

## MÉMOIRES ORIGINAUX

*Laboratoire de Psychologie Expérimentale  
Université de Nice Sophia-Antipolis<sup>1</sup>*

### CONTRÔLE D'UN POINTAGE AVEC SOURIS INFORMATIQUE ET CODAGE SPATIAL

par Thierry BACCINO

#### **SUMMARY:** *Mouse pointing control and spatial coding*

*Two kind of cues have been used in studies on spatial coding in reading: Eye movements and decision times recorded during sentences reading. Therefore, it has been suggested that spatial coding occurs on a one-dimensional axis (for sentences). The aim of this article is two-fold: To show that spatial coding does exist in a bi-dimensional space (for a text) and to discover the token of that coding (word form or word meaning). We analyzed several variables from a mouse pointing task which show spatial coding at a text level and suggest that words are coded independently of their semantic representation.*

*Key words: spatial coding, mouse control, reading on screen, pointing task.*

#### INTRODUCTION

Dans un certain nombre de travaux, il a été montré que la lecture d'une phrase ou d'un texte impliquait la construction d'une représentation mentale conservant dans une certaine mesure la position spatiale de mots ou expressions linguistiques (Christie et Just, 1976; Baccino et Pynte, 1991; Lovelace

1. 98 boulevard Herriot, BP 209, F 06204, Nice cedex 3.

et Southall, 1983; Kennedy, 1987; Baccino, 1991). Les lecteurs se souviennent où est apparu un mot sur une page ou sur un écran et ils utilisent cette connaissance pour réaliser certains processus nécessaires à la compréhension. Par exemple, lorsqu'il s'agit de lever certaines ambiguïtés lexicales ou syntaxiques (Kennedy, Murray, Jennings et Reid, 1989) ou pour déterminer les antécédents des expressions anaphoriques (Baccino, 1991; Murray et Kennedy, 1988). Cependant, l'idée de ce codage spatial provient uniquement de deux sources indiciaires. D'une part, les études sur les mouvements oculaires (Kennedy et Murray, 1987; Murray et Kennedy, 1988) qui ont montré que certains lecteurs (les bons) effectuent des régressions précises pour rechercher de l'information dans le texte précédent. D'autre part, la mesure des temps de lecture (Kennedy et Murray, 1984) ou les temps de vérification (Baccino et Pynte, sous presse) qui apparaissent plus longs lorsque l'affichage ne respecte pas l'information positionnelle des textes, à savoir assigner une position spatiale et une seule à chaque item.

Pour le premier type d'indices, les contraintes du système d'enregistrement des mouvements oculaires utilisé dans les expériences de Kennedy et Murray (1987) ne mettent en évidence qu'un codage uni-dimensionnel (horizontal sur une ligne unique) et ne permettent pas l'analyse de textes. Par ailleurs, l'analyse temporelle (temps de lecture ou de décision) s'avère peu précise (Pynte, Kennedy, Murray et Courrieu, 1988) et les interprétations sont plus difficiles lorsqu'il s'agit de pister un processus spatial.

L'objectif de cet article est de fournir un nouveau type d'indices dans l'étude du codage spatial tels que ceux fournis par l'enregistrement du déplacement de la main en direction d'une cible. La tâche requise est un mouvement de pointage avec une souris électronique. Les travaux en psycho-physiologie notent en effet que dans un tel type de tâche, il y a traitement d'informations spatiales, spécifiées en direction et en distance (Paillard, 1984). De plus, l'étude des coordinations visuo-motrices a montré que l'œil et la main entretenaient des relations privilégiées et représentaient des dispositifs de capture adéquats pour l'analyse des relations spatiales. Cela a été maintes fois souligné dans le cas des saccades oculaires qui représentent un codage spatial des coordonnées rétiniennes (Levy-Schoen et Findlay, 1984) ainsi que dans les mouvements de pointage

manuel direct (pointage d'un doigt sur un stimulus lumineux), (Paillard, 1986; Hay, 1987).

La première hypothèse de cette recherche est la suivante : s'il est vrai que le lecteur construit une représentation spatiale du texte, celle-ci doit augmenter la précision dans le contrôle du mouvement de la souris dirigé vers un mot-cible. Le sujet prélèverait ainsi au cours de la lecture de l'information positionnelle l'autorisant dans un second temps à localiser précisément les mots sur la page ou sur l'écran. Cette information serait particulièrement nécessaire dans le cas de la recherche rapide d'un item lu précédemment. L'analyse des données sur le déplacement devrait fournir des informations pertinentes sur le processus cognitif associé, malgré les contraintes propres aux systèmes sensori-moteurs impliqués.

Un second objectif sera de tester les liens éventuels de cette représentation spatiale du texte avec une représentation sémantique. Il a été montré avec un autre paradigme que la mémoire positionnelle de mots était corrélée avec le rappel de leur sens (Rothkopf, 1971; Zechmeister et McKilipp, 1972) ainsi les mots que nous sommes capables de localiser correspondent généralement aux parties du texte dont nous nous souvenons le mieux. Pour notre part, nous avons indiqué qu'une relation possible semblait exister entre la mémoire des positions et la mémoire du contenu : le « où » servirait à rappeler le « quoi » (Baccino, 1991). C'est ce que nous souhaiterions confirmer dans cette recherche par un paradigme de pointage. Les sujets auront pour tâche de pointer soit sur des mots, soit sur des représentations de leur sens (synonymes). La question posée est en fait de connaître quel est l'élément de base du codage spatial. Si le lecteur utilise une mémoire codée spatialement, sur quel élément ce code pointe-t-il exactement ? Est-ce un mot particulier (forme de surface) ou le sens de ce mot qui a été encodé. En d'autres termes, le lecteur connaît-il précisément la position d'un mot dans un texte ou connaît-il seulement l'endroit d'un certain point dans l'espace où certaines opérations mentales ont été effectuées (par exemple l'interprétation sémantique) ?

Notre expérience porte sur le traitement de la position de cibles (mots) insérées dans une série de textes courts (dix lignes). Les sujets lisent deux fois chaque texte dont l'affichage entre ces deux lectures respecte ou non l'information positionnelle. La tâche de pointage s'effectue ensuite sur un écran vide

(le texte n'est pas présenté), c'est-à-dire que le lecteur pointe sur une cible inscrite dans une représentation mentale du texte qu'il a conservée en mémoire. Nous supposons que cette représentation en conserverait les caractéristiques spatiales lorsque celles-ci étaient respectées lors des lectures. Dans le cas inverse (repères spatiaux modifiés), les pointages devraient s'avérer plus difficiles.

## MÉTHODOLOGIE

### 1. SUJETS

Quarante sujets adultes passent l'expérience. Tous ont fait des études supérieures et sont de langue maternelle française, ils sont droitiers. Les sujets ne sont pas rétribués pour leur participation.

### 2. MATÉRIEL LINGUISTIQUE

Vingt-deux textes de dix lignes sont construits qui représentent des textes de lecture courante. Dix textes expérimentaux contiennent chacun cinq mot-cibles qui apparaîtront dans la tâche de pointage. Les mot-cibles ont une longueur moyenne comprise entre huit et douze caractères et ont la même fréquence d'occurrence dans la langue. Une cible peut être soit un MOT du texte précédemment lu, soit un SYNONYME de ce mot. La position de ces cibles est calibrée en distance (elles sont disposées sur un demi-cercle dont le centre est le point de départ du mouvement) mais comporte des directions différentes. Les cibles se situent dans un secteur compris entre  $60^\circ$  à gauche et  $60^\circ$  à droite de la verticale du point de départ. Chaque direction est séparée par un angle de  $30^\circ$  de la suivante (voir figure 1).

Dans les autres textes (textes distracteurs) les mot-cibles étaient répartis aléatoirement. Deux textes servent d'essai en début d'expérience.

### 3. AFFICHAGE ÉCRAN

Le matériel linguistique est présenté sur un écran graphique haute résolution (MCGA: 640 x 480 Pixels) géré par un ordinateur IBM PS/2 muni de sa souris électronique (souris parallèle Microsoft). Le pixel a un diamètre de 0,41 mm. L'expérience se déroule en trois phases:

- Deux phases de lecture en autoprésentation segmentée (Phase 1 et Phase 2).
- Une phase de pointage (Phase 3).

#### 4. PROCÉDURE

Le sujet est installé devant l'écran, il dispose d'un clavier et de la souris électronique. Dans les phases de lecture, le sujet s'auto-présente le texte segment par segment (la segmentation est syntagmatique) deux fois de suite en appuyant sur le bouton droit de la souris. Chaque segment reste affiché. Puis, l'écran se vide, laissant un petit carré au bas de l'écran (point de départ du mouvement). Une tâche de pointage lui est proposée avec comme consigne d'aller placer le curseur de la souris à l'endroit où *apparaissait* un mot dans le texte. L'apparition du mot-cible nécessite d'aller cliquer au départ avec le bouton gauche dans le carré. Six pointages sont effectués sur un texte (cinq recueillent la mesure, le sixième est un pointage distracteur). Le pointage provoque l'apparition de la cible à sa position exacte dans le texte pendant une durée de 200 ms et est accompagné d'un bip sonore. Puis, le sujet doit ramener le curseur dans le carré pour effectuer le mouvement suivant. L'ordre de présentation des cibles est aléatoire. À la fin de la phase de pointage, une question qui porte sur le sens du texte est proposée au sujet. L'expérience commence par deux essais. Sur les dix textes expérimentaux, deux séries de cinq textes chacune se succédant temporellement sont prises en compte. Quatre groupes de dix sujets se répartissent selon le croisement du type de positionnement et du type de cible.

### RÉSULTATS

#### 1. EFFETS ENREGISTRÉS SUR LES MOTS

La tâche semble complexe et un grand nombre d'erreurs apparaît dans toutes les conditions. La précision du pointage est plus importante lorsque la cible est située sur l'axe vertical (au centre de l'écran) comme le souligne un effet principal de la direction de la cible (tableau I),  $F(4,72) = 16,532$   $p < .001$ .

TABLEAU I. — *Moyenne des erreurs angulaires (en degrés) en fonction des modes de présentation et des directions de la cible.*

Mean angular errors (in degrees) in the five target directions under two presentation conditions (constant, variable).

	D1	D2	D3	D4	D5
Constant	46,48	25,42	1,5	16,28	36,33
Variable	50,32	33,69	3,81	21,02	55,49

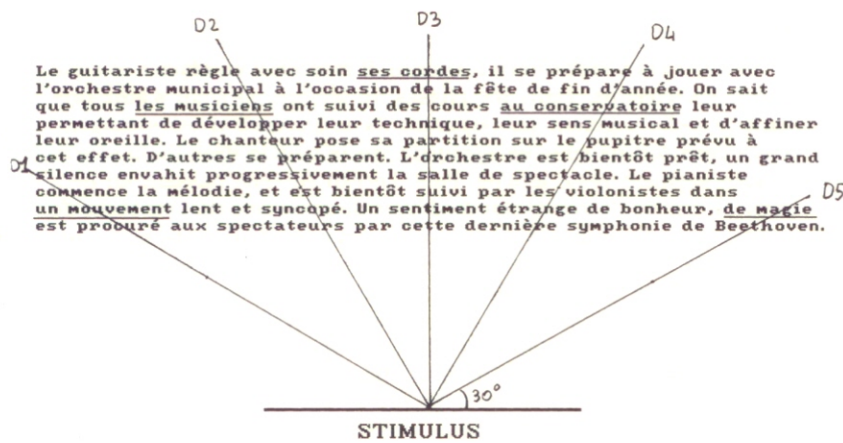


Fig. 1. — Positions des mots-cibles sur l'écran

*Locations of target words on screen*

L'affichage du texte lors des phases de lecture correspond à la manipulation du facteur expérimental concernant le respect du Positionnement des informations dans le texte. Il se présente de deux manières différentes:

Positionnement Constant: Le texte reste à la même place d'une phase à l'autre. Positionnement Variable: La position du texte est modifiée entre les deux phases. Le début du texte présenté lors de la première lecture commence au milieu de l'écran ce qui a pour effet de décaler la position des autres mots.

Dans la condition variable, le décalage des mots-cibles entre leur position lors de la phase 1 et de la phase 2 est, en moyenne de 122, 2 mm pour l'ensemble des dix textes expérimentaux toute direction confondue, ce qui représente une déviation de 298 pixels sur l'axe des abscisses.

Le texte n'est pas présenté à la phase 3. Le sujet a devant lui un écran vide, le pointage s'effectue en référence au texte qu'il a lu à la phase 2. L'affichage lors de la phase 2 est identique dans toutes les conditions et correspond à l'affichage normal d'un texte sur écran. Il occupe la moitié supérieure de l'écran en fonction des exigences de calibration en distance des cibles. Une ligne a une longueur approximative de soixante-dix caractères. Les lignes sont alignées à gauche mais n'ont pas de justification à droite, leur césure correspond aux césures d'un texte normal. Les mots-cibles au début du pointage (termes sur lesquels le sujet devra pointer) sont affichés centrés et au bas de l'écran sous le point de départ du curseur.

Cette influence de l'excentricité de la cible rejoint celle déjà remarquée lors d'un pointage sur une cible visuelle (Prablanç, Echallier, Komilis et Jeannerod, 1979; Bard et Hay, 1983). Il est intéressant de noter que cet effet d'excentricité joue également lorsque la cible n'est pas présente. Une explication avancée par ces auteurs est d'origine proprioceptive. Il semblerait que la zone de pratique visuo-manuelle la plus utilisée se situe à l'intérieur d'un cône de 20°. Au-delà de 20°, les expériences moins fréquentes entraîneraient une cartographie spatiale plus grossière, amenant le sujet à commettre des erreurs plus importantes (i.e, être moins précis).

L'analyse de la précision directionnelle du pointage révèle une interaction significative très intéressante entre le type de présentation et la position de la cible,  $F(4,72) = 4,552$   $p < .01$ . Lorsque les sujets ont à pointer sur une cible située dans la partie droite de l'écran (D5), ils sont en moyenne plus précis s'ils ont lu le texte en présentation constante. La différence de 19° existant entre les deux présentations est seulement significative sur cette direction (D5): (voir figure 2)

D1,  $F(1,18) = 0,404$

D2,  $F(1,18) = 1,423$  ns

D3,  $F(1,18) = 0,279$

D4,  $F(1,18) = 0,594$

D5,  $F(1,18) = 9,508$   $p < .01$ .

Ceci suggère que la représentation spatiale créée ne s'effectue pas de manière uniforme sur l'écran. Il est probable en effet que le manque de justification des textes sur la droite favorise le repérage des mots apparaissant sur ce même côté. Ces mots auraient été codés en position relative par rapport à l'espace existant entre la fin de la phrase et le bord droit de l'écran. Cette position relative a été conservée dans la présentation constante mais a été détruite dans la condition variable. De manière identique, la justification des textes à gauche ne permettant pas ce codage relatif des mots, aucune différence significative n'est enregistrée sur ce côté. Cette interprétation a de plus l'avantage d'être étayée par la recherche ergonomique qui indique que les textes justifiés à droite entraînent un temps de lecture supplémentaire de 11% (Trollip et Sales, 1987; Gregory et Poulton, 1970; Campbell, Marchetti et Mewhort, 1981). Il apparaît donc que le pointage manuel avec une souris est sensible à ce type d'asymétrie.

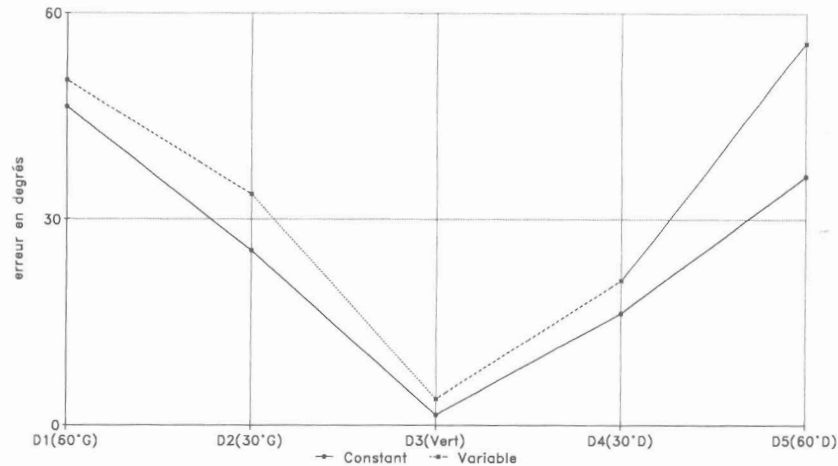


Fig. 2. — Moyenne des erreurs angulaires (en degrés) en fonction des modes de présentation et des directions de la cible.

*Mean angular errors (in degrees) in the five target directions under two presentation conditions (constant, variable).*

En outre, un effet d'apprentissage est présent lorsque la présentation des textes est constante, comme l'indique l'interaction entre le type de positionnement et la série de textes sur le temps total de pointage,  $F(1,18) = 6,287$   $p < .025$ . Les lecteurs mettent en moyenne beaucoup moins de temps à pointer dans la deuxième série de textes (2 258 ms) que dans la première (3 190 ms) lorsque la présentation est constante, l'écart est largement significatif,  $F(1,9) = 15,99$   $p < .01$ . Dans le cas inverse, cet effet ne joue pas,  $F(1,9) = 4,05$  ns (2 448 ms / 2 720 ms) (voir figure 3).

Il est probable que le lecteur, au cours des affichages successifs du texte, construit une représentation spatiale de celui-ci. Cette représentation stable dans la condition constante (entre la phase 1 et 2) lui permet de mémoriser l'information positionnelle des mots. Elle l'autorise surtout à s'appuyer sur les indices spatiaux pour effectuer la tâche, d'où la rapidité plus grande observée dans le pointage à la fin de l'expérience, traduisant un effet d'apprentissage. À l'inverse, le non-respect des propriétés spatiales textuelles (condition variable) enlèverait certains repères qui auraient pu faciliter la reconnaissance des mots-cibles. Le sujet n'ayant pas de représentation spa-



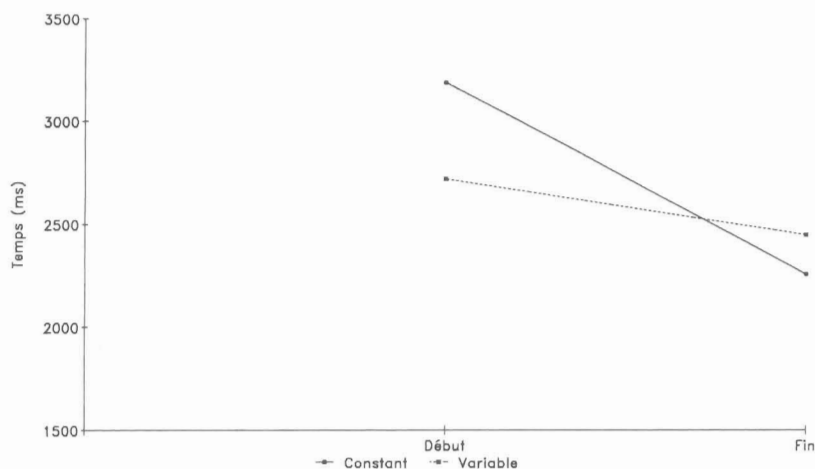


Fig.3. — Temps moyen du pointage (ms) en fonction des modes de présentation et de la durée de l'expérience.

*Mean pointing times (Ms) under two presentation modes (constant, variable) as a function of experiment duration.*

tiale stable ne pourrait se baser sur celle-ci pour localiser les cibles. Dans ce cas, cette incertitude beaucoup plus forte lors du pointage, s'exprimerait par une difficulté d'apprentissage. Cette incertitude est confirmée par l'analyse des temps d'arrêt (i.e, temps pendant lequel la souris est immobile lors du pointage). Les sujets hésitent moins dans la localisation du mot-cible au fur et à mesure de l'expérience comme l'indique une interaction entre positionnement et série de textes,  $F(1,18) = 4,520$   $p < .05$ , de même l'écart est seulement significatif dans la condition constante,  $F(1,9) = 8,385$   $p < .025$ .

## 2. EFFETS ENREGISTRÉS SUR LES SYNONYMES

Nous rappellerons que le pointage sur des mots synonymes avait pour but de repérer sur quel type d'éléments le codage spatial s'appliquait plus particulièrement: le mot vu comme un objet visuel ou une représentation de son sens. Globalement, aucune preuve n'est apportée sur le fait que l'entité du codage spatial soit une représentation du sens. Bien au contraire, une interaction significative entre le type de cible (Mot ou Synonyme) et le type de présentation [ $F(1,36) = 5,490$   $p < .025$ ]

response of eye and hand motor systems in pointing at a visual target. 1. Spatio-temporal characteristics of eye and hand movements and their relationships when varying the amount of visual information, *Biological Cybernetics*, 35, 113-124.

Pynte J., Kennedy A., Murray W., Courrieu P. — (1988) The effects of spatialisation on the processing of ambiguous pronominal reference, *in*

suggère que le codage spatial est étroitement associé à la forme de surface du texte indépendamment de toute représentation sémantique. Dans la condition constante, le pointage sur des mots entraîne moins d'erreurs de localisation de la cible que sur les synonymes,  $F(1,36) = 7,643$   $p < .01$ .

## DISCUSSION

L'objectif de cette recherche était double. D'une part, il s'agissait de montrer que l'enregistrement de données provenant du pointage avec souris était susceptible de fournir des indices pertinents quant à l'étude du codage spatial. D'autre part, nous nous demandions sur quelle entité le codage spatial pouvait reposer, à savoir la forme des mots ou une représentation sémantique de ceux-ci (synonymes). Bien que la précision du pointage reste plutôt modeste, des variations apparaissent entre présentation constante et variable. Le mode constant entraîne un pointage plus précis, en particulier lorsque les mots sont situés sur la droite de l'écran. De plus, il permet une amélioration du pointage (apprentissage) dans la recherche du mot-cible au fur et à mesure de l'expérience. Dans la condition inverse, le changement de présentation entre les phases implique l'incertitude chez les sujets de se fonder sur une représentation spatiale du texte pour retrouver la position des mots-cibles. La tâche produirait ainsi une sorte d'interférence rétroactive. Toutefois, certains éléments sont à prendre en compte :

- 1) La tâche est complexe. La position des mots-cibles n'est pas prévisible et l'idée que le sujet code toutes les positions d'une présentation sur l'autre apparaît fortement improbable.
- 2) Les données révèlent une asymétrie intéressante sur le pointage à droite entre condition constante et variable. Cette asymétrie peut être expliquée en terme de codage spatial relatif dû au format de page : les textes n'étant pas justifiés sur la droite fournissent au sujet des indices spatiaux supplémentaires dans la recherche des mots situés sur ce même côté. Dans la condition inverse, cette information spatiale relative se trouvait totalement détruite, les mots-cibles situés à droite se retrouvaient à gauche après formatage annihilant la possibilité d'une quelconque utilisation de tels indices spatiaux.

Cette situation expérimentale peut être apparentée aux formatages fréquents opérés par les traitements de texte lorsqu'il s'agit de copier, effacer ou déplacer un mot. La recherche d'un mot dans le texte précédent est rendue alors plus complexe car la représentation spatiale est constamment modifiée par ces opérations. C'est pourquoi on a pu montrer que l'apprentissage d'une tâche d'édition de texte était facilité lorsqu'on fournissait une aide structurée spatialement aux utilisateurs (Patrick et Fitzgibbon, 1988). De même, l'idée qu'une représentation stable est nécessaire au lecteur n'est pas sans importance lors de la création d'un document électronique dans laquelle la majeure partie des opérations consistent à repérer et sélectionner des parties du texte (Brocklehurst, 1991). L'utilisation d'affichage mobile comme le «scrolling» ou «le leading» détruit également l'information positionnelle associée au mot, cette tâche pourrait permettre de déceler d'éventuels problèmes surgissant dans la lecture de textes sur écrans dynamiques.

Nous montrons également que la présence d'un codage spatial en mémoire a une influence lors d'un pointage manuel avec souris. Il est nécessaire cependant que cette expérience soit étendue à des situations où la précision doit être plus importante car la tâche est ardue. Une raison invoquée peut faire appel à des phénomènes de décoordination sensorielle impliqués par les différences de plans et d'éventuelles distorsions de distance auxquelles le sujet doit s'adapter : d'un côté, le déplacement de la main qui s'effectue dans un plan horizontal implique la construction d'un référentiel propre à cet espace dans lequel vont s'ordonner les informations d'origine proprioceptive ; d'un autre côté, les stimulations visuelles émanant du curseur qui se déplace sur l'écran vidéo utilisent un plan vertical et entraînent donc l'emploi d'un référentiel différent. Dans de telles conditions, la réalisation d'un mouvement en direction d'une cible nécessitera de nouvelles coordinations entre l'espace visuel et l'espace kinesthésique. Cependant, les travaux sur les coordinations sensori-motrices (Jeannerod et Prablanc, 1978 ; Paillard, 1986) ont montré notamment les capacités que possède l'organisme à adapter le contrôle de la motricité à des modifications environnementales inhabituelles (Welch, 1986) ou lors d'une situation de décorrélation entre l'espace visuel et l'espace de pointage (Orliaguet, Bianchi, Hatwell et Roulet, 1989).

Enfin, il est intéressant de noter que le codage spatial demeure étroitement lié à la forme de surface du texte. Les adresses spatiales seraient assignées aux mots et non à leur représentation sémantique. Il faut cependant nuancer cette interprétation car la manipulation de synonymes n'est pas équivalente à la construction d'une représentation mentale du sens du texte. Nous avons par ailleurs indiqué (Baccino, 1991) que les mots que les sujets codaient, dépendaient dans une certaine mesure du modèle de discours élaboré. Les mots codés spatialement étaient ceux qui représentaient les référents du discours.

### RÉSUMÉ

*Classiquement, les travaux sur le codage spatial en lecture utilisent deux types d'indicateurs: les mouvements oculaires et les temps de décision recueillis lors de la lecture de phrases. Il est ainsi suggéré que le codage spatial des mots dans la lecture apparaît lié à un axe uni-dimensionnel (celui de la phrase). L'objectif de cet article est double: montrer que ce codage a une réalité dans un espace bi-dimensionnel correspondant à celui du texte et connaître son élément de base (forme du mot ou représentation de son sens). Nous avons analysé diverses variables issues d'un pointage avec souris qui révèlent que le codage spatial s'effectue au niveau textuel et suggèrent que les mots sont codés indépendamment de leur représentation sémantique.*

*Mots-clés: codage spatial, contrôle de la souris, lecture sur écran, tâche de pointage.*

### BIBLIOGRAPHIE

- Baccino T. — (1991) *Codage spatial et lecture de textes sur écran*, Thèse de doctorat de l'Université de Provence.
- Baccino T., Pynte J. — (1991) Le codage spatial dans la lecture, *L'Année Psychologique*, 91 (2), 231-245.
- Baccino T., Pynte J. — (sous presse) Spatial coding and discourse model, *Language and Cognitive Processes*.
- Bard C., Hay L. — (1983) Étude ontogénétique de la coordination visuo-manuelle, *Revue Canadienne de Psychologie*, 37, 390-413.
- Brocklehurst E. R. — (1991) The NPL electronic paper project, *International Journal of Man-Machine Studies*, 34, 69-95.
- Campbell A. J., Marchetti F. M., Mewhort D. J. K. — (1981) Reading speed and text production: A note on right justification techniques, *Ergonomics*, 24, 633-640.

- Christie J., Just M. A. — (1976) Remembering the location and content of sentences in a prose passage, *Journal of Educational Psychology*, 68, 702-710.
- Gregory M., Poulton E. C. — (1970) Even versus uneven right-hand margins and the rate of comprehension in reading, *Ergonomics*, 13, 427-434.
- Hay L. — (1987) *Étude ontogénétique du contrôle d'un mouvement: l'approche manuelle*, Thèse d'état ès sciences, Aix-Marseille II.
- Jeannerod M., Prablanc C. — (1978) Organisation et plasticité de la coordination œil-main, In H. Hécaen et M. Jeannerod (Edit.), *Du contrôle moteur à l'organisation du geste*, Paris, Masson, 261-289.
- Kennedy A. — (1987) Eye movements, reading skill and the spatial code, In J. Beech et A. Colley (Edit.), *Cognitive approaches to reading*, Londres, Wiley, 169-186.
- Kennedy A., Murray W. S. — (1984) Inspection times for words in syntactically ambiguous sentences under three presentation conditions, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10 (6), 833-849.
- Kennedy A., Murray W. S. — (1987) Spatial coordinates and reading: Comments on Monk (1985), *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 39A, 649-656.
- Kennedy A., Murray W. S., Jennings F., Reid C. — (1989) Parsing complements: Comments on the generality of minimal attachment, *Language and Cognitive Processes*, 4, 51-76.
- Levy-Schoen A., Findlay J. M. — (1984) Codages spatiaux dans l'ajustement des mouvements des yeux, In J. Paillard (Edit.), *La lecture sensori-motrice et cognitive de l'expérience spatiale. Directions et distances*, Comportements n° 1, Paris, Éditions du CNRS, 23-43.
- Lovelace E. A., Southall S. D. — (1983) Memory for words in prose and their locations on the page, *Memory and Cognition*, 11 (5), 429-434.
- Murray W. S., Kennedy A. — (1988) Spatial coding in the processing of anaphor by good and poor readers: Evidence from eye movement analyses, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A (4), 693-718.
- Orliaguet J. P., Bianchi J. P., Hatwell Y., Roulet C. — (1989) Mouvement de pointage contrôlé visuellement sur écran vidéo, Adaptation perceptivo-motrice aux distorsions de distance, *Le Travail Humain*, 52 (4), 335-345.
- Paillard J. — (1984) Espace et structures d'espace, In J. Paillard (Edit.), *La lecture sensori-motrice et cognitive de l'expérience spatiale. Directions et distances*, Comportements n° 1, Paris, Éditions du CNRS, 7-19.
- Paillard J. — (1986) Cognitive versus sensorimotor encoding of spatial information, In P. Ellen et C. Thinus-Blanc (Edit.), *Cognitive processes and spatial orientation in animal and man*, vol. 2, Dordrecht, Martinus Nijhoff Publisher, 43-77.
- Patrick J., Fitzgibbon L. — (1988) Structural displays as learning aids, *International Journal of Man-Machine Studies*, 28, 625-635.
- Prablanc C., Echallier J. F., Komilis E., Jeannerod M. — (1979). Optimal response of eye and hand motor systems in pointing at a visual target: I. Spatio-temporal characteristics of eye and hand movements and their relationships when varying the amount of visual information, *Biological Cybernetics*, 35, 113-124.
- Pynte J., Kennedy A., Murray W., Courrieu P. — (1988) The effects of spatialisation on the processing of ambiguous pronominal reference, in

- G. Luer, V. Lass et J. Shallo-Hoffman (Edit.), *Eye movements research*, New-York, Hogrefe, 214-225.
- Rothkopf E. Z. — (1971) Incidental memory for location of information in text, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 10, 608-613.
- Trollip S., Sales G. — (1987) Readability of computer-generated fill-justified text, *Technical IBM Report*.
- Welch R. B. — (1986) Adaptation of space perception, in K. R. Boff, L. Kaufman et J. P. Thomas (Edit.), *Handbook of perception and human performance*, Vol. 1, New-York, John Wiley & Sons, chap. 24, 1-45.
- Zeichmeister E. B., McKillip J. — (1972) Recall of place on the page, *Journal of Educational Psychology*, 63, 446-453.

(Accepté le 3 novembre 1993)