0,54 |
| Figuratif/G.Témoin | 0,00 | 0,88 | 0,06 | 0,66 | 0,81 | 0,20 | 0,93 | 0,32 |
| Plan/G.Témoin | 0,96 | 0,00 | 0,20 | 0,14 | 0,05 | 0,02 | 0,81 | 0,12 |

Les temps permettent de quantifier et de comparer les performances de différents supports dans une tâche d'atteinte de but dans un environnement inconnu. Les temps de parcours sont déterminés par les hésitations qui ralentissent la vitesse de la marche jusqu'à l'arrêt total, et par les erreurs. Le temps d'aller dans une direction -souvent- opposée et le temps de corriger son erreur pour se rendre finalement à l'endroit demandé élèvent considérablement la consommation de secondes, voire de minutes. Dans cette étude en situation réelle, nous n'avons pas eu la possibilité de laisser les personnes égarées retrouver seules le bon chemin car cela risquait d'accroître amplement (et désagréablement pour les sujets) le temps global de l'expérimentation. Il est certain que les temps moyens de cheminement piétonnier auraient plus fortement discriminé les groupes.

L'analyse qualitative des erreurs offre un éclaircissement sur l'origine, la nature et la gravité des confusions par rapport aux indications données.

16- Erreur et hésitation

Les sujets en moyenne ont réalisé peu d'erreurs (2,5 par sujets). Cinq sujets ont été relativement performants puisqu'ils ont réussi à réaliser le trajet sans erreur dont deux avec le support Figuratif et les trois autres avec le support Texte.



Il n'y a pas de différence significative entre les fiches et le nombre d'erreur, ceci se justifiant par le fait que toutes les correspondances ne peuvent pas être traitées de façon homogène entre elles et entre fiches. Comme pour la première expérimentation, nous analyserons les erreurs de façon qualitative.

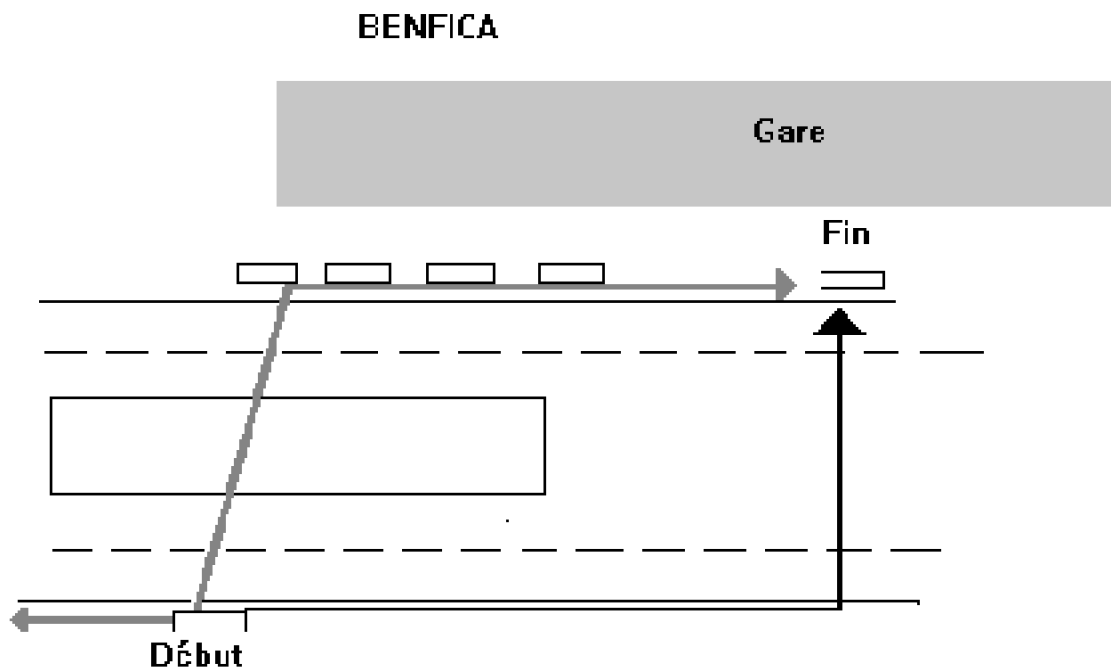
16-1 Observation des comportements à chaque correspondance

Chaque station sera examinée minutieusement dans la partie discussion en comparant chaque fiche afin de rendre compte des défauts de chacune d'elle en fonction des caractéristiques de l'environnement. Dans cette partie, nous listerons les erreurs par fiche et par station par l'intermédiaire d'un tableau et d'un schéma. Les tableaux signalent les erreurs, les erreurs de détour (qui seront notés entre parenthèse) et les hésitations. Sur le schéma, les traits noirs représentent le trajet indiqué alors que les traits gris représentent les erreurs de toute nature.

Benfica

| | Erreur | | | Hésitation | | | |
|------------------|--------|-------|---|------------|---|---|--|
| Supports (N=12) | T | F | P | T | F | P | |
| A l'arrêt du bus | 2 (1) | 1 (2) | 4 | 9 | 6 | 9 | |

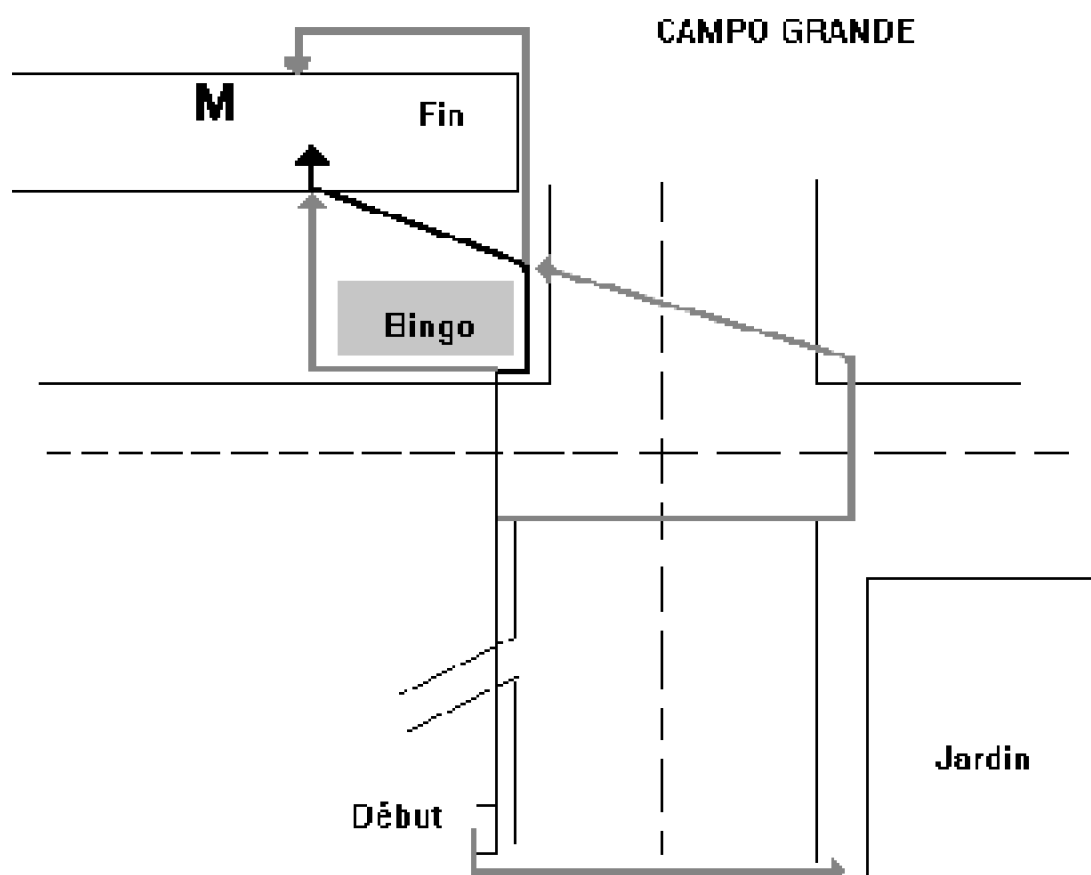
Moins d'un tiers des sujets de chaque groupe a commis une erreur. Par contre, à la descente du bus, les sujets avec de fortes hésitations sont aussi nombreux dans le groupe Texte que le groupe Plan.



Campo Grande

Cette correspondance se décompose en plusieurs étapes. La première, à la descente du bus est plus difficile pour les utilisateurs du plan car ils sont les plus nombreux à avoir commis une erreur. Ensuite, juste avant le métro, un bâtiment avec la signalétique « BINGO » crée deux itinéraires possibles pour accéder à la station. Nous en avons indiqué un pour les fiches, dans le cas où l'itinéraire parallèle est choisi alors nous parlerons d'erreurs de détours. Il s'agit principalement des sujets avec le Figuratif qui ont contourné autrement le bâtiment en raison d'une ambiguïté avec la flèche. L'intérieur de la station est confusional entre les directives des fiches et les indications de la signalétique car celles-ci proposent plusieurs directions pour une même destination alors que les fiches en indiquent une seule.

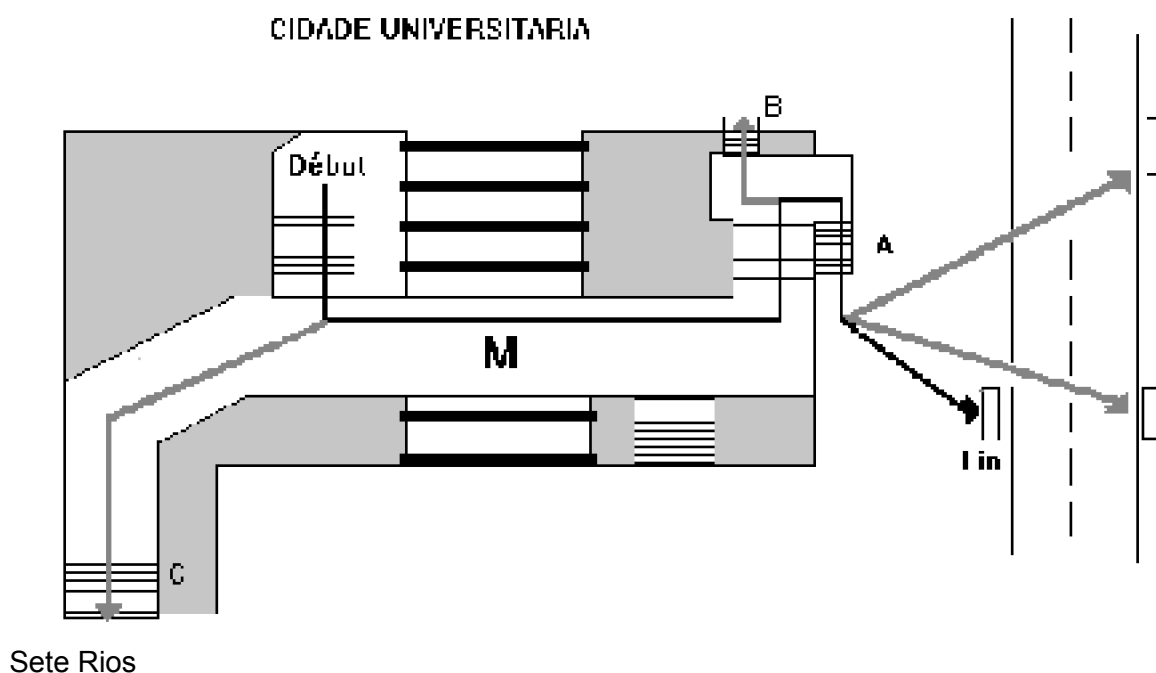
| | Erreur | | | Hésitation | | | |
|-------------------------|--------|-----|-----|------------|---|---|--|
| Supports (N=12) | T | F | P | T | F | P | |
| Aux arrêts de bus | 3 | 1 | 5 | 5 | 2 | 6 | |
| Avant le bâtiment Bingo | (2) | (3) | 0 | 3 | 1 | 3 | |
| Avant l'entrée du métro | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | |
| Dans la station | (4) | (5) | (3) | 12 | 4 | 5 | |



Cidade Universitária

Cette station est bâtie sur plusieurs niveaux et dessert l'espace urbain par trois sorties. Le tableau présente le nombre important d'erreurs qui ont été commises dans les trois groupes. Plus de la moitié des sujets avec le Plan se sont trompés de sortie et la moitié avec le Figuratif et un peu moins pour les personnes qui avaient le Texte. Une fois à l'extérieur, malgré la simplicité du trajet, comme le montre le schéma (figure 16-9), huit personnes ont pris une mauvaise direction.

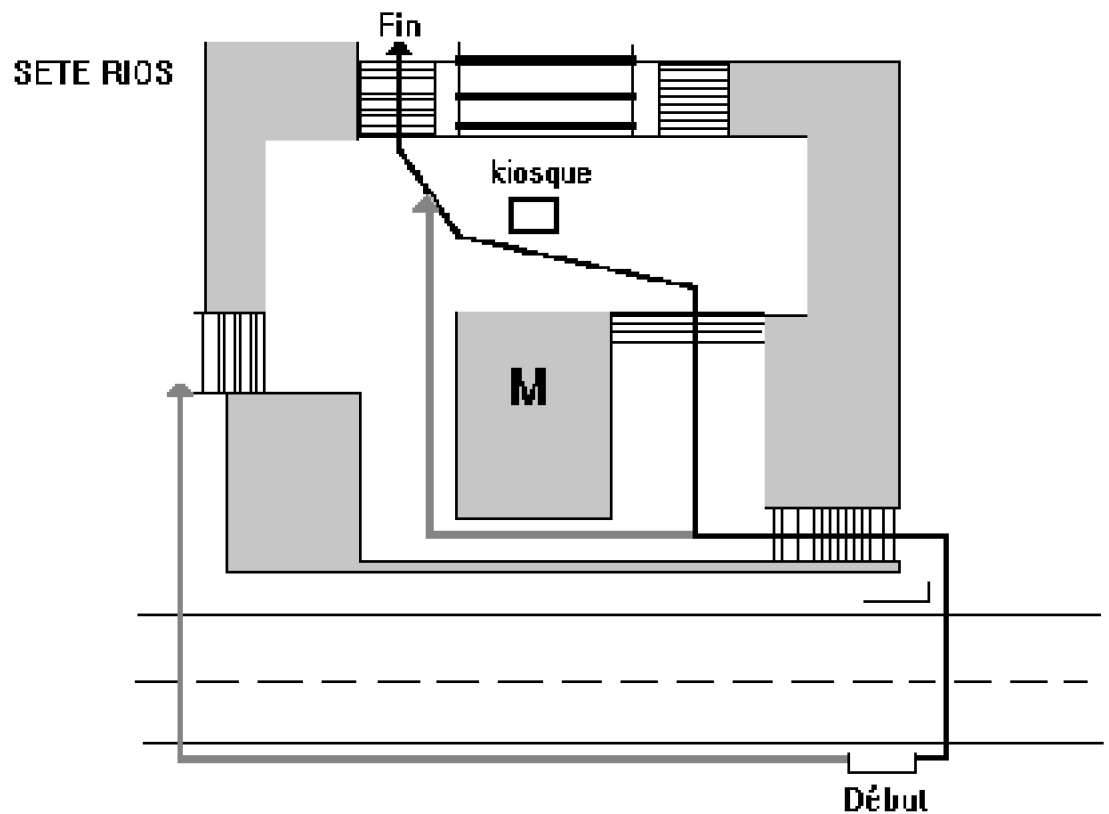
| | Erreur | | | Hésitation | | | |
|---------------------------|--------|---|---|------------|---|---|--|
| | T | F | P | T | F | P | |
| Support (n=12) | | | | | | | |
| Dans la station, sortie C | 4 | 6 | 9 | 5 | 7 | 9 | |
| Dans la station, sortie B | 3 | 1 | 2 | 4 | 5 | 7 | |
| De la sortie à l'arrêt | 0 | 4 | 3 | 4 | 6 | 5 | |



| | Erreur | | | Hésitation | | | |
|----------------|--------|-----|-----|------------|---|---|--|
| Support (N=12) | T | F | P | T | F | P | |
| Arrêt de bus | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 3 | |
| Entrée station | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| Dans station | (3) | (2) | (2) | 9 | 7 | 4 | |

Deux sujets, l'un avec le Figuratif et l'autre avec le Plan se sont dirigés vers une entrée plus éloignée que celle donnée car cette dernière était cachée par un bus.

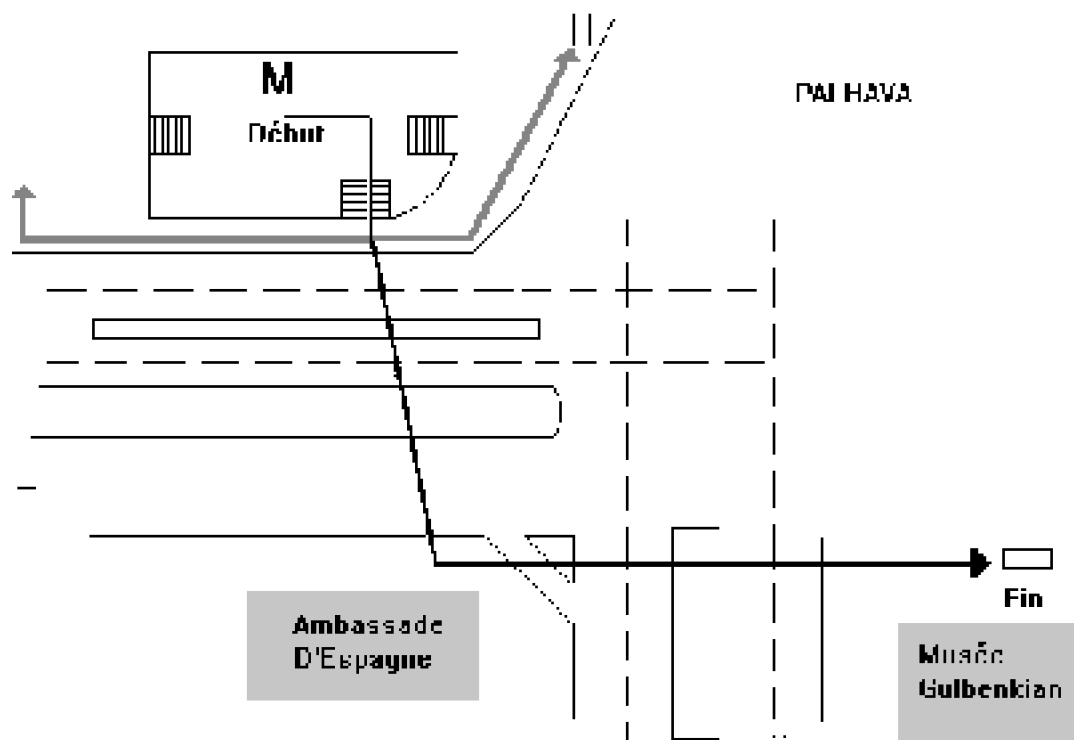
La plupart des sujets ont hésité lors d'une première intersection, puis au cœur de la station avant le kiosque (figure 16-5) car celui-ci cachait l'accès au quai.



Palhavã

Comme le montre la figure 16-11, l'arrêt de bus où doivent se rendre les sujets est diamétralement opposé à la station de métro à plusieurs dizaines de mètres. À l'inverse des dernières correspondances, les performances en terme d'erreur sont meilleures chez les utilisateurs du Plan que celles des utilisateurs des deux autres fiches, puisqu'ils n'ont fait aucune erreur. Le nombre des hésitations est par contre assez élevé. Parmi les trois personnes qui se sont trompées avec le Figuratif, deux d'entre elles ont pu rapidement s'auto-corriger.

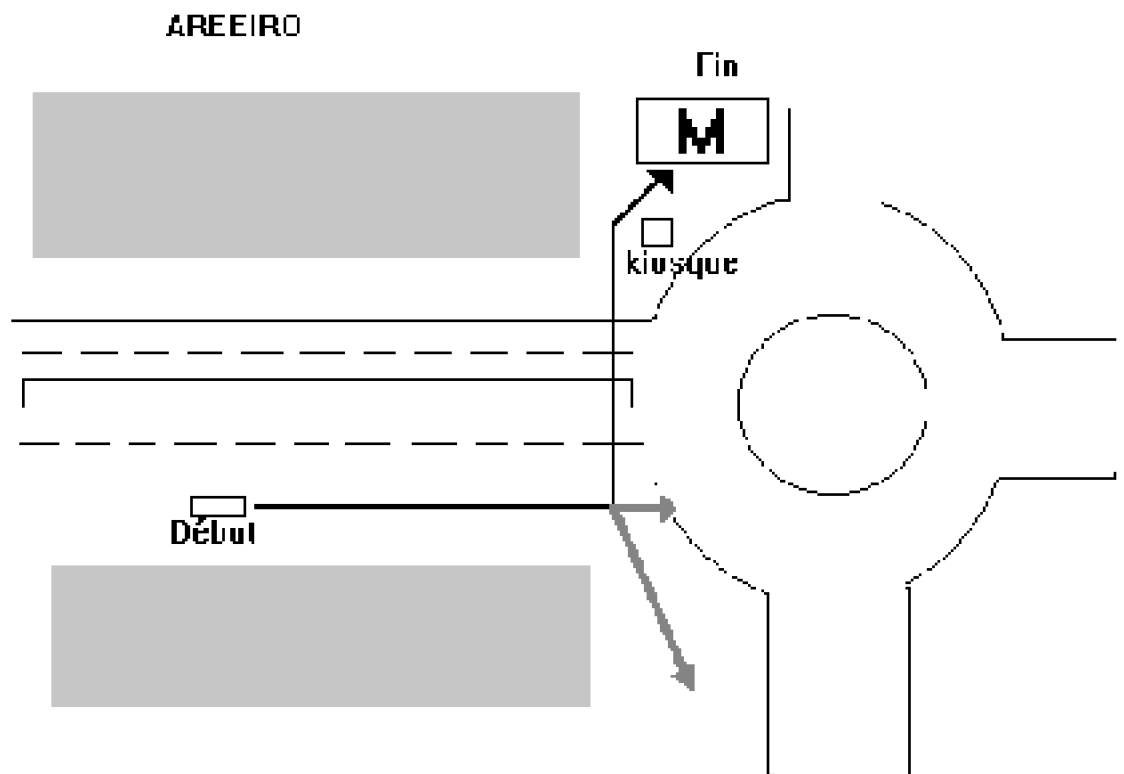
| | Erreur | | | Hésitation | | | |
|---------------------------|--------|---|-----|------------|---|----|--|
| | T | F | P | T | F | P | |
| Support (N=12) | | | | | | | |
| Dans la station | (1) | 0 | (1) | 7 | 7 | 8 | |
| A la sortie de la station | 2 | 3 | 0 | 3 | 5 | 10 | |



Areeiro

| | Erreur | | | Hésitation | | | |
|-----------------------|--------|---|---|------------|---|---|--|
| Support (N=12) | T | F | P | T | F | P | |
| Arrêt de bus | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3 | |
| Avant passage piétons | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 5 | |

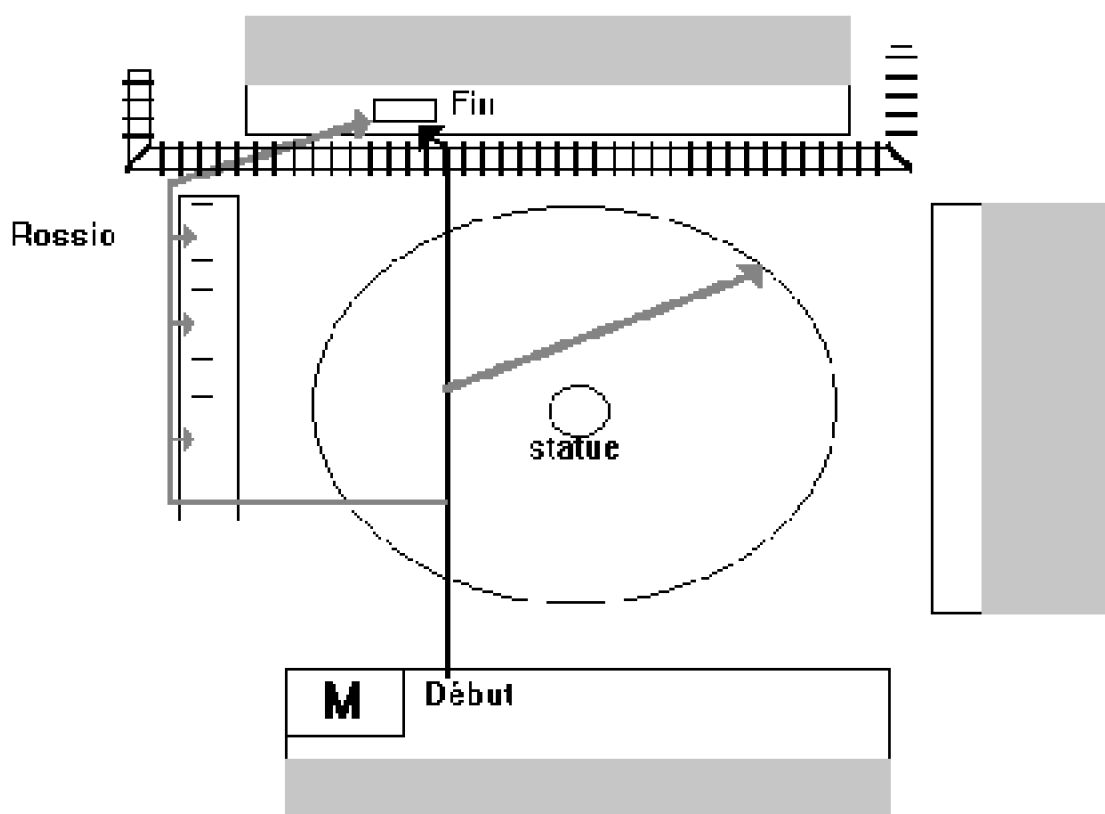
Cette correspondance est l'une des plus facile puisque trois erreurs seulement ont été effectuées au moment du changement de direction par des sujets guidés avec le Plan.



Rossio

Une seule personne a commis une erreur sur la place Praça de Figara. Par contre, de nombreux sujets ont hésité car l'arrêt du tramway, bien que face à eux, était régulièrement caché par ce dernier. Par doute, huit sujets sont allés vérifier les panneaux des arrêts contigus (figure 16-13).

| | Erreur | | | Hésitation | | | |
|-----------------------|--------|-----|------|------------|---|---|--|
| Support (N=12) | T | F | P | T | F | P | |
| Sortie station | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | |
| De la place à l'arrêt | (2) | (2) | 1(4) | 2 | 2 | 8 | |



Cais Sodré

Aucune erreur n'a été commise à cet endroit.

16-2 Synthèse

En examinant la fréquence des erreurs et des hésitations, on peut relever la dominance en terme d'efficacité de la description d'itinéraire (forme Texte) par rapport aux images et aux plans. Cependant, elle n'est pas constante, elle est parfois dépassée par la performance de la Fiche avec la photographie.

La performance d'un mode de présentation est également dépendante des lieux. Globalement, l'analyse n'est pas discriminante, elle dénote plutôt une complémentarité entre la forme écrite et la forme imagée. Cette complémentarité se justifie par la multitude de configurations environnementales existantes, un seul type de présentation ne peut satisfaire par conséquent tous les cas de figure.

En effet, la première distinction sépare l'espace urbain et l'espace souterrain. Au vu de ces résultats, il apparaît que la signalétique directionnelle des stations de métro ou des gares de Lisbonne est satisfaisante en terme d'orientation. Nous avons constaté que le fait de donner des indications de direction de type route avec des arguments descriptifs ne convient pas à un environnement disposant d'une signalétique propre. En d'autres termes, ces stations disposent d'informations adaptées à leur organisation spatiale respectant une logique interne, et le fait d'introduire une information d'orientation selon

une logique rattachée à l'espace urbain crée une confusion à cause de la juxtaposition de deux logiques spatiales. L'individu une fois dans la station suit les deux logiques simultanément en prenant en compte toutes les informations dont ils disposent. Or, il semblerait que la meilleure solution consiste à lire une seule catégorie d'informations soit les inscriptions écrites sur papier soit les informations signalées sur panneaux. Cette conclusion est confirmée par les résultats obtenus chez les sujets du quatrième groupe qui utilisent seulement la signalétique pour se guider. Par conséquent, la situation reste moins confusionnelle. La simplicité sans excès de fioritures reste encore la meilleure solution.

D'autre part, dans l'espace urbain, la situation est bien différente car les indications d'orientation annonçant les transports n'existent pas. Le vide informationnel est à combler. La solution est ici d'une toute autre nature car il ne faut pas hésiter à décrire l'environnement et les actions dans cet environnement pour que l'individu puisse anticiper.

D'après les constats et résultats, nous avons déduit que:

- Le mode Image est plus performant par rapport au mode Plan toutes les fois où des rotations du plan pour déterminer la direction à prendre sont effectuées. Le mode image est également plus performant que le mode Texte lorsque l'explication du trajet est longue et complexe et qu'elle peut faire survenir des problèmes de direction entre la droite et la gauche
- Le Texte est plus performant dans le cas où le cheminement est court, rectiligne et non-ambigu (ex : Cidade externe) et lorsque le texte indique des repères facilement identifiable par l'individu dans une tâche de recherche d'itinéraire (ex : gare de Benfica).

17- Evaluation des fiches

17-1 Critères généraux

Il est habituel de demander aux sujets leur impression et sur ce qu'ils viennent de faire. Dans notre étude, les critiques des sujets permettent de comparer les fiches entre elles sur des critères subjectifs des utilisateurs, ceci mettant en évidence les qualités et les défauts de chacune d'elles. L'évaluation subjective conduit à une analyse qualitative qui peut compléter les résultats de l'expérimentation.

Tous les sujets (tout groupe confondu) ont trouvé que le support était pratique (dont 35% par un "plutôt oui"). Le principe de la fiche personnalisant un trajet a été très favorablement accueilli.

Pour la suite, les avis sont plus partagés en ce qui concerne le gain de temps par

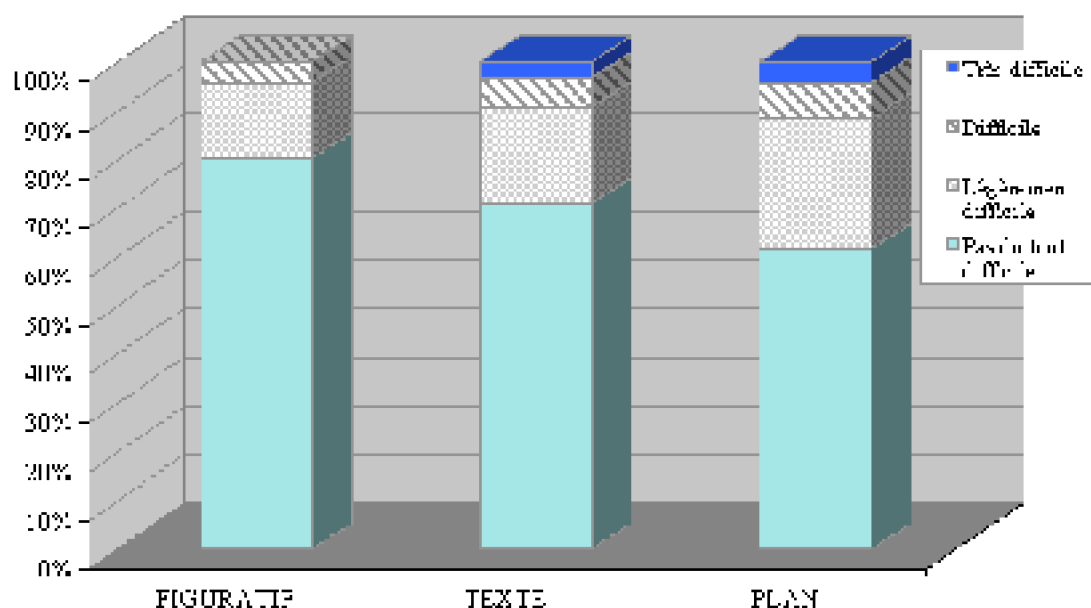
rapport à leur méthode habituelle, et la facilité qu'ils auraient à refaire le trajet sans la fiche.

| Pour le gain de temps | | Pour le second trajet fictif | |
|-----------------------------------|--------------------|---|--------------------|
| Pas du tout Un peu Assez Beaucoup | 7,5% 37,5% 55% 10% | Avec quelques difficultés Beaucoup de difficultés Des difficultés à chaque correspondance | 47,5% 32,5% 15% 5% |

Au regard de ces chiffres, l'appréciation générale est assez bonne, 55% des sujets estiment que la fiche peut leur permettre de gagner du temps et 37,5% seulement un peu et 7,5% pas du tout. Les « non satisfaits » sont concentrés dans le groupe Plan, alors que les « satisfaits » se répartissent entre les deux autres groupes (Texte et Figuratif).

Par contre, l'aspect pratique est jugé très positivement par le groupe Plan, ils ont apprécié le principe de la fiche sans porter un regard discriminant sur le contenu, car cette fiche rassure.

A la question 30 (annexe 15), chaque correspondance est évaluée selon une échelle de difficulté (figure 17-1).



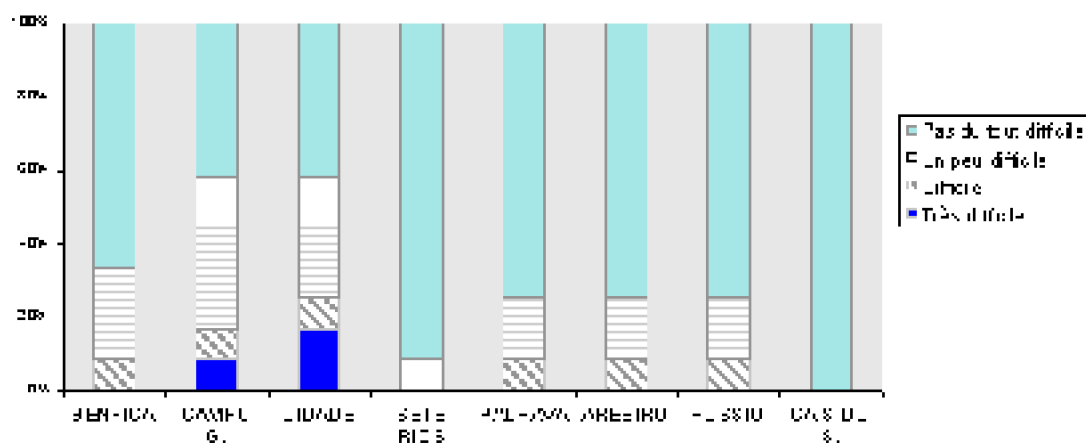
Nous avons recueilli les données de ces évaluations sur la base de 96 situations. Les 12 sujets de chaque groupe ont évalué les huit correspondances à partir des mêmes critères (de «très difficile» à «pas du tout difficile»). De cette façon, chaque fiche est évaluée indirectement dans des conditions environnementales variées (des situations simples à des situations complexes).

Les réponses ont été regroupées par fiche et le graphique souligne les différences entre les fiches à partir des évaluations subjectives. Dans un exercice de rappel, les sujets avec le Figuratif n'ont jamais choisi l'item "Très difficile". D'après ces pourcentages, on observe une tendance plutôt positive pour la fiche Figuratif qui laisse une impression de facilité chez la plupart des sujets. Cidade Universitária reste classiquement la

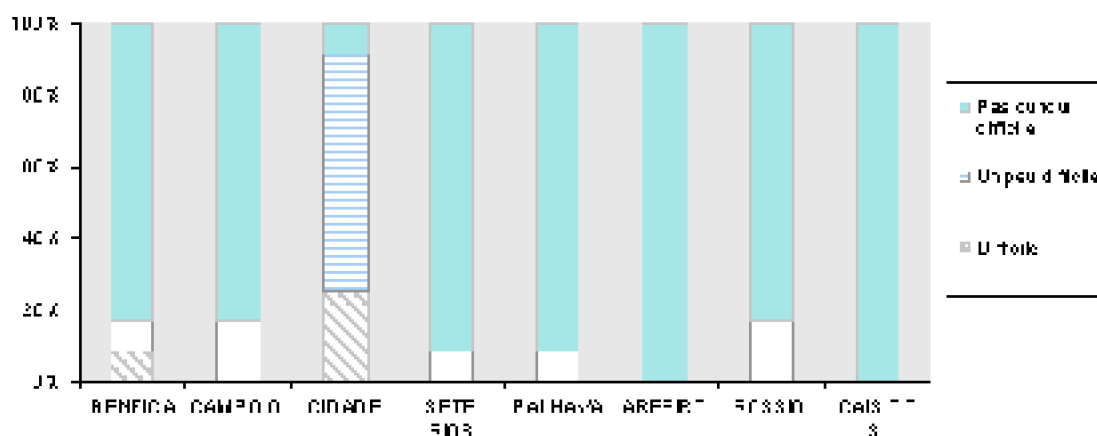
correspondance source de confusion à cause de la station de métro bâtie sur trois étages, distribuant les entrées et les sorties sur deux étages. Les sujets avec le Texte sont les plus nombreux par rapport au Figuratif à considérer le trajet comme difficile et très difficile.

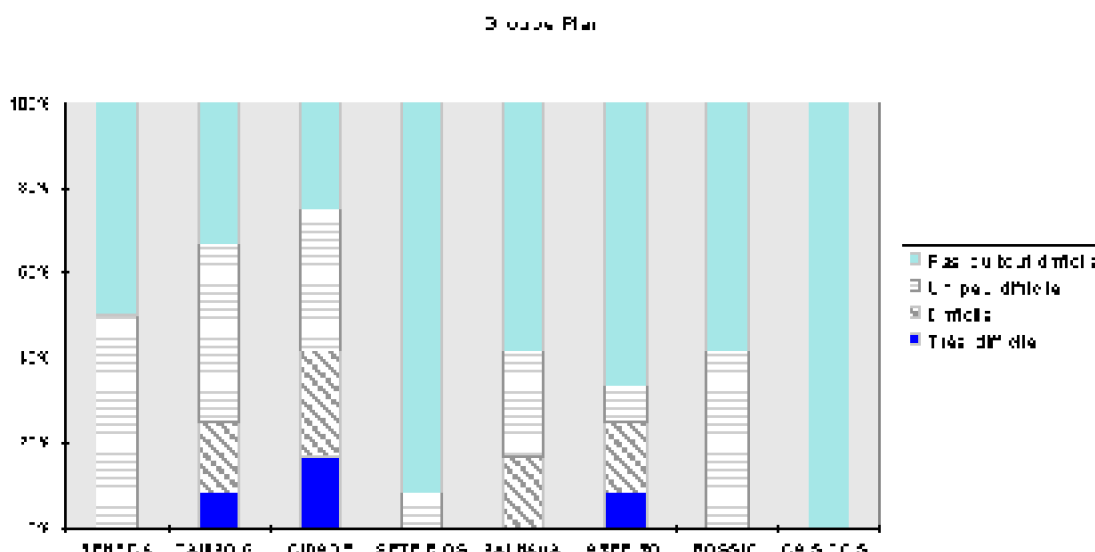
Les tableaux et les graphiques suivants permettent d'avoir un aperçu par fiche des difficultés subjectives éprouvées par chaque groupe selon les correspondances. Ces résultats restent cohérents avec les observations enregistrées durant le trajet. Cidade Universitária est la correspondance la plus difficile des correspondances alors que Cais Sodré est unanimement considérée comme la plus facile. Campo Grande est perçue comme « très difficile » par 5% des sujets avec le Texte et 5% avec le Plan, et un pourcentage plus élevé des sujets trouvent « difficile » de s'orienter avec ces deux derniers supports.

Figure 10



Groupe Figuratif





A Sete Rios, 95% des sujets de chaque groupe a trouvé « pas du tout difficile » contre 5% qui évalue l'exercice à cet endroit comme un peu difficile.

17-2 Analyse des questions ouvertes

Les commentaires positifs laissent apparaître à la fois des qualités du contenu (indications) et du contenant (présentation). Le principe de la fiche est très apprécié par l'ensemble des sujets quel que soit le contenu (texte, photographie ou plan). En apportant des informations sur tout le déroulement du trajet, elle offre une forme d'indépendance. En assistant omniprésente, elle peut être consultée librement à tout moment permettant ainsi un gain de temps. En effet, rechercher une information dans un environnement inconnu ou même connu fait perdre du temps, la fiche permet l'anticipation et accompagne le voyageur durant son déplacement.

Quant à la nature de l'information, elle est plus ou moins appréciée selon ses caractéristiques. Certains sujets ont valorisé l'image et reconnaissent l'utilité de la photographie comme une aide véritable à l'orientation. Ils la formulent de différentes façons : "aide à la localisation", "aide à la connaissance des lieux", "utile dans l'orientation" et encore "identification des lieux". Mais ils souhaitent une meilleure qualité de l'image ou de prise de vue.

La description textuelle du parcours a été appréciée pour sa clarté et pour la sélection des points de repère. Cependant, les lecteurs regrettent le manque de flexibilité et d'adaptation en cas d'erreurs, il est difficile de se retrouver dans un environnement qui n'est plus décrit par la fiche. On lui reproche également la surcharge informationnelle, les détails pourtant nécessaires sont perçus comme un obstacle à la compréhension. Un sujet propose d'intégrer un plan (type schéma) afin d'éviter une surcharge d'indications. De cette manière, le sujet estime que le lecteur ne serait pas obligé de revenir plusieurs fois sur son texte. L'idée est par conséquent de synthétiser les mots par une image.

Le plan est malheureusement peu valorisé par les sujets ayant réalisé le trajet avec

ce type d'information. Ils mettent davantage en évidence les avantages du principe de la fiche mais ils parlent peu de ceux inhérents au plan. La seule remarque en faveur du plan précise qu'il permet de "visualiser le parcours" mais la description par plan reste "ambiguë sur la direction à prendre", "incomplète", "avec un manque de clarté", et finalement "oblige à une réflexion avant d'entreprendre le trajet".

| | AVANTAGES ET QUALITES - Q26 |
|-----------|--|
| FIGURATIF | Grâce à la photo, on peut identifier le lieu (2) ²⁶ la photo donne une meilleure connaissance de l'endroit (8) On arrive vite aux endroits (14) Les photos aident pour la localisation (17) L'utilisation de l'image en complément des informations écrites (20) Il est plus facile de reconnaître et localiser les endroits avec des photos (26) Clair pour expliquer les transports à prendre et utile dans l'orientation (29) Les photos et une bonne discrimination des étapes (39) |
| TEXTE | Possibilité de consulter plusieurs fois (1) Avoir la description détaillée du parcours ("connaître tous les pas que je dois faire") (4) Utile car j'y suis arrivée rapidement (7) L'avantage d'avoir toutes les indications pour se rendre à un point avec une bonne description de certains points de repère (16) Fiche très précise et facile à suivre (22) Information. claire et objective avec des points de repères pertinents (impeccable) (23) Trajet effectué rapidement (25) Des indications. bien choisies, claires dans la présentation en alinéa et avec de bons points de repère (28) Fiche complète, le parcours devient facile (35) Offre une plus grande autonomie et un gain de temps (38) |
| PLAN | Un plan pour chaque parcours facilite la recherche des arrêts et des lieux (3) simple (6) information objective qui aide à orienter les gens sur le parcours (9) Grâce à ces informations., on peut anticiper et ainsi optimiser le temps, il y a assez de données (12) Permet d'éviter des erreurs et de perdre du temps à chercher les informations dans l'environnement, car on a la possibilité de consulter durant le transport et ainsi de mémoriser l'étape suivante (21) Information directe pour arriver à notre but, des parcours à pied plus rapides (24) Le plan permet de visualiser le parcours (27) Aide à l'orientation surtout aux sortie de métro car habituellement nous ne savons jamais où nous sommes. Grâce à la fiche, je me suis trompée moins souvent ... (33) |

²⁶ Les chiffres entre parenthèse rappellent le numéro de sujet

| | INCONVENIENTS ET DEFAUTS - Q27 |
|-----------|---|
| FIGURATIF | J'aurais préféré plus de flèches, plus petites au lieu d'une flèche unique sur chaque image (8) Difficultés pour trouver la sortie de Cidade (11) Parfois le chemin indiqué sur l'image n'est pas très clair (20) Les photos doivent constamment être réactualisées (ex: travaux) et parfois les photos ont été prises selon un angle qui ne permet pas d'identifier immédiatement l'endroit en question (26) Les photos sont à améliorer en qualité et sur la prise de vue (29) Trop d'informations (32) |
| TEXTE | Impression que le parcours représenté est plus difficile que le réel (4) Confusion dans les endroits que je ne connaissais pas (10) Peu flexible par rapport aux diverses situations de parcours car parfois des confusions liées à des difficultés d'interprétation (13) Cette fiche doit être consultée plusieurs fois avec un plan ce serait bien Pas très pratique en cas de mauvais temps (22) Manque d'informations aux sorties du métro (23) Parfois des détails trop longs qui rendent la localisation difficile (28) En cas de difficultés(erreur durant le trajet), comme il y a trop d'indication , c'est peut- être mieux de demander à quelqu'un (38) |
| PLAN | Parfois des difficultés pour comprendre la direction d'où confusion (3) Il manque des références sur le plan ou elles sont erronées (6) Certains plans n'étaient pas assez clairs, à cause des différences d'échelle "taille" entre chacun , parfois c'était ambigu sur la direction à prendre (9) Des inf. manquent, il faut revoir le départ des flèches sur le plan par rapport à la situation réelle, c'est à utiliser avec calme et réflexion sinon on se perd (15) Des difficultés pour comprendre la direction à prendre surtout à la sortie des bus Parfois incomplet (21) Plan pas assez détaillé, peu d'indications sur les directions à prendre sur le trajet à pied.(24) Parfois il serait nécessaire d'avoir des explications écrites en complément (27) Imprécision du plan sur les correspondances entre les transports (40) |

18- Analyse des résultats des différents Questionnaires de Sensibilisation à un mode de Langage et du test Minnesota Paper Form Board

18-1 Les Questionnaires sur la Sensibilisation des Langages (QSL) et les temps de parcours

Ce questionnaire a pour objectif de vérifier l'intérêt des sujets pour trois types d'expression que sont le texte, le plan ou la photographie. Chaque question cible une forme d'expression. Une note est attribuée à chaque item choisi selon la force de la

réponse. De cette manière, un barème a été construit (voir 17-2-8-4), permettant de définir la tendance de chaque sujet vers chacune des expressions.

Nous allons vérifier si la préférence pour une forme d'expression influence la performance d'une tâche principale guidée par un des modes d'expression. Nous supposons que la préférence facilite l'interprétation du message et augmente l'efficacité.

Dans un précédent chapitre (14-1-2), nous avons montré que les groupes étaient comparables du point de vue des préférences vers les différents modes d'expression. Nous avons convenu que plus la note serait élevée pour un QSL spécifique, plus la propension à utiliser le mode de langage concerné serait importante. Ainsi, une note élevée au QSL F signifie que l'intérêt pour les images, quelle que soit cette image, est important.

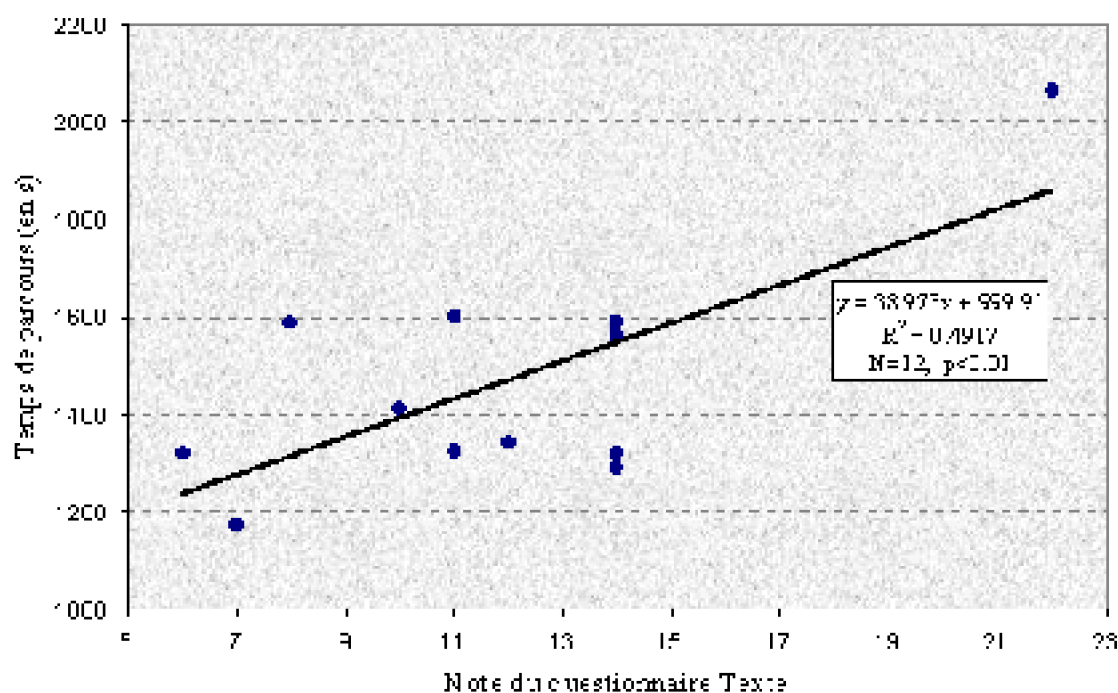
En définitive, le questionnaire ne permet pas d'évaluer l'aptitude à utiliser un mode de langage mais l'inclination à l'employer. Le questionnaire est, en définitive, un outil prospectif dont l'originalité est de spécifier une typologie des individus selon leur sensibilisation pour un langage. Nous avons proposé trois modes de communication pour le guidage (le texte, la photographie et le schématisation des plans). D'après le tableau 18-1 nous constatons que pour certains sujets, un mode de langage est dominant alors que pour d'autres aucune dominance ne se distingue.

Cependant, l'objectif du questionnaire est de vérifier que l'inclination pour un langage augmente la performance dans une tâche où ce mode de langage est mis en jeu. En d'autres termes, les sujets plus enclins à utiliser le langage figuratif devraient être plus performants que ceux qui le sont pas ou peu.

| N° de sujet & fiche | QSL T | QSL F | QSL S | Total | N° de sujet & fiche | QSLT | QSL F | QSL S | Total |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------|------|-------|-------|-------|
| 1 Texte | 8 | 7 | 15 | 30 | 21 | 11 | 9 | 19 | 39 |
| 2 Figuratif | 15 | 11 | 15 | 41 | 22 Texte | 14 | 14 | 8 | 36 |
| 3 Plan | 9 | 14 | 10 | 33 | 23 Figuratif | 17 | 10 | 9 | 36 |
| 4 Texte | 14 | 11 | 8 | 33 | 24 Plan | 8 | 13 | 15 | 36 |
| 5 Figuratif | 14 | 12 | 11 | 48 | 25 Texte | 11 | 10 | 6 | 27 |
| 6 Plan | 15 | 8 | 13 | 36 | 26 Figuratif | 9 | 9 | 17 | 35 |
| 7 Texte | 12 | 6 | 4 | 22 | 27 Plan | 4 | 11 | 10 | 25 |
| 8 Figuratif | 7 | 4 | 11 | 22 | 28 Texte | 10 | 13 | 13 | 36 |
| 9 Plan | 12 | 12 | 4 | 28 | 29 Figuratif | 14 | 6 | 6 | 26 |
| 10 Texte | 11 | 5 | 5 | 21 | 30 Plan | 12 | 7 | 3 | 22 |
| 11 Figuratif | 14 | 10 | 6 | 30 | 31 G. Témoïn | 11 | 11 | 20 | 42 |
| 12 Plan | 14 | 9 | 4 | 27 | 32 Figuratif | 8 | 17 | 14 | 39 |
| 13 Texte | 7 | 13 | 20 | 40 | 33 Plan | 14 | 10 | 9 | 33 |
| 14 Figuratif | 10 | 16 | 5 | 31 | 34 G. Témoïn | 12 | 7 | 2 | 21 |
| 15 Plan | 10 | 13 | 8 | 31 | 35 Figuratif | 6 | 10 | 17 | 33 |
| 16 Texte | 14 | 11 | 12 | 37 | 36 G. Témoïn | 8 | 9 | 11 | 28 |
| 17 Figuratif | 12 | 11 | 8 | 31 | 37 G. Témoïn | 11 | 11 | 20 | 42 |
| 18 Plan | 14 | 11 | 10 | 35 | 38 Texte | 22 | 11 | 3 | 36 |
| 19 Texte | 14 | 11 | 4 | 29 | 39 Figuratif | 15 | 10 | 13 | 38 |
| 20 Figuratif | 5 | 10 | 17 | 32 | 40 Plan | 10 | 7 | 4 | 21 |

18-1-1 Questionnaire de Sensibilisation du Langage Textuel et application du texte dans une tâche de guidage

Nous avons mis en relation les résultats du QSL T avec les temps de parcours cumulés de chaque sujet du groupe.

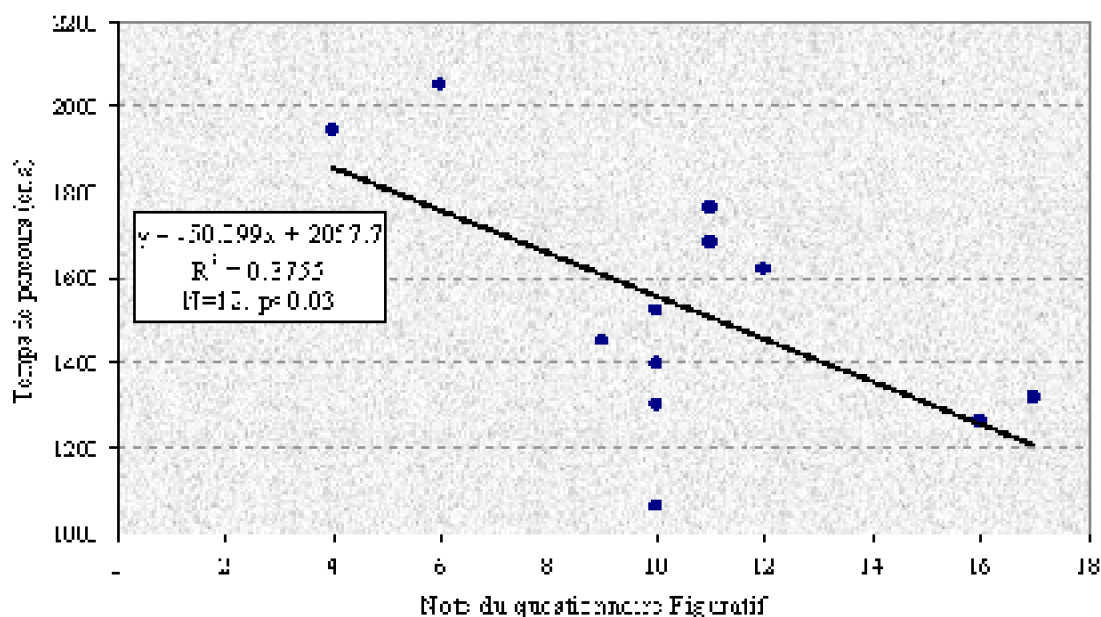


Le carré du coefficient de corrélation est de .49. Il est significativement différent de 0 ($p < 0.01$). C'est donc un argument en faveur de l'existence d'une relation entre le temps de réalisation de la tâche guidée par un texte et le niveau de propension à utiliser ce mode. Cependant, la relation est dans ce cas, curieusement inverse. Ce résultat signifie que les sujets les plus enclins à utiliser la forme littéraire seront moins performants dans une tâche d'orientation avec ce mode d'expression.

Sur le graphique, un élément isolé semble responsable de la pente de la droite. Par conséquent, on peut conclure que le QSL T n'est pas un outil suffisamment précis pour être prédictif de la performance d'un exercice lié au guidage.

18-1-2 Questionnaire de Sensibilisation du Langage Figuratif et application de la photographie dans une tâche de guidage

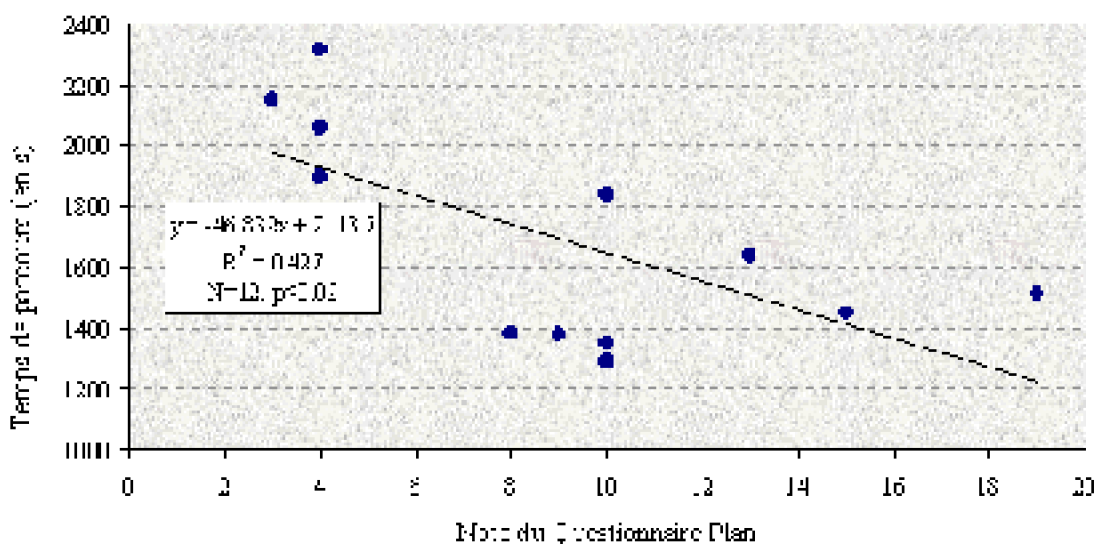
Plus les notes du QSL F sont élevées, plus le temps nécessaire à réaliser la tâche décroît. En d'autres termes, il semblerait que la propension à utiliser des images (illustration, photographie, figure, etc.) augmente la performance d'une tâche d'atteinte d'un but guidée par une fiche illustrée. En raison du carré de coefficient de corrélation à 0.3755 (significatif, $p < 0.03$), il est envisageable de conclure que le QSL F pourrait être prédictif de la réussite à une activité d'atteinte de but dans un environnement inconnu.



18-1-3 Questionnaire de Sensibilisation du Langage Schématique et application des plans dans une tâche de guidage

Pour le dernier mode, la relation apparaît plus forte avec à 0.427 (significative, $p < 0.02$). Ainsi, les individus intéressés par les plans s'avèrent plus performants que leurs confrères moyennement ou pas du tout intéressés dans un exercice qui met en pratique cet outil.

Le test est prédictif de la performance dans une tâche guidée par un plan.



Le plan est l'instrument, *par excellence*, de l'orientation spatiale et du guidage. Il facilite la localisation. Sa nature et sa fonction servent essentiellement à des exercices de la vie quotidienne contrairement aux deux autres moyens d'expression qui ont d'autres finalités.

18-2 Analyse des résultats au MPFB (Minnesota Paper Form Board)

Pour rappel, ce test est un test visuo-spatial d'une durée précise de 8 minutes, 31 figures sont soumises aux sujets les obligeant à manipuler mentalement des objets géométriques. Suite aux résultats obtenus deux stratégies ont été observées :

- l'exercice est effectué le plus rapidement possible en négligeant le fait d'être dans l'erreur, cette stratégie permet de faire un plus grand nombre de figures mais augmente proportionnellement le nombre d'erreurs.
- l'exercice est réalisé dans l'assurance de l'exactitude des réponses, cette stratégie prend plus de temps mais minimise le nombre d'erreurs.

Les notes correspondent au dénombrement des **figures justes**, ainsi les notes varient de 6 à 28.

Nous avons en priorité testé une relation entre le temps total nécessaire pour réaliser la tâche d'orientation et ce test visuo-spatial sur l'ensemble de l'échantillon. **La relation n'étant pas significative**, ce test ne permet pas de prédire des performances en situation réelle d'orientation. La performance liée à la rapidité d'atteinte d'un but n'est pas dépendante du niveau de la réussite au test MPFB qui évalue la capacité à reconnaître et à assembler des figures dans une orientation différente ce qui nécessite une capacité de rotation mentale.

-Résultats suite à une distinction entre les "faibles imageants" et les "forts imageants" à partir du MPFB

En reprenant une distinction classique dans la littérature, nous avons créé deux groupes que nous avons appelés les "faibles imageants" et les "forts imageants".

Ainsi, les sujets ont été classés selon leurs résultats au MPFB ; de meilleurs contrastes ont été obtenus en sélectionnant les 13 sujets avec les plus faibles scores entre 6 et 13 (appelés les "faibles imageants") et ceux avec les résultats les plus élevés entre 22 et 28 (appelés les "forts imageants").

Pour le premier groupe, la moyenne des notes est de 10,8 et celle du second groupe de 24,2.

Concernant l'expérimentation, le fait d'être imageant ou non n'induit pas une différence significative de performance dans l'exécution d'un trajet inconnu (résultat de l'analyse de variance).

18-3 Relation entre les résultats du MPBF et le QSL S

Nous avons voulu vérifier si les résultats à ce test étaient cohérents avec les différents QSL. C'est pourquoi, nous avons vérifié si les groupes étaient significativement distincts par des régressions linéaires.

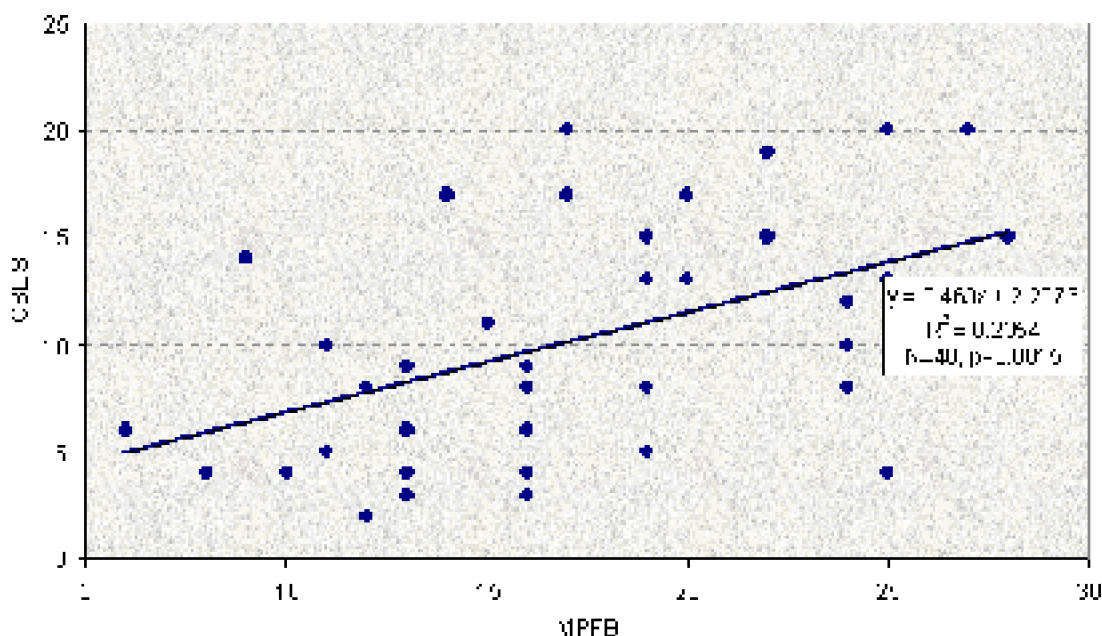
En d'autres termes, les sujets imageants ou plus exactement capables d'utiliser

est protégé en vertu de la loi du droit d'auteur

facilement et rapidement des objets mentaux se présentent comme plus intéressés par les outils schématiques ou graphiques, par contre les faibles imageants sont peu sensibilisés par ce mode de langage. La régression de la figure 18-4 démontre que l'inclination à utiliser les plans est dépendante d'une capacité d'imagerie élevée. Par conséquent, plus on est capable d'utiliser des objets mentaux, plus on est capable d'utiliser des plans ce qui peut expliquer l'intérêt que l'on peut porter à cette forme d'expression.

Les caractéristiques du test et celles du QSL S réfèrent toutes deux à l'aspect spatial des objets. Au regard de la figure 18-4, la pente de régression n'est pas très forte ($R^2=0.24$) bien qu'elle soit significative ($p<0.0015$). Nous avons vérifié que le fait d'être intéressé par des plans peut prédire d'une capacité à réaliser rapidement des rotations d'objets.

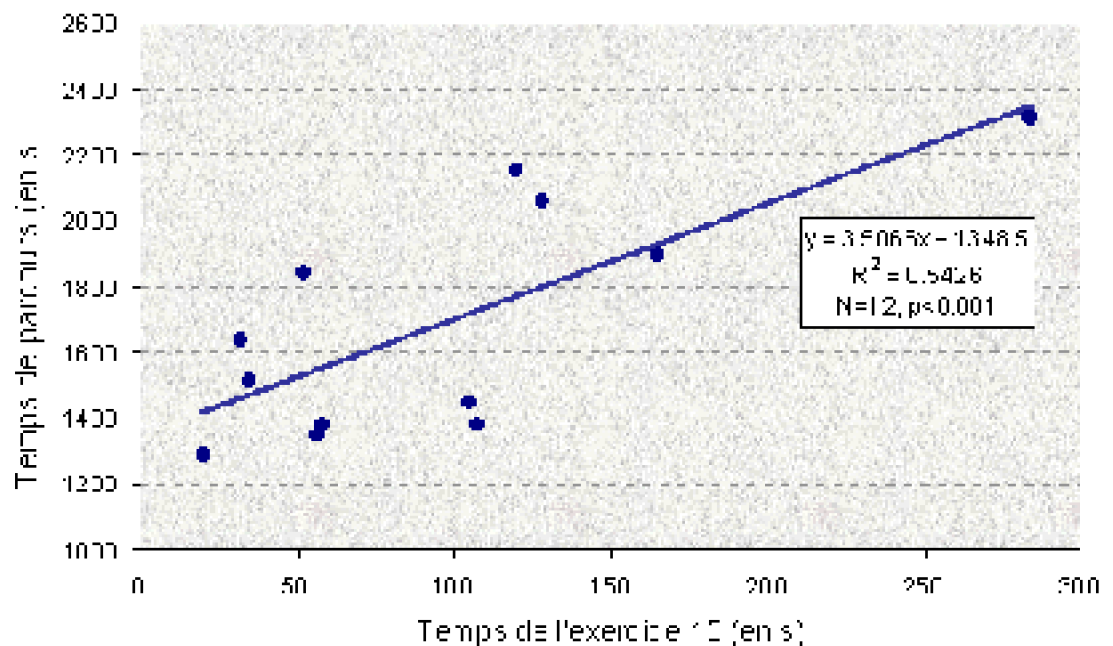
Par ailleurs, la relation entre le MPFB et le QSL T n'est pas significative tout comme celle entre le MPFB et le QSL F.



18-4 Résultats liés à un exercice d'orientation extrait du QSL S (question 15) : Relation avec le temps de parcours et le MPFB

Suite aux résultats précédents, nous avons extrait les résultats concernant l'exercice proposé aux sujets à la question 15 du QSL S (voir annexe 15). Un trajet est proposé dans un labyrinthe, les sujets doivent simplement donner le sens de direction (droite ou gauche) lors des neuf changements, sans limite de temps. Le plan est orienté à 360° par rapport au lecteur ce qui l'oblige à faire des rotations mentales de la disposition du plan. Le temps de réalisation de l'exercice est enregistré. Nous avons mis en relation les temps de ce précédent exercice avec les temps de parcours réels du trajet. Etant donné que l'exercice d'orientation appartient au QSL S, le test statistique entre le temps de trajet et le

temps de réalisation de l'exercice ne peut concerner que le groupe Plan.



La figure 18-5 présente une relation significative ($p < 0.001$) entre les temps de l'exercice (lecture d'un plan avec détermination des sens de direction) et les temps de parcours réalisés avec la fiche Plan. Cette relation peut-être interprétée en ces termes : les personnes qui mettent plus de temps à lire un plan mal orienté prennent également plus de temps à trouver leur chemin avec le même outil dans un contexte écologique.

En revanche, nous n'avons pas obtenu de résultats significatifs entre le test visuo-spatial (MPFB) et l'exercice 15 sur l'ensemble de l'échantillon.

18-5 Conclusion

Quant à l'interprétation de ces derniers résultats, nous préférons rester circonspect, en restant à l'état de supposition car ils méritent d'être validés dans un autre contexte expérimental. Il semblerait notamment que le QSL Figuratif permette une meilleure prédiction que les autres alors que le QSL T semble le moins prédictif. La nature des questions s'avère trop éloignée de la situation en question, notamment quand elles abordent des aspects littéraires ou les éventuelles prédispositions à la rédaction. Manifestement, la nature des questions ne permet pas de définir le niveau de sensibilisation à la forme textuelle, il semblerait qu'elle soit au contraire préjudiciable à l'objectif du questionnaire. Etre avide de littérature exprime peut-être une attirance pour une forme d'écriture, mais pas nécessairement celle d'une nature fonctionnelle. En d'autres termes, on peut aimer lire Baudelaire sans aimer lire les notices d'utilisation d'un appareil quelconque. Nous avons rencontré quelques difficultés pour établir ce questionnaire, il est sans aucun doute nécessaire de trouver une autre forme de test pour déterminer la facilité à utiliser les mots ou la forme textuelle.

L'hypothèse de l'influence de la capacité d'imagerie, entre les forts et les faibles

imageants, sur la réalisation d'un itinéraire inconnu, mais guidé par différents supports d'information n'est pas vérifiée. Au moyen d'un test visuo-spatial (MPFB) prédictif de la performance de tâches avec manipulation de formes figuratives et d'un questionnaire de sensibilisation du langage schématique, nous avons recherché une relation entre une aptitude à utiliser et retourner des formes géométriques et l'attrait pour les plans dont la structure est schématique avec une logique spatiale. Le résultat laisse présager une influence de la capacité sur la sensibilité à utiliser ce type de langage. Cette conclusion est renforcée, par défaut, par l'absence de relation entre le MPFB et le QSL T et le QSL F.

Dans un second temps, nous avons extrait les résultats d'un exercice du QSL S qui met en évidence l'aptitude à utiliser un plan mal orienté avec pour objectif d'analyser la relation entre cette dernière aptitude et les performances observées en situation réelle d'application des plans. La pente de régression obtenue montre que la performance de lecture d'un plan prédit la performance d'une tâche guidage avec ce support en question.

19- Discussion

En premier lieu, nous vérifions bien que les sujets guidés se dirigent plus rapidement vers leur destination par rapport à ceux qui ne disposent pas d'information spatiale intermodale. Concernant la comparaison entre les trois fiches (Texte, Plan et Figuratif), l'expérimentation démontre une efficacité variable selon le mode d'information. C'est dans la partie urbaine de la correspondance que la variabilité des performances ressort.

19-1 Comparaison en termes de temps de parcours et de nombre d'erreurs

19-1-1 Les hésitations et les erreurs

L'hésitation précède la prise de décision sur la direction à prendre, mais elle peut persister quand la décision ne satisfait pas l'interlocuteur. L'individu va continuer malgré l'hésitation, l'action est une confrontation avec l'environnement qui viendra confirmer ou infirmer le raisonnement. Pour cela, la durée d'une hésitation peut être très courte mais elle peut être relativement longue car elle est dépendante de la durée de l'action. Pour l'observateur, il est parfois difficile de déceler une hésitation car elle n'est pas toujours manifeste ou perceptible : à quel moment naît une hésitation? A quel moment s'évanouit-elle? Etant donné le caractère quasi inquantifiable de l'hésitation en situation réelle, nous avons toutefois tenté de relever toutes les fois où le sujet était dans un état apparent d'hésitation, sans une réelle possibilité de quantification de la durée et de l'intensité. Nous avons décrit le plus précisément possible le contexte de la confusion, l'intensité de celle-ci, nous avons également relevé les commentaires du sujet.

Quelques caractéristiques expressives :

- les mimiques du visage : sourcils froncés, regards interrogateurs,
- l'arrêt ou le ralentissement pendant la marche ainsi que le pivotement du corps sont des comportements conséquents d'interrogations et de vérifications des indications à partir des fiches ou à partir des panneaux des réseaux²⁷.

L'analyse des hésitations donne une idée de la difficulté éprouvée par le sujet pour réaliser une tâche d'orientation et de déplacement dans un espace peu familier.

Les erreurs durant le trajet correspondent à la prise de «mauvaises» directions, ne permettant pas l'atteinte du but. *Cependant, il existe parfois plusieurs voies pour accéder à une intersection, la meilleure solution est sans doute la plus courte.* Dans le cadre de l'expérimentation, nous avons choisi un itinéraire et un seul pour chaque correspondance. Chaque itinéraire a été construit de façon à être le plus court et le plus simple possible. Les indications concernant le cheminement piétonnier sont formulées de trois façons : avec des mots, des images ou des dessins. Chaque langage a ses propres caractéristiques, atouts et inconvénients. Il est, par exemple, plus difficile de représenter le cheminement dans les stations de métro à partir d'un plan qu'à partir des photographies. Le schéma d'une station implique une représentation en trois-dimensions ce qui peut prendre beaucoup de place. Nous n'avons pas adopté ce procédé car il aurait été également difficile à le réaliser. Pour ces raisons, la fiche Plan reprend simplement les directions de la signalétique pour guider l'utilisateur dans les stations.

Les erreurs sont classées selon deux catégories : les erreurs effectives et les erreurs de détour. Cette seconde catégorie contient des comportements déviants par rapport aux consignes sans être préjudiciable pour l'atteinte du but ; ces erreurs de détour sont, le plus souvent, observées à l'intérieur des stations de métro. L'aménagement est conçu de telle façon que plusieurs trajectoires sont envisageables. De fait, la signalétique exprime ces diverses possibilités. Or, l'information des fiches est moins flexible puisqu'elle impose un itinéraire. Ainsi, les individus sont confrontés à deux sources d'information, celles de la fiche et celles de la signalétique. Ils doivent par conséquent faire un choix ce qui ne les entraîne pas toujours sur le trajet envisagé par les expérimentateurs, c'est ce que nous avons appelé « les erreurs de détour ». Ces dernières définissent ainsi une déviation par rapport à la fiche plutôt qu'un véritable risque de fourvoiement. Les comportements interprétés comme des erreurs de détour à l'extérieur des stations sont, somme toute, équivoques car il s'agit généralement d'un détour vers des arrêts de bus adjacents à l'arrêt désigné. Ces vérifications témoignent d'une indécision quant à la localisation de l'arrêt du bus.

Nous allons dans les pages suivantes reprendre chaque correspondance et analyser les différents comportements selon les groupes et parfois selon les individus.

19-1-2 Benfica

La configuration spatiale étant très simple à Benfica, les indications l'étaient aussi : il suffit de traverser la route à gauche de l'arrêt du bus. Les quelques erreurs existantes concernent uniquement la fiche Plan.

²⁷ Il faut également préciser que la vérification de l'information peut également révéler un trait de caractère ! Les personnes

anxieuses vont vérifier plus souvent que les autres. Par conséquent, les problèmes de lecture sont plus nombreux.

compréhension de l'espace schématisé, à échelle réduite par rapport à l'environnement perceptif.

La plupart des sujets avec les images ont suivi précisément l'indication fléchée c'est-à-dire qu'ils ont traversé la route exactement à l'endroit indiqué par la flèche. Tandis que les sujets des autres groupes traversent la route quelques mètres avant. Une fois sur l'autre rive, ils rejoignent l'arrêt de bus tout en vérifiant les numéros des arrêts de bus rencontrés (voir Figure XVI-7). La vérification est plus ou moins longue et donc révélatrice de la confiance qu'ils accordent à l'information. De ce point de vue, le Texte est plus précis que le Plan car leurs utilisateurs sont plus rapides. D'une façon générale, on constate une équivalence de performances des fiches Texte et Figuratif. Ces performances sont supérieures à celles de la fiche Plan et des informations réseau grâce à l'exactitude et à la simplicité des indications.

Par ailleurs, le Figuratif permet contrairement aux autres supports une autocorrection plus rapide de la direction à prendre.

19-1-3 Campo Grande

La correspondance à Campo Grande est certainement la plus longue avec une alternance de changements de direction. La plupart des sujets (30 sujets sur 40) ont hésité à la descente du bus et puis de nouveau dans la station de métro. Dans cette dernière partie du cheminement piétonnier, la confusion vient principalement de la rencontre entre les directives données par les fiches, notamment celles du Texte et du Figuratif, et la configuration de l'espace où la distinction droite/gauche ne s'inscrit plus dans une opposition radicale. Ces deux directions permettent d'atteindre la même destination. En effet, dans cette station les quais sont desservis par plusieurs escaliers venant du centre ou des extrémités de l'étage inférieur.

Toutefois, le berceau des hésitations ne se limite pas au confinement de la station, mais se retrouve dans l'espace urbain où certaines conditions peuvent favoriser l'émergence de telles réactions. Dans le cas de Campo Grande, un bon nombre de sujets sont restés perplexes, dès la descente du bus, à cause de la prise de décision sur la direction à prendre. La fiche salutaire reste la fiche Figuratif au départ de ce trajet, car deux sujets ont marqué une rapide hésitation et un seul sujet est parti dans le mauvais sens, il mais s'est rapidement auto-corrigé par la mise en correspondance de la photographie et de l'environnement réel.

Puis, au fur et à mesure du cheminement, les manifestations de tâtonnements se raréfient. Elles apparaissent de façon plus ponctuelle et sont plus courtes. Le plus intéressant à souligner reste les erreurs de détour commises avec le Figuratif avant le bâtiment Bingo (voir figure 16-8) où la flèche est ambiguë, 4 sujets sur 12 ont été induits en erreur. Il semblerait que la pointe de la flèche doit être ajustée lorsque la perspective est profonde. Dans le cas de la photographie 3 (annexe 13), le fléchage provoque manifestement une double interprétation : passer devant le bâtiment ou le contourner par la droite. Les deux solutions sont envisageables puisqu'elles mènent toutes les deux à l'entrée de la station Campo Grande.

D'une façon générale, le Figuratif est le support le plus approprié à cette correspondance à dominante urbaine. L'image est bénéfique au départ du trajet piétonnier car elle évite les confusions entre la droite et la gauche, ce qui n'est pas le cas du Texte et encore moins celui du Plan. Les images facilitent la reconnaissance et subséquemment la prise de décision.

19-1-4 Cidade Universitária

Cidade Universitária est aussi complexe que la correspondance précédente à la différence que la difficulté est due à l'agencement de la station de métro (35 sujets sur 40 ont hésité). En effet, cette station est construite sur quatre étages avec des sorties à des niveaux différents. Toutefois, la source de fourvoiement vient de la difficulté à identifier les sorties car celle du premier niveau est isolée par un couloir. Il s'agit de la sortie C.

Pour atteindre les deux autres, il faut accéder aux étages supérieurs mais la signalétique ne l'annonce pas clairement. De plus, sur les fiches, nous avons nommé la sortie par la lettre « **A** ». Près de chaque sortie, un panneau est suspendu représentant un schéma de la station avec la sortie, celle-ci est représentée et identifiée par une lettre (ces panneaux sont certes un peu surannés mais les lettres restent distinctes). Or, il s'avère que l'appellation des sorties est désuète et la signalétique moderne n'y fait plus référence. Ce détail, pourtant important, n'avait pas été relevé au moment de la création des fiches.

Suite à l'expérimentation, il apparaît que les sujets ont prioritairement recherché la sortie avec la lettre A, en négligeant les autres consignes. Comme cette appellation n'apparaît pas dans la partie centrale de la station, les sujets se sont engagés dans le couloir menant vers la sortie C.

Contrairement aux indications « prendre à gauche » des fiches, ils ont tourné à droite. À cause du flou informationnel, les sujets ont dû réagir en fonction des déterminants spatiaux. On peut avancer que la conduite des sujets est très probablement influencée par l'organisation environnementale. Le degré de la différenciation architecturale entre les différentes zones d'un bâtiment peut aider l'orientation (WEISMAN, 1981). Dans le cas de Cidade, la zone centrale de la station, de forme rectangulaire, est connectée à l'espace urbain par les parties latérales (voir figure 16-9).

D'un côté, un long couloir, parfaitement différencié, laisse deviner un passage menant à l'extérieur ; ce qui est le cas, puisqu'il s'agit de la sortie C.

À l'opposé, les sujets peuvent accéder aux sorties A et B. Cependant, l'accès n'est pas immédiatement perceptible de la zone centrale. Cette impression « trompe-l'œil » est renforcée par l'installation d'une « terrasse » de café avec quelques chaises et tables. Or, cet espace n'est que la partie visible d'un couloir. Celui-ci est agrémenté d'un escalier qui mène au troisième étage de la station. C'est seulement à partir de ce niveau que les voyageurs peuvent prendre les sorties A ou B.

L'observation des comportements d'orientation dans cette situation nous permet de vérifier la prédominance de l'influence architecturale sur les indications données par la signalétique car il existe dans la partie centrale une signalétique annonçant les différentes

sorties.

Ces remarques justifient les pourcentages élevés d'erreurs réalisées à la sortie C avec en corollaire de nombreuses hésitations. Ces pourcentages sont croissants entre les trois fiches Texte, Figuratif et Plan. Dans cette station, une explication sous forme textuelle semble la mieux adaptée. La solution évidente est d'insister sur les nouveaux noms des sorties !

Une fois à l'extérieur de la station, les sujets avec le Texte ont rencontré manifestement très peu de difficulté à trouver l'arrêt de bus. Le trajet est simple, il suffit d'atteindre le premier arrêt de bus qui est sur le même trottoir (voir figure 16-9). La photographie du Figuratif a été victime d'un double langage car la flèche qui pointe l'arrêt de bus peut également suggérer de traverser la rue (voir photo n°6 de l'annexe 13). Quatre sujets l'ont interprétée de cette façon. Les sujets avec le Plan se sont égarés à cause de la difficulté à aligner le plan avec la scène réelle. Un seul sujet est allé dans la bonne direction mais avec l'idée d'atteindre un arrêt plus éloigné.

19-1-5 Sete Rios

Sete Rios est la première correspondance où le nombre d'erreurs est peu élevé. A la descente du bus, les sujets doivent simplement traverser la route et contourner un arrêt de bus pour faire face à l'entrée de la station de métro Sete Rios. Le cheminement piétonnier ne fait qu'une dizaine de mètres. D'ailleurs, les rares erreurs sont dues au stationnement du bus devant l'arrêt et, malencontreusement, également devant l'entrée de la station. Une fois à l'intérieur, les sujets avec le Texte et le Figuratif ont plus souvent hésité que ceux avec le Plan (voir figure XVI-10). La première source d'hésitations est la mise en correspondance entre les informations et la signalétique ; la seconde est liée au barrage visuel des indications directionnelles par un kiosque.

19-1-6 Palhavã

Le trajet de Palhavã est relativement long dans la partie urbaine. Les résultats en terme de dénombrement d'erreur présentent une tendance inverse aux résultats précédents, le Plan n'enregistre aucune erreur contrairement au Figuratif et au Texte (respectivement 3 et 2). En réalité, les 3 erreurs commises par le groupe Figuratif concernent seulement deux personnes. Ces erreurs ont été réalisées successivement à la sortie de la station.

Un des sujets a été « dupé » par sa propre connaissance de la place et d'un arrêt de bus n°56 situé en amont de la place. Il s'est donc dirigé vers l'arrêt de bus connu, précédent celui que nous avons choisi. Il a avoué ne pas avoir regardé les photographies de la fiche car certain de sa décision. Tandis que le second sujet ayant énormément de difficultés à reconnaître et admettre l'analogie entre l'image et la scène, a perdu beaucoup de temps pour prendre une décision, principalement à Palhavã. D'ailleurs, ce fut l'occasion pour les expérimentateurs de lui expliquer à nouveau l'emploi de la fiche ce qui facilita la lecture dans les correspondances suivantes. Ces situations font figure d'exception car plus généralement la photographie a pour avantage l'autocorrection : les personnes égarées corrigent leur trajectoire sans intervention extérieure.

La réussite des deux autres groupes peut avoir plusieurs hypothèses. Comme nous l'avons déjà souligné, Palhavã (nom de la station de métro) débouche sur la place d'Espagne (Praça de Espanha) qui est un carrefour assez bien connu des lusitaniens (c'est un carrefour obligé pour rejoindre l'autoroute et prendre le pont en direction du Sud). Une fois sur la place, ils retrouvent des repères qu'ils ont l'habitude de voir en voiture. La familiarité des lieux peut dévier les comportements. Un automobiliste n'est pas intéressé par l'emplacement des arrêts puisqu'il n'en a pas besoin et d'autre part, le cas précédent était isolé.

Ainsi, de par leur connaissance des lieux et des indications sur les fiches ils ont pu s'orienter vers l'arrêt tout en restant, pour la plupart, dubitatifs. Les indications du Plan donnent deux informations précieuses : Avenue de Berna et le musée Gulbenkian, ce qui facilite le choix de la direction à prendre, par ailleurs la flèche du cheminement dès la sortie de métro indique de prendre droit devant, la bifurcation sur la gauche étant plus tardive. Sur la fiche Texte, l'avenue de Berna est également précisée.

Par ces indices, les sujets ont su prendre la bonne direction mais sans être parfaitement sûrs. C'est pourquoi, sur les 40 sujets, 27 ont eu des hésitations. Le Figuratif n'a pas été aussi efficace que le Texte, car les sujets fourvoyés ont perdu plus de temps avant d'atteindre l'arrêt. Quant à la réussite du Plan, malgré les incertitudes de ses utilisateurs, elle est sans doute due à la configuration de la place où les repères entourant celle-ci (avenue de Berna, Ambassade d'Espagne, musée Gulbenkian) sont relativement prégnants.

19-1-7 Areeiro

C'est *par excellence* une correspondance facile. On peut constater les faibles pourcentages d'erreurs et d'hésitations, 11 sujets sur 40 en ont éprouvé. Dans le groupe Plan, elles oscillent entre des furtives et des plus longues, alors que chez le groupe Texte elles sont longues car elles apparaissent dès le début du trajet piétonnier.

19-1-8 Rossio

Bien que la configuration spatiale soit très simple, les erreurs sont plus nombreuses que précédemment. Les indications de chaque fiche sont pourtant représentatives de cette simplicité. Seule, la trajectoire de la flèche sur le Figuratif peut tromper le lecteur car elle n'est pas linéaire. D'ailleurs, deux individus n'ont pas réussi à interpréter correctement le message.

De plus, plusieurs arrêts de bus bordent le côté gauche de la place (dans le sens du déplacement, voir figure). Huit sujets sont restés perplexes sur la place et cinq sur huit se sont dirigés vers les arrêts voisins.

Rossio est le nom de la station de métro dont la sortie débouche sur une place appelée « Praça da Figueira ». Cependant, Rossio est également le nom d'une place voisine à la précédente. Bien que sur la fiche Plan les deux noms apparaissent, deux sujets ont confondu les deux places et ont hésité jusqu'à entreprendre de s'y diriger.

Le Figuratif avec le Texte présentent, une fois de plus, davantage de caractéristiques favorables au guidage.

19-1-9 Cais Sodré

Cais Sodré représente le dernier nœud de correspondance et le dernier moyen de transport à prendre. L'itinéraire expérimental se termine donc dans une gare ! L'accès à la gare fut certainement le passage le plus facile car, dès la descente du tramway, tous les participants se sont dirigés directement vers l'entrée de la gare.

C'est une bâtisse imposante face à une place où fourmillent piétons et transports (bus, tramways, autocars, navettes, ferry, taxis, voitures personnelles). C'est la zone multimodale de Lisbonne !

Une fois dans la gare, les sujets, en territoire conquis, pouvaient soit prendre le temps soit courir après le train afin d'assurer le dernier départ. Après quatre heures de voyage, les comportements variaient. En tant qu'expérimentateur, il est parfois difficile de contrôler l'euphorie d'une fin annoncée.

19-2 Distinction entre le milieu urbain et le milieu souterrain

Le milieu urbain est un espace ouvert alors que le souterrain est naturellement un espace fermé. Cette condition va déterminer les besoins en information selon certaines priorités. L'information disponible dans l'espace urbain vise prioritairement les automobilistes. De fait, le piéton n'a qu'une solution se repérer en fonction d'une signalétique qui est parfois inadéquate. Cette signalétique peut guider le piéton en promenade urbaine mais de toute évidence ne concerne pas le piéton en transit entre deux moyens de transport collectif. Les gares sont éventuellement plus signalées en zone urbaine que les stations de métro. Manifestement, les grands oubliés sont les arrêts de bus !

Dans les stations de métro, la signalétique accompagne le piéton de son entrée jusqu'au quai, et inversement du quai jusqu'à la sortie. Cependant, cet accompagnement n'est pas toujours cohérent ou adapté, le piéton peut rencontrer un autre type de problème : la surcharge informationnelle.

On peut constater globalement que dans les stations de métro, les performances des fiches sont équivalentes. Les différences ne sont pas significatives sauf dans les correspondances de Campo Grande et de Palhavã, où apparaît la supériorité du Texte sur le Plan et sur le groupe Témoin.

De toute évidence, des indications de guidage empruntées à la logique urbaine ne sont pas adaptées à un espace fermé s'articulant différemment. Les indications des fiches fixent le trajet *dans une seule voie* alors que les indications disponibles à l'intérieur proposent plusieurs accès. Ces deux logiques spatiales s'opposant laissent le voyageur dans une certaine perplexité ; c'est pourquoi le groupe Témoin a eu des résultats parfois meilleurs que les autres groupes car il disposait d'une information simple et suffisante lui permettant d'atteindre directement son but, sans confrontation d'informations.

Les successifs changements de direction exprimés dans un texte peuvent troubler le participant. Lorsque celui-ci se fourvoie, il est possible qu'il ne puisse pas identifier le lieu de sa confusion et encore plus difficilement la direction qu'il doit prendre.

En définitive, l'information sur le cheminement dans les stations du métro, des gares ou des aéroports doit suivre scrupuleusement les indications de la signalétique. -Encore faut-il que cette signalétique soit complète et cohérente !- Le point d'achoppement de l'information dans les stations de métro concerne moins l'espace souterrain que la transition entre cet espace et l'espace de la ville. La signalétique interne informe et oriente plus ou moins efficacement selon les réseaux. Par contre, le point commun de ces réseaux réside dans l'absence d'information au niveau des sorties. Si elle existe, elle n'est pas suffisante pour guider correctement les individus dans le quartier avoisinant. GOLEDZINWSKY, dans une étude déjà ancienne (1976) sur la représentation de l'espace souterrain, soulevait la défaillance dans la chaîne d'informations entre l'intérieur et l'extérieur où le voyageur ne dispose d'aucune représentation spatiale de la surface. Les seules aides disponibles prennent la forme de plan de quartier qui ne satisfont pas l'ensemble de la population utilisatrice. Ils sont souvent plus décourageants que les plans sur papier libre car ils ne peuvent pas, matériellement, être manipulés. La manipulation facilite la compréhension puisque le plan est orienté selon la position du lecteur. La seconde contrainte des plans muraux oblige l'utilisateur à se servir de sa mémoire pour retenir l'information nécessaire à son déplacement. L'itinéraire une fois construit doit être maintenu en mémoire pendant toute la durée du trajet. Or, la représentation spatiale que l'individu a élaborée ne coïncide pas toujours avec l'espace réel. La reconnaissance des lieux dépend de la prise d'information et du traitement. Les noms des rues, les repères saillants, l'agencement des objets, le nombre de changements de direction sont autant d'éléments qui permettent de construire une représentation suffisamment fiable et opérationnelle une fois dehors. Le maintien, en mémoire de travail, de toutes ces informations participe activement à la reconnaissance. L'orientation spatiale dans ses conditions sollicite fortement la MDT dont les limites vont dépendre à la fois de son potentiel de stockage, des contraintes de traitement et également de la prestation de l'attention (BADDELEY, 1992). Or, cette double capacité de la mémoire de travail face à une tâche complexe est plus ou moins bien partagée chez les individus. Les personnes âgées sont notamment les plus sensibles (HUPET et VAN DER LINDEN 1994 ; BRUYAS, 1997). Bien que la mémoire de travail soit relativement épargnée par le vieillissement, les sujets âgés seraient confrontés à une plus grande difficulté pour réaliser en même temps, un maintien et un traitement de l'information. ***« On peut supposer qu'un accroissement de complexité augmente les exigences en ressources de traitement et que la performance des personnes âgées est plus affectée que celles des plus jeunes car ils disposent de moins de ressources » (HUPET et VAN DER LINDEN, 1994, p.24).***

Par conséquent, les fiches de nature textuelle et figurative présentent un intérêt certain puisqu'elles économisent des ressources cognitives en offrant une information, disponible à volonté. Les indications sont données de la même manière qu'une représentation « type route » c'est-à-dire avec un référentiel égocentré associé à la description des « vues locales » rencontrées successivement tout au long du cheminement (THINUS-BLANC, 1996). L'information sur l'environnement est, par

conséquent, dans la même orientation que celle perçue par l'utilisateur.

Finalement, les fiches ont l'avantage **d'assurer une liaison**, au niveau représentationnel, de l'environnement, quel que soit le mode de présentation. De cette manière, les voyageurs sont, d'une part, informés de la sortie à prendre et disposent, d'autre part, d'une pré-connaissance de la zone en surface qu'ils vont rencontrer. L'environnement ainsi que la procédure seront intériorisés grâce à la formation d'une image mentale. Ainsi, la représentation imagée permet de voyager virtuellement ; elle sert à visualiser une configuration d'un point de vue particulier (TVERSKY, 1991). Elle sert également à la compréhension d'énoncés (DENIS, et COCUBE, 1989 ; DENIS et DENHIERE, 1990) car elle offre une occasion de « visualiser » mentalement une situation dont les composants peuvent être imageables. Il est envisageable de penser que la visualisation des éléments spatiaux et figuraux dépend de la description donnée et du format de la description. Les représentations imagées ne peuvent avoir la même précision et le même contenu selon le format verbal, figuratif ou schématique de la description. Le Plan donne une information sur la nature, la disposition des éléments et la relation entre eux ; l'image mentale reste naturellement abstraite. Seuls, certains éléments déjà catégorisés en mémoire à long terme peuvent être dotés de traits spécifiques (ex : la présence d'un musée dans la description peut évoquer la forme architecturale d'un musée connu). Dans ce cas, la représentation n'entrave-t-elle pas la reconnaissance ? Si l'élément imagé est trop éloigné de la forme réelle, l'individu court le risque de ne pas reconnaître l'élément en question, ce qui empêche toute localisation et prise de décision sur la direction. Si l'individu pense rencontrer une église romane, il sera surpris de découvrir que celle-ci prend les formes d'une église moderne.

L'avantage d'une description verbale par rapport au plan est la précision de la définition des repères. Cependant, le texte est « réducteur » dans le sens où il ne donne que les informations rencontrées par l'intéressé durant son cheminement. La structure séquentielle du texte ne permet pas de déviation descriptive environnementale au risque de « noyer » le lecteur. **« Plus un texte est structuré, plus le rappel se fera dans de meilleures conditions. »** Cette conclusion de DENIS et DENHIERE (1990) confirme l'influence de la structure interne du texte sur la compréhension des configurations spatiales. Ainsi, la description verbale est nécessairement sélective au niveau des éléments environnementaux en raison des contraintes linéaires du discours.

En revanche, la photographie propose une description globale et synthétique de l'environnement puisqu'elle fournit le « contexte physique » de l'itinéraire.

19-3 Les différents modes de langage

Les Plans sur lesquels une flèche est tracée symbolisant la direction à suivre ne représentent pas les supports appropriés au guidage. Certaines études ont montré que le principal problème dans la manipulation des cartes routières et des plans urbains réside dans la présentation de l'information topographique par rapport à l'offre spatiale visuelle de l'environnement. Des travaux du ressort de la géographie cognitive ont démontré les difficultés d'utilisation des plans de bâtiments quand le point d'observation du plan (« You

are here map », LEVINE et al. 1982) n'est pas aligné avec l'environnement. Lorsque les individus apprennent des relations spatiales à partir d'une carte « mal orientée » (angl. « misaligned »), ils prennent significativement plus de temps pour s'orienter et ils font plus d'erreurs que lorsqu'ils apprennent à partir d'une carte bien orientée, c'est-à-dire lorsque la direction sur la carte est dans le même alignement que l'espace réel. Par ailleurs, ces mêmes travaux font parallèlement référence aux hypothèses de la rotation mentale pour expliquer la difficulté à interpréter une carte « mal orientée ». La rotation mentale (SHEPARD et COOPER, 1982) est un processus cognitif qui permet de pallier les problèmes de lecture de carte non alignée. Cependant, cette capacité discrimine les individus et de façon irréversible, ce qui expliquerait pourquoi certains individus ne sont pas enclins à les utiliser.

En résumé, un plan est un outil précieux pour la préparation d'un trajet, car il permet l'anticipation des directions jusqu'à la destination finale. Il facilite la pré-connaissance des lieux puisqu'il fournit des informations exocentrées offrant à l'intéressé la possibilité d'organiser, de planifier et d'optimiser son itinéraire (PASSINI, 1984). Dans cette étude, le Plan est moins pertinent que le Texte, habituellement appelé description d'itinéraire, et que le Figuratif, baptisé « Photoguide ».

Ces deux supports, la description d'itinéraire et le Photoguide, ont des performances complémentaires qui sont dépendantes du contexte environnemental.

Quotidiennement employé dans les situations de recherche d'itinéraire, le langage n'est que très récemment étudié et analysé sous l'angle des descriptions d'itinéraires (DENIS et DENHIERE, 1990 ; DENIS et ZIMMER, 1992 ; GRYL, 1995). Il paraît évident, d'une façon empirique, que les gens soient capables d'utiliser des descriptions linguistiques pour des configurations spatiales qu'ils n'ont jamais explorées, car ces descriptions permettent de construire des représentations internes de ces configurations. Les représentations sont à la fois de type procédural (l'action) et déclarative (l'environnement).

Ces premiers résultats sur l'introduction de l'image dans l'aide au guidage sont plutôt encourageants.

Par contre, à l'intérieur des stations de métro, les supports n'ont aucune incidence sur les performances des utilisateurs en termes de cheminement. En effet, l'étude montre que l'information spatiale « type route » est inutile dans les stations de métro -notamment celles de Lisbonne- si elle est reprend les indications de la signalétique appartenant à la station.

Ainsi, les points de repère représentent une cible visuelle qui donnent un contexte à la prise de décision c'est en ce sens qu'ils aident au guidage. Les représentations textuelles ou figuratives obligent le concepteur, au moment de la définition du trajet, à se positionner de façon à avoir les mêmes "vues frontales" que le futur utilisateur de ces renseignements spatiaux. Ces derniers supports facilitent la reconnaissance des objets et permettent aux utilisateurs d'être opérationnels plus rapidement car ils n'hésitent pas ou moins sur la direction à prendre. Plus particulièrement, cet aspect est l'apanage du Photoguide car l'analogie entre la situation illustrée et celle réelle permet de déterminer instantanément la direction à prendre. Ce support peut par conséquent aider les individus

qui confondent la droite ou la gauche. Par ailleurs, les remarques concernant les plans ne sont certainement pas valables pour les experts ou ceux qui ne rencontrent aucune difficulté à les interpréter. En définitive, ces trois supports sont loin d'être concurrents, car ils répondent à des besoins cognitifs différents.

Dans les rapports entre explication ou « commentaire » et représentation imagée, se différencie ce qui d'une part relève de procédures de traitement analytique (on décrit, on explique, on décompose puis on recompose en vue de donner « image » verbale de quelque chose, d'une situation) et de l'autre le traitement est de type analogique avec la « réalité » (on représente, on évoque, on dessine, on « fait image »). Le second système va intervenir fréquemment, voire être imposé comme support, en d'autres termes comme « condensation » du premier, en l'occurrence, donc, il sera proposé comme médium résumant et favorisant des séquences multiples d'explications ou d'instructions. (VIGNAUX, 1992, p.60)

L'étude de TAYLOR et TVERSKY (1996) montrait que le type de perspective au niveau représentatif est fonction du site. Ils constatent notamment que la ville sollicite plutôt une représentation de type « survol » car les chemins sont variables, tout comme la taille de repères ; alors qu'un centre commercial est traité en une représentation type « route ». Le centre commercial offre des caractéristiques communes à la station de métro, dont la plus évidente est d'être un espace fermé ce qui empêche une représentation globale, car les voies empruntées ressemblent davantage à des couloirs de labyrinthe qu'à des voies ouvertes. En d'autres termes, le déplacement est vécu comme « un mouvement conditionné par l'architecture » par ailleurs ces espaces clos sont régulièrement bâtis sur plusieurs étages. Des lors, il devient difficile d'organiser toutes ces données dans un format global. En définitive, la représentation type « route » semble plus économique au niveau cognitif.

19-4 Les améliorations possibles ou impossibles des fiches

L'environnement physique peut-être dévoilé, décrit et expliqué de plusieurs manières afin d'éveiller le seul sens visuel. Habituellement, sont utilisées la linguistique et les représentations symboliques (plans ou cartes) pour décrire un itinéraire en indiquant les arguments proprioceptifs ou moteurs ("tourner à gauche") et des arguments environnementaux. Les arguments environnementaux sont usuellement appelés des points de repère ; leur présence vient soit confirmer une direction soit annoncer un changement de direction.

De toute évidence, pléthore et pluralité caractérisent les points de repère que l'on peut rencontrer dans l'environnement, certains sont incontournables car contiennent une identité culturelle et sont de ce fait plus facilement identifiables et descriptibles, l'exemple le plus typique reste l'église de la commune.

Il n'est pas nécessaire de détailler les caractéristiques d'une église, elles appartiennent au schéma commun de connaissance d'une même population. Ainsi, dans un texte ou dans un plan la désignation de l'objet suffit. Cette simplicité correspond parfaitement à la nature du texte et du plan. Il est toutefois possible de compléter les

indications succinctes tel que le nom de l'église ou le nom des rues adjacentes. Plus récemment, des icônes (ou dessins) peuvent styliser les points de repère, sur un plan ou sur une carte, au lieu d'une simple forme géométrique plate.

Cependant, l'environnement urbain n'est pas composé de ces seuls objets standards. En effet, des points de repère qui demandent de longues explications risquent de noyer le lecteur intéressé dans un fourmillement de détails, en vain. Les points de repère sollicitant de longues explications sont paradoxalement les plus neutres (une maison quelconque), ou alors inconsistants et personnels (un magasin parmi d'autres).

Ces exemples d'objets spatiaux sont encore moins transposables ou évocables sur un plan, un icône ne pouvant suffire à la démonstration, à moins que cette image soit suffisamment fidèle et proche de la réalité pour ne pas dire analogique comme une photographie. Jusqu'à présent, il n'existe pas d'autres moyens capables de présenter l'environnement plus fidèlement et plus synthétiquement que celle-ci. Son avantage suprême est la présentation non sélective de l'environnement, tel qu'il se présente au piéton à son départ. Contrairement au Texte, les points de repère sur une photographie sont exposés objectivement et globalement ; l'image étant plus universelle que le texte.

Au moment de la préparation de l'image, des modifications pourront être apportées puisqu'elle peut subir des modifications (grâce à la scannérisation) pouvant mettre en valeur des détails de la scène. En définitive, l'utilisation du "noir et blanc" se justifie pour des raisons météorologiques et de lumière, en effet de cette façon les caractéristiques de l'image peuvent être identifiées malgré l'obscurcissement de la scène réelle (soit à cause du temps soit de l'approche de la nuit).

Certes, la prise de vue doit être parfaite et sans ambiguïté, et, une fois que la photographie est prête (avec ou sans modifications), le cheminement piétonnier peut être tracé sous forme de flèche. Cette flèche qui symbolise le comportement d'orientation de type « aller tout droit », « tourner à gauche » ou encore « faire le tour », ne se limite pas à indiquer le parcours mais à le justifier.

L'utilisation des flèches concerne essentiellement le plan ou la photographie, car dans un texte, elles sont retranscrites évidemment par les mots du langage. Alors, chaque action est décomposée par référence aux changements environnementaux ou non. Mais, l'analyse comportementale rencontre toutefois des limites liées à la dissociation droite/gauche (par rapport à quoi ou à qui?), et d'autre part aux éventuelles lourdeurs descriptives précédemment évoquées. Les limites ont pour conséquence le risque de fourvoiement de l'intéressé si celui-ci n'est pas capable de distinguer la droite de la gauche et inversement, un texte peut alors devenir incompréhensible ou confusionnel.

Cette gêne couramment rencontrée est la pierre d'achoppement des représentations symboliques (plan, carte, schéma) qui sollicitent également des capacités de transposition d'un mode schématique de l'espace au mode réel dans un perpétuel aller-retour, en comprenant le changement d'échelle de cet environnement.

Cette argumentation est finalement plutôt favorable à l'image de type photographique car le message de celle-ci est synthétique, offrant une certaine autonomie dans les choix des points de repère tout en minimisant, voire évitant les difficultés de latéralisation ou de la distinction droite/gauche. Actuellement, les défauts manifestes proviennent de la qualité

de l'image soit sur le tracé des flèches soit sur la prise de vue, soit sur la démarcation des objets du fond. Mais il paraît envisageable de remédier à ces défauts en améliorant chacun de ces sous-ensembles.

Les caractéristiques du Texte et du Plan ne peuvent satisfaire les individus qui éprouvent des difficultés à s'orienter principalement par le fait qu'ils ne permettent pas de distinguer la droite de la gauche et inversement. Toutefois, d'après nos résultats, le plan reste aussi efficace que le texte et principalement dans les situations simples (linéarité du cheminement). La confirmation d'itinéraire est facilement réalisable avec un texte. En revanche, dès que le texte se complique par l'énumération de plusieurs changements de direction. Lorsque le lecteur se fourvoie, il devra revenir sur ses pas mais ne pourra peut-être pas identifier l'intersection où l'erreur a été commise.

19-5 Relations entre l'appréciation d'un langage et l'application de ce langage dans une tâche d'orientation

S'orienter reste une tâche relativement complexe, qui en situation réelle est associée à des états émotifs conséquents. Le fait d'être perdu est un sentiment désagréable qui peut aller jusqu'à des états d'angoisse importants. C'est pourquoi le moyen d'information doit être rassurant et efficace. Nous en avons testé trois dans cette étude en modifiant la forme expressive que nous avons intitulé le langage textuel, le langage schématique et le langage image. Nous avons établi un questionnaire afin de vérifier la sensibilité des sujets vis-à-vis de chacun de ses langages. L'objectif était de rendre compte de l'influence de la sensibilité pour un mode d'expression sur une tâche où ce langage est mis à contribution. En d'autres termes, nous supposons que l'intérêt pour un mode de langage peut augmenter la performance.

En ce qui concerne le Texte, le questionnaire ne semble pas approprié puisque nous obtenons une relation inverse. Plus la performance est bonne, plus l'intérêt pour la forme écrite est faible. En réalité, les questions traitent essentiellement de l'aspect littéraire et ne sont donc pas adaptées à ce qui nous préoccupe. En fait, il serait plus intéressant et pertinent de réaliser une étude différentielle entre des individus « illettrés » (avec des difficultés pour lire) et d'autres avec une plus grande expérience de l'écrit.

En ce qui concerne le questionnaire sur les images et celui sur les plans, les résultats sont prometteurs. Plus la performance de la tâche pratique est élevée, plus la motivation à employer les supports est forte. Ces deux questionnaires méritent d'être exploités, approfondis et re-testés sur des échantillons plus importants.

Compte tenu de ces résultats, nous pensions obtenir des conclusions similaires avec le MPFB (test visuo-spatial). Or, les performances du MPFB ne peuvent pas prédire les performances d'une tâche de guidage mais celles d'un exercice exigeant une tâche de rotation mentale (exercice 15). Nous allons essayer d'expliquer ces différences.

Les différences de résultat entre le MPFB et l'exercice 15 du QSL S, bien qu'ayant le même motif (évaluer la capacité à retourner des objets spatiaux) diffèrent sur les caractéristiques de la tâche. Dans le MPFB, il faut retourner plusieurs éléments afin de

retrouver la figure standard. Les objets sont quelconques, de forme géométrique. Tandis que le second prend la forme d'un unique objet, parfaitement identifié à vocation spatiale. Le plan proposé est en opposition au lecteur l'obligeant à une rotation mentale pour les réponses. La tâche est simple puisqu'il s'agit de donner les successifs changements de direction. D'ailleurs, les 9 réponses sont systématiquement justes ; seuls les temps de réponses discriminent les sujets entre les lents et les rapides. La variance des temps montre que les problèmes sont de difficultés différentes selon les sujets. Ces deux tests (MPFB et exercice 15) montrent comment le processus de rotation mentale peut être mis à contribution en variant les dispositifs.

La difficulté est également liée au dispositif **« les formes faciles à encoder qui ont une configuration interne simple ou qui peuvent être aisément décrites à l'intérieur de l'espace du dispositif sont reconnues plus rapidement que celles qui nécessitent des niveaux multiples d'encodage » (BIALYSTOK JENKIN, 1998, p72) .** Dans les cas complexes, d'après les mêmes auteurs, un peu plus loin dans le texte, il n'existe pas une description unique de la rotation mentale et ils supposent que les individus sont capables de coder l'information extraite du dispositif, la plus pertinente pour la solution du problème et sont capables de l'utiliser efficacement. Changer les spécifications du dispositif, c'est changer le problème de sorte que la solution qui convient à l'un ne convient pas nécessairement à l'autre. Par ailleurs, nous avons vu qu'il existe une relation positive entre la réussite d'une tâche avec lecture d'un plan et le fait d'être favorable à leur emploi, et d'autre part avec une tâche réelle de déplacement nécessitant l'emploi d'un plan. Des études sur l'emploi des cartes (LEVINE et al., 1982 ; MAY, PERFUCH, et SAVOYANT, 1995) montrent que la difficulté réside dans les problèmes « d'alignement », qui sont quant à eux tributaires des capacités de rotation mentale. Le traitement de la rotation mentale viendrait résoudre les problèmes de mauvaise « orientation ». Ainsi, la compréhension et le bon emploi des cartes sont déterminés par la capacité cognitive à manipuler des objets mentaux. Une personne qui excelle dans ce type d'exercice ne peut être réfractaire à utiliser des cartes pour se déplacer dans un environnement inconnu. Nous voudrions insister sur le fait que l'incapacité peut induire un comportement de « fuite » vis-à-vis de l'objet en question. Les personnes réfractaires à l'emploi des cartes vont adopter une autre stratégie pour s'orienter en demandant par exemple une explication du trajet à suivre.

20- Conclusion

Contrairement à nos attentes, l'information figurative est aussi performante que la description d'itinéraire. En revanche, leurs efficacités sont supérieures à celle du Plan. La forme schématique demande certaines capacités cognitives liées à la rotation mentale qui sont fortement discriminantes, à tel point que dans la vie quotidienne certaines personnes sont réfractaires à leur emploi.

De ce point de vue, le Photoguide et le Texte sont équivalents car répondent de façon plus adéquate à la résolution d'un problème spatial. Les informations contenues

dans chacune des fiches constituent des informations utiles et pertinentes pour le sujet et sont compatibles avec les représentations internes. Les représentations sont de type « route » avec des indications proprioceptives et des repères visuels saillants fondamentaux pour le guidage. Il semble bien que la supériorité des supports textuels et figuratifs soit liée à la présentation de l'environnement. Ils sont décrits comme un tableau visuel en respectant la prise de vue de l'intéressé au moment où il arrivera sur les lieux lui permettant de se construire une image mentale conforme à la situation qu'il va rencontrer. Dans le cas d'une confusion, voire d'une erreur, le Photoguide facilite plus rapidement la reconnaissance des lieux que le Texte, ce qui rend l'individu autonome car il peut corriger sa trajectoire sans aide extérieure.

Cette étude nous a permis de démontrer la complémentarité entre la description d'itinéraire et la photographie. Les mots doivent devenir image lorsque la destination est au-delà du champ perceptif. En d'autres termes, le texte est principalement efficace quand le trajet est simple et court tandis que la photographie est plus pertinente quand le trajet ou l'intersection se complique.

Conclusion et perspectives

Au terme de ces études où il était question d'évaluer l'influence de la photographie dans des moyens d'information liés au guidage, des variabilités importantes apparaissent selon **les contextes**. Tout d'abord, l'aide au déplacement sous forme figurative semble moins bien adaptée pour l'automobiliste que pour le piéton et utilisateur des transports collectifs. Les contraintes temporelles inhérentes à la situation de conduite demandent un système préférentiellement procédural. Le « timing » de l'information prime sur la présentation des repères physiques ; Toutefois, dès que la situation se complexifie telle qu'une intersection avec un rond-point, une représentation graphique globale du carrefour avec en précision des repères saillants aide considérablement le conducteur à prendre une décision.

Pour le piéton, en revanche, nous avons vu que le « Photoguide » est aussi performant sinon plus, en certaines situations, que la description d'itinéraire. L'information est de type route avec la présentation en vue frontale des lieux appréhendés. De cette manière, l'utilisateur se sent rassuré : ce sont des fiches prêtes à l'emploi. Contrairement au plan, les indications sont données dans la bonne orientation pour le lecteur ce qui évite les confusions de direction entre la droite et la gauche. L'efficacité de la photographie par rapport au texte est meilleure lorsque le contexte est plus complexe et, notamment, quand le but n'est pas directement perceptible du lieu où se trouve le lecteur.

En dernier point, nous soulignerons l'influence des performances des moyens d'aide au guidage selon le contexte urbain ou souterrain. Dans le second cas, il semble plus important de suivre les indications de la signalétique plutôt que de guider l'utilisateur selon les différents changement de direction. En revanche, l'information sur les sorties est

primordiale car elle participe à l'élaboration de la représentation spatiale des éléments en surface.

Au terme de ce travail, nous souhaitons proposer un certain nombre de perspectives s'inscrivant dans le prolongement de cette recherche.

Conclusion et perspectives de l'usage de la photographie dans les moyens d'informations pour les piétons et utilisateurs des transports collectifs

Notre objectif est de pouvoir offrir aux utilisateurs non familiers des réseaux de transports collectifs (ou qui empruntent de nouveaux itinéraires intermodaux) la possibilité de trouver les arrêts de bus ou les stations de métro le plus facilement et le plus rapidement possible, en leur proposant des descriptions d'itinéraires combinant le texte et l'image grâce au multimédia.

Compte tenu de ces résultats, favorables à l'introduction de la photographie dans les supports d'aide au guidage, il est donc envisageable de créer une base de données mixte : image et texte. Dans un premier temps, cette base pourrait être interrogée à partir d'Internet où les utilisateurs pourraient choisir une information textuelle ou imagée selon leur besoin en terme de guidage. Les sites des réseaux des grandes villes, comme Paris, Lyon et Marseille, pourraient l'intégrer dans un calcul d'itinéraire. Cette information intermodale spatiale sert de lien entre l'espace urbain et le transport. Elle semble plus pragmatique que le plan (sauf pour les habitués de cet outil) dans le sens où elle ne donne pas une information « type carte » mais « type route » c'est-à-dire qu'elle offre directement ce qui est important de voir à la sortie d'un bus ou d'une station de métro pour se diriger vers la destination. L'avantage de la photographie est de donner une vue d'ensemble du carrefour sans qu'il y ait nécessairement un repère saillant. De cette manière, l'intéressé est libre de choisir un repère dans un espace donné.

De notre point de vue, la base sur Internet n'est pertinente que si les réponses aux interrogations peuvent être imprimées car sa finalité est le guidage en situation réelle de déplacement.

Nous voyons deux avantages supplémentaires à l'importation du Photoguide dans le multimédia:

- La nouvelle génération, déjà friande et grande consommatrice d'images (entre la TV, jeux vidéo, les ordinateurs...), est habituée à communiquer avec ce langage figuratif, c'est pourquoi elle constitue une population potentiellement intéressée par cette nouvelle forme de guidage.
- D'autre part, à l'instar des pictogrammes, la photographie permet de s'affranchir des barrières de la langue (Bruyas, 1995). De cette manière, les étrangers ainsi que les illettrés peuvent trouver leur chemin en toute autonomie et sans risque de confusions d'interprétations.

En conclusion de cette étude, il apparaît que la photographie n'a pas seulement une utilité visuelle mais cognitive, d'ailleurs Roland Barthes disait que **« La photographie, c'est comme le mot : c'est une forme qui veut tout de suite dire quelque chose »**.

Conclusion et perspectives de l'usage de la photographie dans les systèmes de

guidage embarqué

En définitive, dans un système de guidage embarqué, une information avec un contenu uniquement procédural est plus performante que l'information contenant la dyade repère-action. En revanche, lorsque la configuration est ambiguë ou complexe, alors le repère, objet spatial et visuel, devient pertinent voire indispensable car il situe l'action : tourner, avant/après, à droite/à gauche de l'objet sélectionné. En effet, certaines situations, que ce soit un sens giratoire, (comme le Carrefour 20 de notre étude, annexe 2) ou une intersection urbaine alambiquée, sollicitent une explication graphique améliorée car une représentation basée sur un fléchage ne suffit pas à être explicite. Nous rejoignons la conclusion de GRYL (1995, p.348) à propos des descriptions d'itinéraires : **« Une description composée uniquement d'indications de changements d'orientation du type « tourner à droite ou à gauche » s'avère insuffisante dans certaines configurations de l'environnement... Une simple indication d'orientation générerait des ambiguïtés trop importantes. »**

Nous pouvons supposer que ce repère peut devenir un *point d'ancrage* en raison de son statut dans l'itinéraire et du contexte spatial, car il est associé à une configuration complexe.

La question est donc de savoir comment représenter les repères physiques dans un système d'aide embarqué ? Les repères urbains sont identifiables et reconnaissables car ils appartiennent à nos connaissances à long terme. Ils sont emmagasinés sous une forme visuo-spatiale et sémantique. En d'autres termes, la reconnaissance de l'objet dans l'environnement est possible soit par le réseau structural soit par le réseau sémantique. Ainsi, le concept « église » peut poser un problème lorsqu'elle affiche une ultra-modernité. Il ne suffit pas de la désigner, il faut aussi la décrire pour permettre la construction de la représentation imagée de ce concept architectural original.

De nombreuses possibilités graphiques existent au niveau Figuratif, de la forme analogique que nous venons de tester, en passant par celle, plus symbolique, composée de pictogrammes (PAUZIE, DAIMON, ET BRUYAS 1997). Cependant, les solutions existantes ne permettent pas encore de réduire les ambiguïtés.

En gardant l'hypothèse d'une représentation graphique analogique, nous pouvons lui apporter quelques modifications. A l'avenir, nous pourrions par exemple tester des photographies de ronds-points, non pas selon une perspective type route, mais légèrement surélevée à 45°. De cette manière, l'automobiliste percevrait la configuration générale du carrefour sous sa forme réelle avec en surimpression le tracé de la trajectoire à suivre. Mais, faut-il améliorer l'information visuelle des systèmes de guidage et de navigation embarqués dans les voitures alors que les études actuelles sur ces derniers s'intéressent préférentiellement au développement des informations vocales et à leur modélisation ? L'argument premier est sécuritaire car afin de ne pas détourner le regard de la route, la cible principale en situation de conduite, le canal auditif est alors mis à contribution. Surtout, ces nouvelles technologies permettent de gérer à l'intérieur de l'habitacle la diffusion des informations sonores (téléphone, radio, guidage...) par ordre de priorité et surtout de sécurité (Projet CEMVOCAS, LESCOT).

La diversification de la présentation de l'information pour une population diversifiée.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons volontairement insisté sur les caractéristiques de l'image car jusqu'à présent elle n'a jamais été appréhendée comme assistante au guidage en situation réelle. Nous avons testé ses effets dans deux conditions de déplacement, représentées par la voiture et les transports collectifs, différenciées par les contraintes extrinsèques et intrinsèques aux modes de transport. Au terme de la première étude, nous pouvons conclure que les contraintes de la voiture sont telles qu'elles ne permettent pas une très grande liberté de présentation pour des raisons évidentes de sécurité.

Cependant, il nous semble important de réagir face à la modélisation de l'activité cognitive car dans une logique de standardisation de la pensée humaine dont l'objectif est d'offrir à cette même espèce humaine des outils qui lui ressemblent, il ne faudrait pas oublier ce qui fait sa différence. Sans parler des aspects conatifs (le domaine des affects) qui peuvent perturber le raisonnement, nous nous référons à la théorie de l'intelligence multiple de GARDNER H. (1998)²⁸. Elle se propose de définir l'intelligence comme **« un potentiel psychobiologique qui permet de résoudre des problèmes ou de créer des objets appréciés dans au moins un contexte culturel. »**. Par cette définition, l'auteur ouvre l'éventail des aptitudes. La définition de l'intelligence ne se limite plus aux capacités linguistiques et logico-mathématiques mais comprend l'aptitude musicale, l'aptitude spatiale, l'aptitude du corps à se mouvoir (celle des athlètes). Elle introduit également l'intelligence émotionnelle avec la capacité à déterminer ses humeurs et autres situations mentales et celles des autres individus et les utiliser comme guide du comportement (ex. : S. Freud). De plus, elle est corroborée par des études en neurosciences où l'on reconnaît la nature modulaire du cerveau. Le principe de cette théorie est de faire valoir la diversité humaine dans l'appréhension de l'environnement. Elle se présente d'ailleurs comme un outil qui vise à motiver l'apprentissage des scolaires. Il s'agit d'appliquer la diversité des aptitudes dans l'enseignement.

L'idée principale que nous voulons adopter est celle qui consiste à dire **qu'il faut envisager l'apprentissage par différentes manières, en utilisant plusieurs représentations**. Si nous considérons un moyen d'information comme une aide à l'apprentissage des lieux, il faut pouvoir offrir à l'utilisateur des supports le choix de la représentation graphique. Nous avons déjà vu que tous les individus ne sont pas capables de manipuler mentalement des plans ou des cartes routières. Ces outils font appel à l'intelligence spatiale qui est relativement variable entre les individus. Nous pensons que la description d'itinéraire verbale, seule ou complétée d'une photographie, peut satisfaire la famille des « béotiens des cartes ».

²⁸ GARDNER H., (1998), *Les formes d'intelligence*, Pour La Science, n°254, 136-142

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACREDOLO L. P.**, (1988,)From signal to 'symbol' : the development of landmark knowledge from 9 to 13 months in Special sections landmarks in spatial cognition and spatial development, British Journal of Development Psychology, 6, 369-372
- ANDERSON J.R.**, (1989) A theory of the origins of human knowledge, Artificial Intelligence, 40, 313-351
- APPLEYARD D.**, (1970), Styles and method of structuring a city, Environment and Behaviour, Vol. 2, n#1, 100-116
- AUBREY J. B., DOBS A. R.**, (1990), Age and sexe differences in the mental realignement of maps, Experimental Aging Research, Vol. 16, 3, 133-139
- ATKINSON R.C., SHIFFRIN R.M.**, (1968) Human memory : a proposed systèmeand its control process, In K.W. Spence et J.T. (Eds.), The Psychology of Learning and Motivation, Vol.2, New York, Academic press, 89-195
- BADDELEY A.**, (1993) La mémoire humaine : théorie et pratique, P.U.G., 547 p.
- BARTRAM D. J.**, (1976), Levels of coding in picture - picture comparison tasks, Memory and Cognition, 4, 593-602
- BASTIEN C.**, (1988), Les modèles de résolution de problèmes, in Caverni J.-P., Psychologie Cognitive, modèles et méthodes, P.U.G., 27-39
- BASTIEN C.**, (1996), Raisonner, Sciences et Vie, Hors-Série, n°195, 110-116
- BELLET T. X.**, (1998), Modélisation et simulation cognitive de l'opérateur humain : une

application à la conduite automobile, Thèse de Doctorat, Paris, Université René Descartes, Chap.3

BIDEAUD J., COURBOIS Y., (1998), Image mentale et développement , de la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives, P.U.F., p.204

BIDEAUD J., HOUDE Y., (1989), Le développement des catégorisations : « capture » logique ou « capture » écologique des propriétés des objets, L'Année Psychologique, n°89, 87-123

BIDERMAN I., (1996) Geon theory as an account of shape recognition in mind, brain, and network, Bulletin of the Japanese Cognitive Science Society. Sous Presse

BOUCART M., (1996), La reconnaissance des objets, P.U.G., La Psychologie en Plus, p.132

BREWER W.F., DUPREE D.A., (1983), Use of plan schemata in the recall and recognition of goal - directed actions, Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition, vol.9 (1), 117-129

BRUYAS M.P., (1997) Reconnaissance et compréhension de pictogrammes et symboles routiers, Thèse de Doctorat en Psychologie Cognitive, Université Lyon2, 313

Bryant D. J., Tversky B., Franklyn N ., (1992), Internal and external spatial frameworks for representing described scenes, Journal of Memory and language, 31, 74-98

BYRNE R.W., (1979), Memory for urban geography, In Quarterly Journal of Experimental Psychology, 31, 147-154

CAVE C. B., BOST P. R., COBB R. E., (1996), Effects of color and pattern on implicit and explicit picture memory, Journal of Experimental Psychology : Human perception and Performance, Vol. 22, N° 3, 639-653

CHEVALIER-GIRARD N., WILBERG R. B., (1980), The effects of image and label on the free recall of organised movements lists. In Klavara P. & Fowers J. (Eds.) Motor learning and biomechanical factors in sport, Toronto : publications Division, school of physical and Health Education, University of Toronto, 109-116

CHOWN E., KAPLAN S., KORTENKAMP D., (1995), Prototypes, Location and Associative Networks (PLAN) : towards a unified theory of cognitive mapping, Cognitive Science, 19, 1-51

COLLINS A.M., QUILLIAN M.R., (1969), Retrieval time from semantic memory, Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 8, 240-247

COOPER L. A, SHEPARD R. N., (1973), Chronometrics studies of the rotation of mental images, in W.G. Chase (ED.) Visual information processing, New - York, Academic Press

COUCLELIS H., GOLLEDGE R.G., GALE N. et TOBLER W., (1987), Exploring the anchor point hypothesis of spatial cognition, in Journal of Experimental Psychology, 7, 99-122

DAMASIO A. R., (1994), L'erreur de Descartes, la raison des émotions, EDS Odile Jacob, Sciences, chap. 5, 115-152

DENIS M., (1979), Les images mentales, P.U.F., 284 p.

- DENIS M., (1982), Représentation imagée et résolution de problèmes, *Revue Française de Pédagogie*, 60, 19-29
- DENIS M., (1991), Imagery and thinking, in Cornoldi C. & Mc Daniel A. M. (Eds) *Imagery and Cognition*, Springer-Verlag New- York, 103-131
- DENIS M., (1997), The description of routes : a cognitive approach to the production of spatial discourse. *Cahier de Psychologie Cognitive*, Vol. 16, N°4, 409-458
- DENIS M., CHEVALIER N., ELOI S., (1989), Imagerie et répétition mentale dans l'acquisition d'habiletés motrices, in A. Von Hofe (Ed.), *Tâches, Traitement de l'information et comportements dans les activités physiques et sportives*. Issy-les Moulineaux : Edition E.A.P., 11-37
- DENIS M., COCUBE M., (1992), Scanning visual images generated from verbal descriptions, *European Journal of Cognitive Psychology*, 1, 293-307
- DENIS M., DENHIÈRE G., (1990), Comprehension and recall of descriptions, *Cahiers de Psychologie Cognitive, European Bulletin of Cognitive Psychology*, Vol. 10, n° 2, 115-143
- DENIS M., DUBOIS D., (1976), La représentation cognitive : quelques modèles récents, *Année Psychologique*, 76, 541-562
- DENIS M., ZIMMER H. D., (1992), Analog properties of cognitive maps constructed from verbal descriptions, *Psychological Research*, 54, 286-298
- DE VEGA M., (1994), Characters and their perspectives in narratives describing spatial environments, *Psychological Research*, 56, 116-126
- DEVLIN A. S., (1980), Housing for the elderly : cognitive considerations, *Environment and behavior*, 12, 451-466
- DEVLIN A. S., BERNSTEIN J., (1995), Interactive wayfinding : use of cues by men and women, *Journal of Environmental Psychology*, 15, 23-38
- DOWNS R. M., (1981), Maps and mapping as metaphores for spatial representation, in L. S. Liben et al (Eds.) *Spatial representation and behavior across the life span : theory and application*, New -York : Academic Press, 143-166
- DUBOIS D., FLEURY D., MAZET C., (1993), Représentations catégorielles : perception et/ou action? Contribution à partir d'une analyse des situations routières, in Weill-Fassima A., Rabardel P., Dubois D. (Ed.) *Représentations pour l'action*, 79-93
- ELLEN P., THINUS-BLANC C., (1987), *Cognitive Processes and Spatial Orientation in Animal and Man*, Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers BV
- ELLIS R., ALLPORT D. A., HUMPHREYS G. W. et COLINS J., (1989), Varieties of object constancy, *Quarterly Journal of experimental Psychology*, 41 A, 775-796
- EVANS G.W., (1980), Environmental cognition, *Psychological Bulletin*, 88, 259-287
- FERGURSON E. L., HEGARTY M., (1994), Properties of cognitive maps constructed from texts, in *Memory and Cognition*, 22, (4), 455-473
- FINKE R. A., PINKER S., (1982), Spontaneous imagery scanning in mental extrapolation, *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 8, 142-147
- FINKE R. A., PINKER S., (1983), Directional scanning of remembered visual patterns,

- Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition, 9, 398-410
- Galea L. A. M., Kimura D., (1993), Sex differences in route learning, *Personality Individual Differences*, Vol. 14 N° 1, 53-65
- GALLINA J.M., (1998) Image mentale et compréhension de textes décrivant des configurations spatiales : vers une approche développementale, in *Image mentale et développement, de la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives*, 115-138
- GALLISTEL C. R.**, (1989), Animal cognition : the representation of space, time and number, *Annual Review Psychology*, 40, 155-189
- GALLISTEL C. R.**, (1990), Representation in animal cognition : An introduction, *Cognition*, 37, 1-22
- GÄRLING T.**, (1989), The role of cognitive maps in spatial decisions, *Journal of Environmental Psychology*, 9, 269-278
- Gärling T., Evans G. W .**, (1991), Environment cognition and action. An integrated approach, 357 p.
- GAUNET F., Thinus-Blanc C.**, (1996), Early subjects' spatial abilities in the locomotor space : Exploratory strategies and reaction -to-change performance, *Perception*, Vol. 25(8), 967-981
- GEORGE C.**, (1988), Interactions entre les connaissances déclaratives et procédurales, In Perruchet (Eds.) *Les automatismes cognitifs*. Liège, Mardaga
- GIRAUDO M.-D.**, (1989), Espace urbain : image mentale et déformation fonctionnelle, Thèse de Doctorat (Nouveau Régime) de l'Université de Provence Aix-Marseille
- GIRAUDO M.-D.**, (1993), Représentation spatiale et estimation des distances : exactitude et cohérence des réponses. in Weill-Fassina A. Rabardel P. and Dubois D. *Représentation pour l'action*, Toulouse, Première édition.
- Giraud M.-D., Peruch P.**, (1992), Analyse des processus cognitifs mis en jeu dans la représentation de l'espace chez des adultes de bas niveau de qualification. *Le Travail Humain*, tome 55, N° 2, 135-153
- GRYL A.**, (1995), Analyse et modélisation des processus discursifs mis en œuvre dans la description d'itinéraire, thèse de Doctorat en Sciences Cognitives de l'Université Paris -XI Orsay, p.371
- GOLEDZINOWSKY F.**, (1976), L'espace du métro : étude des besoins des voyageurs en matière d'orientation spatiale. *Le Travail Humain*, Tome 39, n°1, 33-42
- GOLLEDGE R.G.**, (1991), Cognition of physical and built environments, in *Environment cognition and action, An integrated approach*, Gärling T., Evans G. W., 35-62
- HALL E. T.**, (1971), La dimension cachée, Editions du Seuil, Essais, p. 256
- HUMMEL J.E. & BIEDERMAN I.**, (1992), Dynamic binding in a neural network for shape recognition, *Psychological Review*, 99, 480-517
- HUPET M., VAN DER LINDEN M.**, (1994), L'étude du vieillissement cognitif : aspects théoriques et méthodologiques, in *Le vieillissement cognitif*, Chap. 1, P.U.F., Psychologie d'Aujourd'hui, 9-35
- JACKSON P. G.**, (1998), In search of better route guidance instructions, *Ergonomics*, Vol. 41, 7, 1000-1013

- JOLICOEUR P., (1985), The time to name disoriented natural objects, *Memory and Cognition*, 13, 289-303
- JOLICOEUR P., (1987), A size-congruency effect in memory for visual shape, *Memory and Cognition*, 15, 531-543
- JOLICOEUR P., (1990), Orientation congruency effects on the identification of disoriented shapes, *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 16, 351-364
- JOLICOEUR P., (1992), Identification of disoriented objects : a dual-system theory. in G.W. Humphreys (ED.) *Understanding vision*. Oxford : Blackwell, 180-198
- KAPLAN S., (1973), Cognitive maps in perception and thought, In R. Downs et D. Stea (Eds.) *Image and Environment*, Chicago : Aldine, 133-147
- KEOGH L., MARKHAM R., (1998), Judgements of other people's memory reports : differences in reports as a function of imagery vividness, *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 12, 159-171
- KOSSLYN S. M. (1975), Information représentation in visual images, *Cognitive Psychology*, 7, 341-370
- KOSSLYN S. M., (1980), *Image and mind*, Harvard University Press
- KOSSLYN S. M., (1994), *Image and Brain : the résolution of the imagery debate* Cambridge, MIT Press
- KOSSLYN S. M., (1998), *Image mentale et développement, de la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives*, P.U.F., préface
- KOSSLYN S. M., BALL T. M., REISER B. J., (1978), Visual images preserve metric spatial information : Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 4, 47-60
- LABIALE G., (1993), Recherches en ergonomie des systèmes d'information dans la voiture, *Actes du Colloque de Prospective : Recherche pour l'Ergonomie soutenue par le PIR Cognisciences du CNRS*, 1-8
- Laszlo E., Masulli I., Artigian R., Csanyi V., (1993), The evolution of cognitive maps, new paradigms for the twenty-first century, (voir les différents chap)
- LENERAND R., (1993), Perception et mémorisation de plans de ville : application ergonomique, mémoire de D.E.A., Université Lumière Lyon II
- LE NY J.F., (1985), Comment (se) représenter les représentations, *Psychologie Française*, 30, 3-4, 231-238
- LEVINE M., (1982), You-are-here-maps : psychological considerations, *Environment and behavior*, 14, 221-237
- LEVINE M., JANKOVIC I.N., PALIJ M. (1982), Principles of spatial problem solving, *Journal of Experimental Psychology : General*, 111, 157-175
- LEVY-LEBOYER C. (1980), *Psychologie et environnement*; P.U.F., 209p.
- LYNCH K., (1960), *The image of the city*, Dunod Paris.
- LOARER EVEN, (1989), Un exemple de coopération vision-représentation contrôle visuel intermittent : les déplacements intermittents, *Psychologie Française*, 34-1, 55-62

- LOGIE R.H., MARCHETTI C. (1991) **Visuo-spatial working memory : visual, spatial or central executive ?**, in R.H. Logie et M. Denis, **Mental images in human cognition**, Amsterdam Elsevier, 105-115
- MAILLE S., (1996), Les représentations analogiques comme support de l'anticipation dans les environnements dynamiques : étude d'une tâche simulée dans les environnements dynamiques, Thèse de Doctorat Nouveau Régime en Psychologie, Université Toulouse II, Chap. 3
- MARR D., NISHIHARA H.K., (1978) Representations and recognition of the spatial organisation of three-dimensionnal shapes, *Proceedings of the Royal Society of London*, B200, 269-294
- MAY M., PERUCH P., SAVOYANT A., (1995), Navigating in a virtual environment with map -acquired knowledge : encoding and alignment effects, *Ecological psychology*, 7 (1), 21-36
- MAZET C., (1991), Perception et action dans la catégorisation : le cas de l'environnement urbain et routier, Thèse de Doctorat, Paris, Université René Descartes
- MILLER G. A., GALANTER E., PRIBRAM K ; (1960) Plans and the structure of behavior, New-York ; Holt Rinehart and Winston,
- MINSKY M., (1975), A framework for representing knowledge, in P. WINSTON (Ed.), *The psychology of computer vision*, New-York, MC Graww Hill
- MIJSENAAR P., (1998), Maps as public graphics, in H. J. G. Zwaga, T .Boersema, H. C. M. Hoonehout (Eds.) *Visual information for everyday use*, Design and research perspectives, Part 6, 211-223
- MOAR I., BOWER G. H., (1983), Inconsistency in spatial knowledge, *Memory and Cognition*, 11(2), 107-113
- MORAIS J., (1987), Stimuli, processus, représentation, in Collectif (Eds.) PUF *Comportement, cognition, conscience : la psychologie à la recherche de son objet*, 101-129
- NEBOIT M., (1980), L'exploration visuelle dans l'apprentissage de tâches complexes : l'exemple de la conduite automobile, Thèse de Doctorat, Paris, Université René Descartes
- NICOLAS S., (1993), Existe-t-il une ou plusieurs mémoires permanentes? *L'Année Psychologique*, 93, 113-141
- NORMAN D.A. (1981) **Categorisation of action slips**, *Psychological Review*, 88, 1-15
- OCHANINE D., (1969), Rôle de l'image opérative dans la saisie du contenu informationnel des signaux, *Question de Psychologie*, 4
- OCHANINE D., (1978), Le rôle des images opératives dans la régulation des activités de travail, *Psychologie et Education*, 2, 63-72
- OLERON P., (1995), Un examen critique des modèles mentaux de Johnson-Laird, *L'Année Psychologique*, Vol. 95, 693-706
- O'KEEFE J., NADEL L., (1978), *The hippocampus as a cognitive map*, Clarendon Press, Oxford, chap. 2

- O'MARA S.**, (1992), Place constancies, the cognitive and the hippocampal representation of the environment, *The Irish Journal of Psychology*, Vol. 13, N°4, 536-546
- O'Neill M. J.**, (1991), Effects of signage and floor plan configuration of wayfinding accuracy, *Environment and Behavior*, Vol. 23, N°5, 553-574
- O'Neill M. J.**, (1991), Evaluation of a conceptual model of architectural legibility, *Environment and Behavior*, Vol. 23, N°3, 259-284
- O'Neill M. J.**, (1992), Effects of familiarity and plan complexity on wayfinding in simulated buildings, *Journal of Environmental Psychology*, 12, 319-327
- PAIVIO A.**, (1971), Imagery and verbal processes, New-York, Holt,
- PAIVIO A.**, (1986), Mental representations : a dual coding approach, New York, Oxford University Press
- PAILHOUS J.**, (1969), Représentation de l'espace urbain et cheminement, *Le Travail Humain*, tome 55 n°2, 87-140
- PALMER S., ROSH C., CHASE P.**, (1981), Canonical perspective and the perception of objects, In J. Long et A. Baddeley (Eds ;) *Attention and Performance IX Hillsdale* : Lawrence erlbaum, 135-151
- PAUZIE A., VERNET M.**, (1996) Human factors design guidelines for information presentation by route guidance and navigation systems, DRIVE/HARDIE V2008, Report, Supplement to Deliverable N°19, European Community Commission, DGXIII, Bruxelles.
- PAUZIE A., DAIMON T., BRUYAS M. P.**, (1997), How to design landmarks for guidance systems ? 4th World Congress on Intelligent Transport Systems, Mobility For Everybody
- PASSINI R.**, (1984), Spatial representations, a wayfinding perspective, *Journal of Environmental Psychology*, 4, 153-164
- PASSINI R.**, (1998), Wayfinding : backbone of graphic support systems, in H. J. G. Zwaga, T. Boersema, H. C. M. Hoonehout (Eds.) *Visual information for everyday use, Design and research perspectives, Part 7*, 241-256
- PASSINI R., JOANETTE Y., RAINVILLE C., MARCHAND N.**, (1994), Wayfinding abilities in dementia. An experiment suggesting generic design ideas, *Proceedings Public Graphics, Visual information for everyday use*, 23.1-24.1
- PEARSON D.G. LOGIE R.H.**, (1998), La mémoire de travail visuo-spatiale : fractionnement et développement, , in *Image mentale et développement, de la théorie piagétienne aux neurosciences cognitives*, 139-156
- PEPONIS J., ZIMRING C., CHOI Y. K.**, (1990), Finding the building in wayfinding, *Environment and Behavior*, Vol. 22 (5), 555-590
- PERUCH P., LAPIN E. A.**, (1993), Route knowledge in différent spatial frames of reference, *Acta Psychologica*, 16, 253-269
- PERUCH P., Pailhous J., deutsch c.**, (1986), How do we locate ourselves on a map: a method for analysing self-location processes, *Acta Psychologica*, 61, 71-88
- PIAGET J., INHELDER B.**, (1963), Les images mentales, in P. Fraisse et J. Piaget

- (Eds.) Traité de psychologie expérimentale : l'intelligence, paris, PUF
- PIAGET J., INHELDER B.**, (1966), L'image mentale chez l'enfant, Paris, PUF,
- PIAGET J., INHELDER B.**, (1946), La représentation de l'espace chez l'enfant, Paris P.U.F.
- PICK H. L., MONTELLO D. R., SOMERVILLE S. C.**, (1988), Landmarks and the coordination and integration of spatial information, in Special sections landmarks in spatial cognition and spatial development, British Journal of Development Psychology, 6, 372-375
- POUCET B., THINUS-BLANC C.**, (1992), Cognition spatiale et organisation nerveuse, Psychologie Française, Vol. 37, N°1, 47-54
- PYLYSCHYN Z.W.**, (1981), **The imagery debate : Analogue media versus tacit knowledge**, **Psychological Review**, 86, 16-45
- RICHARD J.F.**, (1990), Les activités mentales. Comprendre, raisonner, trouver des solutions, Paris, Armand Colin, p.435
- RIDDOCH M.J., HUMPHREYS G.W.**, (1987), Picture naming, in G.W. Humphreys & M.J. Riddoch (Eds.) Visual objects processing : a cognitive neuropsychological approach. Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum., 107-142
- RIPPOL H.**, (1987), Stratégies de prise d'informations visuelles dans les tâches de résolution de problèmes tactiques en sport, Neurosciences du sport, INSEP, 329-353
- ROBERT J.-M.**, (1982), Comprendre notre cerveau, Editions du Seuil (4eme), Sciences, 59-100
- ROMKE R., KOSSLYN S. M., HAMEL R.**, (1998), Aspects of mental images : is it possible to get the picture?, Cognition, 66, 103-107
- ROSCH E.**, (1978) Principles of categorisation, in E Rosch & B.B. Llyod (Eds.), Cognition et Categorisation, Hillsdale NJ, L Erlbaum Publishers, 27-48
- RUMELHART D.E.**, (1978), **Scemata : the building blocks of cognition**, In **R.J. Spiro B. Bruce W. Brewer (Eds.) Theoretical issues in reading comprehension**, Hillsdale (N.J.) Lawrence Erlbaum
- SAAD F. , VAN ESLANDE P., DELHOMME P., LEPESANT C. GAUJE T.**, (1990), **D rivers speed regulation when negotiating intersection**, In **Masaki-Koshi (Eds.) Transportation and Traffic Theory**
- SCHANK R. C., ABELSON R. P.**, (1977), Scripts, plans, goals and understanding, Hillsdale, N.J., Erlbaum
- Schwartz N., Philippe A. E., (1991), Individual differences in the retention of maps; Contemporary Educational Psychology, Vol. 16, 171-182
- SHEPARD R.N., COOPER L.A.**, (1982), Mental images and their transformations. Cambridge : MIT Press
- SHEPARD R.N., METZLER J.**, (1971), Mental rotation of three dimensional objects, Sciences, 171, 701-70
- SIEGEL A.W., WHITE S. H.**, (1975), The development of spatial representations of large scale environments, in H. W. Reese (Ed.) Advances in childs development and behavior, New-York Academic Press, Vol. 10, 9-55

- SKINNER B. F., (1971), L'analyse expérimentale du comportement, bruxelles : Mardaga
- SOFFIE M., LEBLANC P., LAMBERTY Y., (1994), Aspects cognitifs du vieillissement chez l'animal, in Van der Linden M., Hupet M., Le vieillissement cognitif, P.U.F., 299-328
- SPENCER C., BLADES M., (1986) Pattern and process : a review essay on the relationship between behavioral geography and environmental psychology, Progress in Human Geography, 10, 230-248
- SRINIVASAN R., LANDAU F. H. HEIN C. M., JOVANIS P. P., (1994), Effet of in-vehicule driver information systems on driving performance : simulation studies, in "Toward an Intelligent Transport System", Proceedings of the First World Congress on Applications of Transport Telematics and Intelligent Vehicule-Highway Systems, Vol. 4, Palais des Congrès de Paris, France, 1717-1725
- STASZ C., THORNDYKE P. W., (1980), Individual differences in procedures for knowledge acquisition from maps, Cognitive Psychology, Vol. 12, 137-175
- TANAKA J., BUNOSKY L., (1993) **Is the object recognition system really color-blind ? Communication présentée au Meeting of the Psychonomic Society, Washington DC. USA**
- TAYLOR H. A., TVERSKY B., (1992a), Spatial mental models derived from survey and route descriptions, Journal of Memory and Language, 31, 261-292
- TAYLOR H. A., TVERSKY B., (1992b), Descriptions and depictions of environments, Memory and Cognition, 20(5), 483-496
- TAYLOR H. A., TVERSKY B., (1996), Perspective in spatial descriptions; Journal of Memory and Language, 35, 371-391
- THINUS-BLANC C., (1987), Cognitive map concept and its consequences, Behavioral and Social Sciences (36), 1-19
- THINUS-BLANC C., (1992), Mémoire spatiale distribuée, in « Percevoir, Reasonner, Agir : Articulations de Modèles Cognitifs », Actes Cinquième Colloque de l'ARC, Nancy, 145-157
- Thinus-Blanc C., (1996), The historical background to the studies of animal spatial cognition : the concept of a cognitive map, Animal Spatial Cognition, Behavioral & Neural Approaches, chap. 1, 1-22
- Thinus-Blanc C., GAUNET F., PERUCH P., (1996), La mémoire de l'espace, Sciences & Vie, hors-série, n° 195, 18-27
- Thinus-Blanc C., GAUNET F., (1997), Representation of space in blind persons : Vision as a spatial sense? Psychological Bulletin, Vol. 121(1), 20-42
- THORNDYKE P. W., HAYES-ROTH B. (1982), Differences in spatial knowledge acquired from maps and navigation, Cognitive Psychology, 14, 560-589
- TOLMAN E.C., (1948), Cognitive maps in rats and men, Psychological Review, Vol. 55, 189-208
- TULVING E., (1983), Episodic and semantic memory, In E. Tulving, W. Donaldson (Eds.) Intelligence naturelle et intelligence artificielle, paris, PUF, 43-69

- TVERSKY B., (1981), Distorsions in memory for maps, *Cognitive Psychology*, 13, 189-208
- TVERSKY B., (1991), Spatial mental models, In G. Bower *The Psychology Learning and Motivation :Advances in Theory and Method*,27, Academic press, New-York
- TVERSKY B., HEMENWAY K., (1983), Categories of environmental Scenes, *Cognitive Psychology*, 15, 121-149
- VALOT C., GRAU J.-Y., AMALBERTI R.**, (1993), Les métaconnaissances : des représentations de ses propres compétences, in *Représentations pour l'action*. Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D., Ed. Octares, 237-245.
- VAUCLAIR J.**, (1999), Les animaux pensent-ils?, in *Le cerveau et la pensée : la révolution des sciences cognitives*, Editions Sciences Humaines, 153-159
- VERMERSCH P.**, (1982), Organisation d'une action dans un temps donné à partir d'une consigne écrite, in rapport CEPCO : Des praticiens analysent leur démarche, approche sociologique et psychologique de jeunes dits de bas niveau et de leurs formateurs, Lille, 413-463
- VERMERSCH P.**, (1985), Données d'observation sur l'utilisation d'une consigne écrite : l'atomisation de l'action, *Le Travail Humain*, 48, 161-172
- VIGNAUX G.**, (1988), Schémas cognitifs et cartographies mentales : le réseau des transports parisiens, *Les Annales de la Recherche Urbaine*, n°39, 56-67
- VIGNAUX G.**, (1992), Les sciences cognitives : une introduction, Ed. La Découverte/ textes à l'appui. Série Sciences Cognitives, Paris, Chap.2, 92-167
- VIGNAUX G.**, (1994), Vers de nouveaux pôles en Ile-de-France : représentations du territoire et de ses connexions chez les nouveaux franciliens, *RATP*, n°94, p.184
- WEILL-FASSINA A.**, (1993), Dynamique des représentations et gestion des actions, in *Représentations pour l'action*. Weill-Fassina A., Rabardel P., Dubois D., Ed. Octares, 237-245.
- WEISMAN G.D., (1981), Evaluating architectural legibility : wayfinding in the built environment, *Environment and behavior*, 13, 189-204

Communications

- Huska-Chiroussel V., (1999), *L'utilisation des photographies dans l'aide au déplacement*, Séminaire Laboratoire d'Etude et d'Analyse de la Cognition et des Modèles
- Huska-Chiroussel V., Chapon A., (1998), *Aide au cheminement piétonnier intermodal, dans le cas concret d'un grand réseau comprenant plusieurs modes TC (exemple de Lisbonne)*, Journée Spécialisée Thème Fédérateur « Amélioration de la Qualité de l'Offre des Transports Collectifs, plus particulièrement urbains et suburbains » de l'INRETS

Huska-Chiroussel V., Chapon A (1997) *Orientation spatiale et trajet intermodal*, Séminaire Transport Intelligent organisé par le LICIT/INRETS

Publications

Huska-Chiroussel V., (1999), *Intermodalité et utilisation d'une information figurative dans l'aide au déplacement*, « La signalétique : conception, validation, usages » Brigitte Cambon de Lavalette, Jocelyne Dore, Charles Tijus Actes de la Journée du 15 novembre 1999 INRETS Editions Collection "Actes INRETS" (à paraître)

Huska-Chiroussel V., Nunes Magalhães M., Fujão C.,(2000), *Que indicações a fornecer aos utilizadores de transportes colectivos num percurso intermodal? estudo comparativo a partir da utilização de um mapa, da descrição do itinerário e pela utilização da fotografia*, Revue Apergo (accepté, n°)

Huska-Chiroussel V., Nunes Magalhães M. (2000), *Comment aider les conducteurs à atteindre leur destination dans une ville qu'ils ne connaissent pas ? Amorce d'une réponse avec la proposition d'une information figurative et déictique dans un système d'aide au guidage*, Recherche Transport Sécurité (soumis à la revue)

Annexes

ANNEXE 1 Contraintes liées à la réglementation concernant les expérimentations biomédicales

Conformément à la loi Huriet n°88-1138 du 20 Décembre 1988 (dite loi Huriet-Sérusclat) modifiée relative à la protection des personnes qui se prêtent à des recherches biomédicales et aux décrets portant application de la loi n°90-872 du 27 Septembre 1990 et n°91-440 du 14 mai 1991,

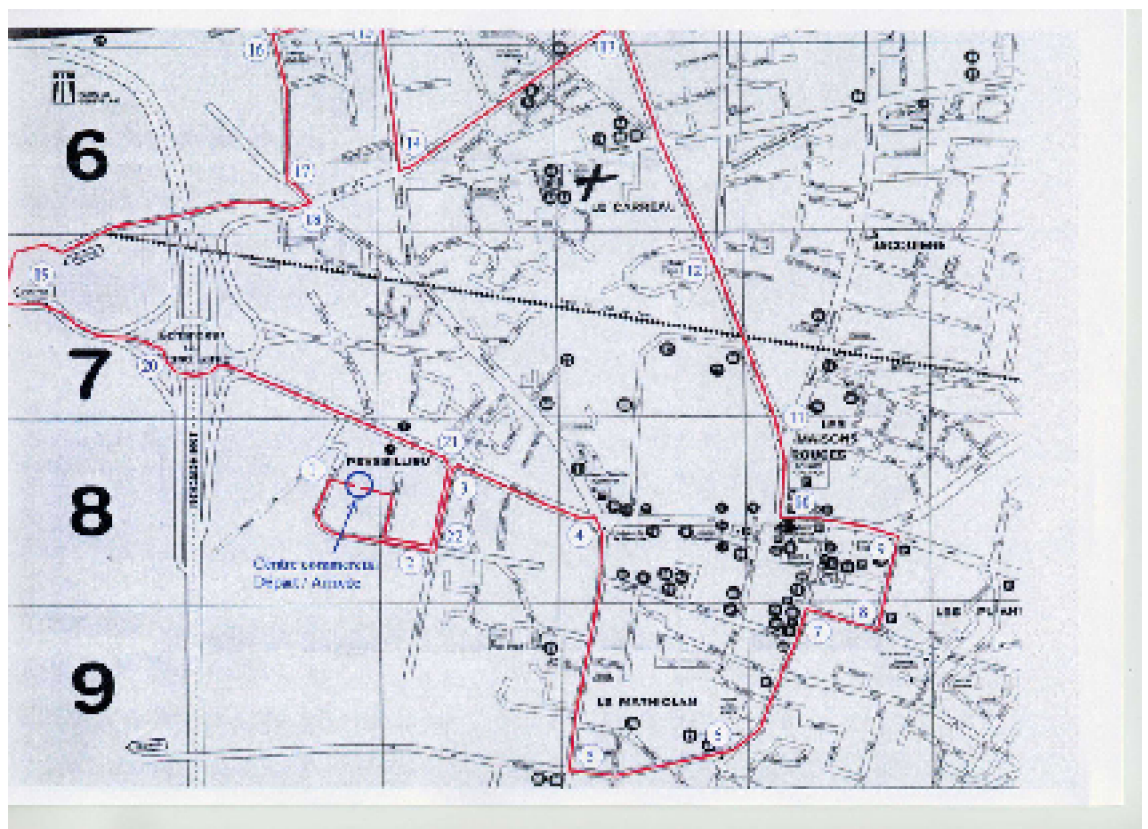
Conformément à la loi n°94-630 du 25 Juillet 1994 modifiant le livre II bis du code de la santé publique relatif aux personnes qui se prêtent à des recherches biomédicales (portant extension aux recherches comportementales),

Le protocole considéré comme rentrant dans le champ des expérimentations biomédicales sans bénéfice individuel direct a été soumis pour avis à un comité Consultatif de Protection des Personnes dans la Recherche Biomédicale (avis du CCPPRB LyonA Ref. : projet n° 96130/294A) et enregistré à la direction générale de la Santé (le 3 décembre 1996 ; sous le n° DGS 9600692) avec pour investigateurs Mr le directeur A. Chapon Mlle V. Huska-Chiroussel et Mlle M.Nunes, et pour promoteur l'INRETS.

Dans le cadre de cette expérimentation, les sujets devaient donc remplir la condition de ne présenter aucune contre-indication d'ordre médicale ; condition vérifiée au cours d'une visite médicale préalable.

Une indemnité de 350 Francs a été allouée à chaque sujet.

Annexe 2 : Plan du trajet de l'expérimentation Orient, à Meysieu, avec les carrefours du trajet numérotés ; accompagné des photographies des carrefours.





Carrefour 1 - à gauche



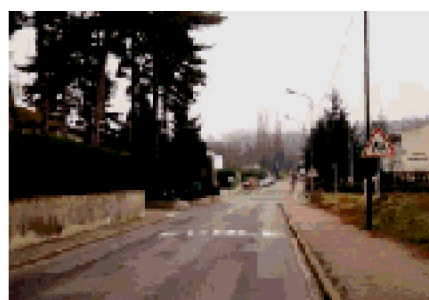
Carrefour 2 - à gauche



Carrefour 3 - à droite



Carrefour 4 - à droite



Carrefour 5 - à gauche



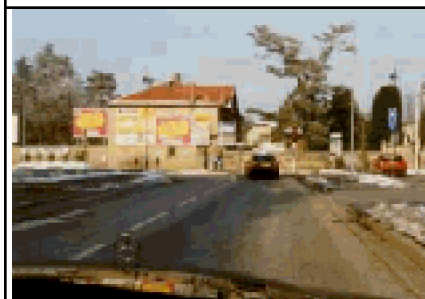
Carrefour 6 - à gauche



Carrefour 7 - à droite



Carrefour 8 - à gauche



Carrefour 9 - à gauche



Carrefour 10 - à droite



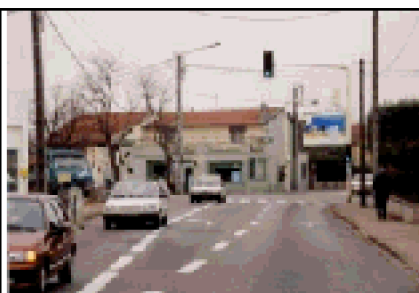
Carrefour 11 - à gauche



Carrefour 12 - à gauche



Carrefour 13 - à gauche



Carrefour 14 - à droite



Carrefour 15 - à gauche



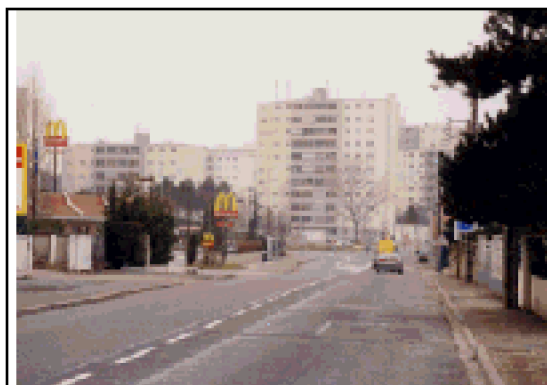
Carrefour 16 - à gauche



Carrefour 17 - à droite



Carrefour 18 - à gauche



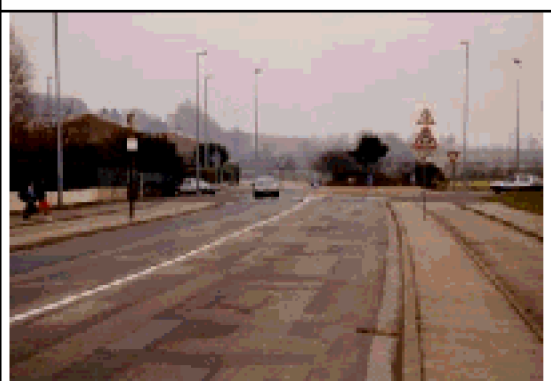
Carrefour 19 - *une sortie*



Carrefour 20 - *une flèche*



Carrefour 21 - *à droite*



Carrefour 22 - *4 sens*

ANNEXE 3 : ILLUSTRATION DES SYSTEMES FIGURATIF ET SYMBOLIQUE

Six intersections du trajet sont illustrées ici, par les deux systèmes. Elles représentent les différents cas de figure procéduraux :

- « tourner à droite »
- « tourner à gauche »

Dans les ronds-points, la difficulté est d'expliquer la direction à prendre sauf lorsqu'il s'agit de tourner à droite. Une flèche à angle droit pointant vers la droite est significative. Dans les pages suivantes, nous illustrerons seulement les situations les plus difficiles :

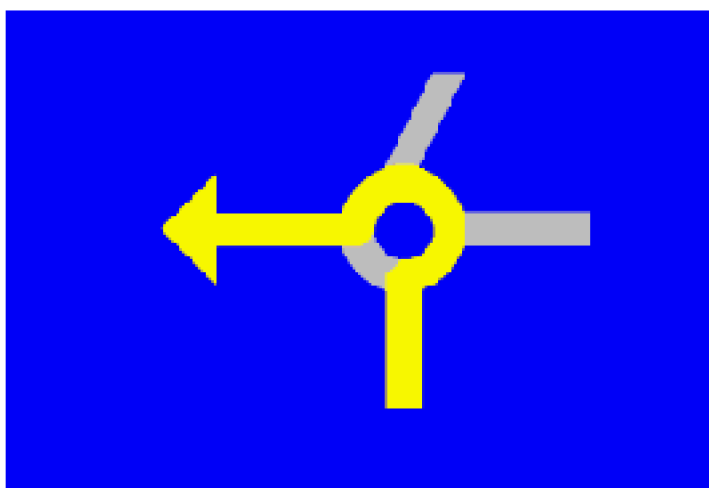
voir carrefour 2, 19 et 20.

CARREFOUR 2

Système Pictural

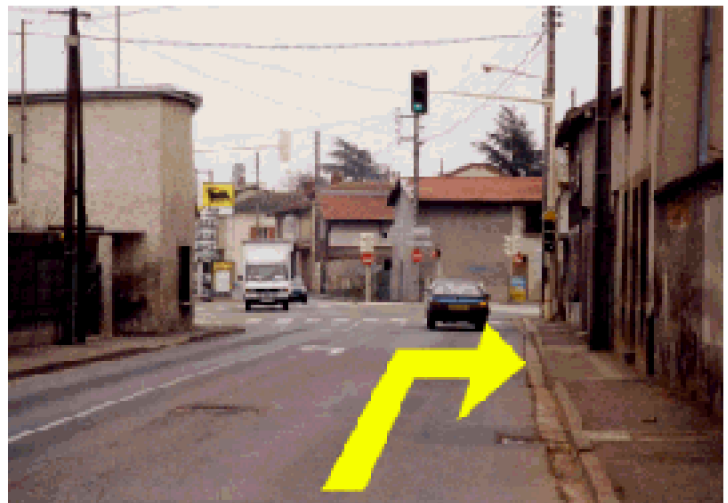


Système Symbolique

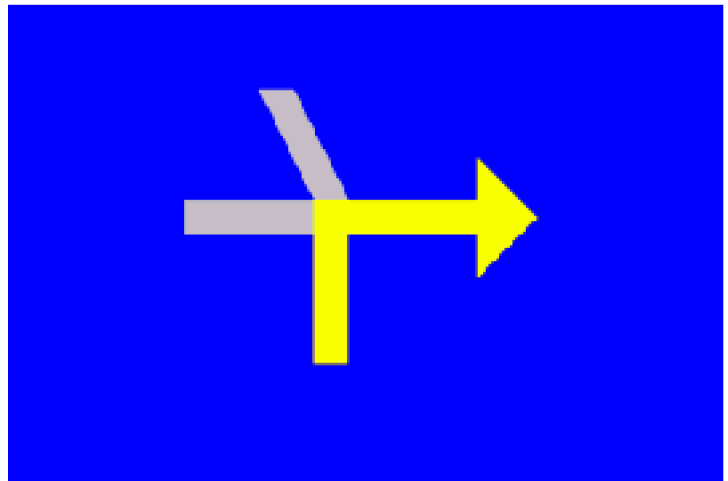


CARREFOUR

Systeme Figuratif



Systeme Symbolique

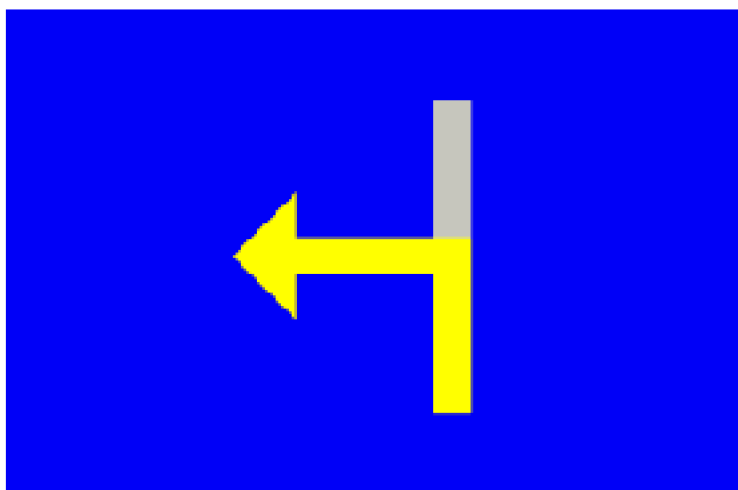


CARREFOUR 8

Système Pictural



Système Symbolique

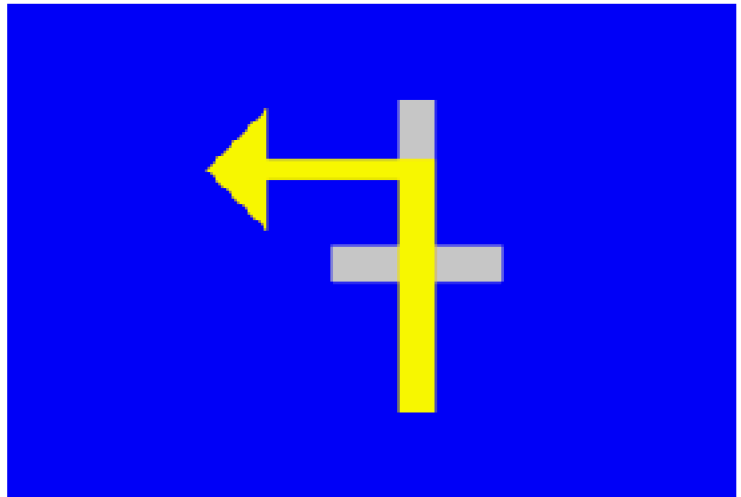


CARREFOUR 15

Système Figuratif



Système Symbolique

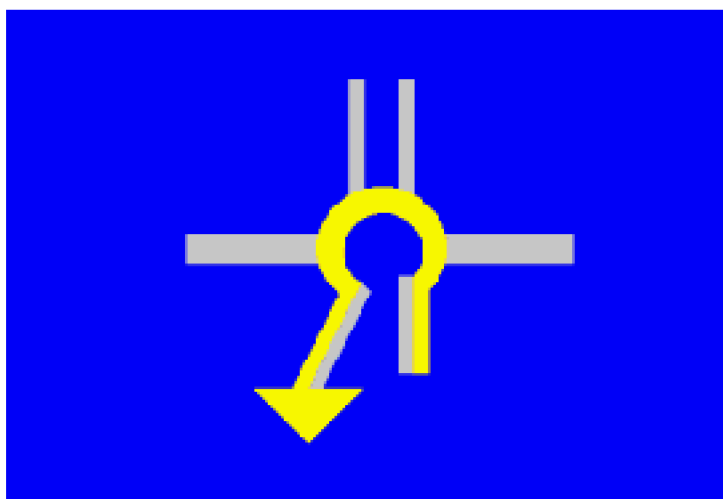


CARREFOUR 19

Système Figuratif



Système Symbolique



CARREFOUR 20

Système Figuratif



Système Symbolique



Annexe 4 Questionnaire de Denis révisé

Dans les pages suivantes, vous allez trouver une liste de questions concernant différents événements de la vie quotidienne, nous vous proposons de répondre à toutes ces questions en choisissant une réponse qui corresponde le mieux à vos sentiments et opinions du moment.

Répondez le plus spontanément possible,

sachez qu'il n'y a pas de bonnes ou de mauvaises réponses.

Répondez à toutes les questions sans interruption.

Il est très important de répondre à toutes les questions.

NOM :

QUESTIONNAIRE

| | | | | |
|--|-----|------------|------------|-----|
| 1- Lorsqu'une personne me raconte des choses qui lui sont arrivées, il me vient à l'esprit l'image visuelle des événements qu'elle me décrit ? | Oui | plutôt oui | plutôt non | Non |
| 2- En formant l'image visuelle des éléments d'un problème, je parviens le plus souvent à trouver la solution de celui-ci. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 3- Je vais souvent au cinéma. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 4- Dans la journée, lorsque mon esprit vagabonde, mes rêveries sont parfois si vives que j'ai l'impression de vivre une scène réelle. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 5- J'ai une imagination très vive. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 6- Je prends beaucoup de plaisir à me promener dans une ville que je ne connais pas. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 7- Je peux facilement me représenter mentalement des objets en mouvement. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 8- Je conserve seulement de vagues impressions visuelles des scènes que j'ai vécues. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 9- Si je disposais d'un peu plus de temps, je m'inscrirais dans des stages de dessin ou de peinture. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 10- A mon avis, la pensée de la plupart des gens est faite d'images visuelles, même si ces personnes ne s'en rendent pas compte elles-mêmes. | Oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 11- J'ai des capacités d'imagination au-dessus de la moyenne. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 12- Travailler avec un ordinateur est pour moi très agréable. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 13- En fermant les yeux, il m'est facile de me représenter visuellement une scène que j'ai vécue. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 14- Lorsque quelqu'un raconte quelque chose qui lui est arrivé, je me représente de manière très vive les événements. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 15- Je rêve peu. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 16- J'utilise toujours des images mentales visuelles lorsque j'essaie de résoudre un problème. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 17- Je peux situer les principales villes de France sans utiliser une carte. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 18- J'ai des facilités à former l'image mentale visuelle du moindre objet. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 19- Mes rêves sont extrêmement vivants. | oui | plutôt oui | plutôt non | non |
| 20- Quand je perds mes clefs, j'essaie de voir mentalement les endroits où j'aurais pu éventuellement les laisser. | | | | |
| 21- Mes pensées sont souvent constituées d'images visuelles. | | | | |
| 22- Je peux former des images visuelles des personnes et des lieux dont il est question dans mes lectures. | | | | |
| 23- Voyager à travers le monde est un de mes plus grands rêves. | | | | |
| 24- Dans la journée, mes rêveries sont plutôt vagues et imprécises. | | | | |
| 25- J'apprécie souvent de retrouver un souvenir grâce à des images mentales. | | | | |
| 26- Je me souviens parfaitement des visages, et | | | | |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| également de ceux qui ne me sont pas familiers. 27- J'utilise souvent des images mentales visuelles lorsque j'ai quelque chose à retenir. 28- Je me souviens difficilement des scènes et des images que j'ai eu en rêve. 29- J'utilise souvent mon appareil photo. | | | | |
|--|--|--|--|--|

Annexe 5 : Exemple de l'Epreuve de Créativité.

ECM - I









FEUILLE N° 1

NOM : _____

Date de naissance : _____

Profession : _____

Sexe : _____

| | | | |
|-----|---|------|--|
| I |  | V |  |
| II |  | VI |  |
| III |  | VII |  |
| IV |  | VIII |  |

Consigne De l'Epreuve de Créativité

Voici 8 petits cartons ayant chacun une certaine forme et voici une feuille pour les

est protégé en vertu de la loi du droit d'auteur

réponses.

Votre tâche consiste à trouver ce que peut représenter chacun de ces cartons. Inscrivez vous-même vos réponses sur la feuille qui vous a été remise dans la case en face du dessin correspondant à chaque carton.

Vous pouvez prendre les cartons dans n'importe quel ordre et chaque carton dans n'importe quel sens.

Vous avez droit à autant de réponses que vous voudrez par carton, mais attention, vous disposez seulement de 5 minutes pour faire cette épreuve. Avez-vous des questions à poser ?

Commencez ! (*déclenchement du chronomètre*)

5 minutes

Stop ! C'est terminé.

Annexe 6 Questionnaire d'évaluation

CIFo CIfa

SYSTEME SYMBOLIQUE / SYSTEME FIGURATIF

QUESTIONNAIRE A PROPOS DES INFORMATIONS

DU SYSTEME DE GUIDAGE

IDENTIFICATION

Nom :

Profession :

| | | |
|-----|--|-----------|
| | | 20-30 ans |
| Age | | 31-40 ans |
| | | 41-50 ans |
| | | 51-60 ans |

Nombre de Km parcouru en moyenne par an :

| | | | | | | | |
|-----------|--|--|---------------|--|--|-------------|--|
| - de 5000 | | | 5000 - 10 000 | | | + de 10 000 | |
|-----------|--|--|---------------|--|--|-------------|--|

1. Est-ce que les informations qui vous ont été présentées sur le système de guidage étaient représentatives de ce que vous avez vu sur la scène routière ?

| | |
|--|------------------------------------|
| | a) Pour tous les carrefours |
| | b) Pour une majorité de carrefours |
| | c) Pour une minorité de carrefours |
| | d) Jamais |

2. Voici une liste d'évènements, choisissez celui qui vous a le plus gêné durant la conduite du véhicule avec le système de guidage :

| | |
|--|---|
| | a) Le moment de présentation de l'information |
| | b) La qualité de l'information présentée |
| | c) La durée de la présentation de l'information |
| | d) L'introduction d'une information dont vous ne maîtrisiez pas le contrôle |
| | e) Aucun |

3. Est- ce que le temps de présentation de l'information sur le système de guidage vous semblait suffisant pour effectuer une manoeuvre ?

| | |
|--|------------------------------------|
| | a) Pour tous les carrefours |
| | b) Pour une majorité de carrefours |
| | c) Pour une minorité de carrefours |
| | d) Jamais |

4. Evaluer la qualité de l'information donnée par le système de guidage selon l'échelle suivante .

En général, vous avez trouvé que les images du système étaient :

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------|--|
| trop petites | | | | | | | | trop grandes | |
| faiblement contrastées | | | | | | | | fortement contrastées | |
| faciles à comprendre | | | | | | | | difficiles à comprendre | |
| pertinentes | | | | | | | | non pertinentes | |
| non perturbatrices | | | | | | | | perturbatrices | |
| Si vous avez des remarques à propos de certaines images du système : | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

5. Est-ce que les informations données par le système de guidage vous ont suffi pour réaliser votre premier trajet (avec le système) ?

| | | | | |
|--------|--|--|--------|--|
| a) oui | | | b) non | |
|--------|--|--|--------|--|

6. Quelles informations supplémentaires souhaiteriez-vous ?

| | |
|--|--|
| | a) Des informations sous forme d'icône ou pictogramme à propos des carrefours |
| | b) Des informations sous forme photographique à propos des carrefours ²⁹ |
| | c) Des informations temporelles : affichage des minutes jusqu'au prochain carrefour |
| | d) Des informations métriques : affichage de la distance jusqu'au prochain carrefour |
| | e) Des informations sur le nombre de feux ou de rues avant le carrefour où vous allez changer de direction |
| | f) Autre : _____ |

| |
|--|
| |
| |
| |

7. Est-ce que les informations données par le système de guidage vous ont suffi pour réaliser votre second trajet (sans le système) ?

| | | | | |
|--------|--|--|--------|--|
| a) oui | | | b) non | |
|--------|--|--|--------|--|

8. Quelles informations supplémentaires souhaiteriez-vous ?

| | |
|--|--|
| | a) Des informations sous forme d'icône ou pictogramme à propos des carrefours |
| | b) Des informations sous forme photographique à propos des carrefours ³⁰ |
| | c) Des informations temporelles : affichage des minutes jusqu'au prochain carrefour |
| | d) Des informations métriques : affichage de la distance jusqu'au prochain carrefour |
| | e) Des informations sur le nombre de feux ou de rues avant le carrefour où vous allez changer de direction |
| | f) Autre : _____ |

9. Si une personne veut faire le trajet que vous venez de faire, quelles sont les informations que vous lui donneriez à partir du parking du Centre Leclerc ?

²⁹ Cette proposition n'est pas notée pour le système Figuratif

³⁰ Cette proposition n'est pas notée pour le système Figuratif

Annexe 7 : Les consignes.

Consignes Générales :

Nous allons vous demander de conduire un véhicule équipé d'un système de guidage, ce système vous donnera des indications de direction, ceci afin d'atteindre une destination fixée au préalable. Nous avons choisi de réaliser cet itinéraire dans la commune de Meyzieu .

Le trajet expérimental dure une vingtaine de minutes.

La journée s'organisera de la façon suivante :

Après une prise en main du véhicule sur le site, nous nous rendrons à Meyzieu, vous aurez une nouvelle fois la possibilité de vous habituez au véhicule si vous le désirez.

Nous répondrons à vos éventuelles questions.

Puis nous commencerons le trajet, nous vous demanderons de conduire comme vous le faites habituellement en respectant le code de la route.

Après une rapide pause, nous recommencerons le trajet sans le système. Mais nous en reparlerons cet après midi.

Consignes Trajet 1 :

Nous allons vous demander de conduire une ZX équipée d'un système de guidage. Ce système vous présentera des informations de direction, il vous guidera dans cette ville que vous ne connaissez pas. A chaque intersection où vous devrez effectuer un changement de direction, le système vous affichera une indication. Vous serez averti avant chaque affichage par un signal sonore. L'information restera affichée pendant toute la période de votre manœuvre. Vous n'aurez qu'à suivre les indications de direction présentée. Dans les autres cas, il faudra simplement continuer tout droit, tant que vous n'avez pas d'informations continuez tout droit.

Un expérimentateur vous accompagnera durant ce trajet, il connaît bien l'environnement et il sera là pour vous aider.

Par ce trajet, nous entendons uniquement évaluer les qualités et l'efficacité du système et non l'automobiliste.

Est-ce que vous avez des questions ? Nous pouvons commencer

Consignes Trajet 2 :

Nous allons effectuer un second trajet, il s'agit exactement du même parcours que nous venons de faire, à la seule différence que vous n'aurez plus les indications du système pour vous guider.

Mais vous aurez à vos côtés, le même expérimentateur.

Avant chaque intersection, il vous laissera décider de la direction à prendre. La décision de la direction à prendre doit venir uniquement de vous.

Si l'expérimentateur intervient, il le fera uniquement après la manœuvre et seulement si la situation le demande.

Nous reconnaissons que c'est un exercice difficile, sachez toutefois que nous cherchons toujours à évaluer l'efficacité du système mais d'une façon différente.

Est-ce que vous avez des questions ? Nous pouvons commencer

Rappel : Conduisez comme vous le faites habituellement tout en respectant les règles du code de la route.

ANNEXE 8 : TABLEAUX DES DESCRIPTIONS D'ITINERAIRES DES SUJETS

L'itinéraire standard est décrit dans la colonne de gauche.

Les descriptions sont classées selon le nombre d'erreurs des sujets lors du second trajet, par ordre croissant. De cette manière, la qualité des descriptions diminue : des meilleures descriptions (précises et complètes) aux moins bonnes (confuses et lacunaires). (page 351 à 369)

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| | S2 (0 erreur) | S4 (0 erreur) |
|--|--|---|
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | | A gauche (station service à droite) |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | Au 1er R.P. à gauche | 2eme droite au 1er RP |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | Au 2eme RP, tout droit direction Chassieu | 1ere à droite au 2eme RP |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | Aux Feux, vers les travaux tout droit jusqu'au 2eme feu | Aux Feux, à droite(contour du centre ville, il n'y a pas le choix) |
| 5- Au troisième feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | Ensuite à gauche | tout droit (1er passage camion EDF) à gauche (sens unique) école |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | Ça monte, au sommet, à gauche, ça descend jusqu'au feu, tout droit | A gauche (petite place), avec des travaux plus loin |
| 7- Après le 3eme feu, à droite (la route se sépare) | Au carrefour suivant, direction Jonage, à droite | A droite |
| 8- Première à gauche | Suivre Jonage, ensuite 1ere à gauche | A gauche (un vélo a coupé ma route) |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | Tu passes devant des bâtiments tous neufs de forme bizarre. Un carrefour bizarre, à gauche vers le centre de Meyzieu | A gauche (bât. neuf sur la gauche) tout droit |
| 10- Au 4eme feu, après avoir traverser le centre-ville, devant la place de l'ancienne mairie, à droite | Après les feux à droite direction Jonage | (3 feux dont deux rapprochés à droite (chemin de fer) |
| 11- Première patte d'oie à gauche | Toujours tout droit, route bordée de platanes | Tout droit, passer deux grands carrefours(Clio rouge) |
| 12- Seconde patte d'oie, à gauche | ... | |
| 13- Au deuxième feu, à gauche | jusqu'au croisement d'une route importante avec direction Lyon, à un feu, à gauche vers Lyon | à gauche (feux clignotants)* |
| 14- Au 2eme feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar P.M.U. façade verte, à droite | Un garage à ta droite, tu prends la première à droite après le garage(dans un lotissement) | tout droit (repère à droite avec des travaux mobiles) à droite aux feux |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | Tout droit, passer un mur (ça descend), prendre à gauche juste derrière le mur (on voit peu la route) | erreur de ma part, tout droit au lieu de tourner à gauche |
| 16- Continuer jusqu'au CD le passage, à gauche | Continuer tout droit(la route continue en tournant à gauche). Au premier carrefour, à gauche | à gauche, un petit bois sur la droite |

| | | |
|---|--|--|
| 17- Au stop, à droite | | à droite, retour sur la route principale, attente longue |
| 18- Au prochain feu, Flèche clignotante, à droite | Au 2eme, il y a des feux à droite Lyon, grande route | |
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | Jusqu'à un grand RP, prendre la dernière sortie | RP 5eme à droite (grand RP) |
| 20- Gand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | Puis, un 2eme RP au-dessus d'une autoroute(parapet) du pont métal bleu clair), tout droit jusqu'au prochain RP | Avant dernier R.P., à droite (repère centre commercial |
| 21- Au R.P., à droite | Suivre la direction Leclerc indiquée sur les panneaux publicitaires, où tu prends la première sortie à droite | à droite, dernier R.P. |
| 22- Au R.P., à droite | à 50m à droite en direction du parking | à droite retour au parking point de départ |

NB : Certains sujet parlent de travaux, qui étaient effectivement présents après le troisième carrefour, seuls les 5 derniers sujets ne les ont pas rencontrés.

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| | S3 (1 erreur) | S6 (1 erreur) |
|--|--|--|
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | départ Leclerc 1ere à gauche | Au stop, à la sortie du parking à gauche |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | R.P. à gauche | 50m encore à gauche (au 1er R.P. ¾ de tour sur la gauche) |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | puis à droite centre ville de Meyzieu | au 2eme R.P., 1ere à droite |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | | tout droit |
| 5- Au troisième feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | 1ere à gauche aux feux | |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | | la route monte en se rétrécissant on débouche sur un carrefour en forme de triangle, on continue tout droit jusqu'à un CD le passage, on prend sur la gauche |
| 7- Après le 3eme feu, à droite (la route se sépare) | première à droite, tout droit | au 1er feu on continue tout droit puis au 2eme on prend à droite |
| 8- Première à gauche | | on continue tout droit au 2eme carrefour (croisement de cyclistes) au carrefour suivant, on prend à gauche |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | | puis tout droit, on passe deux carrefours |
| 10- Au 4eme feu, après avoir traverser le centre-ville, devant la place de l'ancienne mairie, à droite | | au troisième on prend sur la droite |
| 11- Première patte d'oie à gauche | il faut passer l'avenue des Platanes de gauche à droite | on continue tout droit au carrefour suivant... |
| 12- Seconde patte d'oie, à gauche | | |
| 13- Au deuxième feu, à gauche | 1er feu à gauche | |
| 14- Au 2eme feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar P.M.U. façade verte, à droite | tout droit aux feux à droite | |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | toujours tout droit, première petite rue sur la gauche avec un petit mur | ...puis après avoir longé un mur situé sur la gauche, on tourne à gauche dans une petite rue |
| 16- Continuer jusqu'au C.D. le passage, à gauche | sortie du lotissement | on continue tout droit |
| 17- Au stop, à droite | 1ere à droite | jusqu'à arriver en face d'un magasin Renault, là on prend sur la droite |
| 18- Au prochain feu, à droite | | puis au carrefour suivant on reprend sur la droite (sorte de rond point |
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre | prendre le gros RP, 2eme à droite | on continue tout droit jusqu'au |

| | | |
|--|--|---|
| donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | | carrefour suivant où on prend sur la droite(entrée dans un village panneau) au R.P. qui suit, on prend la dernière sortie(presque un demi-tour) |
| 20- Grand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | tout droit au R.P., 3eme à droite direction R.P. | tout droit dans le R.P. suivant (passage au-dessus de l'autoroute |
| 21-Au R.P., à droite | tout droit au feu à droite | puis 1ere à droite tout droit, centre commercial sur la droite |
| 22- Au R.P., à droite | puis R.P. Leclerc à droite | au R.P., à droite puis R.P. suivant à droite 50m sur la droite direction parking entrée sur le parking sur la gauche |

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| | S13 (1 erreur) | S23 (1 erreur) |
|---|--|---|
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | départ: sortie du parking Leclerc, prendre toujours à gauche, au RP | Stop à gauche en sortant du parking |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | Du centre commercial, tout droit | RP direction 9 heures |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | | RP à droite jusqu'aux feux, prendre à gauche sens unique |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | | |
| 5- Au troisième feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | | |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | rue étroite en côte, carrefour avec monuments aux morts, à gauche | suivre la rue jusqu'au bout d'une intersection aucune visibilité, descendre en face puis prendre la route coupée à 10-11 heures |
| 7- Après le 3ème feu, à droite (la route se sépare) | centre – ville, deux feux à droite | zone limitée à 30 km/h deux feux puis sélection à droite |
| 8- Première à gauche | | suivre la route, à gauche en direction des immeubles |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | passer devant mairie (mariage), aux feux à gauche | aux feux prendre la voie de gauche |
| 10- Au 4ème feu, après avoir traverser le centre-ville devant la place de l'ancienne mairie, à droite | tout droit suivre ligne bus, carrefour vers arrêt de bus, à droite | tout droit dans le centre, puis feux après BNP, sur la droite prendre direction Jonage |
| 11- Première patte d'oie | | tout droit, passer une voie de chemin de fer et un feu |
| 12- Seconde patte d'oie | | |
| 13- Au deuxième feu, à gauche | grande artère, tout droit après le 2ème feu à gauche | jusqu'à un 2ème, prendre à gauche |
| 14- Au 2ème feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar PMU façade verte, à droite | tout droit carrefour avec en face à gauche café PMU, tourner à droite puis tout droit | suivre une route très fréquentée après station service, aux feux à droite |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | « Attention » prendre immédiatement à gauche, grand mur droit | passer un carrefour prioritaire descendre 50m puis attention tourner à gauche, petite rue qui monte |
| 16- Continuer jusqu'au CD le passage, à gauche | suivre la rue puis à gauche, voie unique, tourner à gauche(à cette intersection si on tourne à droite c'est une impasse) | Suivre jusqu'au CD le passage, gauche |
| 17- Au stop, à droite | puis à droite pour rejoindre l'avenue en direction de Décines... | A droite |
| 18- Au prochain feu, flèche clignotante, à droite | | RP au-dessus de la rocade présélection de droite pour sorti |

| | | |
|---|--|---|
| | | à midi |
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | ...jusqu'au giratoire (pyramide), le, contourner totalement et remonter la rue | RP sortir à 7 heures |
| 20- Grand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | prochain sens giratoire au-dessus de la rocade, rester au milieu, ne pas prendre la voie de droite (autoroute) tourner complètement le giratoire, rue en face tout droit | RP au-dessus de la rocade sortir à 1 heure |
| 21-Au R.P., à droite | pour rejoindre le carrefour donnant accès au centre Leclerc, à droite | puis suivre centre Leclerc, donc plusieurs fois à droite |
| 22- Au R.P., à droite | et suivre l'indication parking | |
| | F29 (1 erreur) | S20 (2 erreurs) |
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | Sortir du Leclerc à gauche | Sortie du parking à gauche |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | RP à gauche | 1er RP à gauche |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | RP à droite | 2eme RP à droite... |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | Tout droit | ...puis à gauche |
| 5- Au troisième feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | | |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | Montée, en haut, à gauche, zone de 30 km/h | <i>En haut de la côte, légèrement à gauche ; en bas, aller à gauche</i> |
| 7- Après le 3eme feu, à droite (la route se sépare) | Feu à droite | Au feu, à droite, suivre le marquage |
| 8- Première à gauche | 1ere à gauche | 1 ^{er} croisement , à gauche |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | | |
| 10- Au 4eme feu, après avoir traverser le centre-ville, devant la place de l'ancienne mairie, à droite | Devant hôtel de ville | |
| 11- Première patte d'oie à gauche | Carrefour en Y | |
| 12- Seconde patte d'oie, à gauche | Carrefour en Y | |
| 13- Au deuxième feu, à gauche | Allée bordée d'arbres, au bout à gauche | |
| 14- Au 2eme feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar PMU façade verte, à droite | Feu à droite | puis à droite en face de Renault |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | A gauche ensuite après le mur, montée, descente | à gauche après le mur |
| 16- Continuer jusqu'au CD le passage, à gauche | A la balise à gauche | A gauche, direction Genas |
| 17- Au stop, à droite | A la balise suivante à droite | A droite |
| 18-Au prochain feu, à droite | RP à droite | A droite, au feu |

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| | | |
|---|---|---|
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | au RP tour complet, parallèle à la route que l'on vient de prendre | Au RP, revenir presque entièrement sur nos pas dernière sortie avant le lieu où l'on arrive |
| 20- Grand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | au gros RP tout droit | Chaque RP, à droite |
| 21- Au R.P., à droite | RP à droite | Au RP, à droite |
| 22- Au R.P., à droite | RP à droite, 1ere à droite | Puis, à droite et rentrer dans le centre Leclerc à gauche |
| | | |
| | F28 (2 erreurs) | F26 (2 erreurs) |
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | Sortie du parking | Sortie Leclerc à gauche |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | Retour sur la route principale sur la droite (un certain carrefour sombre à droite, une maison faisant l'angle) | 2eme à gauche |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | | Au RP, 1ere à droite |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | | 1ere à droite |
| 5- Au 3eme feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | | 2eme feu à gauche |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | | Un C le passage à gauche |
| 7- Après le 3eme feu, à droite (la route se sépare) | | A la bifurcation à droite |
| 8- Première à gauche | | 1ere à gauche |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | Hôtel de ville sur la gauche, | Après l'hôtel de ville à gauche |
| 10- Au 4eme feu, après avoir traverser le centre-ville, devant la place de l'ancienne mairie, à droite | Rue principale de Meyzieu, Jonage sur la droite (camion en double file) | 3eme feu à droite (au niveau de l'ancien hôtel de ville) |
| 11- Première patte d'oie à gauche | Tout droit assez longtemps, passage sur ligne de chemin de fer | Passer devant le panneau « inf municipale » |
| 12- Seconde patte d'oie, à gauche | | |
| 13- Au deuxième feu, à gauche | Rue en prolongement de la direction du centre nautique à gauche devant affiche verte | 2eme à gauche, confusion des carrefours |
| 14- Au 2eme feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar PMU façade verte, à droite | | A la station service tourner à droite |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | A gauche ensuite après le muret | Tourner à gauche après le mur gris (3eme carrefour) |
| 16- Continuer jusqu'au CD le passage, à | Résidences, coude à gauche | Après le virage à gauche aller |

| | | |
|--|---|---|
| gauche | | tout droit jusqu'au bout de la rue et tourner à gauche |
| 17- Au stop, à droite | CD le passage suivant à droite | Au CD le passage à droite |
| 18- Au prochain feu, flèche clignotante à droite | Embranchement sur la droite en direction de Décines | Au RP à droite |
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | Au RP à gauche | Au RP (avec HLM à l'horizon) 4eme rue |
| 20- Grand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | Au gros RP tout droit | Au RP au-dessus de la Rocade tout droit |
| 21- Au R.P., à droite | A droite après avoir passé le Leclerc | au RP à droite |
| 22- Au R.P., à droite | | A droite et à droite |
| | F30 (3 erreurs) | F32 (3 erreurs) |
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | A gauche à partir du parking, tout droit | Sortie Leclerc à gauche |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | Au giratoire à droite, tout droit | R.P. toujours tout droit |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | Au giratoire, à droite | |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | Après direction Genas | |
| 5- Au troisième feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | A gauche, tout droit | Plus loin à un feu rouge à gauche |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | Au C.D. le passage à gauche | Une petite pente descendre priorité à droite |
| 7- Après le 3eme feu, à droite (la route se sépare) | Puis, à droite | Une descente, un feu rouge |
| 8- Première à gauche | | |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | | |
| 10- Au 4eme feu, après avoir traverser le centre-ville, devant la place de l'ancienne mairie, à droite | | |
| 11- Première patte d'oie à gauche | | |
| 12- Seconde patte d'oie, à gauche | | |
| 13- Au deuxième feu, à gauche | | |
| 14- Au 2eme feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar P.M.U. façade verte, à droite | A un feu, à droite | |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | Allée lotissement, 200m à gauche au mur | une petite rue étroite derrière un mur, un petit chemin, petite route avec des villas |
| 16- Continuer jusqu'au C.D. le passage, à gauche | Au bout à droite | obligé de tourner sur la gauche, |

| | | |
|--|---|---|
| 17- Au stop, à droite | Plus loin à droite, allée de platanes tout droit | |
| 18- Au prochain feu, flèche clignotante, à droite | <i>Un carrefour avec deux voies et un feu avec flèche, prendre à droite</i> | |
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | Retour grande rue à droite | Ensuite, R.P. à droite |
| 20- Grand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | Au sens giratoire direction Meyzieu - centre | Grand R.P. |
| 21- Au R.P., à droite | | Un grand R.P. au-dessus de l'autoroute |
| 22- Au R.P., à droite | Après deux sens giratoires à droite parking Leclerc | Puis, à droite, traverser d'un village après le R.P. traverser des villas après plusieurs feux et plusieurs RP des dos d'ânes |
| . Le sujet n°30 a noté ce passage à la fin en précisant qu'il ne pouvait pas le situer dans le trajet | | |
| | F8 (4 erreurs) Description désordonnée | S11 (4 erreurs) Description désordonnée |
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | Contourner le centre commercial, à gauche | Après le stop à gauche |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | 1 ^{er} carrefour à gauche | Tout droit, à gauche après carrefour |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | | A droite au prochain carrefour |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | | Tout droit |
| 5- Au troisième feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | | |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | | Petite côte, sommet, descente vers CD le passage, à gauche, direction Genas |
| 7- Après le 3eme feu, à droite (la route se sépare) | | Tout droit |
| 8- Première à gauche | | |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | Traverser de Meyzieu(travaux sur la chaussée) | Sur la gauche bâtiment architecture bizarre, à gauche |
| 10- Au 4eme feu, après avoir traverser le centre - ville, devant la place de l'ancienne mairie, à droite | | Tout droit |
| 11- Première patte d'oie à gauche | | |
| 12- Seconde patte d'oie, à gauche | | |

| | | |
|---|---|---|
| 13- Au deuxième feu, à gauche | | |
| 14- Au 2eme feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar PMU façade verte, à droite | | A droite devant maison verte |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | Chemin de traverse en rase campagne | Grande avenue à chemin de fer perpendiculaire à la fin CD le passage à niveau |
| 16- Continuer jusqu'au CD le passage, à gauche | Concessionnaire Renault, tourner à droite | |
| 17- Au stop, à droite | Allée d'arbres feuillus | |
| 18-Au prochain feu, à droite | <i>Carrefour passant sur la rocade</i> | Tout droit 1 ^{er} carrefour, 1ere bretelle à droite |
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | <i>Traverser un lotissement de villas</i> | Tout droit, carrefour Mac do, demi-tour, tout droit après carrefour |
| 20- Grand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | Plusieurs RP importants avec priorités à gauche | Tout droit, à droite |
| 21-Au R.P., à droite | | Carrefour, tout droit, à droite |
| 22- Au R.P., à droite | Panneau bleu /blanc En arrivant au centre Leclerc | Droite, arrivée |

*Après la sortie du parking, un virage tournait sur la gauche et certains sujets ont relevé ce détail en tant que changement de direction

NB : Le sujet n°16, les « flèches » correspondent aux flèches du système.

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| | S19 (4 erreurs) | S1 (5erreurs) |
|---|--|---|
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | A gauche | Sortie parking à gauche |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | RP à gauche | Au RP 3eme à droite |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | | 2eme RP prendre centre-ville, |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | Aux feux, à gauche | Suivre Décines |
| 5- Au troisième feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | Puis priorité à gauche, puis 100 m à droite | Arrivée sur un CD le passage prendre à gauche ... |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | A gauche | |
| 7- Après le 3eme feu, à droite (la route se sépare) | 100 m à gauche, au feu | |
| 8- Première à gauche | | |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | | |
| 10- Au 4eme feu, après avoir traverser le centre - ville, devant la place de l'ancienne mairie, à droite | Nouveaux feux tout droit puis 50 m à droite | |
| 11- Première patte d'oie à gauche | Grande ligne droite avec patte d'oie, légèrement à gauche | |
| 12- Seconde patte d'oie, à gauche | | |
| 13- Au deuxième feu, à gauche | On passe un premier feu et au second, à gauche | |
| 14- Au 2eme feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar PMU façade verte, à droite | Puis plus loin au 1 ^{er} feu, à gauche | en passant devant PMU (tout vert) prendre à droite |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | Route étroite puis tomber sur une priorité, à gauche | Ensuite 2eme à gauche |
| 16- Continuer jusqu'au CD le passage, à gauche | <i>Tout droit, puis à droite Route droite puis chemin à gauche tout droit puis courbe à gauche, zone de lotissement qui donne sur un CD le passage, à gauche</i> | Arrivée au CD le passage, tourner à gauche |
| 17- Au stop, à droite | Tout droit puis à droite | Tout droit, à droite |
| 18-Au prochain feu, flèche clignotante, à droite | RP à droite (flèche) | Se serrer bien à droite avant le carrefour, prendre Décines -Centre |
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | Puis tout droit au RP presque un demi-tour | Arriver au RP faire le tour complet, |
| 20- Grand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | <i>Puis 200m plus loin, nouveau RP tout droit</i> | Revenir sur le RP d'avant, prendre en face |

| | | |
|----------------------|---|--|
| 21-Au R.P., à droite | Nouveau RP contourner puis 1ere sortie à droite | Aller tout droit jusqu'aux feux et après les feux serrer à droite prendre la première à gauche, passer devant bâtiment tout neuf aux feux prendre à gauche 2eme feu tout droit |
| 22-Au R.P., à droite | Fin de parcours route puis 1ere fois à droite puis 2eme fois à droite pour se diriger vers le parking du Casino, puis 3eme fois à droite et enfin 1ere à gauche | Ensuite tourner à droite sur le RP suivre Leclerc |

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| | S18 (4 erreurs) | S24 (5 erreurs) |
|---|--|--|
| 1- Sortie du parking, au stop à gauche | Sortir du parking, tourner à gauche | A la sortie du centre, tourner à gauche |
| 2- Au R.P. à gauche, tour complet | Au RP à gauche | Au 1 ^{er} RP ? |
| 3- Au R.P. suivant, première à droite | | 2eme RP à droite |
| 4- Aux feux tricolores, à droite | | Au feu à droite |
| 5- Au troisième feu, à gauche, face à l'école J. Prévert | Feux à gauche, ça monte et ça descend, CD le passage, à gauche | Tout droit, à droite direction Genas |
| 6- Petite montée et au C.D. le passage à gauche | Aux feux, à droite... | Au CD le passage |
| 7- Après le 3eme feu, à droite (la route se sépare) | | A droite direction « Sellière » |
| 8- Première à gauche | | A gauche « Sellière » |
| 9- En passant devant la mairie, à l'architecture moderne, au feu à gauche | | Tout droit jusqu'au feu avec panneau bleu |
| 10- Au 4eme feu, après avoir traverser le centre-ville, devant la place de l'ancienne mairie, à droite | | 2eme feu à droite |
| 11- Première patte d'oie à gauche | Ligne droite | Tout droit |
| 12- Seconde patte d'oie, à gauche | | |
| 13- Au deuxième feu, à gauche | 2eme feu à gauche | au 2eme feu à gauche |
| 14- Au 2eme feu, après une station service, dans l'angle sur la gauche, un bar PMU façade verte, à droite | 2eme ou 3eme à droite | Au 2eme feu à droite |
| 15- Après une première intersection (avec un sens - interdit), tourner à gauche juste après ce mur | au bout de la rue à gauche, demi-tour je repars à gauche Ligne droite, 300m plus loin, demi-tour je repars, 1ere rue à droite, ça monte et ça descend un peu plus loin | La petite route après le carrefour derrière le mur, à droite |
| 16- Continuer jusqu'au CD le passage, à gauche | | A la sortie du lotissement |
| 17- Au stop, à droite | | à droite |
| 18-Au prochain feu, à droite | J'arrive à un RP à droite direction Décines | Au feu à droite, le pont avec barrière verte |
| 19- Grand R.P., tour complet, prendre donc la 4eme voie de sortie, contourner le Mac Donald | Au RP, j'ai fait le grand tour | Tout droite RP important, dernier tour presque complet |
| 20- Grand R.P. sortie d'en face, donc la seconde sortie | J'ai pris direction (regarder les panneaux d'autoroute) | Tout droit vers Leclerc |
| 21-Au R.P., à droite | Ensuite un RP direction Meyzieu - centre | Le tour du pâté de magasins 3 fois à droite, à droite |

| | | |
|---------------------|--|----------|
| 22Au R.P., à droite | Au RP à droite, pancarte Leclerc, RP à droite, 1ere à droite 1ere à gauche | A droite |
|---------------------|--|----------|

Ces derniers sujets ont décrit le trajet d'une façon très désordonnée ou très générale avec des remarques ou des points de repère, pas toujours exacts

| | |
|---|---|
| <p>S7 avec 8 erreurs R.P. Au-dessus de l'autoroute, R.P. avec une pyramide place du marché, garage Renault Deux voies ferrées, petit trajet en campagne Intermarché, lotissements zones scolaires S12 avec 8 erreurs Au parking à gauche R.P. tout droit, travaux, passage à niveaux, la route monte et descend, intersection tourner à gauche, panneaux "déchetterie", voie sans issue, lycée, centre ville sens unique, garage Renault, panneau publicitaire, R.P. vers autoroute(Rocade), feux rouges, sortie école, traversée d'un lotissement. S22 avec 5 erreurs En sortant du parking, j'ai tourné à gauche où j'ai vu des travaux sur la route sinon une petite rue située entre des maisons individuelles. La rue était en pente et arrondie et puis j'ai vu un grand bâtiment au 1er parcours et au 2eme tour, je me suis rappelée qu'après avoir fait l'erreur. Je me souviens qu'il y avait une longue route avec des arbres tous le long. Faire attention au R.P. où il y a les barrières bleues car il y a plusieurs directions, la notre est juste la 2eme.</p> | <p>S25 avec 6 erreurs Repère magasin tourne à gauche, tout droit, au feu à c mal indiqué où il manque une route « pas de comprendre la situation (<i>cette aux infos sur le système</i>). F17 avec gauche, au 1^{er} rond-point prendre, à prendre, à gauche. Passer en centre-marchés différents Prendre une grande individuelles Au carrefour, avec un ba avant d'arriver sur le parking au retour du marché. Après la rue des villas, pre erreurs: 1-En sortant du parking suiv maison Renault, 3-puis affronter les c route de GRENOBLE 5-on a fait plusi Leclerc (parking) 6-puis on a fait des fait quelques erreurs) 7-le carrefour q glissant sur la voie unique au lieu de r affronté la droite, (dans l'ensemble je r</p> |
|---|---|

Annexe 9 : Tableau récapitulatif (en seconde).

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| Sujet | SS = Système SYMBOLIQUE SF = Système FIGURATIF | Durée cumulée des regards (cs)/ seconde | Total des regards | Erreurs Trajet 1 | Erreurs Trajet 2 | Erreurs Trajet 2 + Er. intermédiaires |
|-------|---|---|----------------------|---------------------|---------------------|---|
| 1 | SS | 44'' (4433) | 66 | 1 | 5 | 5 |
| 2 | SS | 30'' (3030) | 47 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | SS | 1'48'' (10811) | 100 | 2 | 1 | 1 |
| 4 | SS | 47'' (4708) | 70 | 1 | 0 | 0 |
| 5 | SS | 32'' (3249) | 63 | 1 | 5 | 5 |
| 6 | SS | 1'14'' (7482) | 126 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | SF | 1'27'' (8787) | 107 | 3 | 8 | 8 |
| 8 | SF | 2'11'' (13124) | 109 | 1 | 4 | 6 |
| 9 | SF | 1'39'' (9908) | 135 | 1 | 1 | 2 |
| 10 | SF | 1'07'' (6778) | 63 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | SS | 42'' (4199) | 93 | 1 | 4 | 4 |
| 12 | SS | 52'' (5224) | 79 | 1 | 9 | 14 |
| 13 | SS | 46'' (4609) | 67 | 1 | 1 | 2 |
| 14 | SF | 2' (12074) | 149 | 2 | 12 | 13 |
| 15 | SF | 1'02'' (6219) | 92 | 2 | 3 | 3 |
| 16 | SF | 2'23'' (14341) | 116 | 2 | 4 | 6 |
| 17 | SF | 1'54'' (10458) | 106 | 2 | 8 | 8 |
| 18 | SS | 46'' (4578) | 79 | 2 | 4 | 6 |
| 19 | SS | 33'' (3308) | 38 | 2 | 4 | 4 |
| 20 | SS | 32'' (3269) | 57 | 2 | 2 | 3 |
| 21 | SF | 1'05'' (6574) | 90 | 1 | 9 | 11 |
| 22 | SF | 1'15'' (7551) | 113 | 1 | 5 | 5 |
| 23 | SS | 35'' (3504) | 54 | 0 | 1 | 1 |
| 24 | SS | 36'' (3601) | 51 | 2 | 5 | 7 |
| 25 | SS | 1'27'' (8706) | 119 | 2 | 6 | 7 |
| 26 | SF | 1'31'' (9175) | 92 | 0 | 2 | 2 |
| 27 | SS | 50'' (4984) | 65 | 0 | 1 | 1 |
| 28 | SF | 1'30'' (9061) | 105 | 1 | 2 | 2 |
| 29 | SF | 32'' (3206) | 47 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | SF | 40'' (4011) | 61 | 3 | 3 | 4 |
| 31 | SF | 1'19'' (7960) | 84 | 2 | 2 | 4 |
| 32 | SF | 1'51'' (11197) | 128 | 3 | 3 | 3 |
| | Total | 37' (220119) | 2771 | 45 | 116 | 139 |

Dans ce tableau, chaque sujet est représenté avec ses propres résultats. Nous avons mis en évidence les regards et les erreurs en les quantifiant. Nous rappelons pour chaque sujet le système utilisé :

Durée cumulée des regards : il s'agit de la durée cumulée de tous les regards dirigés vers le système en veille, sur la totalité du trajet. Elle est exprimée en seconde.

Total des regards : c'est le nombre total de regards dirigés vers le système en veille,

est protégé en vertu de la loi du droit d'auteur

sur l'ensemble du trajet.

Les deux dernières colonnes représentent le nombre d'erreurs enregistré pour chaque sujet sur l'ensemble du premier trajet et du second.

| N° de carrefour concerné | Système | Moyenne | Ecart - type | Coefficient de variation | NS ou S (p<0.05) |
|--------------------------|-------------------------|------------|--------------|--------------------------|------------------|
| 1 | Symbolique Figuratif | 2.9 4.8 | 1.8 2.4 | 60% 50% | S |
| 2 | Symbolique Figuratif | 2.3 3.6 | 2.3 2.8 | 98% 79% | NS |
| 3 | Symbolique Figuratif | 1.4 3.7 | 0.70 2.9 | 53% 80% | S |
| 4 | Symbolique Figuratif | 1.7 5.3 | 1.15 4.9 | 65% 92% | S |
| 5 | Symbolique Figuratif | 5.9 9.2 | 3.3 9.3 | 55% 100% | NS |
| 6 | Symbolique Figuratif | 1.6 1.90 | 0.80 1.03 | 50% 54% | NS |
| 7 | Symbolique Figuratif | 1.5 284.5 | 1.4 2.05 | 90% 72% | S |
| 8 | Symbolique Figuratif | 79 1.3 | .40 1.2 | 46% 87% | NS |
| 9 | Symbolique Figuratif | 1.7 6.7 | 1.3 7.9 | 81% 117% | S |
| 10 | Symbolique Figuratif | 1.3 2.9 | 1 2.8 | 74% 95% | S |
| 11 | Symbolique Figuratif | 0.7 107.75 | 0.3 0.9 | 39% 87% | NS |
| 12 | Symbolique Figuratif | 0.8 1.7 | 0.3 1.1 | 38% 67% | S |
| 13 | Symbolique Figuratif | 1.7 3.4 | 1.7 3.7 | 100 110% | NS |
| 14 | Symbolique Figuratif | 2.1 2.2 | 1.4 1.4 | 65% 64% | NS |
| 15 | Symbolique Figuratif | 4 5.7 | 2.7 4.6 | 67% 82% | NS |
| 16 | Symbolique Figuratif | 1.5 2.9 | 0.8 6 | 52% 200% | S |
| 17 | Symbolique Figuratif | 0.8 1.9 | 0.4 1.6 | 60% 86% | S |
| 18 | Symbolique Figuratif | 1 2.8 | 0.6 2.8 | 60% 98% | S |
| 19 | Symbolique Figuratif | 7.8 7.9 | 9.3 5.1 | 120% 52% | NS |
| 20 | Symbolique Figuratif | 5.5 9.4 | 4 4.8 | 72% 52% | S |
| 21 | Symbolique Figuratif | 1.5 4.6 | 0.7 2.4 | 52% 52% | S |
| 22 | Symbolique | 1.2 2 | 0.5 1.3 | 48% 62% | S |

Figuratif

ANNEXE 10 : Documents réalisés et fournis par Véronique Guilhon et Philippe Deleurence

- Fiche signalétique : Les caractéristiques de la voiture expérimentale (pages 373 et 374)
- Synoptique d'équipement de l'expérimentation ORIENT (page 375)



**ERGONOMIE DE LA CONDUITE :
VÉHICULE D'EXPÉRIMENTATION**



Depuis quelques années, le développement des technologies robotiques et électroniques a permis la mise au point de nombreux services nouveaux, dont le conducteur peut disposer à l'intérieur d'un véhicule. Ces services sont destinés à améliorer, entre autres, le contrôle du véhicule (contrôle de la vitesse, de la distance ...), l'information du conducteur (systèmes de guidage, cartographie...) ou la communication (radiotéléphone, etc.). Mais ces équipements peuvent interférer avec la tâche de conduite en affectant le pilote d'un véhicule dans l'environnement et la perception de prise de décision.

Par ailleurs, la population de conducteurs se caractérise par une grande variabilité tant au niveau de la perception de la tâche de conduite (conducteurs débutants ou expérimentés) que des capacités fonctionnelles (perceptives, cognitives et motrices). Il apparaît nécessaire d'étudier les paramètres comportementaux conditionnant l'activité du conducteur. C'est pourquoi le DESCO a mis au point un véhicule permettant de recueillir des données de nature diverse (physiologiques, comportementales et/ou motrices objectives) en situation réelle de conduite.

CARACTÉRISTIQUES DU VÉHICULE ET AMÉNAGEMENT

Le véhicule d'expérimentation choisi par le DESCO est une Clio RS, modélisant et de gamme moyenne. Afin de permettre le mieux possible le comportement de sujet conducteur volontaire pour des expérimentations, une attention particulière est apportée à son confort (siège, climatisation). Deux aspects, la diversité des appareils vidéo et informatique, ont été privilégiés.

INSTRUMENTATION DU VÉHICULE

L'instrumentation du véhicule a pour objectif de recueillir une variété de données soit de type vidéo, soit de type mesures physiques ou physiologiques conditionnant le comportement du conducteur et les paramètres de conduite. L'ensemble des appareils est alimenté sous 12 V à partir d'une batterie auxiliaire.

COMPORTEMENT DU CONDUCTEUR

Enregistrement vidéo

La caméra est équipée de :

- une caméra miniaturisée,
- un convertisseur VGA / vidéo.

Un magnétoscope à format HI 8.

Un écran de contrôle pour l'expérimentateur.

Un module «quadricaméra» permet, en une même image vidéo de sélectionner quatre scènes synchrones. Les vues choisies le plus souvent sont :

- la scène avant vue par le conducteur et les données perpendiculaires de droite,
- la scène arrière,
- le mouvement des yeux du conducteur qui peut servir à l'analyse de sa tâche (regardant la mesure de la durée des fixations latérales),
- la visualisation des signaux de mesure des capteurs après conversion VGA / vidéo, ou l'écran d'une autre caméra démontée selon les besoins.

Acquisition de données : Scène avant



Enregistrement vidéo en quadricaméra

Enregistrement d'autres données

D'autres capteurs peuvent être ajoutés selon les objectifs de la recherche, des capteurs mesurant des variables physiologiques par exemple.



Implémentation des capteurs additionnels

MESURES DES PARAMÈTRES VÉHICULES

Pour mesurer les paramètres de contrôle du véhicule, celui-ci est équipé de capteurs intégrés, pour le plus-part dans le tableau de bord ou dans le compartiment moteur. En configuration de base, ils mesurent les paramètres suivants :

- l'encastrement de chacune des trois pédales,
- la vitesse,
- la rotation du volant,
- la vitesse angulaire du véhicule à l'aide d'un gyroscopie,
- le cap et la distance par rapport à un système GPS.



Prix de contrôle du capot, l'essentiel du matériel embarqué est dans le coffre

ACQUISITION

L'acquisition des données des capteurs est réalisée sur un micro-ordinateur embarqué. Le logiciel utilisé, LABVIEW[®], offre une grande souplesse d'utilisation.

permet de visualiser les données choisies, de les sauvegarder sur disque et d'afficher le résultat en temps réel. De plus, les données sont exportables sur un tableur classique type EXCEL[®].



Mesures prélevées sur l'écran de contrôle

SYNCHRONISATION DES DIFFÉRENTES DONNÉES (vidéo et mesures)

La synchronisation entre les deux types d'information, vidéo et mesures, est indispensable. Elle permet de mettre en regard, à chaque instant, les données vidéo et mesurées.

Un temps réel, initialisé manuellement à un instant donné, est inscrit sur la bande vidéo. Parallèlement, l'horloge du micro-ordinateur est synchronisée à ce même instant. Les valeurs de temps sont inscrites dans le fichier de données. Cette horloge peut être visualisée sur l'écran vidéo et permet de coder dans le temps chacun des fichiers d'acquisition.

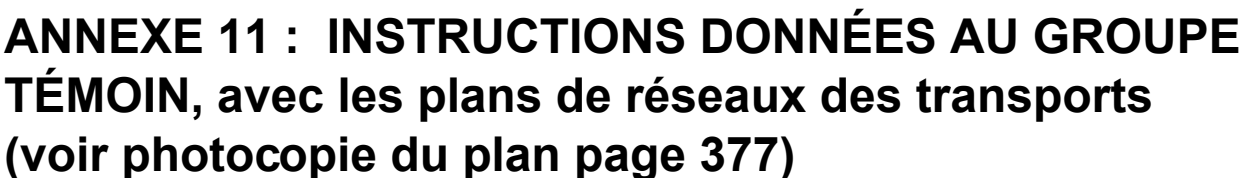
APPLICATIONS

Ainsi équipé, le véhicule LESOO est dédié à l'étude des comportements de conduite ainsi qu'à l'évaluation expérimentale de systèmes d'aide tels que :

- des systèmes embarqués de guidage, de navigation, d'information routière, ...
- des aides à la conduite et au contrôle du véhicule,
- des équipements d'instrumentation routière.

Les données peuvent aussi servir de référence pour développer des outils utilisés sur simulateurs de conduite.

¹ Marque déposée



PARTIDA-JERÓNIMOS (*départ*)

Copyright Huska-Chiroussel Véronique et Université Lumière - Lyon 2 - 2000.Ce document 297

AUTOCARRO 50 □ CAMPO GRANDE NORTE

METRO □ CIDADE UNIVERSITÁRIA

AUTOCARRO 68 □ SETE RIOS

METRO □ PALHAVA

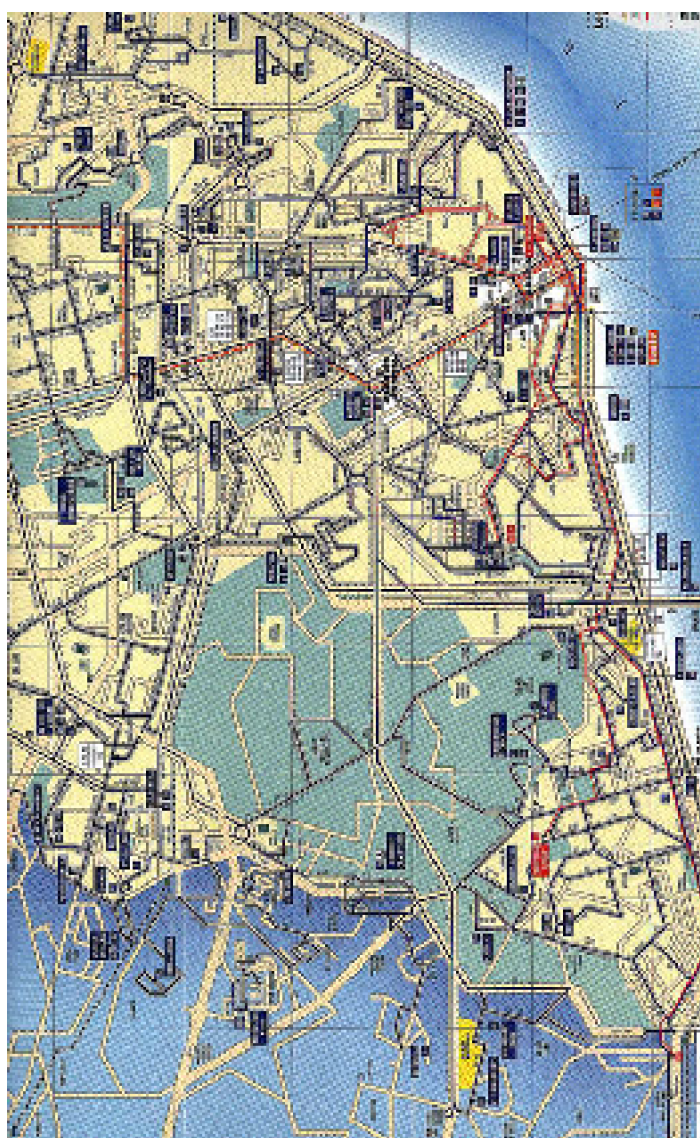
AUTOCARRO 56 □ AREEIRO

METRO □ SOCORRO

ELÉCTRICO (*tramway*) 15 □ CAIS SODRÉ


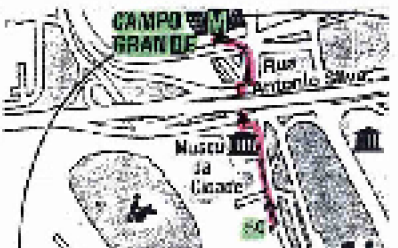


COMBOIO (*train*) □ BELÉM

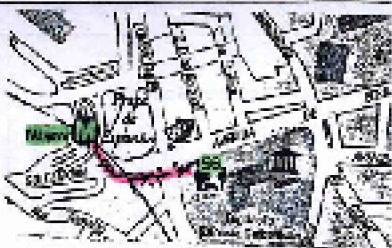
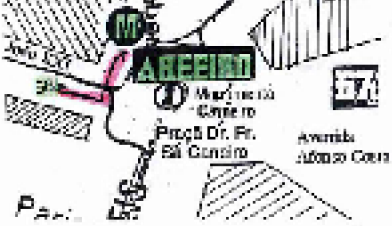


Annexe 12 La fiche Plan.

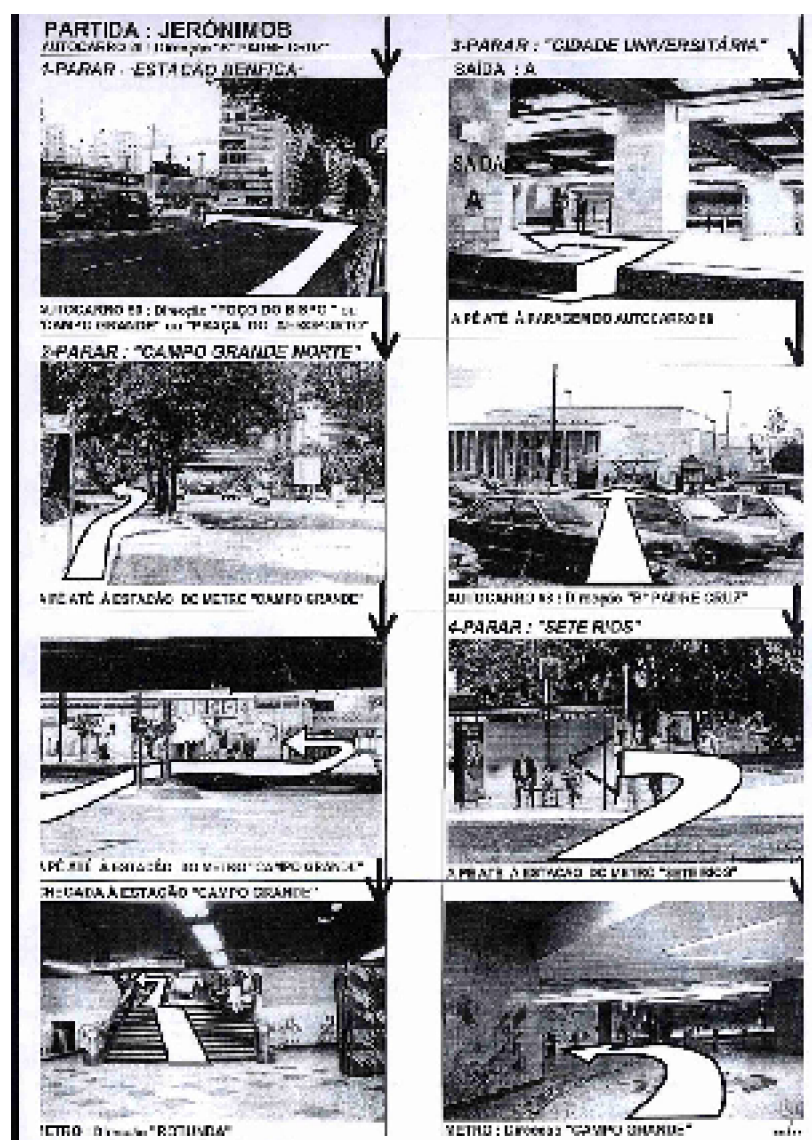


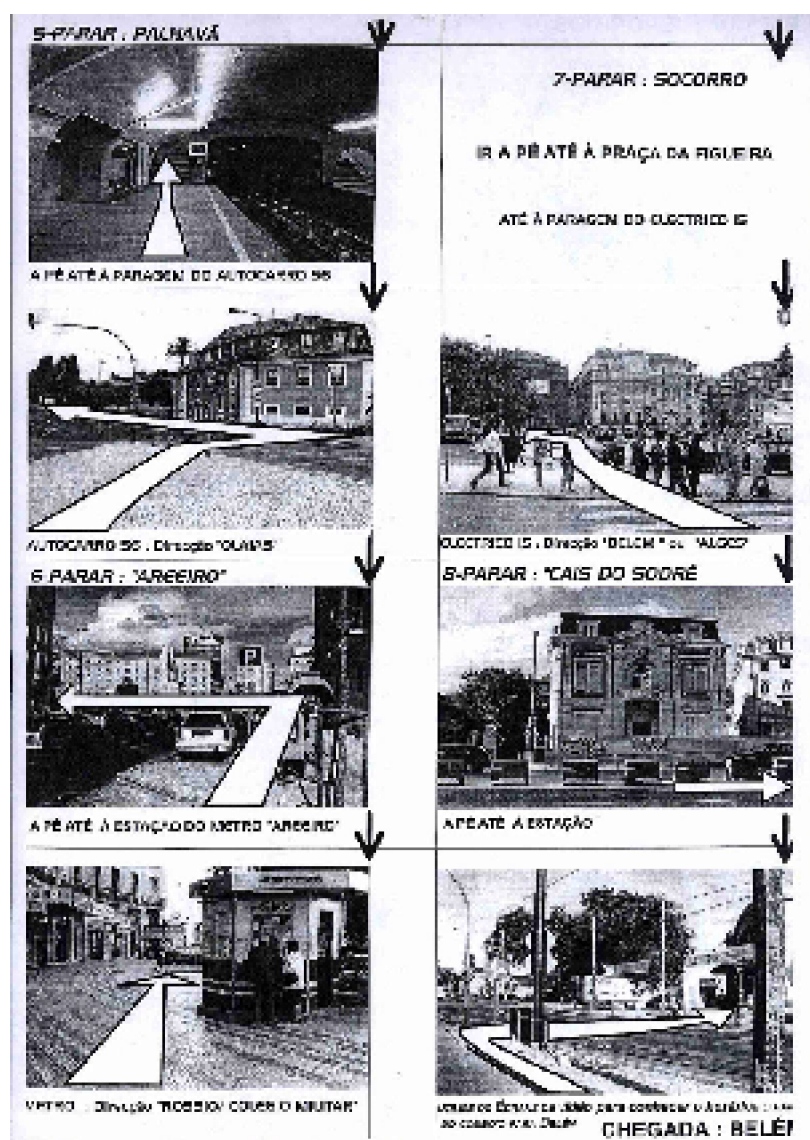
Annexe 13 La fiche Figurative.

LE GUIDAGE DANS LES TRANSPORTS : INTÉRÊT D'UNE INFORMATION FIGURATIVE.

| | |
|---|--|
| <p>PARTELA : Jeronimos Autocarro 28 : Direcção "B" Padre Cruz"</p> <p>1 → Parar : Estação Benfica</p> <p>Autocarro 80 : Direcção "Poço da Biepa" ou "Campo Grande" ou "Praça do Aeroporto"</p> |  |
| <p>2 → Parar : Campo Grande Norte</p> <p>Metro : Estação "Robunda"</p> |  |
| <p>3 → Parar : Cidade Universitária Saldo A</p> <p>Autocarro 68 : Direcção "B" Padre Cruz"</p> |  |
| <p>4 → Parar : Sete Rios</p> <p>Metro : Direcção "Campo Grande"</p> |  |

| | |
|---|--|
| <p>6→Parar : Polifórum</p> <p>Autocarro 58 : Direcção "Olatas"</p> |  |
| <p>8→Parar : Argente</p> <p>Nome : Direcção "Homenagem/Colegiado Militar"</p> |  |
| <p>7→Parar : Soproto</p> <p>6 PR ATÉ À PRAÇA DA FIGUEIRA</p> <p>Electro 15 : Direcção "Belém" e "Algas"</p> |  |
| <p>8→Parar : Cais do Sodrê</p> <p>Cominho : Direcção Belém</p> <p>Consultar os ecrãs para verificar os horários e o cals do comboio para Belém.</p> |  |





Annexe 14 La fiche Texte.

DEPART JERONIMÓS

- ☐ Prendre le bus n°29 en direction du Bairro Padre Cruz.
- ☐ Descendre à l'arrêt **Estação Benfica**
- ☐ Traverser la rue pour se diriger vers la gare et rejoindre l'arrêt du bus n°50.
- ☐ Prendre le bus n°50 en direction de Poço Bispo ou Praça do Aeroporto ou encore Campo Grande.
- ☐ Descendre à l'arrêt **Campo Grande Norte**

- ☐ Se diriger vers la station de métro.

Pour cela, à la descente du bus aller à droite et continuer jusqu'aux feux tricolores.

Passer sous le pont en empruntant les deux passages -piétons et passer à droite du Bâtiment où il est inscrit "BINGO".

Prendre la première à gauche et se diriger vers l'entrée principale du métro.

Gravir les deux volées d'escaliers pour vous retrouver au deuxième niveau.

Prendre à gauche pour rejoindre les rames de métro dans la direction de **Rotunda**.

- ☐ Prendre le métro.

- ☐ Descendre à la station **Cidade Universitária**

- ☐ Gravir les escaliers et tourner 2 fois à gauche en direction de la sortie A.

Une fois à l'extérieur, se diriger vers l'arrêt de bus n°68 qui se trouve sur le même côté de l'avenue Prof. Gama Pinto que la sortie de métro.

- ☐ Prendre le bus n°68 en direction de Bairro Padre Cruz

- ☐ Descendre à l'arrêt **Sete Rios**.

☐ Traverser la rue, passer derrière l'arrêt de bus pour vous rendre dans la station de métro.

Dans la station, à droite et suivre la direction de **Campo Grande**.

- ☐ Prendre le métro.

- ☐ Descendre à la station **Palhavã**

- ☐ Se diriger vers la sortie Praça de Espanha.

Traverser sur votre droite les avenues autour du rond point, traverser l'avenue Antonio Augusto Aguiar et prendre l'avenue de Berna jusqu'à l'arrêt du bus 56 en direction de Olaias.

- ☐ Prendre le bus n°56 en direction de Olaias.

- ☐ Descendre à l'arrêt **Areeiro**.

☐ Se diriger vers l'entrée du métro. Pour cela aller jusqu'au carrefour et traverser à gauche, l'entrée de la station se trouve derrière le Kiosque à journaux.

dans la station prendre la direction de **Rossio**.

- ☐ Prendre le métro.

- ☐ Descendre à l'arrêt **Socorro**.

☐ Aller à pied jusqu'à la "Praça da Figueira" et rejoindre la sortie de métro. De cet endroit se rendre à l'arrêt du Tramway n°15 qui est de l'autre côté de la place, il suffit de traverser la Praça do Figueira à gauche de la statue.

- ☐ Prendre le tramway 15.

- ☐ Descendre à l'arrêt **Cais do Sodre**.

- ☐ En sortant du tram, prendre sur la droite et aux feux tricolores traverser et rentrer

dans la gare.

☐ Consulter les écrans informatiques pour vérifier les horaires et le quai pour rendre le train en direction de Belem.

☐ Aller à **Belem**.

Le parcours est terminé.

Annexe 15 Le Questionnaire de Sensibilisation du langage.

- NOM :
.....
- Prénom :
.....
- Age : N° sujet :
- Sexe : F M Type d'aide :
- Niveau de Formation ou Profession :
.....
-

QUESTIONS D'ORDRE GENERAL

Q1- Utilisez-vous les Transports Collectifs (T.C.) ?

Jamais (passez à la question 3)

Occasionnellement

Quelques fois par semaine

Tous les jours

Q2- Utilisez-vous les Transports Collectifs de Lisbonne?

Si oui, (passez à Q2b)

Si non, dans quelle autre ville?.....

Q2b- Notez par ordre d'utilisation les T.C. que vous empruntez à Lisbonne.

Exemple : 1 pour train si vous l'utilisez souvent, 2 pour bus si c'est un peu moins souvent, 3 pour métro si c'est occasionnellement, et rien pour les autres si vous ne les utilisez pas.

Trains

Bus

Tramways

Métros

Autocars

Q3- Conduisez-vous une voiture?

Oui

Non (passez à la Q5)

- Si oui combien de kilomètres parcourez-vous par an ?.....kms

Q4- Avez-vous l'habitude de circuler en voiture dans Lisbonne ?

Oui

Plutôt oui

Plutôt non

Non

Q5- Avez-vous l'habitude de circuler à pied dans Lisbonne ?

Oui

Plutôt oui

Plutôt non

Non

Q6- Lors d'une excursion, vous préféreriez :

prendre des photographies

guider à l'aide d'un plan

commenter l'excursion

Q7- Prenez-vous du plaisir à vous promener dans une ville que vous ne connaissez pas pour vous imprégner d'un nouveau décor?

Oui

Plutôt oui

Plutôt non

Non

Q8- D'une façon générale, visiter des expositions ou des musées d'arts graphiques (pour des affiches, des gravures, des photographies, des peintures...) est une activité que vous réalisez :

Jamais

Très occasionnellement

De temps en temps

Aussi souvent que vous le pouvez

Q9- Vous partez en vacances en voiture, vous vous apercevez au bout de 20 kms que vous avez oublié votre appareil photographique. Vous prenez la décision :

De vous en passez pour cette fois

D'acheter un jetable dès que vous arriverez

De faire demi-tour pour récupérer votre appareil.

Q10- Un ami vient vous rendre visite, il n'est jamais allé chez vous car vous venez de déménager. Comment vous y prenez-vous pour lui indiquer le trajet qu'il doit suivre?

.....
.....
.....
.....
.....

Q11- Vous circulez dans une ville que vous connaissez mal, vous êtes perdu et ne savez pas bien quelle direction prendre. Quel est votre premier réflexe ?

Demander votre route à un passant

Suivre votre intuition et essayer une direction, sans consulter de plan

Consulter le plan de la ville

Q12- Ressentez-vous des difficultés pour réaliser un trajet dans une ville à partir d'un plan?

Beaucoup

Un peu

Aucune

Q13- Voici une carte du Portugal. Pouvez-vous situer les villes suivantes :

Bragança, Braga, Porto, Guarda, Coimbra, Portalgene, Lisboa, Evora, Beja, Faro

Q14- Vous devez vous rendre dans un endroit que vous ne connaissez pas bien. Comment agissez-vous?

Vous partez sans carte ni plan en disant "je me débrouillerai bien et puis il doit y avoir des panneaux indicateurs.".....

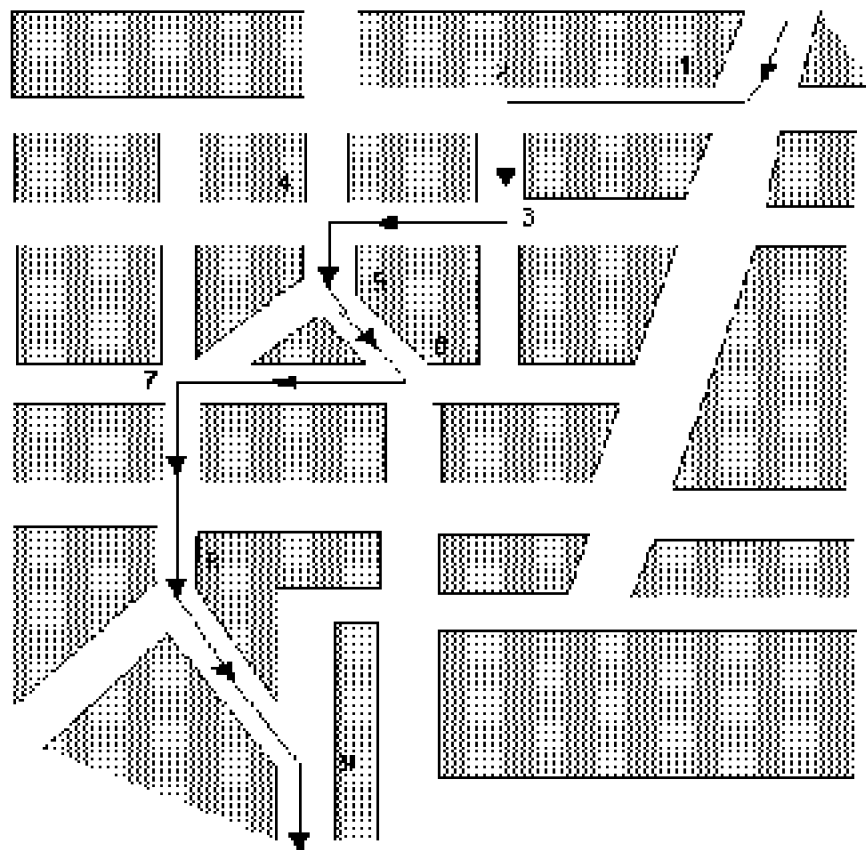
Vous prenez une carte ou un plan avec vous et vous ne l'utiliserez que si vous en avez besoin.....

Avant de partir vous prenez une carte routière ou un plan et vous programmez votre itinéraire.....

Q15- Dans le plan ci-dessous, vous avez 9 carrefours avec des changements de direction soit à gauche soit à droite. Inscrivez dans les cases numérotées la séquence des

changements de direction comme par exemple G-G-D-D-G-D-D-G-D.

(Sans tourner la feuille)



N° des carrefours : 1 2 3 4 5 6 7 8 9

□ □ □ □ □ □ □

Vous vous trouvez dans une ville et vous devez suivre l'itinéraire comme indiqué sur le plan ci-dessus .

Avez-vous tendance à faire tourner le plan pour savoir aux carrefours si vous devez tourner à droite ou à gauche?

Jamais

Parfois

Souvent

Toujours

Q16- Une personne est confrontée à un problème de type administratif que vous connaissez bien, elle vient vous voir pour que vous puissiez le lui expliquer. Expliquer une

situation apparemment compliquée est pour vous :

Une tâche difficile, vous avez le sentiment de ne pas avoir été compris

Une tâche moyennement difficile, vous avez les mots justes

Vous y parvenez sans la moindre difficulté

Q17-Combien de livres lisez-vous par an?

Un seul ou pas du tout

Entre 2 et 10

Entre 10 et 20

Plus de 20

Q18- Vous avez quelque chose d'important ou de confidentiel (pas nécessairement d'urgent) à dire à un ami. Préférez-vous ?

Lui écrire.

Lui téléphoner.

Q19- Lorsque vous écrivez

Vous le faites directement

Vous faites un brouillon

Vous raturez beaucoup le brouillon pour changer des mots ou des phrases

Q20- Lorsque vous lisez un roman, vous imaginez les scènes :

Très précisément

Précisément

Approximativement

Pas du tout

Q21- Allez-vous au cinéma?

Jamais

1 fois par an

1 fois tous les 6 mois

1 fois tous les 3 mois

1 fois par mois

1 fois tous les 15 jours

1 fois par semaine ou plus

Q22- Vous allez au cinéma, car (noter par ordre de préférence de 1 à 3)

c'est un prétexte de sortie

pour une cause précise (réalisateur, acteur, histoire, thème...)

vous aimez la qualité de l'image sur grand écran

Q23- D'une façon générale, lorsque vous vous égarez dans un site que vous ne connaissez pas, vous vous retrouvez :

très facilement

facilement

difficilement

très difficilement

QUESTIONS LIEES A L 'EXPERIMENTATION

Q24- D'une façon générale, avez-vous rencontré des difficultés à comprendre les informations qui vous ont été transmises ?

Oui

Non

- Si oui, de quelle nature ?

.....

.....

.....

.....

Q25- Avez-vous trouvez que la fiche d'inscription qui vous a été fournie était d'utilisation pratique ?

Oui

Plutôt oui

Plutôt non

Non

Q26- Suite à l'expérience que vous venez d'avoir dans les transports collectifs avec la fiche d'information, quels sont selon vous les qualités et avantages de cette fiche?

.....

.....

.....

.....

Q27- Suite à l'expérience que vous venez d'avoir dans les transports collectifs avec la fiche d'information, quels sont selon vous les défauts et inconvénients de cette fiche?

.....

.....

.....

.....

Q28- A votre avis, ce type de fiche vous a-t-il fait gagner du temps par rapport à vos

méthodes habituelles d'information?

Pas du tout

Un peu

Assez

Beaucoup

Q29- Pourriez-vous refaire ce trajet sans la fiche avec seulement les numéros de bus et lignes de métro ?

sans aucune difficulté

avec des difficultés à certains lieux de correspondance

avec des difficultés dans la majorité des lieux de correspondance

avec des difficultés à tous les lieux de correspondance

Q30- Pour chaque lieu de correspondance, choisissez le degré de difficulté que vous avez rencontré pour trouver votre arrêt de bus ou votre station :

(Cochez une case pour toutes les lignes)

| | Extrêmement difficile | très difficile | difficile | Légèrement difficile | Pas du tout difficile |
|----------------------|-----------------------|----------------|-----------|----------------------|-----------------------|
| Estação Benfica | | | | | |
| Campo Grande | | | | | |
| Cidade Universitaria | | | | | |
| Sete Rios | | | | | |
| Palhava | | | | | |
| Areeiro | | | | | |
| Rossio | | | | | |
| Cais do Sodre | | | | | |

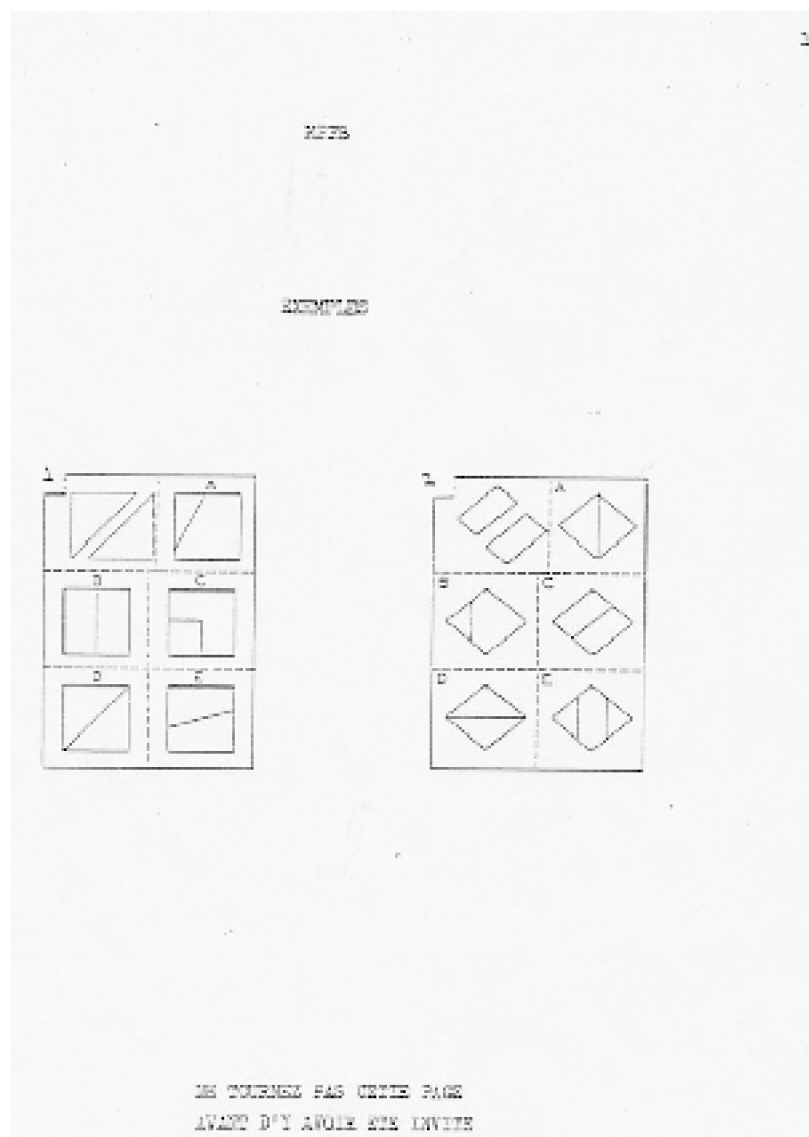
Ne sont concernées par cette question que les personnes qui ont eu la fiche avec des photos et la fiche avec des plans de quartier.

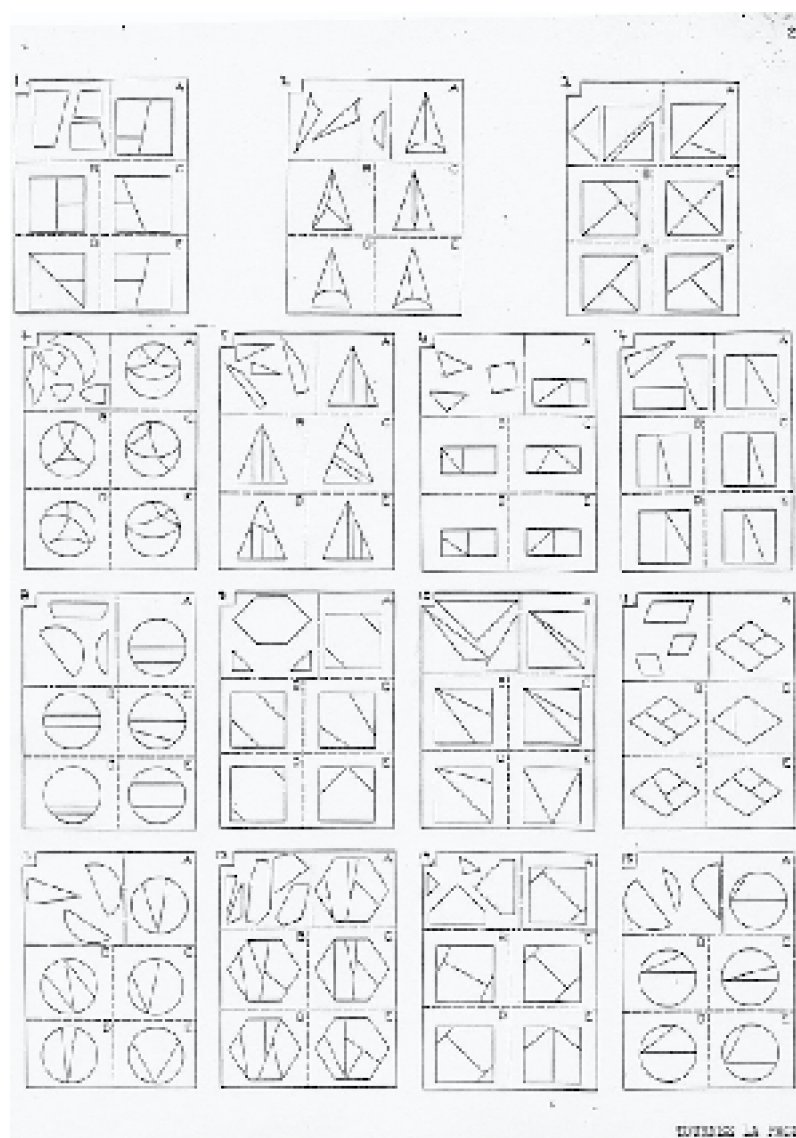
Q31- Comment évaluez-vous cette fiche en fonction de ces 4 critères.

(Cochez une case pour toutes les lignes)

| | insatisfaisant | peu satisfaisant | satisfaisant | très satisfaisant |
|-----------------------|----------------|------------------|--------------|-------------------|
| Présentation générale | | | | |
| Photo ou plan | | | | |
| Flèche | | | | |
| Texte | | | | |

ANNEXE 16 : CONSIGNES DU TEST MPFB







Remarque : Les consignes du test ont été traduites en portugais.

Regardez l'exemple n°1. Dans la case qui est en haut et à gauche, il y a 2 morceaux. Regardez maintenant les 5 figures désignées par les lettres A, B, C, D, E. Vous devez trouver laquelle de ces figures peut être obtenue en assemblant les deux morceaux. Regardez la figure A. Vous constatez que cette figure ne ressemble pas du tout à ce que donneraient les deux morceaux en haut qui sont à gauche s'ils étaient assemblés. Les figures B et C non plus.

Mais la figure D a bien l'aspect qu'auraient les deux morceaux en haut à gauche s'ils étaient assemblés. Dans ce cas, vous devez donc entourer d'un cercle la lettre D.

Regardez maintenant l'exemple n°2. Cherchez quelle figure est la bonne réponse. Comme vous le voyez, la figure C est la bonne. C'est pourquoi vous devez cette fois entourer d'un cercle la lettre C.

Avez-vous bien compris ?

Lorsque je vous le dirai, vous tournerez la page et vous trouverez alors deux pages de problèmes. Certains de ces problèmes sont plus difficiles que ceux que vous venez de faire mais ils sont toujours du même genre. Pour chaque problème, vous devez choisir quelle figure représente l'assemblage correct des morceaux. Parfois les morceaux doivent être tournés, parfois ils doivent être tournés sans dessus dessous pour être assemblés.

Vous commencerez au problème 1, et vous continuerez jusqu'au bas de la page. Puis vous ferez de même pour la deuxième page. Faites attention de ne pas aller trop vite pour éviter de faire des fautes, mais ne passez pas trop de temps sur chaque problème. Vous disposez au total de **8 minutes**. Travaillez attentivement sans communiquer en vous efforçant de terminer dans ce délai.

Questions ?

ANNEXE 17 : LES CONSIGNES DE L'EXPERIMENTATION

Les consignes générales des quatre fiches concernaient le principe même de l'expérimentation, alors que des consignes plus spécifiques expliquaient le contenu des fiches et l'utilisation que devait en faire le sujet. Les consignes spécifiques correspondent, en définitive, à des notices d'utilisation. Les sujets en prenaient connaissance avant le début de l'expérimentation, c'est-à-dire avant l'arrivée du premier bus.

Les consignes générales ont été distribuées sous forme de lettre à l'intention de chaque sujet ayant accepté de participer à l'expérimentation. Ils étaient donc avertis de la disponibilité exigée par l'expérimentation (l'équivalent d'une matinée ou d'une après-midi). Les consignes ont été réitérées oralement avec présentation du support proposé. L'utilisation de chaque fiche était expliquée à ce moment là. Ils avaient encore la possibilité de poser des questions dans le bus qui nous menait à Benfica (première correspondance).

Les consignes générales :

Les sujets étaient munis de cartes de libre circulation sur toute la période du trajet expérimental.

Quelques consignes décrites

- ☐ Un expérimentateur vous accompagnera durant le trajet.

Vous ne pourrez faire aucun commentaire et ne poser aucune question à l'expérimentateur et encore moins à une tierce personne (chauffeur du bus, passant...) durant le trajet. Par conséquent, vous n'aurez comme seule source d'information la fiche que nous vous donnons vous pourrez toutefois utiliser les plans ou autres informations que vous trouverez dans les abris-bus ou stations de métro ou gare.

- ☐ Vous êtes libre d'examiner la fiche quand vous le voulez et aussi souvent que vous le désirez durant le trajet.

□ Ceci est une expérimentation mais vous devez toutefois vous considérer en situation naturelle d'utilisation des transports collectifs autrement dit vous devez optimiser votre temps. Ce trajet n'est pas une visite touristique de la ville encore moins celle du réseau, vous ne devez pas interférer avec d'autres activités comme acheter un journal, discuter avec un ami, boire un café...

□ Les résultats de l'expérimentation resteront anonymes. Ils seront connus seulement par l'expérimentateur.

□ Il n'y pas de bonnes ou de mauvaises attitudes, il n'y a pas de bonne et de mauvaise décision, il n'y pas de bons ou de mauvais choix.

Les consignes spécifiques à chaque fiche :

La fiche "Texte"

- Suivre les indications écrites

La fiche "Figurative" :

- Lire chaque colonne de la fiche de haut en bas et de gauche à droite,
- Lire recto-verso

Sur 8 zones de changement, 6 étaient représentées par deux photos, une zone par trois photos (la configuration urbaine étant compliquée) et une zone par une seule photo (la configuration étant très simple).

La fiche "Plan" :

- Deux colonnes, la colonne de gauche donne des indications sur les transports (mode, numéro, destination) et la colonne de droite expose les plans. Chaque plan retrace le cheminement piétonnier à suivre pour atteindre l'arrêt ou la station suivante.
- Les plans n'ont pas une échelle identique.

Index des auteurs

- ACREDOLO L. P. : 75
- ANDERSON J.R : 24, 26
- APPLEYARD D. : 220
- ATKINSON SHIFFRIN : 22, 38
- BADDELEY A. : 25, 35-38, 209-210, 218
- BARTRAM D. J. : 34
- BASTIEN C. : 70
- BELLET T. X. : 87, 111, 113
- BIDEAUD J., COURBOIS Y. : 41-42

-
- BIDEAUD J., HOUDE : 28
 - BIDERMAN I. : 34
 - BOUCART M. : 29, 35, 195
 - BREWER W.F., DUPREE D.A. : 31,
 - BRUYAS M.P. : 293
 - Bryant D. J., Tversky B., Franklyn N. : 77
 - BYALISTOK JENKIN : 34, 47, 291
 - BYRNE : 65
 - CHEVALIER-GIRARD N., WILBERG R. B. : 49
 - CHOWN E., KAPLAN S., KORTENKAMP D. : 71
 - COOPER L. A., SHEPARD R. N. : 46
 - COUCLELIS H., GOLLEDGE R.G., GALE N. et TOBLER W. : 70
 - CYRULNIK : 8
 - DAMASIO A. R. : 44-46
 - DE JONGE : 98
 - DENIS M. : 43-44, 52-53, 56, 59, 63, 104, 105-110, 217
 - DENIS M., CHEVALIER N., ELOI S. : 49-50
 - DENIS M., COCUBE M. : 54, 116, 284
 - DENIS M., DENHIERE G. : 54, 56, 62, 108-109, 284-285
 - DENIS M., DUBOIS D. : 48-52
 - DENIS M., ZIMMER H. D. : 54, 107, 286
 - DE VEGA : 54
 - DEVLIN A. S. : 86
 - DEVLIN A. S., BERNSTEIN J. : 86, 110, 123, 124
 - DOWNS R. M., STEA D. : 61, 73
 - DUBOIS D., FLEURY D., MAZET C. : 30
 - ELLEN P., THINUS-BLANC C. : 9
 - ELLIS R., ALLPORT D. A. HUMPHREYS G. W. et COLINS J. : 34
 - FERGURSON E. L., HEGARTY M. : 109
 - FINKE R. A., PINKER S. : 46
 - Galea L. A.M., Kimura D. : 86-124
 - GALLINA J.M. : 55
 - GALLISTEL C. R. : 64
 - GÄRLING T. : 64, 73-74, 88
 - GÄRLING T., EVANS G. W. : 2, 63

- GAUNET F., Thinus-Blanc C. : 17
- GIRAUDO M.D. : 65-66, 69, 76
- Giraudo M.-D., Peruch P. : 86, 139
- GRYL A. : 2, 67, 70, 77, 109, 170-173, 215, 217, 294
- GOLEDZINOWSKY F. : 100, 101, 283
- GOLLEDGE R.G. : 71-72, 78-79
- HALL E. T. : 11
- HUMMEL J.E. & BIEDERMAN I. : 284
- JOLICOEUR P. : 33
- KAPLAN : 62-88
- KOSSLYN S.M. : 24, 40-42, 45, 47, 50,51,63,109
- KOSSLYN S.M., BALL T.M., REISER B.J. : 63
- Laszlo E., Masulli I., Artigian R., Csanyi V. :
- LENERAND R. : 103
- LE NY J.F. : 28, 29, 42
- LEVINE M. : 105, 285, 291
- LEVINE M., JANKOVIC I.N., PALIJ M. : 105
- LEVY-LEBOYER C. : 1
- LYNCH K. : 2, 19, 60, 73, 86, 91
- LOARER EVEN : 80
- LOGIE R.H., MARCHETTI C. : 39
- MAILLE S. : 47, 55, 57, 207
- MARR, NISHIRA : 34
- MARKS : 51
- MAY M., PERUCH P., SAVOYANT A. : 105, 117, 206, 291
- MAZET C. : 111-112
- MILLER GALANTER : 88
- MINSKY M. : 32, 61
- MIJSENAAR P. : 102-103
- NEBOIT M. : 110-112
- NICOLAS S. : 26
- NORMAN : 29
- OCHANINE D. : 56
- O'KEEFE J., NADEL L. : 68
- O'Neill M. J. : 86

-
- PAIVIO A. : 24, 51-54, 63
 - PAILHOUS J. : 56, 66, 72, 214
 - PALMER, ROSH, CHASE : 33, 34, 198
 - PAUZIE A., DAIMON T., BRUYAS M.P. : 114
 - PAUZIE A., VERNET M : 205-207
 - PASSINI R. : 2, 15, 58, 70, 74, 86, 88-90, 115
 - PEARSON D.G. LOGIE R.H. : 38
 - PIAGET J. : 80, 116
 - PIAGET J., INHELDER B. : 46, 69, 75, 91
 - PYLYSCHYN : 24, 48, 63
 - RIDDOCH M.J., HUMPHREYS G.W. : 33
 - ROBERT J.-M. : 9-10
 - ROMKE R, KOSSLYN S.M., HAMEL R. :
 - ROSH : 29-30
 - RUMELHART : 29, 32, 93
 - SAAD F., VAN ESLANDE P., DELHOMME P., LEPESANT C. GAUJE T. : 113
 - SCHANK R. C., ABELSON R.P. : 32, 61, 94
 - SHEPARD COOPER : 35, 105, 285
 - SHEPARD METZLER : 46, 206
 - SIEGEL A.W., WHITE S. H. : 69, 75, 115
 - SKINNER : 9
 - SOFFIE M., LEBLANC P., LAMBERTY Y. : 64
 - SPENCER C, BLADES M. : 62
 - TANAKA BUNOSKY : 35
 - TAYLOR H. A., TVERSKY B. : 62, 70, 79, 124, 287,
 - THINUS-BLANC C. : 2, 9, 17, 56, 62, 64, 68, 71, 81-83, 86, 115 , 118, 194, 284
 - Thinus-Blanc C., GAUNET F., PERUCH P. : 17-18
 - THORNDYKE P. W., HAYES-ROTH B. : 63, 66
 - THORPE : 33
 - TOLMAN E.C. : 10, 60
 - TULVING : 24
 - TVERSKY : 54-57, 60,65, 66, 115, 284
 - TVERSKY HEMENWAY : 31
 - VALOT C., GRAU J.-Y., AMALBERTI R. : 95
 - VAUCLAIR J. : 7

- VERMERSCH P. : 96
- VIGNAUX G. : 13, 63, 287
- WEILL-FASSINA A. : 56, 57
- WEISMAN : 97, 278

index des matières

- **Alignement** : 105, 108, 117, 279, 285, 286, 291,
- **Attention** : **23, 37, 40, 52, 55, 74, 95, 111, 168, 196, 209, 210-213, 284,**
- **Cadre de référence/référentiel** : 74-78, 80, 116-117, 120,
- **Carte Mentale/Carte Cognitive** : 5, 10, 11, 39, 55, 60-84, 88, 104, 107, 108, 109, 115, 117, 194,
- **Catégorisation /catégoriser** : 19, 28-29, 31, 42, 67, 216, 284, 295,
- **Compréhension** : 7, 24, 31-32, 36, 37, 52, 53, 54, 56-58, 83, 108, 110, 114, 196, 167, 200, 202, 209, 285, 291,
- **Contexte** : 24, 32, 48, 49, 57, 68, 70, 78, 94, 96, 110, 119, 120, 209, 212-214, 216, 285, 293,
- **Description d'itinéraire** : 5, 18, 21, 52, 96, 104, 105-110, 115-116, 120, 212-215, 286, 291,
- **Familiarité** : 1,2,11, 21, 44, 66, 69, 83, 85, 98, 111, 115,
- **Guidage** : 2, 3, 5, 6, 12, 41, 50, 56, 72, 78, 104, 106, 110-114, 116-120, 121-123, 127, 128, 129,
- **Identification** : 14, 28, 33-35, 41, 42, 72, 77, 86, 98, 104, 194, 198, 200, 206,
- **Image mentale/imagerie**: 5, 32, 40, 43-58, 60, 88, 78, 80, 109, 118-119, 208, 214, 215, 284,
- **Image opérative** : 56
- **Intermodalité / intermodal** : 4, 120,
- **Mémoire** : 5, 7, 10, 17, 18, 20-22, 44, 46, 47-48, 54, 59, 93, 115, 121, 208, 213, 283,
 - -à court terme : 22, 62, 209,
 - -à long terme : 23-28, 46, 62-63, 71, 91, 115,
 - -déclarative : 26, 27
 - -épisodique : 24-26
 - -procédurale : 26, 27
 - -sémantique : 24-26

-
- -de travail : **22, 24, 27, 48, 56, 94, 96, 97, 119, 135, 198, 206, 207, 209, 284,**
 - -spatiale : 64,81-82, 126, 128,
 - **Orientation spatiale** : 1, 2,60, 66, 68, 70, 73, 75, 81-82, 86, 91, 94, 95, 97, 102, 109-110, 116-118, 120, 123, 124, 129, 209, 214-216,
 - **Perception (visuelle)** : 7,28, 38-40,43, 44, 46-47, 55, 58, 75, 95,
 - **Photographie** : 5, 6, 53, 59, 35, 53, 97, 110, 118-120, 121, 123, 132, 133, 194, 197, 198, 200-204, 216,
 - **Plan ou carte (physique)** : 1,5,11, 12, 18, 19, 21, 28, 59, 61, 63, 75, 78, 80, 98-105, 107, 113, 117, 118-120, 206, 285, 291, 294,
 - **Planification** : 5, 21, 37, 39, 43, 50, 56, 59, 64, 85-90, 93, 96, 106, 112, 116,
 - **(Points de) repère** : 9, 12, 16, 20, 58, 67-73, 78-80, 97, 102-104, 106, 107, 109, 113, 114, 115-120, 194, 198, 203, 206-209, 211-216
 - **Rappel** : 31, 39, 44, 47, 77, 97, 103, 108, 109, 118, 120, 208, 209, 285,
 - **Reconnaissance** : 20, 24, 28-29, 35, 39-40, 41, 43, 44, 59, 72, 82, 89, 103, 114, 117, 118, 120, 278, 283
 - Représentations :
 - - **mentales** : 5,19-22, 24, 25, 27, 29, 32, 35, 40, 42, 46, 50, 53-55, 63-65, 71, 79, 105, 205, 297,
 - - **pour l'action** : 56-57, 80
 - - **spatiales** : 7, 10, 11, 16-19, 21, 42-43, 69, 73, 75, 79, 85-88, 91, 98, 101, 104, 106-108, 113, 115, 118, 124, 195-196, 211, 283, 295,
 - - **structurales** : 33
 - - **type route** : 68, 73-74, 78-79, 80, 86, 88-90, 116, 284, 287,
 - - **type survol ou « survey »**: 68, 74, 75, 78-79, 89,113, 116, 287,
 - **Réseaux sémantiques** : 30
 - **Schémas** : 31-32, 36, 54, 61, 66, 93-94, 288,
 - Signalisation directionnelle
 - **(signalétique)** : 14, 59, 94, 97-98, 100, 113, 196, 201, 203, 206, 212, 276, 283,
 - **Stratégie** : **13-14, 19, 66, 67, 81, 82, 83, 88, 94, 95, 291,**
 - **Stratégies visuelles** : 112, 114, 118, 194, 197, 205, 207, 215,