

Effet "carte" et mémorisation d'information

Apprentissage d'une carte selon 4 modes différents de navigation
et d'un texte associé



**Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures en
Sciences et Technologies d'Apprentissage et de la Formation**

Directeur : Patrick Mendelsohn

Commission : Patrick Mendelsohn (TECFA)
Daniel Schneider (TECFA)
Pierre Dillenbourg (TECFA)
Susan Armstrong (Ecole de Traduction et d'Interprétation)

**Catherine Roulet
Octobre 2000**

Table des matières

1	Introduction.....	3
2	La théorie.....	4
2.1	Qu'est-ce que "l'effet carte" ?	4
2.2	Les théories de base.....	5
2.2.1	Mémorisation de stimuli visuels et textuels associés.....	5
2.2.2	Mémorisation d'une carte et d'un texte associé	5
2.2.3	Comment les sujets mémorisent les éléments d'une carte	6
3	L'expérience.....	7
3.1	Description du dispositif d'expérimentation	7
3.1.1	Justification théorique.....	7
3.1.2	Description du matériel utilisé pour l'expérience et ses justifications.....	9
3.2	Le déroulement de l'expérience	15
3.2.1	L'entraînement.....	15
3.2.2	L'expérience.....	16
3.2.3	La population testée	16
3.3	Les données et les analyses.....	17
3.3.1	Plan expérimental.....	17
3.3.2	Hypothèses expérimentales	17
3.3.3	Description des différentes analyses.....	18
3.4	Résultats généraux	20
3.4.1	Résultats généraux sur la variable "unité d'information".....	20
3.4.2	Analyse plus fine en tenant compte des niveaux I , II et III.....	22
3.5	Analyse complémentaire du groupe "carte 2D"	24
3.6	Analyse complémentaire du groupe "survol"	30
3.7	Analyse complémentaire du groupe "immersion"	36
3.8	Analyse complémentaire du groupe "MOO"	41
4	Synthèse et discussion: Commentaires sur les résultats des quatre groupes.....	47
4.1	Types d'informations fournies par chaque mode d'apprentissage.....	47
4.2	Les résultats des groupes et l'effet carte.....	48
4.3	Les calculs de corrélations	49
4.4	Auto-critiques du travail	50
5	Conclusion et perspectives.....	51
6	Bibliographie :.....	52
A.1	Découpage du texte	53
A.2	Carte de référence utilisée pour l'expérience de Kulhavy	57

1 Introduction

Le sujet principal de notre recherche se base sur les expériences menées par Kulhavy et al. sur l'efficacité au niveau de la mémorisation de l'étude d'une carte associée à l'apprentissage d'un texte. Les résultats de ces expériences ont permis de constater un effet qu'il a nommé "l'effet carte".

Les résultats de ces recherches peuvent avoir, à l'évidence, des implications éducatives dans des matières comme l'économie ou l'histoire. Dans les manuels scolaires, les cartes références ne sont souvent qu'accollées au texte sans association réfléchie. (d'après Kulhavy, Stock & Kealy, 1990)

Actuellement, l'informatique et l'éducation sont de plus en plus liées. Toutes les tranches d'âge sont concernées et c'est très tôt que les enfants s'initient à cet outil. Grâce aux représentations sur écran, on a pu voir apparaître de nouvelles façons de présenter les documents. Dans le domaine de l'écrit, l'apparition de l'hypertexte a donné une nouvelle dimension aux textes. En ce qui concerne l'image, la possibilité de représenter une réalité virtuelle en trois dimensions et de s'y promener a ouvert un large champ de possibilités.

Comme tout ce qui est nouveau, la 3D est extrêmement attractive. Comme les enfants l'expérimentent énormément en jouant aux jeux vidéos, on pourrait être tenté, pour intéresser les plus jeunes, de développer des programmes éducatifs utilisant les mêmes registres.

Cependant, lorsqu'il s'agit d'éducation, il est utile d'expérimenter et de confronter les différents types d'interfaces avant d'enterrer les livres traditionnels. Les observations nées de cette confrontation peuvent d'ailleurs servir aux deux types de support (papier et informatique) pour les rendre plus efficaces.

Notre recherche se propose donc de reprendre une expérience du même type que celles menées par Kulhavy. Nous utiliserons les possibilités offertes par les technologies web, notamment celle de créer un environnement en 3D, pour fournir des éléments de réflexion supplémentaires à l'étude de "l'effet carte".

2 La théorie

2.1 Qu'est-ce que "l'effet carte" ?

L'effet carte a été observé par Kulhavy et ses associés lors d'expériences menées dès 1981. Il constitue une étape importante dans la recherche sur le fonctionnement de la mémoire humaine. En effet, il a permis de montrer les relations entre des données non verbales et des données verbales dans un contexte de mémorisation d'un texte en rapport avec une carte préalablement étudiée. Ce résultat a été obtenu en relation avec de nombreuses recherches centrées sur l'apprentissage des cartes.

Les cartes qui ont servi pour ces expériences étaient principalement des cartes de géographie, car elles sont couramment utilisées dans l'enseignement (histoire, géographie), de même que dans d'autres publications comme par exemple dans les quotidiens (cartes météo, cartes thématiques).

On a constaté que les compétences nécessaires à la lecture d'une carte sont acquises très tôt, sans doute même avant l'âge scolaire (d'après Rossano et Morison, 1996). Ces compétences sont donc largement répandues. La compréhension des éléments et caractéristiques d'une carte, comme les bordures, les points cardinaux, les points de repère est facilitée par ces expériences antérieures. Celles-ci nous ont permis de développer des stratégies qui vont aider à l'apprentissage des cartes. Nous sommes alors guidés par notre "mémoire sémantique". On observe d'ailleurs peu de différences entre les novices et les experts dans ce type d'apprentissage.

L'expérience de Kulhavy

Celle-ci avait pour but de tester comment des stimuli verbaux et spatiaux associés sont traités en mémoire. Lors de l'expérience, les sujets ont étudié une carte de référence présentée soit comme une entité soit fragmentée en une série d'éléments individuels. Les sujets ont aussi dû lire un texte qui contenait des faits liés aux éléments de la carte. De plus, la carte a été présentée soit avant, soit après la lecture du texte.

La carte utilisée pour l'expérience représente le vieux Rome. Elle peut être consultée dans les annexes à la fin de ce travail. Sur cette carte ont été placés 20 éléments, que nous appellerons "pointeurs" dans notre expérience.

Le texte contenait au total vingt-six phrases. Vingt d'entre elles contenaient le nom des éléments de la carte (ou pointeurs), et six servaient à relier les différents passages. Chacune des vingt phrases qui contenait un pointeur décrivaient un fait associé avec celui-ci.

L'analyse des résultats a montré que ceux qui voyaient une carte **entière** et **avant** d'étudier le texte se souvenaient mieux des informations fournies par la carte et des faits présents dans le texte. D'autre part, les sujets qui se sont rappelés du plus grand nombre d'informations contenues dans le texte, sont aussi ceux qui ont ensuite dessiné de mémoire le plan avec le plus de justesse.

C'est ce phénomène qui a été nommé "l'effet carte". D'après Kulhavy (1993) ces résultats ont permis de mettre en évidence la présence du modèle de double encodage que nous présentons plus précisément au point suivant.

Nous verrons que nous avons voulu reprendre le plus possible le principe de cette expérience, afin de pouvoir compter sur la présence de l'effet carte mis en évidence par Kulhavy.

2.2 Les théories de base

2.2.1 Mémorisation de stimuli visuels et textuels associés

Des expériences ont montré (par exemple, Willows & Houghton, 1987) que les images améliorent la mémorisation des textes quand les images et le texte sont présentés ensemble.

Ce phénomène peut être expliqué de deux façons principales :

- Première explication appelée "l'hypothèse d'élaboration" qui considère que les stimuli visuels et verbaux fournissent aux sujets l'opportunité de créer de multiples traces dans la mémoire, donc d'augmenter la probabilité que l'information - clé soit retrouvée. Il est à noter que cette hypothèse traite les deux types de stimuli de façon identique. Aucun statut spécial n'est assigné à la représentation du matériel visuel.
- Deuxième explication appelée " l'hypothèse du double encodage (dual coding) " qui maintient que les stimuli visuels et verbaux sont rangés séparément en mémoire, sous la forme d'images et de propositions linguistiques, avec des connections entre les deux représentations de telle manière que l'information d'un des codes puisse activer l'information de l'autre code. Ce qui là aussi augmente les chances de retrouver une information. Cette explication provient de la version du "double encodage" de Paivio (Paivio, 1971, 1979, 1986).

Cependant, dans un contexte de représentation spatiale complexe comme celui d'une carte, d'autres éléments importants sont à prendre en compte.

2.2.2 Mémorisation d'une carte et d'un texte associé

Nous avons pu constater que les deux hypothèses étaient d'accord sur le fait que les deux types de stimuli, visuel et verbal associés, permettaient un meilleur rappel des informations. Elles le sont en effet si l'on considère que les éléments de la carte sont des unités discrètes. Cependant, seule l'hypothèse du "double encodage" propose de séparer les éléments de la carte et les informations structurelles qu'elle contient.

Schwartz et Kuhlavy (1981) ont observé que le rappel était grandement facilité si les éléments étaient distribués dans l'espace d'une carte pendant l'encodage. Quand les éléments étaient présentés sous la forme d'une liste en dehors des limites de la carte, le rappel du texte était beaucoup moins bon.

"La qualité d'organisation de la carte semble influencer le degré par lequel les éléments peuvent être utilisés pour améliorer le rappel du texte." (Kuhlavy, Stock & Kealy, 1990)

Finalement, il semble que le fait de présenter les éléments à mémoriser sous la forme d'une carte fournissent deux avantages principaux :

- Les relations spatiales entre les éléments fournissent une information supplémentaire pour accéder aux informations du texte lors d'un processus de remémorisation.
- L'attention du sujet peut être déplacée de lieu en lieu à travers l'image organisée de la carte et cela avec une relative économie de moyens en utilisant les ressources de la mémoire active (d'après Larkin & Simon, 1987, Paivio, 1986)

(d'après Kuhlavy R.W., Stock W.A., Woodard K.A. & Haygood R.C. , 1993)

2.2.3 Comment les sujets mémorisent les éléments d'une carte

Au cours de l'étude d'une carte, les gens s'en forment une représentation mentale et la stockent dans la mémoire à long-terme.

Cette représentation contient des informations sur les éléments et caractéristiques de la carte, ces informations sont de nature visuelle : trajets, points de repère, étiquettes écrites qui désignent des endroits, formes, taille, couleurs.

Elle contient aussi des informations de nature structurelle sur les caractéristiques spatiales de celle-ci : les directions, les distances, les frontières sont utilisées comme références pour les éléments de la carte.

Les informations de type quantitatif que l'on trouve dans les cartes thématiques sont encodées comme des informations structurelles et sont mémorisées selon leur emplacement.

(d'après Kulhavy, Stock et Kealy - 1990)

Kulhavy, Schwarz et Shaha (1982) ont démontré que la structure de la carte est plus aisément compréhensible lorsqu'elle contient un réseau de rues ou des frontières très marquées. Avec ce type de carte, les sujets se remémoraient mieux l'emplacement des objets (bâtiments, etc.). D'autre part, les objets les plus proéminents sont en général retenus en premier et donc également rappelés en mémoire en premier. On obtient donc de meilleurs résultats de mémorisation des données en utilisant ces deux caractéristiques lors de l'élaboration d'une carte : une structure claire et des objets proéminents.

Remarque : Si des objets saillants (par exemple des bâtiments) sont disposés en réseau, ils forment eux-même une structure facilement lisible, même si les routes autour desquels ils sont disposés sont peu marquées.

Rossano et Morrisson ont constaté lors d'une expérience (1996) que les sujets ont tendance à mémoriser les éléments d'une carte de manière concentrique : les éléments les plus éloignés du centre sont appris en premier lieu, et les éléments situés au centre sont appris en dernier. Cette stratégie semble aider à établir la forme générale de l'environnement.

Explication : Nous avons déjà vu que les informations de la carte sont stockées et manipulées comme des images mentales. Lors de leur apprentissage, les sujets tentent d'abord de saisir le contour de la carte pour en comprendre l'organisation. Ils vont ensuite compléter la mémorisation de celle-ci en apprenant les détails. Ils partent de la périphérie où leur attention était déjà dirigée pour se concentrer de plus en plus vers le centre.

Il est évident que les sujets vont privilégier cette stratégie dans le cas de cartes déjà structurellement organisées de manière concentrique. Pour des cartes qui comportent plusieurs secteurs, la stratégie d'apprentissage de manière concentrique est aussi utilisée mais vient se combiner avec un processus d'apprentissage basé sur la structure de la carte. Nous voyons donc ici que certaines structures de cartes facilitent leur compréhension rapide et donc leur mémorisation sous la forme d'une image mentale.

3 L'expérience

3.1 Description du dispositif d'expérimentation

3.1.1 Justification théorique

On l'a vu, plusieurs expériences ont prouvé que les propriétés structurelles d'une carte sont très importantes pour aider à la mémorisation d'un texte relatif aux éléments de cette carte et donc de permettre l'apparition de l'effet carte. "Même si les éléments individuels de la carte fonctionnent comme des images ou des dessins pour augmenter la mémorisation du texte, la remémoration est meilleure quand ces éléments sont encodés dans une structure construite." (Kulhavy, Stock et Kealy, 1990)

On a vu aussi qu'une carte met à disposition différents types d'informations spatiales :

- la structure construite, c'est-à-dire les limites entre les différents lieux (murs) et les objets (personnages) qui y résident.
- les distances entre les lieux.
- les directions (points cardinaux) et les relations de proximité entre les éléments.

Nous avons aussi présenté l'expérience qui a permis de montrer un effet sur la mémorisation d'un texte lorsqu'une carte était présentée auparavant. Kulhavy a nommé cet effet "l'effet carte".

Notre expérience tient comme acquis que cet effet existe, mais tente d'aller plus loin dans son l'explication en tentant de définir parmi les trois propriétés structurelles de la carte laquelle est responsable de cet effet ou en tout cas le favorise le plus.

Pour cela, nous allons tenter d'isoler le plus possible chacune de ces trois caractéristiques afin d'étudier le comportement des sujets de chaque groupe ainsi créé.

Nous avons repris la situation "idéale" déterminée par l'expérience de Kuhlavy (1996) c'est-à-dire celle qui favorise le plus la mémorisation : une carte entière étudiée **avant** le texte associé. Mais nous avons créé un matériel nouveau, visible et manipulable uniquement sur un support informatique.

Nous proposons un dispositif présentant le plan d'un bâtiment. Ce plan pourra être étudié selon plusieurs modes de navigation. Chaque mode permettant théoriquement d'isoler une propriété pour l'étudier séparément.

Les trois modes de navigation et donc d'apprentissage proposés sont :

- Une carte présentée de façon traditionnelle, donc en 2D, sera aussi présentée pour obtenir une comparaison avec les résultats obtenus par Kulhavy.
- Une navigation en survol avec une carte représentée en 3D en VRML¹ qui mettra en évidence la structure construite de l'environnement.
- Une navigation par immersion dans la carte, au moyen du VRML, privilégiant les distances entre les lieux et les objets.

¹ Définition du VRML: Le VRML (Virtual Reality Modelling Language) est un langage qui permet de développer des environnements virtuels en 3 dimensions sur le Web. Avant de pouvoir visiter un monde VRML, il faut cependant installer un plug'in , programme d'extension qui saura interpréter le langage.

- Une navigation de type MOO² imposant des déplacements au moyen d'informations sur les points cardinaux et sur la topologie de proximité. De ce type d'environnement, nous n'emprunterons que la manière de se déplacer : en sautant d'un endroit à l'autre et indiquant également les directions.

Nous avons donc quatre groupes de sujets à tester. Nous allons maintenant décrire l'interface utilisée pour l'expérience.

² Définition du MOO : Le MOO est un serveur de réalité virtuelle textuelle (RTV), Une personne connectée sur un MOO va pouvoir à la fois "discuter" avec les personnes connectées et se déplacer virtuellement en sautant d'un endroit à l'autre.

3.1.2 Description du matériel utilisé pour l'expérience et ses justifications

L'interface :

L'environnement créé pour l'expérience est une halle d'exposition virtuelle genre "salon du livre". Cette halle carrée contient quinze stands d'exposition. Chacun de ces stands représente soit un genre littéraire (romans policiers, romans autobiographiques), soit un autre type de publication que l'on peut trouver dans une librairie ou justement dans un salon du livre (CD-Roms éducatifs, encyclopédies). Certains stands sont également nommés de noms d'éditions (éditions de l'Aire, éditions de La Pléiade). Les stands ne contiennent d'autre part aucun objet.

Les parois de la halle d'exposition sont toutes semblables : des murs très hauts avec des bandeaux de fenêtres . L'enveloppe extérieure du bâtiment ne donne donc aucune indication d'orientation.

Quelques arbres sont placés dans l'espace de l'entrée. D'autres forment une allée qui mène vers le "bistrot", une petite place où l'on trouve quelques tables entourées de chaises.

Le module de base des stands est un carré formé par huit poteaux sur lesquels sont posées de larges poutres . Ces poutres, ainsi que les panneaux disposés contre les poteaux contribuent à la compréhension du volume des stands. Le nom attribué à chacun d'eux est inscrit sur les panneaux.

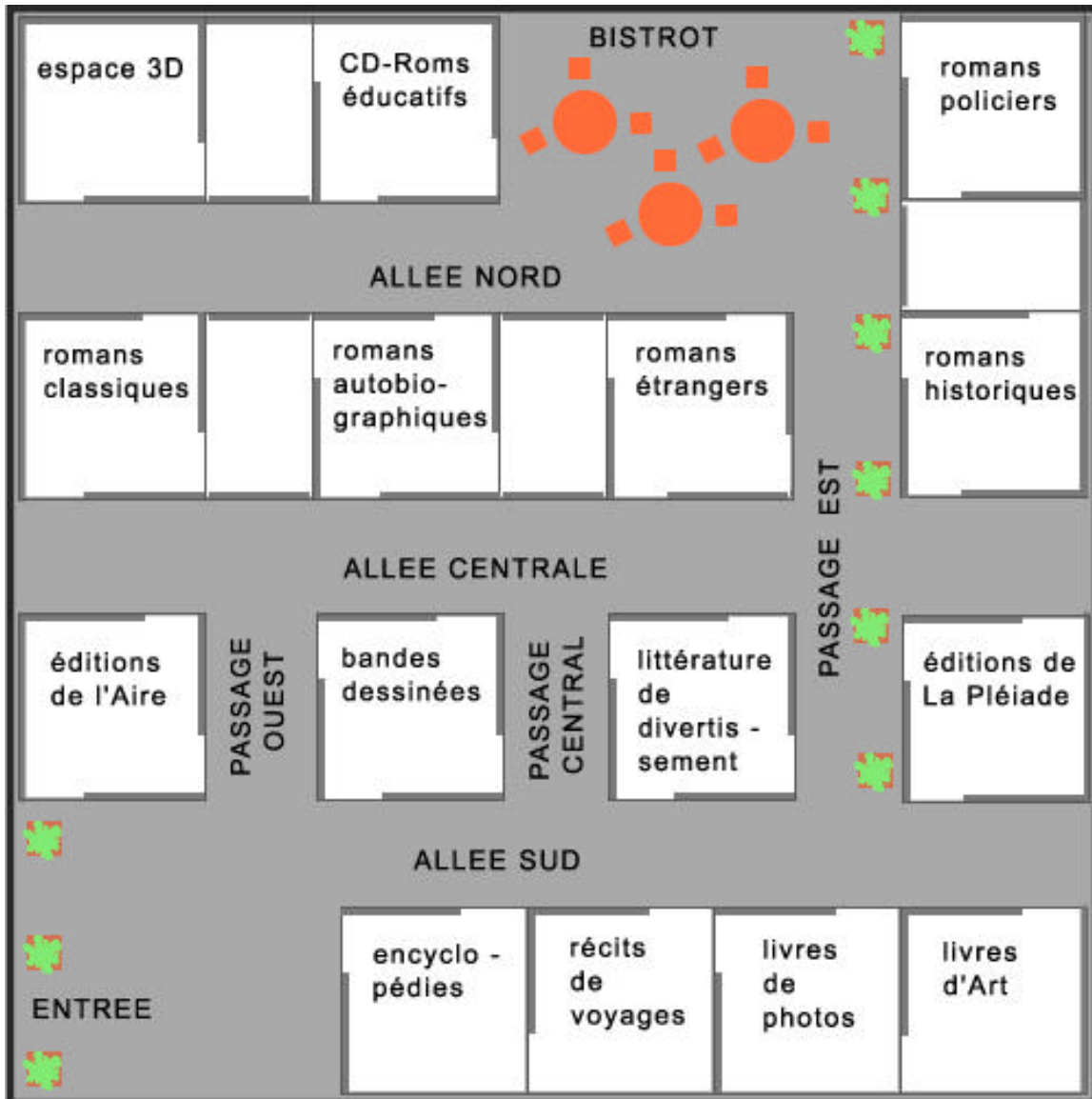
Nous avons essayé de rendre la structure de l'environnement relativement simple pour ne pas la rendre impossible à saisir pour les modes de navigation par immersion dans l'environnement et de type MOO. Les modules sont presque tous disposés selon une trame rectiligne. La difficulté principale pour se faire une image mentale du plan réside dans leur disposition, notamment lorsqu'ils sont regroupés.

Carte de l'environnement en 2D

Cette carte est en fait le plan d'une halle d'exposition, il a été étudié également sur un écran d'ordinateur afin de garder les mêmes conditions expérimentales pour tous les groupes.

Cette carte est aussi visible à l'adresse suivante :

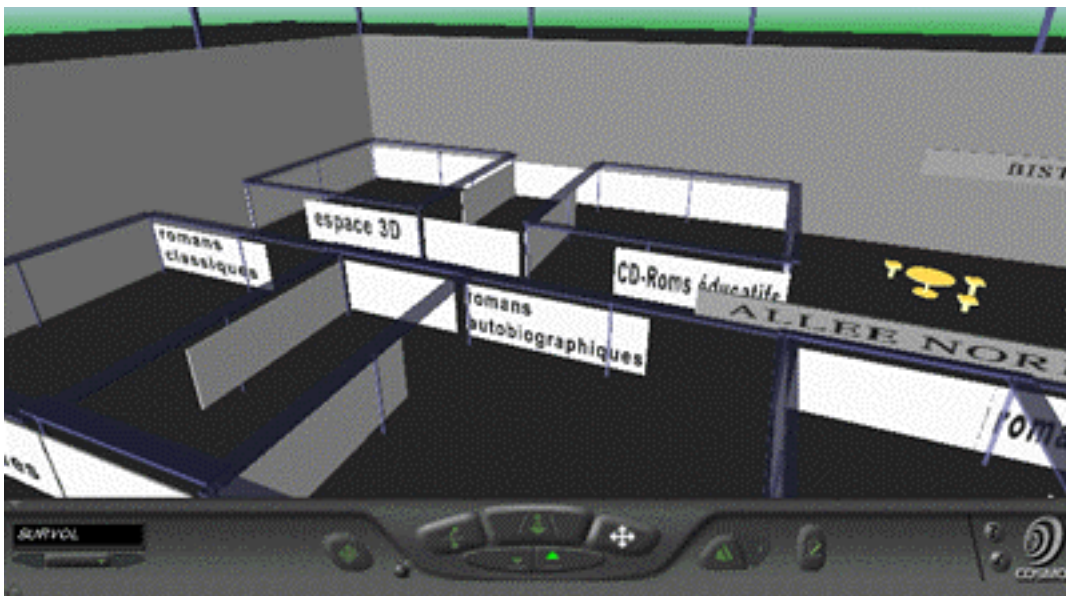
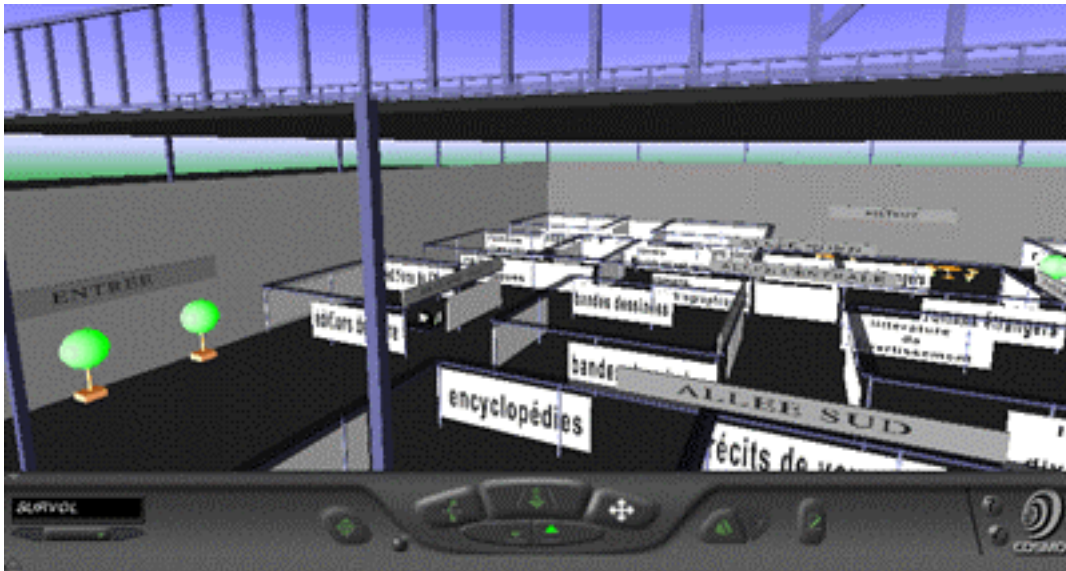
<http://tecfa.unige.ch/staf/staf-e/roulet/tecfa99-2000/memoire/dispositif-plan.html>



Navigation par survol de l'environnement

L'accent est mis sur la structure construite, le plan de la halle ne peut pas être saisi du premier coup d'oeil, comme c'est le cas avec la carte en 2D.

url : <http://tecfa.unige.ch/staf/staf-e/roulet/tecfa99-2000/memoire/dispositif-survol.wrl>



Navigation par immersion dans l'environnement

En observant les images de ce type de navigation, on se rend compte qu'il était difficile en se promenant virtuellement dans la halle d'avoir une vue d'ensemble de son aménagement. Par contre, les distances entre les lieux et les objets devraient être bien mises en évidence. On se rend également bien compte de la neutralité de l'enveloppe extérieure du bâtiment.

url : <http://tecfa.unige.ch/staf/staf-e/roulet/tecfa99-2000/memoire/dispositif-imm.wrl>

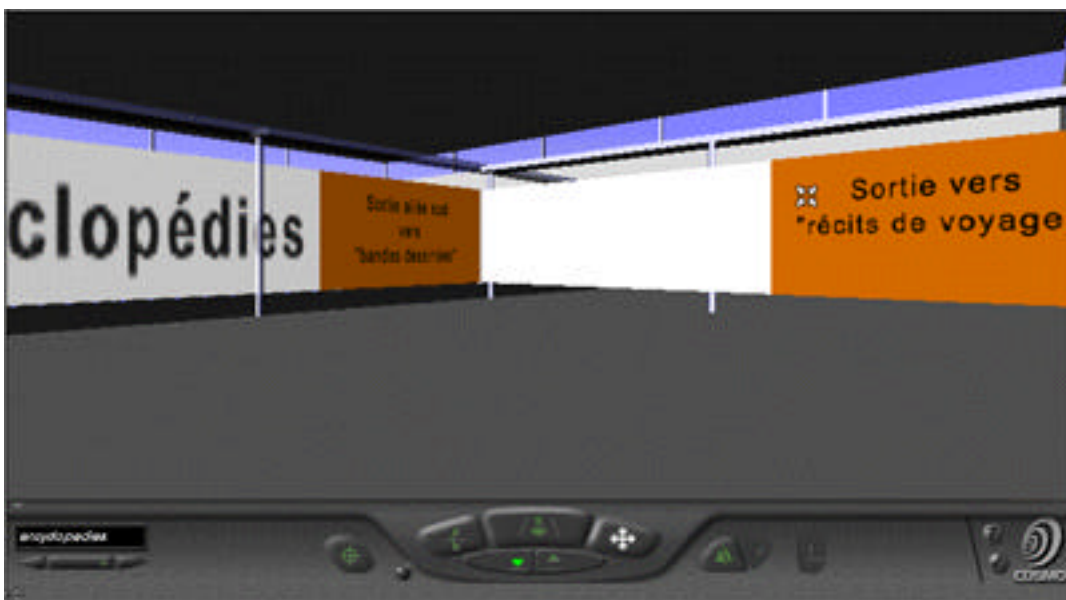


Navigation de type MOO

La navigation de type MOO permet d'isoler les informations sur les points cardinaux et sur la topologie de proximité sans problème. Pour se déplacer, les sujets devaient cliquer sur les portes de sortie des stands. Les informations leur permettant de se repérer étaient écrites sur ces portes. Par exemple : "sortie passage est vers romans policiers".

On peut constater que les noms des rues et des passages contiennent les noms des points cardinaux. Nous avons pu ainsi faciliter et simplifier la compréhension de l'environnement en regroupant les informations.

url : <http://tecfa.unige.ch/staf/staf-e/roulet/tecfa99-2000/memoire/dispositif-moo.wrl>



Le texte

Comme c'est le cas dans l'expérience de Kulhavy, le texte ne décrit en aucun cas la carte ou l'environnement virtuel. On y retrouve par contre les noms des stands et, pour chacun des noms, une phrase ou deux apportant une information. Nous avons également évité de mettre en évidence un parcours en regroupant les stands par thèmes généraux (livres et publications pour la jeunesse, livres illustrés).

Il y a quinze pointeurs dans ce texte, ils correspondent aux noms des stands dans le plan. Le texte est d'autre part composé de vingt-deux phrases.

L'actualité du livre : l'année 2000

Depuis toujours et cette année encore, le lecteur dévore les récits vécus. Le roman autobiographique d' Annie Duperey "Chats de hasard" en est un bon exemple.

Les récits de voyages comblent notre besoin d'évasion. On peut citer le fameux livre "L'usage du monde" de Nicolas Bouvier.

Sur les rayons des librairies, beaucoup de romans étrangers traduits en français. On trouve ainsi des oeuvres d'auteurs anglais, portugais, espagnols et même suédois et hollandais.

En dehors de l'école, les adolescents préfèrent lire de la littérature de divertissement. Par exemple, un titre de la collection "Peur bleue" des éditions J'ai Lu se vend à trente-cinq-mille exemplaires.

Parmi le grand choix de CD-Roms éducatifs, le logiciel Adibou "Je découvre la nature et les sciences" est à conseiller aux enfants entre sept et douze ans.

Les bandes dessinées "Gaston" et "Tintin" sont en légère perte de vitesse.

Les éditions de l'Aire proposent régulièrement des traductions françaises d'auteurs suisses à partir des trois autres langues nationales.

Le dernier des romans historiques de l'auteur Anne Cuneo "Objets de splendeur" connaît un beau succès. Il raconte les amours de Shakespeare et de sa maîtresse Emilia Bassano. Anne Cuneo, qui vit en Suisse, est aussi connue pour ses romans policiers qui mettent en scène le personnage de l'enquêteuse Marie Machiavelli.

Pour ceux qui s'intéressent à la poésie et au théâtre, les éditions de La Pléiade ont sorti une "Anthologie de la poésie française".

Quand aux grands romans classiques comme "l'Etranger" ou "la Peste" d'Albert Camus, ils ne sont pas tombés dans l'oubli.

Dans le domaine des livres illustrés, le marché des livres d'Art n'est pas très florissant. Seule exception, les catalogues des grandes expositions comme les "Couleurs de la mer" au Musée d'Orsay.

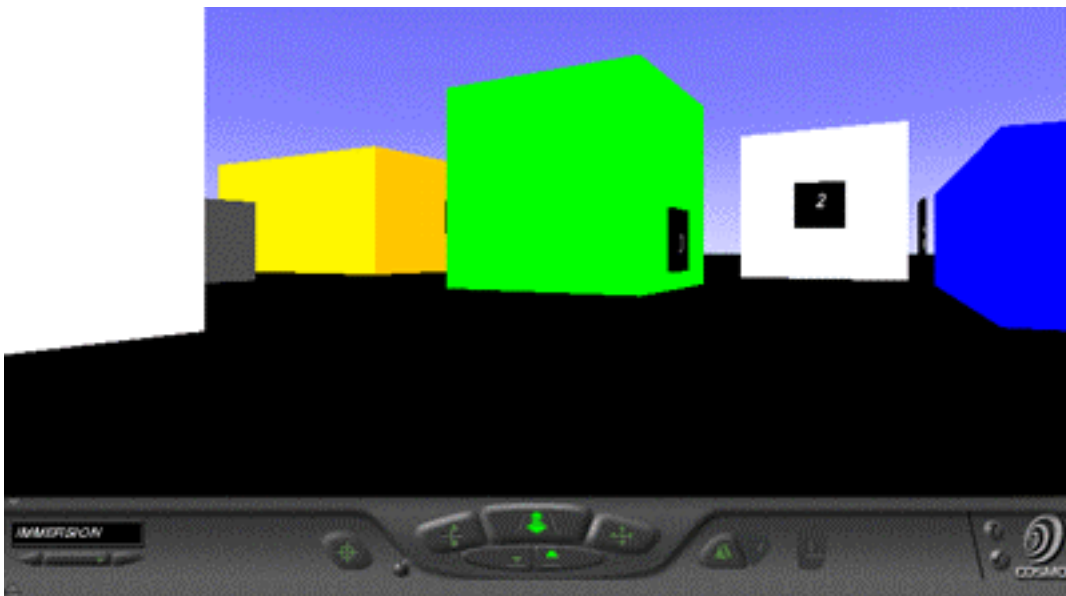
Parmi les livres de photos, on peut remarquer le magnifique travail de Sebastião Salgado, récemment exposé à la Maison européenne de La Photographie à Paris.

Profitant des nouvelles technologies, les encyclopédies adoptent de plus en plus le format électronique moins encombrant et moins cher. Un espace 3D est proposé sur le site Internet d'une grande chaîne de librairies françaises. On peut y commander des produits multimédia en se promenant virtuellement dans le magasin.

3.2 Le déroulement de l'expérience

3.2.1 L'entraînement

Les sujets non habitués à la navigation virtuelle dans un environnement en VRML étaient invités à faire un entraînement préalable. L'entraînement leur proposait soit une navigation en survol, soit une navigation en immersion dans un environnement très simple constitué de six cubes de couleurs. Leur tâche consistait à prendre connaissance avec l'environnement en repérant les numéros placés sur chacun des cubes. Le but de cet entraînement était uniquement de se familiariser avec la navigation VRML et plus particulièrement avec les mouvements nécessaires à une prise de connaissance efficace de l'environnement construit pour l'expérience.



navigation immersive



navigation en survol

3.2.2 L'expérience

Nous avons tout d'abord testé le matériel sur quelques personnes afin d'évaluer son adéquation, notamment pour éviter que la difficulté ne soit trop grande. Nous avons donc demandé à quatre personnes d'étudier chacune un des modes de navigation, puis de redessiner le plan. Ces tests préalables nous ont permis de rectifier certains défauts, mais ont également montré que le niveau de difficulté était correct (ni trop facile, ni trop difficile) et permettrait, à priori, d'obtenir des résultats analysables.

Nous avons également pu observer le comportement des sujets lors de ces tests préalables et affiner les consignes au niveau des temps minimaux et maximaux. Le texte a aussi été rectifié après quelques expériences - test.

Les sujets ont réalisé l'expérience de manière individuelle. Ils étaient soumis au préalable à deux tests d'orientation et de visualisation spatiale de Guilford - Zimmerman³. Les résultats de ces tests nous fourniront des données supplémentaires pour les analyses.

Les sujets étaient ensuite informés qu'ils allaient devoir mémoriser le mieux possible un environnement et qu'ils auraient pour cela une durée de temps libre. Un minimum de cinq minutes et un maximum de vingt leur était cependant imposés pour éviter une trop grande précipitation due à la nervosité ou un excès de temps pris pour l'apprentissage dû lui à un manque de confiance.

Les sujets étaient également rendus attentifs que ce premier apprentissage allait les aider à apprendre ultérieurement un autre document. Ce document était en l'occurrence le texte à mémoriser le mieux possible pendant cinq minutes.

Après une minute de repos, une page blanche était fournie aux sujets. Ceux-ci étaient priés d'y écrire, pendant dix minutes, le plus possibles d'informations contenues dans le texte.

Après cela, on leur demandait pendant encore dix minutes de redessiner le mieux possible le plan de l'environnement visité en numérotant les éléments au fur et à mesure qu'ils étaient dessinés et donc rappelés en mémoire.

3.2.3 La population testée

Au total quarante-huit personnes, donc douze personnes par groupe, ont participé à l'expérience. Dans chaque groupe se trouvaient sept femmes et cinq hommes. Nous avons testé les étudiants et les assistants de l'Université en tentant de rendre les groupes les plus hétérogènes possibles.

³ Les tests de Guilford-Zimmerman ont été conçus pour être utilisés avec des adolescents et de jeunes adultes. Ils peuvent servir à fournir des indications sur les capacités de ces jeunes afin de les aider à choisir leur orientation professionnelle.

Il existe six tests différents, chacun mesurant un type d'aptitude mentale. Nous avons utilisé le test 5 qui mesure les capacités en orientation spatiale et le test 6 qui mesure les capacités en visualisation spatiale.

3.3 Les données et les analyses

3.3.1 Plan expérimental

On a vu que quatre modes d'apprentissage de l'environnement (de la carte) étaient prévus pour l'expérience. Nous avons donc une variable indépendante "mode d'apprentissage" comprenant quatre modalités.

Les sujets masculins et féminins ont été équitablement répartis dans chaque groupe pour éviter une variable supplémentaire qui perturberait les résultats qui nous intéressent.

On obtient quatre conditions expérimentales. Les données récoltées nous fourniront trois types de variables dépendantes :

- Le nombre d'unités d'information restituées est une variable dépendante de type "quantitative discontinue", c'est-à-dire quelle ne peut être constituée que de nombres entiers.
- Le nombre d'unités d'information de type I, II et III (celles-ci sont définies plus loin), soient trois variables supplémentaires qui décomposent les résultats de la première variable.
- Le nombre de pointeurs (mots-clé) est une variable dépendante de même ordre. On distingue : le nombre de pointeurs restitués dans les textes, le nombre de pointeurs restitués dans les dessins en notant également si ceux-ci sont correctement placés ou mis en relation avec les autres.
- Le temps pris par les sujets pour apprendre l'environnement est également une variable dépendante mais de type "quantitative continue", c'est-à-dire quelle pourra contenir des nombres décimaux.

3.3.2 Hypothèses expérimentales

La carte 2D

Théoriquement, l'interface qui devrait permettre d'obtenir les meilleurs résultats au niveau de la mémorisation du texte est celle qui permet d'étudier la carte en 2D. Nous nous attendons d'autre part à obtenir de très bons résultats au niveau des dessins. Nous justifions cette hypothèse par le fait que la carte représentée en 2D est certainement la plus facile à retenir. Rappelons qu'il a été observé que les personnes qui réussissaient à retranscrire le plus précisément (par le dessin) l'emplacement des éléments d'une carte étaient aussi celles qui se rappelaient du plus grand nombre d'éléments du texte. Ces personnes ont donc réussi à construire une image mentale très efficace au niveau de la mémorisation.

Le survol

On devrait également obtenir de bons résultats au niveau du rappel des unités d'information du texte. En effet, l'apprentissage de l'environnement en mode survol fournit un grand nombre d'informations d'un seul coup d'oeil. Cependant, l'interface a été conçue de telle façon que celles-ci ne peuvent pas être toutes captées d'un seul regard comme c'est le cas avec la carte en 2D. On pourrait donc penser qu'il sera moins évident de construire une image mentale du plan, avec pour effet d'entraîner une mémorisation moins efficace des informations du texte étudié ensuite.

L'immersion

Une vision globale de l'environnement virtuel n'est ici jamais possible, les sujets auront des difficultés à le reconstruire mentalement. Nous nous attendons donc aussi à un faible taux de réussite pour redessiner le plan et également à une baisse au niveau des résultats de rappel des éléments du texte

La navigation type MOO

On sait que ce mode d'apprentissage de l'environnement induit une difficulté extrême pour le sujet de se constituer en mémoire une image de la carte. En effet, la navigation de type MOO que nous proposons ne permet à aucun moment une vue d'ensemble de l'environnement. Les sujets auront donc de grandes difficultés pour redessiner la carte. Si l'on se réfère aux observations faites lors des expériences de Kuhlavy, le niveau de rappel du texte devrait également s'en trouver moins bon.

Nous nous attendons à trouver, dans ce groupe, les moins bons résultats à tous points de vue.

3.3.3 Description des différentes analyses

Découpage du texte

Nous avons demandé l'aide d'un professeur de l'Ecole de Traduction et d'Interprétation pour découper le texte en unités d'information. La démarche a été la suivante : nous avons isolé pour chaque pointeur (mot-clé contenus dans la carte) les informations qui le concernaient. Pour cela, nous avons réécrit chaque phrase sous la forme d'un arbre pour bien en comprendre la structure. Nous avons ensuite évalué parmi les informations fournies lesquelles étaient cruciales pour sa compréhension et lesquelles l'étaient dans une moindre mesure. Trois niveaux d'importance décroissante ont été ainsi obtenus (unités de type I, II et III).

Le texte découpé peut être consulté dans la partie Annexes.

Analyse des textes

Comme l'analyse des textes peut se révéler très subjective, trois personnes ont analysé chacune tous les textes rendus par les sujets. Une moyenne des résultats a ensuite été faite.

Nous avons attribué un point pour chaque unité d'information rappelée quelle que soit son niveau d'importance. Nous avons ainsi obtenu des premiers résultats à analyser sous le nom de "variable unité d'information".

Grâce au découpage du texte en unités d'informations classées selon leur importance, nous avons ensuite pu observer plus finement les résultats de chaque groupe.

Analyses mettant en relation les textes et les dessins

Nous avons observé pour chaque sujet :

- le nombre de pointeurs (mots - clé) présents dans le plans et dans les textes restitués en les identifiant en même temps.
- le nombre de pointeurs bien placés en en faisant la liste également.
- nous avons également observé si l'on pouvait observer des séquences de remémorisation dans les textes et dans les dessins.
- tout autre comportement se retrouvant de façon répétée dans chaque groupe.
- le rapport entre le temps d'étude du plan et le nombre de pointeurs présents dans les textes et bien placés dans les plans.

Analyses des dessins seuls

Nous avons observé :

- la stratégie de rappel visualisée sous la forme d'un schéma.
- la présence ou l'absence des éléments tels que les allées et les passages, la signalisation de l'entrée, du bistrot et des arbres.
- tout autre comportement se retrouvant de façon répétée dans chaque groupe.

Critères utilisés pour l'analyse des textes

Nous avons décidé d'accepter les synonymes tant pour les unités d'information que pour les pointeurs, tant que l'idée générale du texte original était restituée. Nous avons accepté, par exemple, "support informatique " à la place de "format électronique ".

D'une manière générale, nous avons tenté de rester cohérents dans notre manière d'analyser les données.

Critères utilisés pour l'analyse des dessins

Nous avons décidé de prendre en compte surtout le positionnement des stands par rapport aux autres, même si les proportions et distances n'étaient pas correctes. Pour le groupe "MOO", nous avons surtout observé si les relations entre les stands correspondaient à la réalité.

Analyses mettant en relation les résultats avec les tests de Guilford-Zimmerman

Ces analyses permettront de vérifier si les résultats sont bien à attribuer au seul effet de notre expérimentation.

3.4 Résultats généraux

3.4.1 Résultats généraux sur la variable "unité d'information"

Condition expérimentale				
Variable	2D	Survol	Immersion	"MOO"
nombre d'unités d'information	22,46	23,33	18,83	28,96

Si l'on fait maintenant un calcul du F, on obtient :

$$[F (3, 44) = 1,99]$$

Le calcul du F établit un rapport entre deux variances : la variance intergroupe et la variance intragroupe. Plus le rapport F augmente (> 1), plus on a de raisons de conclure à l'existence d'un effet expérimental dans les résultats obtenus. Mais il faut également consulter une table qui nous permet de connaître les valeurs critiques du rapport F. Le résultat que nous obtenons ici n'est pas très significatif (valeurs critique = 2,80), probablement à cause des variances importantes à l'intérieur des groupes.

Faisons le même calcul en tenant compte cette fois des six meilleurs résultats de chaque groupe :

Condition expérimentale				
Variable	2D	Survol	Immersion	"MOO"
nombre d'unités d'information	29,58	30,25	27,16	38,66

Le calcul du F nous donne cette fois : $[F (3, 20) = 3,62]$

Ce résultats indique clairement que certains des résultats obtenus lors de l'expérience sont dû à un effet expérimental (valeur critique = 3,098).

Nous voyons que les résultats restent dans les mêmes proportions pour les groupes "2D", "survol" et "immersion". Par contre, on trouve plus d'écart entre ces trois groupes et le groupe "MOO".

Nous allons maintenant faire des calculs du F en prenant les groupes deux par deux. Nous aurons ainsi des données supplémentaires.

2D - survol	[F(1,10) =0,05] t = 0,079
2D - immersion	[F(1,10) =0,43] t = 0,657
2D - MOO	[F(1,10) =5,52] t = 2,275
survol - immersion	[F(1,10) =0,74] t = 0,976
survol - MOO	[F(1,10) =4,97] t = 2,265
immersion - MOO	[F(1,10) =7,08] t = 2,661

Calcul du F : la valeur critique est ici de 4,96. Nous voyons que nous trouvons des résultats significatifs lorsque nous comparons les résultats du groupe "MOO" avec les trois autres.

Le test de Student (t) : donne des indications sur l'influence de la condition expérimentale sur la moyenne des unités d'informations dans les groupes.

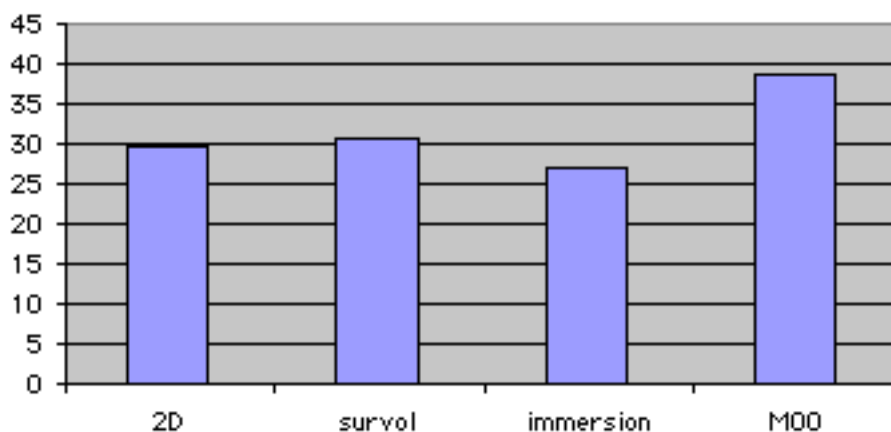
Nous observons des résultats comparables à ceux trouvés en calculant le F. En effet, la valeur critique pour le t calculé étant de 1,812 (degré de liberté = 10), seules les mises en relation de chaque groupe avec le groupe "MOO" sont significatives.

Nous constatons que les hypothèses de départ ne sont pas toutes vérifiées : contrairement à celles-ci, le groupe ayant obtenu les meilleurs résultats, au niveau du rappel d'unités d'information du texte, est le groupe "MOO". Il semble cependant se confirmer que les résultats de ce groupe soient dûs à la condition expérimentale.

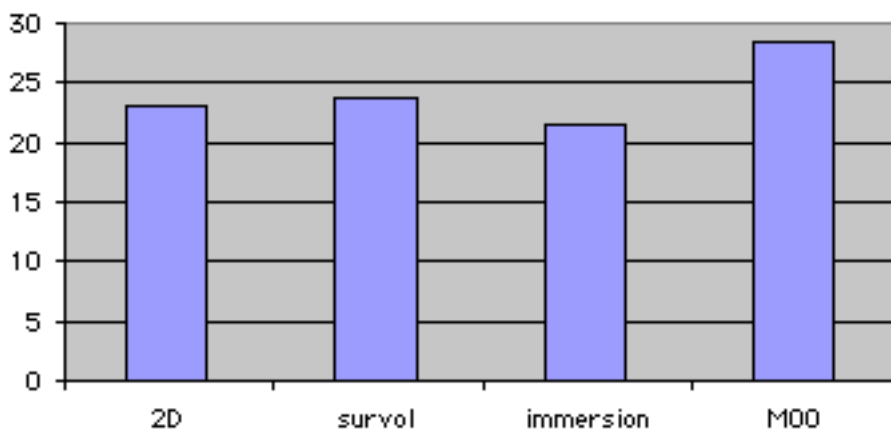
Nous allons maintenant procéder à une analyse plus fine et observer le niveau de rappel des unités d'information du texte en décomposant ceux-ci selon les trois niveaux d'importance que nous avons présentés plus haut.

3.4.2 Analyse plus fine en tenant compte des niveaux I , II et III

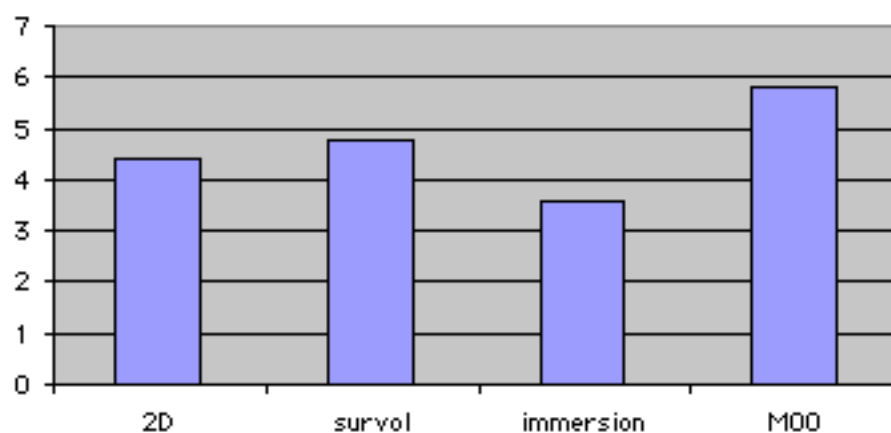
Moyennes des unités d'information



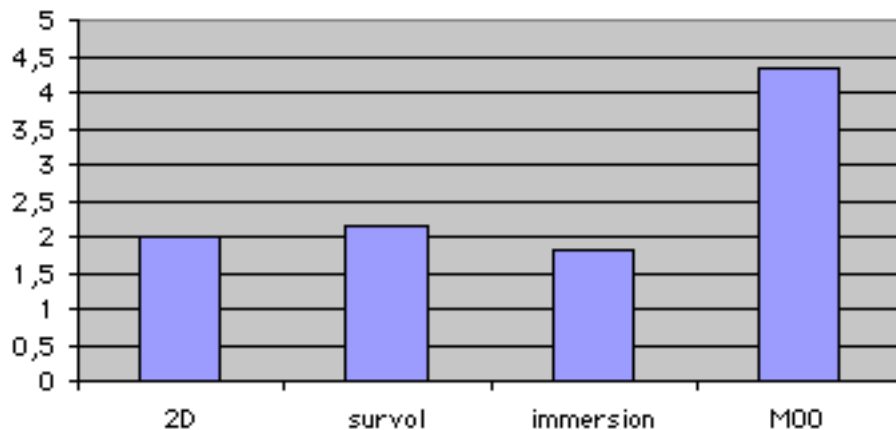
Moyennes des unités de type I



Moyennes des unités de type II



Moyennes des unités de type III



Nous constatons immédiatement que les histogrammes concernant les unités I et II reprennent presque exactement les proportions de celui représentant le nombre général d'unités d'information. Par contre, l'histogramme représentant les unités d'information de type III, nous montre des écarts plus importants entre les groupes. Essayons de faire quelques calculs statistiques pour voir si on obtient des résultats significatifs :

Un calcul du F sur les résultats des quatre groupes au niveau du nombre d'unités de type III restituées donne :

[$F(3, 20) = 3,12$], avec une valeur critique de 3,098.

En prenant ensuite les groupes deux par deux on ne trouve de résultat significatif qu'entre les groupes "immersion" et "MOO" :

[$F(1, 10) = 4,977$], valeur critique = 4,964.

Nous pouvons faire une constatation supplémentaire : il semble que la conditions expérimentale à laquelle étaient soumis les sujets du groupe "MOO" ait favorisé une mémorisation plus approfondie des informations données par le texte. En effet, ceux-ci fournissent en moyenne pratiquement deux fois plus d'unité d'information provenant du niveau III que le groupe "immersion".

Nous allons maintenant essayer de comprendre les résultats issus des quatre conditions expérimentales en analysant plus précisément les données. Nous espérons notamment pouvoir identifier des stratégies communes aux sujets de chacun des groupes et ainsi formuler des explications.

3.5 Analyse complémentaire du groupe "carte 2D"

Rappel des hypothèses

En accord avec les expériences de Kulhavy décrites dans la partie théorique, ce groupe a été soumis à des conditions idéales pour une bonne mémorisation du texte associé à un plan préalablement étudié et mémorisé.

Nous avons cependant pu constater que cette hypothèse n'est pas vérifiée.

Pointeurs et unités d'information

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
nbre unités d'info	6,5	9,5	15	15,5	22	23,5	23,5	26	28,5	28,5	32	39	22,4
nbre pointeurs textes	14	9	4	8,5	10	8	10	12,5	8	12	10	15	10,1
nbre pointeurs dessins	15	12	2	6	10	13	13	13	15	13	14	15	10,6

Nous allons maintenant faire des calculs de corrélations, afin de déterminer si ces résultats sont liés entre eux.

Le résultat est toujours un chiffre entre 0 et 1. Plus celui-ci est proche du 1, plus on peut déduire qu'une corrélation plus ou moins forte existe entre les deux variables. Un chiffre négatif indiquera une corrélation négative, c'est-à-dire qu'aucun rapport n'existe entre les résultats des variables.

Nous n'allons prendre en considération que les six meilleurs résultats du groupe afin pouvoir comparer les données fournies tout au long du travail.

Corrélations

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

nbre unités d'info - nbre pointeurs textes : 0,57

nbre unités d'info - nbre pointeurs dessins : 0,71

nbre pointeurs textes - nbre pointeurs dessins : - 0,02

On constate que, dans ce groupe, le nombre d'unités d'informations rappelées et le nombre de pointeurs des textes et des dessins sont fortement corrélés.

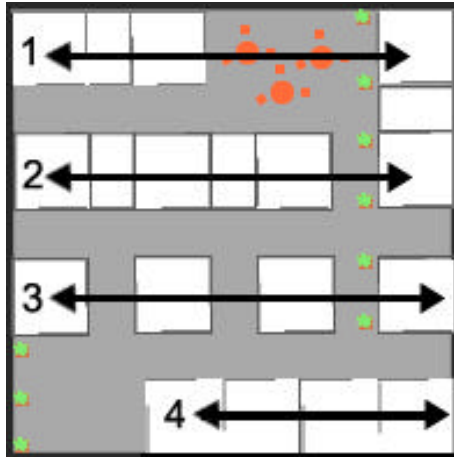
En d'autres termes, le taux de rappel des unités d'information est lié à celui des pointeurs.

Si l'on observe le tableau des résultats, on voit en effet que, dans la majorité des cas, plus le premier résultat augmente, plus le deuxième est également élevé.

D'autre part, et d'une manière générale pour ce groupe, les pointeurs ne sont pas rappelés dans le même ordre dans les documents dessinés et écrits rendus par les sujets. Nous verrons, après avoir passé en revue les résultats des autres groupes si l'on peut en déduire quelque chose.

Les stratégies du groupe "2D" :

Stratégies de rappel : le cas des dessins



Le dessin du plan se fait en général selon le sens de la lecture : de haut en bas et de gauche à droite. Avec parfois une alternance avec un sens "droite-gauche".

Nous avons d'autre part constaté que les sujets avaient tendance à "planter le décor" dans un premier temps. C'est-à-dire qu'ils placent l'entrée, le bistrot, les rues et l'emplacement des stands, autrement dit les informations structurelles de base, avant de placer les noms dans les stands.

Nous avons ainsi observé que dans les dessins des plans rendus par les sujets le rappel de l'emplacement des différents pointeurs se faisait souvent et de façon très logique selon les regroupements des stands. Nous avons ainsi identifié cinq séquences que nous présentons au point suivant.

Stratégies textes et dessins : les séquences



- 15 - 5
- 14 - 2 - 13 - 12
- 11 - 1 - 3
- 7 - 6 - 4 - 10
- 8 - 9

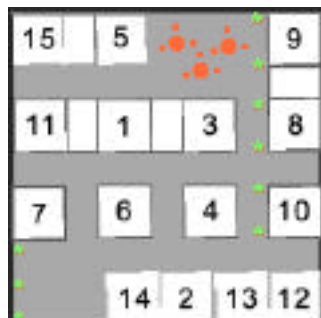
Nous avons observé que ces séquences se retrouvaient régulièrement aussi dans les textes.

Note : en règle générale, le rappel d'un pointeur est suivi des informations qui s'y rapportent.

Les séquences comportent deux ou trois éléments ou "pointeurs" et correspondent en général à un regroupement logique par catégorie (par exemple "Cd-Roms éducatifs" et "3D").

Il faut préciser que la numérotation des pointeurs suit l'ordre de leur apparition dans le texte. On remarque que dans certaines séquences ou fragments de séquences, identifiées dans le plan, on retrouve un ordre présent dans le texte (par exemple "romans policiers" et "romans historiques"). Nous en reparlerons plus tard, mais il est probable que cette particularité a pu gêner l'analyse des résultats.

Tableau des séquences présentes simultanément dans les textes et les dessins



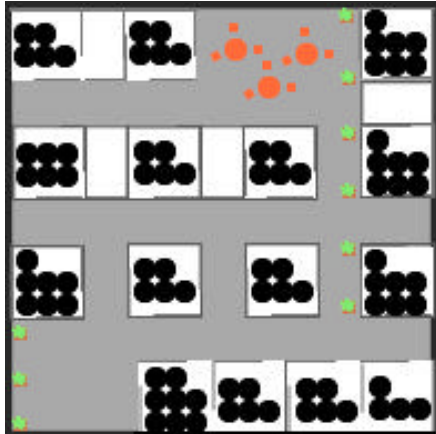
	séquences	nbre d'unités d'info
1	8 - 9	39
2	9 - 5	32
3	7 - 6 - 4	28,5
4	8 - 9	28,5
5	-	26
6	4 - 10	23,5
7	-	23,5
8	6 - 4	22
9	1 - 3	15,5
10	5 - 15	15
11	6 - 4	9,5
12	8 - 9 11 - 1 - 3	6,5

Pour le groupe "2D", nous constatons que presque tous les sujets (10 sur 12) ont **une seule** séquence présente à la fois dans le texte et dans le dessin qu'ils ont fait du plan.

Cependant, en dehors de cette séquence unique, on ne peut retrouver pour aucun d'entre eux une logique systématique commune au texte et au dessin du plan. C'est-à-dire, par exemple, que les pointeurs ne sont, en général, pas restitués selon le même ordre dans le texte et dans le dessin.

Plan des zones les mieux mémorisées

Chaque point sur ce schéma représente un pointeur correctement placé et rappelé dans le plan par un sujet. Nous voyons que les zones les mieux mémorisées se situent près de l'entrée et le long de l'allée d'arbre qui mène au "bistrot".



Résultats et tests d'aptitude spatiale

Tableau prenant en compte les résultats du test de Guilford-Zimmerman et le nbre de pointeurs texte et dessin. En effet, les pointeurs étant situés spatialement dans le plan, on pourrait penser qu'ils seront mieux restitués (nbre et précision) par les meilleurs en terme d'aptitude spatiale.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
test 5	9	15,5	14	0	25,5	6,5	6,5	15,25	16,5	29,75	4,5	28,5	14,3
test 6	1,5	21	4,5	0,75	10	19,25	19,25	12	19,75	13,75	1,25	25,5	12,4
point. bien placés (dess.)	14	12	0	1	0	1	1	6	5	15	9	13	6,4
rappel nbre unités d'info	6,5	9,5	15	15,5	22	23,5	23,5	26	28,5	28,5	32	39	22,4

Corrélations

Ce calcul ne prend en considération que les six meilleurs :

test 5 - nombre de pointeurs bien placés : 0,68

test 6 - nombre de pointeurs bien placés : 0,16

Il semble que qu'une bonne aptitude en orientation spatiale influence la capacité des sujets à placer correctement les pointeurs quand ils redessinent le plan de mémoire.

Les résultats et la variable "temps"

Corrélation temps d'étude du plan et test 5, test 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
test 5	9	15,5	14	0	25,5	6,5	6,5	15,25	16,5	29,75	4,5	28,5	14,3
test 6	1,5	21	4,5	0,75	10	19,25	19,25	12	19,75	13,75	1,25	25,5	12,4
temps d'étude	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,5	5	5	5,04

Il est difficile de tirer des conclusions sur le rapport entre "temps d'étude" et aptitudes spatiales pour ce groupe. En effet, on constate que presque tous les sujets ont utilisé le temps minimum imposé pour l'apprentissage du plan.

Corrélations temps d'étude du plan et nombre de pointeurs textes et dessins

Il est possible que le temps passé à étudier un environnement influence la mémorisation des éléments textuels placés dans celui-ci.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
temps d'étude	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5,5	5	5	5,04
nbre point. texte	14	9	4	8,5	10	8	10	12,5	8	12	10	15	10,1
nbre point. dessins	15	12	2	6	10	13	13	13	15	13	14	15	10,6
rappel nbre unités d'info	6,5	9,5	15	15,5	22	23,5	23,5	26	28,5	28,5	32	39	22,4

Dans le cas présent, il est inutile de faire des calculs de corrélation entre ces variables, car le temps d'étude est presque toujours le même.

3.6 Analyse complémentaire du groupe "survol"

Rappel des hypothèses

On devrait obtenir de bons résultats au niveau de la restitution des unités d'information du texte. En effet, l'apprentissage de l'environnement en mode survol fournit un grand nombre d'informations d'un seul coup d'oeil. Cependant, l'interface a été conçue de telle façon que celles-ci ne peuvent pas être toutes captées d'un seul regard comme c'est le cas avec la carte en 2D. On pourrait donc penser qu'il sera moins évident de construire une image mentale du plan, avec pour effet d'entraîner une mémorisation moins efficace des informations du texte étudié ensuite.

Pointeurs et unités d'information

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
nbre unités d'info	9	9	14	19,5	23	24	25	25,5	29	30	34	38	23,3
nbre pointeurs textes	8	10	9,5	12	8	8	13	7	11	13,5	14	15	10,75
nbre pointeurs dessins	9	15	11	14	14	13	13	11	9	15	14	13	12,6

Corrélations

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

nbre unités d'info - nbre pointeurs textes : 0,69

nbre unités d'info - nbre pointeurs dessins : 0,30

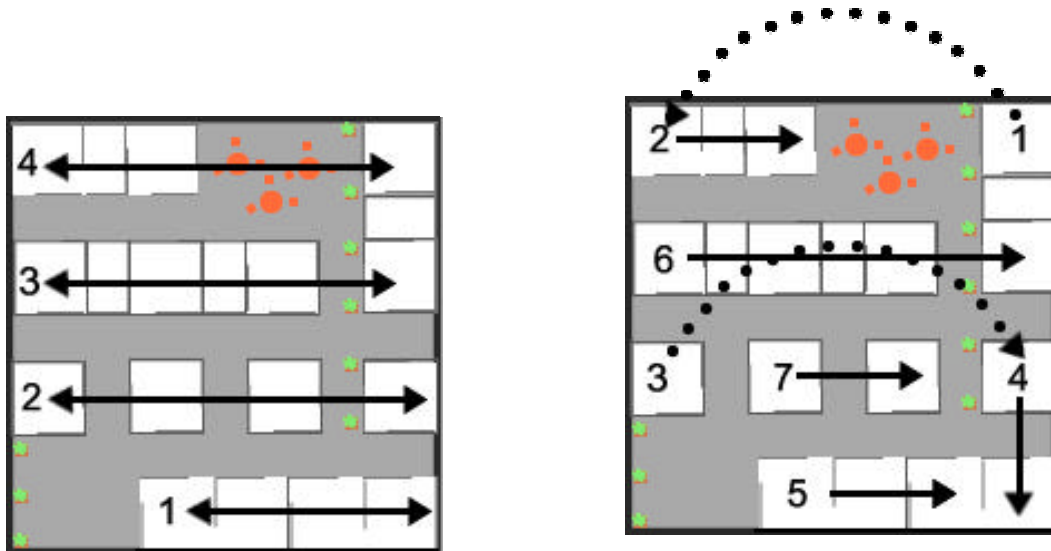
nbre pointeurs textes - nbre pointeurs dessins : 0,63

On voit ici que le rappel des pointeurs du texte est en général suivi des informations qui s'y rapportent. (forte corrélation calculée). De même, les pointeurs sont bien reportés dans les deux types de documents (forte corrélation).

Par contre, la corrélation entre le nombre d'unités d'information et le nombre de pointeurs des dessins est moins forte que pour le groupe 2D (0,71). Nous verrons plus tard si l'on peut en déduire quelque chose.

Les stratégies du groupe "survol"

Stratégies de rappel : le cas des dessins



Dans ce groupe, on peut identifier trois types de stratégies principales :

- une stratégie consistant à placer tout d'abord les éléments se trouvant dans les angles, puis à remplir le centre de la halle.
- une stratégie restituant le trajet en mode survol : de bas en haut.
- une stratégie consistant à restituer les éléments du plan deux par deux. Celle-ci pouvant être couplée avec l'une des deux stratégies présentées ci-dessus ou montrer une manière personnelle donc difficile à cataloguer de mémorisation du plan.

Nous avons d'autre part constaté que, comme pour le groupe "2D", les sujets avaient tendance à "planter le décor" dans un premier temps. C'est-à-dire qu'ils plaçaient l'entrée, le bistrot, les rues et l'emplacement des stands, autrement dit les informations structurelles de base, avant de placer les noms dans les stands.

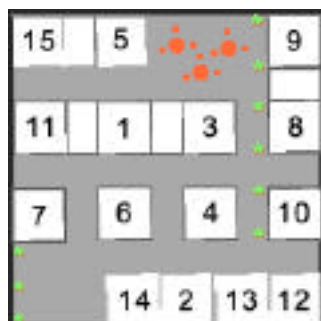
Stratégies textes et dessins : les séquences

Comme pour le groupe analysé précédemment, on observe des séquences de rappel dans les documents rendus. Cependant, celle-ci ne correspondent pas ici au regroupement des stands, mais suivent le "sens de la visite" virtuelle en mode survol, c'est-à-dire de bas en haut.

Les séquences repérées dans les textes et dans les dessins sont d'autre part souvent situées dans les bords de la halle. Ce qui est assez logique si l'on rappelle les expériences de Rossano et Morrison(1996) qui ont constaté que les sujets avaient tendance à mémoriser les éléments d'une carte de manière concentrique : les éléments les plus éloignés du centre étant appris en premier lieu, et les éléments situés au centre étant appris en dernier. Cette stratégie semble aider à établir la forme générale de l'environnement.

On ne retrouve en général pas le même ordre de rappel entre les pointeurs textes et les pointeurs dessins. On observe également que des séquences présentes dans le texte mais absentes des dessins représentent des relations correctes, on peut en outre y retrouver une logique issue de l'apprentissage de l'environnement (de bas en haut ou suivant les bords).

Tableau des séquences présentes simultanément dans les textes et les dessins

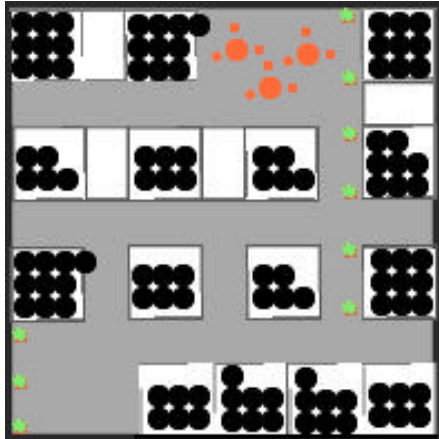


	séquences	nombre unités d'info
1	15 - 5 12 - 13 - 10 4 - 6 - 11 - 1 - 8	38
2	15 - 5 10 - 9 - 8 4 - 11 7 - 1 6 - 3 12 - 13 - 14	35
3	7 - 11 - 15 - 5 - 9 - 8 - 3 - 1 - 10 - 4 - 6 12 - 13 - 2	30,5
4	2 - 1 - 3	30
5	7 - 4	25,5
6	4 - 10 1 - 3	25
7	12 - 13 - 8 2 - 7 - 11 3 - 4 - 6	24
8	8 - 9 3 - 4 - 13 - 14	23
9	5 - 6 8 - 10	19,5
10	-	14
11	-	9
12	15 - 9 7 - 1	9

Dans ce groupe, le plan est souvent moins fidèle à l'original. Les séquences identifiées dans le tableau ci-dessus correspondent au dessin fait par le sujet et le texte qu'il a rendu.

On observe que les sujets chez qui on identifie plusieurs séquences ou de longues séquences sont aussi ceux qui obtiennent le meilleur taux de rappel au niveau des unités d'information.

Plan des zones les mieux mémorisées



Ce schéma confirme que les zones les mieux mémorisées se situent sur les bords de la halle.

Les résultats et les tests d'aptitude spatiale

Corrélations entre le test 5, le test 6 et le nombre de pointeurs bien placés dans les dessins

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
test 5	18	11	9,5	2,25	10,5	17,25	10,5	24,75	11	15,25	18	9,25	13,1
test 6	8,75	7,25	7	24,25	12	27,25	11,5	19,25	7,25	12	8,75	18	13,6
point. bien placés	13	6	4	7	13	11	7	6	6	15	12	9	9,1
rappel nombre unités d'info	9	9	14	19,5	23	24	25	25,5	29	30	34	38	23,3

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

test 5 - nombre de pointeurs bien placés : 0,030

test 6 - nombre de pointeurs bien placés : - 0,19

Il semble que l'aptitude spatiale n'influence pas ici la capacité des sujets à placer correctement les pointeurs quand ils redessinent le plan de mémoire.

Les résultats et la variable "temps"

Corrélation temps d'étude du plan et test 5, test 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
test 5	18	11	9,5	2,25	10,5	17,25	10,5	24,75	11	15,25	18	9,25	13,1
test 6	8,75	7,25	7	24,25	12	27,25	11,5	19,25	7,25	12	8,75	18	13,6
temps étude	14	7,5	6,5	7,5	15	9,5	12	6	9	10	10	11	9,8

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

temps d'étude - test 5 : - 0,82

temps d'étude - test 6 : - 0,35

On a ici la confirmation que les sujets qui ont de bonnes aptitudes spatiales ont pris moins de temps pour étudier l'environnement.

Corrélations temps d'étude du plan et nombre de pointeurs textes et dessins

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
temps d'étude	14	7,5	6,5	7,5	15	9,5	12	6	9	10	10	11	9,8
nbre point. texte	8	10	9,5	12	8	8	13	7	11	13,5	14	15	10,75
nbre point. dessins	9	15	11	14	14	13	13	11	9	15	14	13	12,6

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

temps d'étude - nbre de pointeurs textes : 0,88

temps d'étude - nbre de pointeurs dessins : 0,49

Nous voyons ici que le temps d'étude a influencé le taux de rappel des pointeurs textes et dessins.

3.7 Analyse complémentaire du groupe "immersion"

Rappel des hypothèses

Nous nous attendions pas à obtenir de bons résultats dans ce groupe, à cause de la difficulté théorique de se représenter le plan en mémoire.

Pointeurs et unités d'information

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
nbre unités d'info	4,5	6	8	12	15	17,5	18	20	25	32	33	35	16,1
nbre pointeurs texte	9,5	13	9	6	8,5	12	4	11,5	10	9	8	6	8,87
nbre pointeurs dessins	13	7	2	4	4	14	12	11	11	6	5	0	7,42

Corrélations

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

unités - pointeurs textes : - 0,03

unités - pointeurs dessins : - 0,92

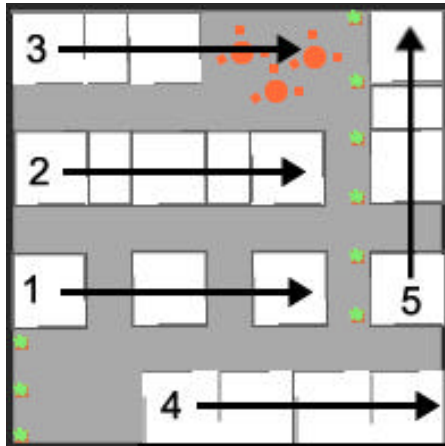
pointeurs textes - pointeurs dessins : 0,23

Nous voyons ici que le rappel des pointeurs dans les textes n'a pas forcément été suivi des informations qui les concernaient (pas de corrélation existante). La corrélation est même négative dans le calcul mettant en relation les unités d'information et le nombre de pointeurs rappelés dans les dessins. Ce qui montre que les sujets semblent n'avoir pas ou peu utilisé leur apprentissage virtuel pour mémoriser le texte.

On retrouve une certaine cohérence dans le taux de rappel des pointeurs dans les textes et dans les dessins (corrélation existante).

Les stratégies du groupe "immersion"

Stratégies de rappel : le cas des dessins



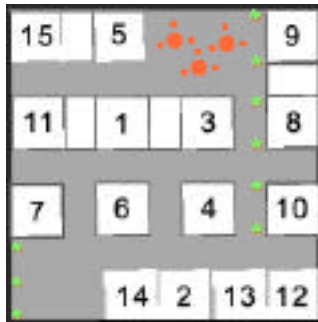
Stratégies textes et dessins

Il a été difficile d'identifier des stratégies communes entre les textes et les dessins rendus pour ce groupe. Nous pouvons cependant faire quelques constatations :

on retrouve, chez les sujets qui ont obtenu un bon résultat au niveau du rappel des unités d'information textuelles, une logique dans leurs dessins correspondant à un parcours ou à des fragments de parcours virtuel. Il semble cependant que les sujets ne se soient pas beaucoup servi de leur apprentissage virtuel. En effet, on ne retrouve pas dans les textes de ces sujets de rapport entre ce parcours restitué et l'ordre de remémoration des pointeurs. Cet ordre correspond souvent à une autre logique personnelle (par exemple mnémotechnique : "tous les pointeurs qui concernent les enfants" ou "éditions de l'Aire et livre d'Art" où l'on retrouve les même sons).

Cette constatation confirme et explique le calcul des corrélations entre le nombre d'unités d'informations rappelées et le nombre de pointeurs retrouvés dans les dessins.

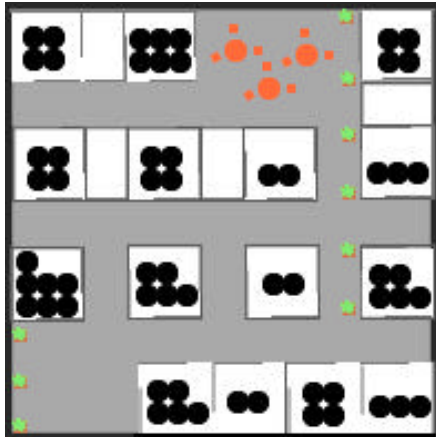
Tableau des séquences présentes simultanément dans les textes et dans les dessins



	séquences	nbre unités d'info
1	-	35
2	-	33
3	-	32
4	15 - 5 4 - 10	25
5	7 - 12 - 13 - 14	20
6	3 - 8 7 - 4	18,5
7	12 - 13 1 - 3 - 5 14 - 2	18
8	-	12
9	-	15
10	-	8
11	7 - 6	6
12	7 - 14	4,5

Chez ceux qui ont obtenu les meilleurs résultats, on constate une mémorisation uniquement basée sur le texte (on peut identifier des trucs mnémotechniques), on trouve aussi chez d'autres une stratégie assimilable à celle du groupe "2D" chez ceux qui ont bien réussi à se faire une image mentale de la carte.

Plan des zones les mieux mémorisées :



Ce schéma confirme la mauvaise mémorisation du plan. La zone de l'entrée est par contre un peu mieux rappelée.

Les résultats et les tests d'aptitude spatiale

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
test 5	0	18	5,5	18,25	3,25	7	24,75	16	22	22,5	11	9,25	13,1
test 6	17,25	8,75	5	23	1,25	9,75	33,5	18	26,25	25,25	7,25	18	16,1
nbre point. bien placés	8	3	1	0	3	14	7	1	10	5	1	0	4,42
rappel nbre unités d'info	4,5	6	8	12	15	17,5	18	20	25	32	33	35	16,1

Corrélations

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

test 5 - nombre de pointeurs bien placés : 0,855

test 6 - nombre de pointeurs bien placés : 0,756

Il semble que l'aptitude spatiale influence ici la capacité des sujets à placer correctement les pointeurs quand ils redessinent le plan de mémoire.

Les résultats et la variable "temps"

Corrélation temps d'étude du plan et test 5, test 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
test 5	0	18	5,5	18,25	3,25	7	24,75	16	22	22,5	11	9,25	13,1
test 6	17,25	8,75	5	23	1,25	9,75	33,5	18	26,25	25,25	7,25	18	16,1
temps d'étude	20	10	8	14	11	8	8,5	20	7,5	10	5	5	10,5

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

temps d'étude - test 5 : 0,20

temps d'étude - test 6 : 0,09

Nous n'observons pas de corrélation réellement significative.

Corrélation temps d'étude du plan et nombre de pointeurs textes et dessins

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
temps d'étude	20	10	8	14	11	8	8,5	20	7,5	10	5	5	10,5
nbre point. texte	9,5	13	9	6	8,5	12	4	11,5	10	9	8	6	8,87
nbre point. dessins	13	7	2	4	4	14	12	11	11	6	5	0	7,42

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

temps d'étude - nbre de pointeurs textes : 0,6

temps d'étude - nbre de pointeurs dessins : 0,53

Nous voyons ici que le temps d'étude a influencé le taux de rappel des pointeurs textes et dessins.

3.8 Analyse complémentaire du groupe "MOO"

Rappel de l'hypothèse :

A cause de l'extrême difficulté théorique à se représenter le plan en mémoire, nous nous attendions à obtenir les moins bons résultats au niveau du rappel des unités d'informations du texte, mais aussi au niveau du dessin du plan.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
nombre d'unités d'info	15,5	15,5	19,5	21,5	21,5	22	28	33	37	41	43	50	28,96
nombre de pointeurs de texte	9,5	12	5	2	10	7	8,5	12,5	10,5	11	9	11	9
nombre de pointeurs de dessins	11	15	5	4	6	10	9	13	5	8	12	14	9,3

Corrélations

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

unités - pointeurs de textes : 0,19

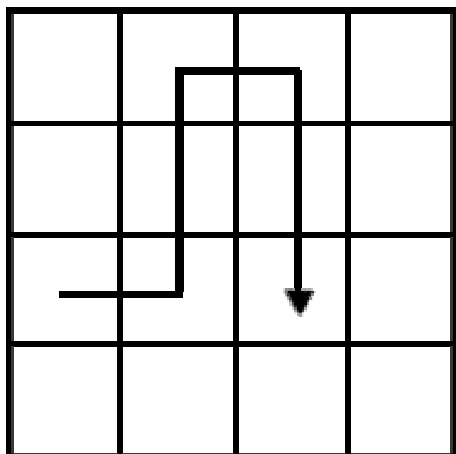
unités - pointeurs de dessins : 0,40

pointeurs de textes - pointeurs de dessins : 0,36

On trouve une relativement faible corrélation entre le nombre d'unités d'informations rappelées et le nombre de pointeurs retrouvés dans les textes. Par contre, il existe une corrélation entre le rappel des pointeurs sur les dessins et le nombre d'unités rappelées dans les textes.

Les stratégies du groupe "MOO"

Stratégie de remémorisation dessin



Comme on le voit sur ce schéma, lors du dessin du plan, les sujets ont eu tendance à diviser le carré représentant les murs extérieurs en un grille, sans mettre de rues (certains l'ont fait tout de même). D'autre part, l'orientation est rarement correctement restituée.

Cependant, si le plan n'est, en général, pas représentatif, certaines relations de proximité entre les différents stands ou pointeurs sont souvent correctement rétablies.

Presque tous les sujets ont commencé leur dessin en plaçant les "éditions de l'Aire".

Cela ne nous surprend pas, car c'était le point de départ de l'exploration de la halle d'exposition. Les relations de proximité le mieux et le plus souvent restituées sont d'ailleurs celles associées à ce stand.

Stratégies textes et dessins

Nous avons essayé de comprendre la démarche de mémorisation des sujets soumis à la condition de navigation de type MOO. Pour cela, nous avons tenté de voir si l'on pouvait identifier des séquences présentes à la fois dans les dessins et dans les textes.

Nous avons alors constaté qu'on pouvait retrouver deux types de logique de restitution des pointeurs, communes entre textes et dessins.

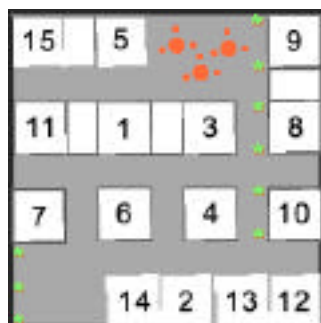
Une première logique correspond à des relations de proximité existantes que le sujet a expérimentées lors de son trajet virtuel. Comme nous l'avons dit plus haut, celle-ci est souvent présente pour les pointeurs placés au début du parcours. (éditions de l'Aire, bandes dessinées, romans classiques, espace 3D).

La deuxième logique, qu'on ne retrouve pas dans les autres groupes, nous semble extrêmement intéressante au niveau du processus de mémorisation : elle montre que certains sujets du groupe "MOO" ont recouru à une organisation personnelle des pointeurs selon une logique qui leur est propre, mais qui est tout de même inspirée en partie par leur apprentissage virtuel. Cette logique personnelle semble les avoir aidé à se rappeler des informations du texte, car on la retrouve chez ces sujets dans les deux documents restitués (texte et dessin).

Les sujets semblent avoir constitué une carte en mémoire qui leur a permis de mémoriser de manière efficace les informations du texte.

Nous avons identifié cette logique en comparant l'emplacement des pointeurs rappelés dans les dessins avec l'ordre des pointeurs restitués dans les textes.

Tableau des séquences présentes simultanément dans les textes et dans les dessins

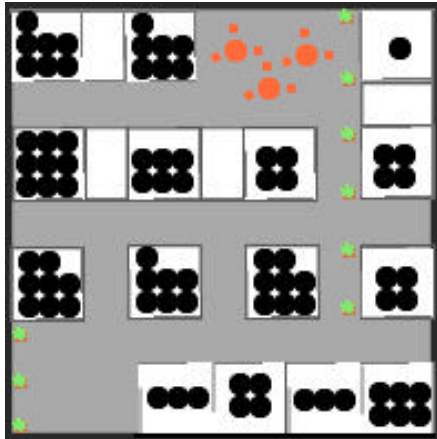


	séquences	nbre unités d'info
1	5 - 3 - 10 - 12 - 13	50
2	7 - 5 - 14 1 - 2 - 4 - 6	43
3	8 - 11 15 - 5 6 - 4	41
4	15 - 5 6 - 11	37
5	6 - 11 - 4 - 5 - 9 - 3 7 - 10	33
6	6 - 1 - 2 - 13 10 - 7 - 11	28
7	-	22
8	11 - 15 - 1 6 - 2	21,5
9	-	21,5
10	-	19,5
11	1 - 2 - 3 - 4 5 - 6 8 - 9 - 11 12 - 13	15,5
12	1 - 6 - 11 - 5 4 - 10	15,5

On trouve ici le même phénomène que celui observé dans la partie consacrée au groupe "survol" : en général, les personnes qui ont plusieurs séquences ou de longues séquences communes entre le texte et le dessin, sont aussi celles qui ont obtenu le taux le plus élevé de rappel des unités d'information contenues dans le texte original.

On constate aussi que le sujet numéro 11 n'a pas utilisé l'étude de l'environnement pour mémoriser le texte. Il l'a appris simplement par coeur, l'ordre de rappel des pointeurs du texte et le plan dessiné correspondent à l'ordre du texte.

Plan des zones les mieux mémorisées



La zone la mieux mémorisées est celle qui correspond au début du parcours.

Résultats et tests d'aptitude spatiale

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	mo y.
test 5	23, 25	33,25	17	22,5	12,25	22,5	17,75	24, 5	15, 75	26	17, 25	15,5	20, 6
test 6	24	23,75	17	35,25	10,75	35,25	29,25	20	15, 5	25,7 5	15, 5	22,25	22, 85
nbre pointeurs bien placés	11	15	2	2	6	2	6	5	5	8	11	11	7

Corrélations

Calcul ne prenant en considération que les six meilleurs :

test 5 - nombre de pointeurs bien placés : - 0,23

test 6 - nombre de pointeurs bien placés : - 0,069

Il semble que l'aptitude spatiale n'influence pas ici la capacité des sujets à placer correctement les pointeurs quand ils redessinent le plan de mémoire.

Les résultats et la variable "temps"

Corrélation temps d'étude du plan et test 5, test 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
test 5	23,25	33,25	17	22,5	12,25	22,5	17,75	24,5	15,75	26	17,25	15,5	20,6
test 6	24	23,75	17	35,25	10,75	35,25	29,25	20	15,5	25,75	15,5	22,25	22,85
temps étude	20	16	9	20	20	20	20	20	20	8	20	20	17,75

Il est difficile de tirer des conclusions sur le rapport entre "temps d'étude" et aptitudes spatiales pour ce groupe. En effet, on constate que presque tous les sujets ont utilisé le temps maximum imposé pour l'apprentissage du plan.

Corrélation temps d'étude du plan et nombre de pointeurs textes et dessins

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	moy.
temps d'étude	20	16	9	20	20	20	20	20	20	8	20	20	17,75
nbre point. texte	9,5	12	5	2	10	7	8,5	12,5	10,5	11	9	11	9
nbre point. dessins	11	15	5	4	6	10	9	13	5	8	12	14	9,3

Il est inutile de faire des calculs de corrélation entre ces variables, car le temps d'étude est le même pour les trois-quart des sujets.

4 Synthèse et discussion: Commentaires sur les résultats des quatre groupes

Nous n'allons reprendre ici que les données significatives repérées lors de l'analyse de chaque groupe.

4.1 Types d'informations fournies par chaque mode d'apprentissage

Nous avons maintenant les éléments nécessaires pour analyser l'adéquation des différents modes d'apprentissage de l'environnement aux caractéristiques que nous voulions leur attribuer.

Rappel :

- l'apprentissage par survol de l'environnement devait mettre en évidence la structure construite, c'est-à-dire les limites entre les différents lieux (murs) et les objets (personnages) qui y résident.
- la navigation immersive devait insister sur les distances entre les lieux.
- la navigation de type "MOO" devait fournir surtout les informations sur les relations de proximité et sur les directions.

Rappelons aussi que ces différents types d'informations sont tous présents dans la carte en 2D.

Reprenons les observations sur les dessins du groupe "survol" : dans la partie consacrée à l'analyse de ce groupe, nous avons évoqué une tendance des sujets à placer en premier lieu les informations de type structurel (emplacement des stands, rues, entrée, bistrot), pour ensuite remplir les espaces vides avec les noms. Nous y voyons là une indication qui nous confirme que cette interface a bien fonctionné, c'est-à-dire qu'elle a fourni surtout des informations sur la structure construite, comme nous l'avions voulu.

Nous constatons que les dessins sont en général une bonne représentation de la réalité.

Note : Nous pouvons faire les mêmes remarques sur les dessins du groupe "2D".

Pour le mode d'apprentissage de type immersif, nous voulions mettre en évidence la notion de distance entre les lieux. Cependant, en observant les dessins des plans rendus par les sujets du groupe, on constate que si certains sujets ont su restituer le plan à partir de fragments de trajets expérimentés pendant leur apprentissage virtuel, d'autres ont échoué dans cet exercice, et ceci malgré un grand effort de leur part pour retrouver la structure générale de l'environnement. Ce problème pourrait s'expliquer par la surcharge cognitive imposée aux sujets, due à une trop grande quantité d'informations présentes simultanément dans l'environnement en mode immersif.

On pourrait mettre aussi en cause le type de navigation en immersion, à la fois proche de la réalité et artificiel, qui a perturbé les sujets. L'un d'eux nous a par exemple confié après l'expérience : "Si j'étais vraiment dans cet environnement, j'arriverais à m'y retrouver, mais là je suis perdu car je ne peux pas m'orienter et me mouvoir tout à fait comme dans la réalité".

Il nous faut donc constater que, malgré notre volonté de départ, l'immersion dans un environnement virtuel ne semble pas avoir permis de mettre l'accent sur une seule des caractéristiques de la carte.

Autre problème: on trouve de très bons résultats au niveau du rappel des unités d'information chez des sujets qui n'ont pas réussi à redessiner le plan. Ces résultats sont difficilement explicables autrement que par une bonne capacité d'apprentissage par coeur d'un document de type texte. Ils influencent donc la moyenne générale du groupe. Il serait intéressant de refaire l'expérience avec une population plus importante pour voir si cette tendance s'atténue.

On a vu que le type d'apprentissage induit par une navigation de type "MOO" contient peu d'informations sur l'environnement. En analysant les dessins on ne retrouve d'ailleurs pratiquement que des informations sur les relations de proximité. Les informations sur les directions, fournies par les noms des rues, ne sont apparemment pas mémorisées car peu restituées. Cette interface semble donc avoir rempli le but que nous lui avons prévu, c'est-à-dire isoler les relations de proximité entre les éléments de la carte.

4.2 Les résultats des groupes et l'effet carte

Comme on l'a vu, les trois groupes soumis à une étude du plan en trois dimensions ont tous développé des stratégies en rapport avec leur mode d'apprentissage. Ces stratégies les ont en général aidés, surtout les groupes "survol" et "MOO", dans le rappel des informations contenues dans le texte. Nous avons pu les identifier en observant les liens existants entre les textes et les dessins.

Par exemple, dans le groupe "survol", on retrouve souvent dans les textes plusieurs séquences de rappel des pointeurs identifiées dans les dessins. Comme on l'a déjà vu, ces séquences sont liées au trajet en mode survol (de bas en haut).

On remarque ici, nous semble-t-il, un "effet de mémoire spatiale"⁴: les sujets relient les informations à un parcours spatial. Il leur suffit ensuite de refaire mentalement le parcours dans leur tête pour retrouver les informations. Parmi les sujets de ce groupe, ceux qui ont obtenus les meilleurs résultats ont tous utilisé cette stratégie de manière extrêmement évidente. On retrouve plusieurs séquences ou de longues séquences communes entre texte et dessin pour chacun d'eux.

On peut donc en déduire que, dans ce mode de navigation, le rappel des unités d'information n'est pas ou peu attribuable à l'effet carte de Kuhlavy, mais surtout à l'effet de mémoire spatiale.

Les sujets du groupe "MOO", quant à eux, ont souvent aussi utilisé la mémorisation de fragments de parcours virtuels comme aide à la mémorisation du texte. On retrouve donc là aussi bien présent l'effet de "mémoire spatiale" expliqué plus haut. Cependant, en plus, les membres de ce groupe ont aussi utilisé pour mémoriser le texte une stratégie d'organisation personnelle (correspondant parfois au plan réel) des éléments du plan. Celle-ci est décrite dans la partie consacrée à l'analyse du groupe. On retrouve ici typiquement l'effet carte de Kuhlavy.

⁴ très connu depuis l'Antiquité.

On remarque donc chez les sujets du groupe "MOO" une utilisation conjointe de l'effet de mémoire spatiale et de l'effet carte, ce qui pourrait expliquer les excellents résultats du groupe.

Nous avons observé dans le groupe "immersion" un autre cas de figure : comme on l'a vu, nous avons repéré dans les dessins des séquences correspondant à des fragments de parcours virtuels. Cependant, peu de ces séquences se retrouvent aussi dans les textes. Il semble que l'on retrouve bien ici un effet de "mémoire spatiale", mais que la surcharge cognitive dont nous avons déjà parlé semble avoir empêché la majorité des sujets d'en tirer une aide pour la mémorisation.

Nous avons vu que les sujets soumis à l'apprentissage du plan en 2D avaient tendance à redessiner le plan de haut en bas et de droite à gauche, selon notre sens de la lecture. Le type de plan, très rectiligne avec des stands alignés, induisait ce type de stratégie.

Par contre, nous avons aussi constaté qu'on ne retrouvait en général qu'une seule des séquences observées dans l'ordre de rappel des pointeurs des dessins. Au contraire de ce que l'on a observé dans les autres groupes, les sujets n'ont donc pas utilisé la mémorisation de leur trajet virtuel (et pour cause) pour se rappeler du texte. Mais la mémorisation du plan (en général bien reconstitué) les a aidés dans le rappel du texte (fortes corrélations entre ces variables).

Nous ne trouvons donc pas, ou très peu, ici d'effet de "mémoire spatiale" évoqué pour les trois autres groupes, mais uniquement un "effet carte" assimilable à celui observé par Kuhlavy.

4.3 Les calculs de corrélations

Les calculs des corrélations entre les variables récoltées lors de notre expérience nous ont parfois aidés à expliquer certains résultats, mais aussi à confirmer des explications avancées de manière intuitive.

Mais c'est surtout avec l'analyse des stratégies des différents groupes que nous avons réussi à dégager des tendances intéressantes. Nous ne ferons donc pas ici de synthèse générale sur les observations nées des résultats de ces calculs.

4.4 Auto-critiques du travail

L'environnement virtuel construit et le texte associé nous ont permis de trouver des différences significatives entre les groupes soumis aux quatre conditions expérimentales. Cependant nous avons identifié quelques erreurs qui se sont ensuite reportées sur les résultats.

L'emplacement des stands dans l'environnement virtuel

On trouve dans deux endroits du plan des stands (ou pointeurs) positionnés l'un à côté de l'autre et qui se retrouvent également à la même place dans le texte. Il a été difficile lors des analyses d'attribuer l'ordre de rappel des pointeurs (texte et dessin) à l'apprentissage virtuel ou à la seule mémorisation du texte.

Le texte

La phrase associée aux "éditions de l'Aire" a été souvent mal comprise et restituée dans un sens contraire :

" Les éditions de l'Aire proposent régulièrement des traductions françaises d'auteurs suisses à partir des trois autres langues nationales. " a été très souvent restituée

" ...des traductions d'auteurs suisses dans les trois autres langues nationales ". Ce qui dit exactement le contraire.

Nous pensons qu'il aurait fallu éviter ce genre de phrase, car il est ensuite difficile de traiter les résultats et d'en tirer des conclusions.

La phrase présentant une liste de mots :

" Sur les rayons des librairies, beaucoup de romans étrangers traduits en français. On trouve ainsi des oeuvres d'auteurs anglais, portugais, espagnols et même suédois et hollandais. ".

Nous avons constaté que la liste des langues a été étonnamment restituée telle quelle de très nombreuses fois, y compris par les sujets qui obtenaient un taux de rappel des unités d'information extrêmement bas.

Nous n'avons pas d'explication de ce phénomène. Cependant, dans ce cas aussi, celui-ci influence les résultats de manière non satisfaisante.

5 Conclusion et perspectives

Comme nous l'avions annoncé au début de ce travail, notre expérience tenait pour acquis que "l'effet carte" existait. Nous nous étions fixé comme but pour notre recherche d'analyser le processus menant à l'émergence de cet effet mis en évidence par Kulhavy. Pour cela nous avons décidé d'isoler le plus possible chacune des caractéristiques de la carte afin d'en observer l'influence sur la mémorisation d'un texte.

Nous avons vu que nous sommes arrivés de manière satisfaisante à isoler au moins deux des caractéristiques de la carte : la structure générale de la carte au moyen d'une navigation en survol de l'environnement et les relations de proximité entre les différents éléments grâce à l'apprentissage de type MOO.

Dans les résultats que nous avons obtenus nous n'avons pas trouvé les éléments nécessaires pour affirmer l'importance d'une de ces caractéristiques dans le processus de mémorisation par "effet carte". Cependant, l'analyse des stratégies utilisées par les sujets de tous les groupes a permis de faire apparaître un autre phénomène important: **la mémorisation d'un texte est rendue plus efficace lorsque le mode d'apprentissage préalable de la carte incite les sujets à utiliser une combinaison de stratégies conduisant aux deux effets identifiés dans nos analyses: l'effet carte de Kulhavy et l'effet de mémoire spatiale.** Ce phénomène s'est révélé dans l'apprentissage de type "MOO". En effet, contrairement à nos hypothèses de départ, le groupe "MOO" a dépassé de loin tous les groupes en matière de rappel des unités d'information.

Pour poursuivre plus avant l'analyse, il serait maintenant intéressant d'effectuer d'autres recherches pour mieux comprendre ce qui pousse les sujets à combiner ces deux stratégies de mémorisation dans un environnement donné et, partant de là, à définir si d'autres modes d'apprentissage de l'environnement que le "MOO" incitent à combiner ces deux effets. Les résultats de ces recherches pourraient servir à la conception de supports visuels plus efficaces pour l'enseignement, qu'ils soient informatiques ou non.

6 Bibliographie :

Denis Michel (sous la direction de) Langage et cognition spatiale, Masson, 1997.

Kuhlavy R.W., Stock W.A., Kealy W.A. (1990) .How Geographic Maps Increase Recall of Instructional Text. *Educational Technology Research and Development*, Vol.41, No 4, pp. 47-62.

Kuhlavy R.W., Pridemore D.R., Stock W.A., Kealy W.A. (1992) .Cartographic expérience and thinking aloud about thematic maps. *Cartographica*, Vol.29, pp. 1-9.

Kuhlavy R.W., Stock W.A., Verdi M.P. (1993). Why Maps Improve Memory for text : The Influence of Structural Information on Working Memory Operations. *European Journal of Cognitive Psychology*, Vol. 5, No 4, pp. 375-392.

Kuhlavy R.W., Stock W.A., Woodard K.A. & Haygood R.C.(1993) Comparing elaboration and dual coding theories : The case of maps and text. *American Journal of Psychology*, Vol.106, pp.483-498.

Rossano M.J. and.Morrisson T.T. (1996). Learning From Maps : General Processes and Map-Structure Influence. *Cognition and Instruction*, Vol. 14, No 1, pp. 109-137.

Rittschof K.A., Kuhlavy R.W., Stock W.A., Hatcher J. (1993) Thematic maps and text : An analysis of "What happened there?". *Cartographica*, Vol.30, pp. 87-93.

Rittschof K.A., Kuhlavy R.W. (1998) Learning and Remembering from Thematic Maps of Familiar Regions. *Educational Technology Research and Development*, Vol.46, No 1, pp. 19-38.

Stock W.A., Kuhlavy R.W., Peterson S. E., Hancock T.E., Verdi M.P.(1995) Mental Representations of Maps and Verbal Descriptions : Evidence they May Affect TextMemory Differently. *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 20, pp. 237-256.

A.1 Découpage du texte

1. romans autobiographiques

- I récits vécus Annie Duperey "chats de hasard"
- II le lecteur dévore
- III depuis toujours cette année encore est un bon exemple

2. récits de voyage

- I Nicolas Bouvier "L'usage du monde"
- II comblent notre besoin d'évasion fameux livre

3. romans étrangers

- I traduits en français
- I sur les rayons des librairies oeuvres d'auteurs
anglais portugais espagnols suédois hollandais
- III beaucoup et même

4. littérature de divertissement

- I en dehors de l'école les adolescents préfèrent lire
- I collection "Peur Bleue" éditions "J'ai Lu" un titre se vend à 35'000 exemplaires

5. CD-Roms - éducatifs

- I le logiciel Adibou "Je découvre la nature et les sciences" (aux) enfants
- II est à conseiller entre 7 ans et 12 ans
- III parmi le grand choix

6. bandes dessinées

- I Gaston Tintin perte de vitesse
- III légère

7. éditions de l'Aire

- I traductions françaises d'auteurs suisses
- II à partir des 3 autres langues nationales
- III régulièrement

8. romans historiques

- I Anne Cuneo" Objets de splendeur" amours Shakespeare
- II connaît un beau succès
- III dernier (des romans) sa maîtresse Emilia Bassano

9. romans policiers

- I Anne Cuneo personnage de l'enquêteuse
- II aussi connue pour (ses romans policiers) Marie Machiavelli
- III vit en Suisse

10. éditions de La Pléiade

- I poésie théâtre "Anthologie de la poésie française"
- III pour ceux qui s'intéressent à

11. romans classiques

- I "L'Etranger" "La Peste" (Albert)Camus pas tombés dans l'oubli
- II grands (romans classiques)

12. livres d'Art

- I livres illustrés pas très florissant exception (sauf) catalogue des grandes expos
- II Musée d'Orsay
- III "Couleurs de la Mer"

13. livres de photos

I	Sebastião Salgado	exposé	à Paris
II	magnifique travail		Maison de La Photographie
III	récemment		(Maison) européenne

14. encyclopédies

I		format électronique	
II	nouvelles technologies	moins encombrant	moins cher
III		de plus en plus	

15. espace 3D

I	sur site Internet	librairies	produits multimédias	
				en se promenant virtuellement
II	grande chaîne		française	on peut y commander

A.2 Carte de référence utilisée pour l'expérience de Kulhavy

