



Article original

L'impact des schémas non analogiques conceptuels dans la compréhension de textes expositifs : stratégies visuelles selon l'expertise

Conceptual non analogical schemata impact on expositive texts comprehension: visual strategies according to the expertise

M. Strahm *, T. Baccino

*Laboratoire de Psychologie Expérimentale et Quantitative (EA 1189), université de Nice-Sophia Antipolis,
24, avenue des Diables-Bleus, 06357 Nice cedex 04, France*

Reçu le 11 septembre 2005 ; accepté le 3 décembre 2005

Résumé

Les objectifs principaux de cette étude sont : 1) de déterminer l'apport d'un schéma non analogique conceptuel dans la compréhension et la mémorisation d'un texte expositif selon le niveau des connaissances préalable du lecteur dans le domaine abordé dans le texte ; 2) d'identifier les stratégies de lecture différenciées selon le domaine de connaissance préalable du lecteur lorsqu'il s'agit de comprendre des textes expositifs schématisés via l'enregistrement des mouvements oculaires d'une part et grâce au score obtenu aux questions de compréhension d'autre part. Les résultats mettent en évidence une stratégie de lecture avec plus de transitions texte/schéma accompagnées de durées de fixations plus importantes sur la zone textuelle pour les items portant sur un domaine pour lequel les sujets sont novices que pour ceux dont le contenu aborde leur domaine d'expertise.

© 2006 Société française de psychologie. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : maeva.strahm@unice.fr (M. Strahm).

Abstract

The main objectives of this study are: 1) to determine the contribution of a conceptual not-analogical schema in an expositive text's comprehension and memorizing according to the reader's previous knowledge level in the field approached in the text; 2) to identify the differentiated reading strategies according to the reader's previous knowledge level in the field when it is about understanding expositive schematized texts via ocular movements recording on one hand and the score given on the comprehension questions on the other hand. The results highlight a reading strategy with more Text/Schema transitions accompanied by longer fixations on the textual zone for the items for which the subjects are novice in the field than for those whose contents relate to their expertise field.

© 2006 Société française de psychologie. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Texte expositif ; Schéma non analogique conceptuel ; Lecture électronique ; Compréhension ; Expertise ; Mouvements oculaires

Keywords: Expositive text; Conceptual non analogical schema; Electronic reading; Comprehension; Expertise; Eye movements

1. Introduction

Lire, comprendre et étudier des textes expositifs, qui ont pour fonction d'exposer des théories ou des concepts, sont des tâches qui relèvent d'une activité cognitive complexe (Garner, 1987). En effet, non seulement la structure de ces textes est moins prédictible et plus variable que celle des textes narratifs mais de plus ils contiennent souvent des termes nouveaux qui peuvent être difficiles à comprendre lorsque le lecteur ne dispose pas de connaissances préalables spécifiques au domaine traité (Black, 1985, cité par Budd, Whitney et Turley, 1995 ; Britton, Glynn et Smith, 1985, cité par Budd, Whitney et Turley, 1995 ; Fletcher, 1986). Selon Garner (1987), les étudiants doivent avoir :

- une connaissance conceptuelle du domaine accessible ;
- un « schéma » du texte expositif qui spécifie comment les idées sont connectées ;
- et des stratégies de traitement textuel telles que résumer les informations importantes et relire le texte lorsque le sujet éprouve des difficultés de compréhension ou de mémorisation (Scardamalia & Bereiter, 1984, cité par Garner, 1987).

La connaissance conceptuelle est souvent décrite en termes de réseaux associatifs (Rabinowitz & Glaser, 1985 ; Garner, 1987 ; Kintsch, 1988). Les concepts sont représentés par des nœuds, les relations entre les concepts par des liens associatifs. Experts et novices d'un domaine se différencient par la quantité, l'organisation et l'accessibilité des informations (Glaser, 1987). Notamment, Ericsson & Kintsch (1995) montrent que l'expert d'un domaine de connaissance aurait la capacité d'accéder, grâce à des indices de récupération (tels que des concepts clés dans le texte ou des indices visuels), à sa mémoire à long terme et de l'utiliser comme une extension de sa mémoire de travail. Cette disponibilité immédiate des connaissances de l'expert par l'intermédiaire de sa mémoire de travail à long terme (Ericsson & Kintsch, 1995) lui permettrait ainsi de construire plus facilement le modèle de situation du texte (Kintsch, 1998).

Cependant, dans un texte, l'information n'est pas toujours présentée sous forme lexicale. Des dessins, photographies, images, et autres figures viennent souvent le compléter afin de le rendre plus « compréhensible », c'est-à-dire supposer faciliter la construction du modèle de situation. De nombreuses recherches ont montré que cette croyance n'est pas toujours fondée (Mayer & Moreno, 2002 ; Tversky Morrison et Bétrancourt, 2002) et que l'apport des illustrations dépend de nombreux facteurs tel que le niveau d'expertise du sujet dans le domaine de connaissance, le type de texte auquel l'illustration se rapporte, le type d'illustration, le type de présentation etc. Les illustrations se répartissent sur un continuum allant de la représentation analogique telle que la photographie, le plan architectural à la représentation non analogique telle que les histogrammes, les graphes, les schémas... (Fenk, 1994 ; Tversky *et al.*, 2002). Un *schéma non analogique conceptuel* du texte représente sous forme d'étiquettes les concepts clés et sous forme de flèches les liens entre ces concepts. Ce type de schéma proposerait une représentation des connaissances véhiculées par le texte qui serait disponible sous la forme d'un schéma mental chez l'expert.

Si l'on se réfère au modèle de Kintsch et Van Dijk (1978) ; (Kintsch, 1988, 1998 ; Van Dijk & Kintsch, 1983), ce type de schéma conceptuel enrichit-il ou bien interfère-t-il lors de la construction du modèle de situation par le lecteur ? Aide-t-il plus particulièrement le lecteur novice et comment ?

Quel est l'apport d'un schéma conceptuel dans la compréhension d'un texte expositif quel que soit l'état de la connaissance préalable du lecteur ?

L'article propose de répondre à ces questions en employant la technique oculométrique (Rayner, 1998 ; Baccino, 2004) et pour désigner ce type de schéma conceptuel associé à un texte, nous utiliserons le terme de *texte schématisé*. L'objectif est de mettre en évidence des stratégies de lecture différenciées selon le domaine de connaissance préalable du lecteur lorsqu'il s'agit de comprendre des textes expositifs schématisés.

2. Méthodologie

2.1. Sujets

Seize étudiants sur 27, de deuxième ou de troisième cycle universitaire en psychologie, de langue maternelle française, ont été sélectionnés par les QCM prétests pour participer à l'expérience. Tous ces sujets avaient donc obtenu un score correspondant à un niveau d'expert en psychologie et de novice en paléontologie (*c.f.* § 2.2). Les sujets avaient une vue normale non corrigée (sans lunettes ni lentilles) pour des raisons de contraintes d'enregistrements des données oculométriques. Treize des 16 sujets sont revenus pour répondre aux QCM post-tests après un délai d'un mois.

2.2. Matériel

Pour la première partie de l'expérience, afin de sélectionner les sujets en fonction de leur profil, deux QCM d'expertise (l'un concernant la psychologie, l'autre la paléontologie) ont été élaborés et testés. Afin de les étalonner, les réponses des groupes témoins experts et novices ont été comparées. Leur cohérence interne a ensuite été vérifiée via l'alpha de Cronbach (QCM de psychologie : $\alpha = 0,81$; QCM de paléontologie : $\alpha = 0,67$). Les seuils de sélection des sujets pour les deux QCM prétests ont ensuite été déterminés à partir des scores minimums

obtenus par les groupes témoins expert et novice en psychologie (soit supérieur ou égal à 7 sur une échelle en $-31/+31$) et des scores maximums pour le groupe témoin novice en paléontologie (soit inférieur ou égal à 0 sur une échelle en $-22/+22$) pour chacun des QCM étalonnés.

Pour la seconde partie, 32 *textes expositifs* ont été créés ainsi que 32 *schémas non analogiques conceptuels* s’y rapportant (Fig. 1). La moitié traitait de psychologie et composait le matériel du domaine pour lesquels les sujets étaient experts (que nous nommerons par la suite domaine expert), tandis que l’autre moitié traitait de paléontologie et composait le matériel du domaine pour lesquels les sujets étaient novices (que nous nommerons par la suite domaine novice). Deux textes et deux schémas d’entraînement portant sur l’astronomie ont également été créés.

Les textes ont été construits en respectant des contraintes précises : tous contenaient au moins un nom propre, une date et observaient un format de présentation spécifique (Arial 12, interligne 3, sur huit lignes d’un demi paysage, justifié). Ils ne présentaient aucune mise en forme matérielle afin de ne pas apporter d’indices susceptibles de guider la prise d’information du lecteur (Schmid & Baccino, 2001). Leur longueur moyenne était également contrôlée (nombre de lignes, de mots, de caractères). Les schémas non analogiques conceptuels, synthèses partielles des textes, ont été construits en utilisant des formes variées, aussi bien pour les étiquettes des concepts que pour l’agencement des concepts entre eux dans la page, et en reprenant des mots de chaque texte. Ainsi toutes les informations graphiques étaient également contenues dans le texte, alors que les informations textuelles n’étaient pas obligatoirement contenues dans le schéma. De plus, les textes et les schémas ont été jugés sur une échelle en cinq points de type Likert, puis validés par le groupe témoin expert concernant les critères suivants : l’intelligibilité du texte, sa représentativité par rapport aux connaissances du sujet, la représentativité du schéma par rapport à une partie du texte et la clarté du schéma.

Chaque sujet voyait les 34 textes dont la moitié présentée accompagnés du schéma s’y rapportant (texte schématisé). Pour la phase d’entraînement, le premier texte était présenté seul et le second accompagné de son schéma. Ensuite, selon un plan en carré latin, les textes portant sur les domaines pour lesquels les sujets étaient novices ou experts étaient présentés seuls ou accompagnés de leurs schémas. Ainsi, selon les groupes expérimentaux, la présentation schématisée n’était pas affectée aux mêmes textes. De plus, l’ordre de présentation des textes était aléatoire.

Deux questions de compréhension pour chaque texte étaient posées juste après leur lecture. L’une portait sur des informations disponibles uniquement sous forme textuelle (question texte

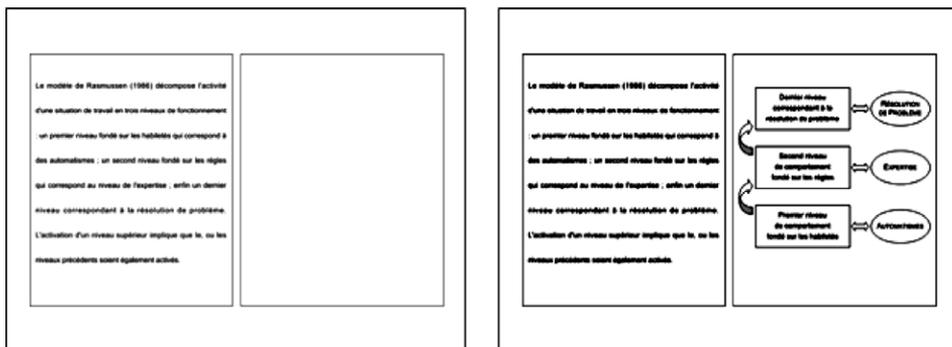


Fig. 1. Exemple d’items en présentation texte seul et texte schématisé.

seul), l'autre sur des informations contenues aussi bien dans le texte que dans le schéma (question texte schématisé). À chaque question était associées quatre possibilités de réponses, présentées dans un ordre aléatoire, dont une seule était correcte. Chacune des deux questions posées aux sujets, ont été construites à partir des textes pour les questions texte seul et des textes schématisés pour les questions texte schématisé. Les quatre possibilités de réponse de chaque question étaient construites de façon à inciter le sujet à inspecter attentivement le contenu des items. Les questions ont également été jugées et validées par le groupe témoin expert concernant la représentativité des questions par rapport à une partie du texte ou du schéma.

Pour la troisième partie, ces deux types de questions ont été posés de nouveau aux sujets un mois plus tard, sans la relecture préalable des items s'y rapportant.

2.3. *Appareillage oculométrique*

Les tracés oculaires ont été enregistrés grâce au système EyeGaze (LC Technologies : Fairfax). Cet oculomètre utilise la technique du reflet cornéen : une lumière infrarouge est envoyée au centre de la pupille de l'œil dominant¹ du sujet, le reflet est renvoyé par la cornée puis détecté par l'appareil. L'appareillage fonctionne avec une caméra fixée sous l'écran qui permet un enregistrement à 60 Hz (toutes les 17 ms environ). Le matériel expérimental est affiché sur un écran CRT 15 pouces (en 1024 par 768 pixels). L'enregistrement est précédé d'une phase de calibrage sur dix points de référence. Ce type d'appareillage possède des contraintes physiques très réduites (une simple mentonnière suffit) ce qui permet un recueil de données en temps réel dans des conditions expérimentales proches de la situation réelle de lecture sur écran (Baccino & Colombi, 2000 ; Colombi & Baccino, 2003).

2.4. *Procédure expérimentale*

Cette expérience se déroule en trois parties. La première partie (ou prétest), permet de tester le niveau d'expertise des sujets dans les domaines de connaissances manipulés dans le matériel expérimental via deux QCM prétests (*cf.* § 2.2). Cette vérification permet de contrôler que les sujets ont bien, d'une part, un niveau d'expert en psychologie (niveau 2nd cycle, soit un score supérieur ou égal à 7 sur une échelle en -31/+31) et d'autre part, un niveau de novice en paléontologie (soit un score inférieur ou égal à 0 sur une échelle en -22/+22). Les sujets ne répondant pas à ces critères sont écartés.

La seconde partie (ou test), qui constitue l'expérience à proprement parler, est divisée en deux phases :

- le sujet doit lire les deux items d'entraînement puis chacun des 16 items de psychologie et des 16 items de paléontologie, en présentation texte seul ou texte schématisé ;
- après la lecture de chaque item, le sujet répond à deux questions de compréhension à choix multiples.

¹ *Test de dominance oculaire* : consiste à faire fixer au sujet un point dans l'espace et à le lui faire pointer du doigt, la fermeture alternative d'un œil et de l'autre permet de déterminer la dominance oculaire : l'œil pour lequel sa fermeture entraîne un décalage du point par rapport au doigt est l'œil dominant.

Le matériel est présenté sur l'écran d'ordinateur relié à l'oculomètre. Tous les huit textes une pause est proposée au sujet, chacun des quatre blocs (de huit textes) de l'expérience est précédé d'une phase de calibrage. Les mouvements oculaires sont enregistrés lors de l'exploration des textes seuls ou schématisés (Fig. 1, § 2.2), ainsi que les taux d'erreurs aux deux types de questions.

La troisième partie de l'expérience (ou post-test), consiste à poser de nouveau, après un délai d'un mois, les questions de compréhension, sans que le sujet ait eu l'occasion de relire les textes ni les schémas, afin de constater si une mémorisation à long terme a eu lieu et si celle-ci a été influencée par les différents facteurs manipulés (expertise et présentation de l'information).

2.5. Plan expérimental

Le plan expérimental est représenté par $S_{16} * I_8 < P_2 * E_2 > * M_2$, avec S pour les sujets (facteur aléatoire) ; P la variable présentation de l'information (intrasujet et inter-item), soit le texte seul, soit accompagné d'un schéma non analogique conceptuel statique partiellement redondant au texte ; E la variable expertise dans le domaine de connaissance (intrasujet et inter-item), soit expert (domaine : psychologie), soit novice (domaine : paléontologie) ; M la variable moment de passation du QCM (intrasujet), soit passation pendant l'expérience, soit après un délai d'un mois et I le nombre d'items par condition expérimentale (facteur aléatoire).

2.6. Hypothèses et prédictions

Les objectifs principaux de cette étude étaient, d'une part, d'identifier les différentes stratégies de lecture et leurs variations en fonction du domaine de connaissance préalable du lecteur lorsqu'il s'agit de comprendre des textes expositifs schématisés et d'autre part, de déterminer l'apport d'un schéma conceptuel dans la compréhension et la mémorisation d'un texte expositif selon le niveau des connaissances préalable du lecteur dans le domaine abordé dans le texte.

Les pages écran utilisées pour l'expérience ont été subdivisées en deux zones (Fig. 2) : une zone textuelle (noté ZT) et une zone schéma (ZS). Dans chacune des zones textuelles se trouvent des zones cibles textuelles (noté ZCT), non apparente pour les sujets, qui correspondent aux mots repris dans les zones schémas sous forme de zones cibles schématiques (ZCS).

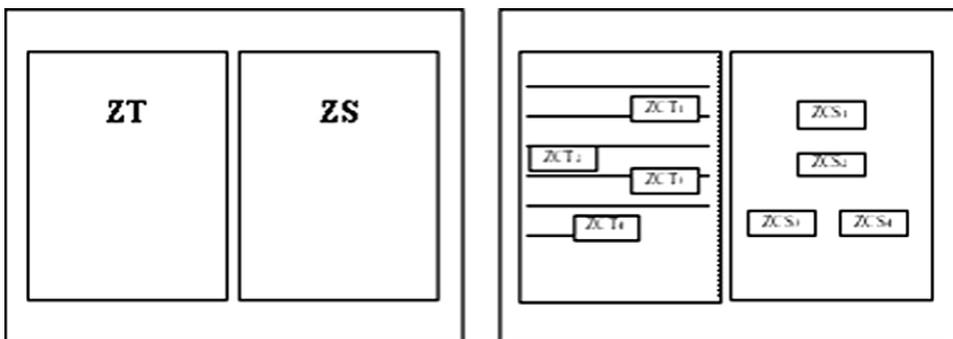


Fig. 2. Exemple de découpage en zones (textuelle : ZT, schéma : ZS), et en zones cibles (textuelle : ZCT, schématique : ZCS).

Une zone cible textuelle est donc composée d'un mot ou expression cible, exprimant un concept, que l'on retrouve dans la zone cible schématique correspondante (de surface équivalente) sous la forme d'une « *étiquette conceptuelle* ». Les questions texte schématisé portent sur les informations contenues dans ces zones cibles. Ces dernières correspondent aux informations redondantes présentent aussi bien sous forme textuelle que schématique.

Comme nous l'avons vu précédemment (*c.f.* § 1), selon Ericsson & Kintsch (1995), l'expert d'un domaine se servirait d'indices de récupération pour accéder à sa mémoire à long terme et pour l'utiliser comme extension de sa mémoire de travail. De plus, l'expert disposerait du modèle de situation se rapportant au thème abordé dans le texte et/ou le schéma. Ainsi, l'information présentée sous forme de schéma non analogique conceptuel étant déjà structurée, nous supposons qu'elle pourrait servir tout comme l'information textuelle d'indice de récupération pour l'expert. L'intégration de l'information chez l'expert serait donc plus rapide grâce à cette disponibilité du modèle de situation, aussi celui-ci devrait être capable de comprendre l'information disponible aussi bien sous forme de schéma que sous forme de texte sans avoir recours à une stratégie de transition visuelle entre le texte et le schéma lors de la présentation des textes schématisés (Fig. 3). De plus, l'expert n'ayant besoin que d'indices de récupération, ses durées cumulées de fixation devraient être relativement courtes aussi bien lors des présentations des textes seuls sur la zone textuelle que des textes schématisés sur la zone textuelle et la zone schéma.

En revanche, le novice n'aurait que peu ou pas accès au modèle de situation, ses connaissances préalables étant trop faibles pour arriver à construire une représentation intégrée pertinente et complète du thème abordé. Afin d'essayer de comprendre, il devra passer par les étapes préalables de construction (Van Dijk & Kintsch, 1983), tout d'abord de la structure de surface, ensuite de la représentation sémantique pour éventuellement arriver à intégrer un modèle de situation probablement incomplet. Les *étiquettes conceptuelles* (ou ZCS) et les *liens conceptuels* (représentés par les flèches), pourraient servir de *base de structuration de l'information* pour le novice, au fur et à mesure, de la lecture du texte, compensant l'absence de schéma mental du thème présenté. Afin de compenser les difficultés de compréhension du texte et du schéma qu'il peut rencontrer il devrait avoir recours à une stratégie de transition entre le texte et le schéma lors de la présentation des textes schématisés (Fig. 3). De plus, cette nécessité de construction de l'information devrait induire des durées cumulées de fixations relativement longues pour le novice aussi bien lors des présentations des textes seuls sur la zone textuelle que des textes schématisés sur la zone textuelle et la zone schéma.

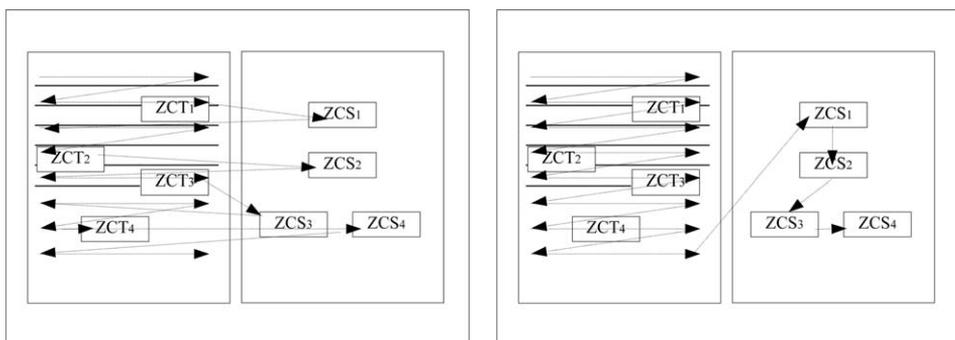


Fig. 3. Stratégies de lecture avec beaucoup (à gauche) ou peu (à droite) de transitions entre le texte et le schéma lors de la présentation des textes schématisés.

Les taux d'erreurs correspondant à la passation du QCM juste après la lecture de l'item sont le reflet de la compréhension alors que ceux correspondant à la passation du QCM après un délai d'un mois reflètent une éventuelle mémorisation. Chez l'expert, le schéma n'ayant servi que d'indice de récupération, il ne devrait pas influencer de façon significative la qualité des réponses, ni du point de vue de la compréhension, ni de celui de la mémorisation. En revanche, chez le novice, le schéma ayant dû servir *de base de structuration* de l'information, il devrait non seulement aider à la compréhension, même partielle, de l'item, mais surtout améliorer la rétention de cette compréhension partielle par rapport à une présentation textuelle seule.

Afin de mieux distinguer l'apport du texte schématisé par rapport à celui du texte seul, nous posons, concernant les taux d'erreurs pour les questions texte seul (portant sur des informations uniquement disponibles dans le texte) que celles-ci ne sont pas influencées par la présence ou l'absence du schéma, et ce quel que soit le moment de passation des QCM, ou l'expertise des lecteurs dans le domaine de connaissance manipulé dans les textes. Aussi, les taux d'erreurs correspondant à ces questions pourraient servir de résultats témoins pour l'analyse et l'interprétation des résultats obtenus pour les questions texte schématisé. Nous nous attendons, pour ces questions texte seul, à des taux d'erreurs plus importants pour les items portant sur le domaine pour lequel le sujet est novice que pour ceux où il est expert. Nous nous attendons également à des taux d'erreurs plus importants lors du post-test que pendant l'expérience, aussi bien pour les items portant sur le domaine pour lequel le sujet est expert, que pour ceux où il est novice. Concernant les taux d'erreurs aux questions texte schématisé, portant sur des informations contenues dans les deux sources d'information, nous nous attendons à une facilitation des présentations textes schématisés notamment pour les items portant sur le domaine pour lequel le sujet est novice aussi bien pour le post-test que pendant l'expérience. D'autre part, un taux d'erreurs plus conséquent est attendu lors du post-test (après un délai d'un mois) que pendant l'expérience.

3. Analyses et résultats

Les analyses des mouvements oculaires ont étudié les stratégies de lectures entre les zones textuelle et schématique (*c.f.* § 2.6) en considérant les différences induites par l'expertise et la présentation de l'information.

Les analyses de variance présentées dans ce paragraphe portent sur les durées de fixations cumulées sur la zone texte et la zone schéma, les transitions entre le texte et le schéma lors des présentations des textes schématisés ainsi que sur les taux d'erreurs pendant l'expérience et en post-test.

3.1. Plans d'analyses

Le plan d'analyse des mouvements oculaires enregistrés pendant l'expérience est donc $S_{16}^* P_2^* E_2$ avec P la variable présentation de l'information (intrasujet et inter-item), soit le texte seul, soit accompagné d'un schéma non analogique conceptuel statique partiellement redondant au texte ; E la variable expertise dans le domaine de connaissance (intrasujet et inter-item), soit expert (dans le domaine de la psychologie), soit novice (dans le domaine de la paléontologie). Afin d'affiner l'analyse et d'exploiter au mieux les données oculométriques, nous avons ajouté la variable zone (intrasujet et intra-item), notée Z, qui correspond à la zone

textuelle ou schéma (c.f. § 2.6, Fig. 2). Ainsi, le plan d'analyse interzone est $\underline{S}_{J6} * Z_2 * E_2$ lors de la présentation des textes schématisés uniquement. Ce plan d'analyse sera complété par un plan d'analyse spécifique sur la zone textuelle $\underline{S}_{J6} * E_2 * P_2$. Pour les analyses portant sur les taux d'erreurs nous nous intéresserons aux questions texte schématisé, qui portent sur des informations contenues dans les deux types de présentation de l'information. Les questions texte seul, qui ne portent que sur le texte, sont présentées en tant que « réponse témoin » afin de déterminer des résultats témoins (i.e. non influencé par le schéma) pour l'analyse et l'interprétation des réponses aux questions texte schématisé. Le plan d'analyse des taux d'erreurs pour les questions texte schématisé est donc $\underline{S}_{J3} * P_2 * E_2 * M_2$ avec M la variable moment de passage du QCM (intrasujet), soit passage pendant l'expérience, soit après un délai d'un mois.

Les différentes analyses de variance ont porté sur les mesures suivantes : nombre de transition d'une zone à l'autre (zone textuelle et zone schéma) lors de la présentation des textes schématisés que nous nommerons *transitions texte/schéma*, durée cumulée totale des fixations² par zone, ainsi que les taux d'erreurs pour les questions texte schématisé lors de la deuxième partie de l'expérience (QCM pendant l'expérience) et de la troisième partie (en post-test après un délai d'un mois).

3.2. Durée de fixations

Les analyses sur les durées cumulées de fixation³ ont été réalisées en fonction des deux zones définies précédemment. Les fixations⁴ des sujets se répartissent donc entre la zone textuelle (ZT) et la zone schéma (ZS) (Fig. 2, § 2.6).

3.2.1. Durées cumulées de fixation sur la zone textuelle (Tableau 1)

Sur cet indicateur nous observons un effet significatif de l'expertise, $F(1, 15) = 5,14$, $p < 0,05$: les sujets fixent plus longtemps les textes qui traitent d'un domaine pour lequel ils sont novices que les textes qui traitent d'un domaine pour lequel ils sont experts ($m_{ZT/E} = 32\,288,03 < m_{ZT/N} = 34\,994,81$).

Tableau 1

Moyennes et écarts-types des durées cumulées de fixation (en ms) sur la zone textuelle (ZT) en fonction de l'expertise et de la présentation de l'information

Variables $\underline{S}_{J6} * EXP_2 * PRZ_2$ sur ZT	Expertise (EXP)			
	Expert (E)		Novice (N)	
	Présentation de l'information (PRZ)			
	Texte (T)	Texte + schéma (TS)	Texte (T)	Texte + schéma (TS)
Moyennes	34 305,74	30 270,31	36 191,13	33 798,50
Écarts-types	7264,35	6411,60	8196,08	7887,68

² En raison de la forte corrélation qui existe entre le nombre de fixations et la durée des fixations ($r = 0,938$, $p < 0,001$), ainsi qu'entre la durée cumulée totale des fixations par page et celle par zone (pour ZT : $r = 0,762$, $p < 0,001$; pour ZS : $r = 0,539$, $p < 0,001$), les résultats obtenus pour les variables nombre de fixations et durée cumulée totale des fixations par page ne seront pas présentés afin d'éviter des informations redondantes.

³ Sont considérés comme fixations les enregistrements supérieurs à 100 ms compris dans un rayon de cinq pixels.

⁴ Nous considérerons comme du *bruit* les erreurs de fixation hors de ces zones, qui représentent moins de 0,5 % des fixations totales, zones en dehors desquelles il n'y avait rien à inspecter.

Par ailleurs, les durées de fixation sur la zone textuelle sont plus longues lors d'une présentation du texte seul plutôt que du texte schématisé, $F(1, 15) = 12,24$, $p < 0,01$ ($m_{ZT/T} = 35\,248,44 > m_{ZT/TS} = 32\,034,41$).

Nous n'observons pas d'effet significatif d'interaction entre l'expertise et la présentation de l'information sur cet indicateur, ($F < 1$).

3.2.2. Durées cumulées de fixations sur les zones textuelles et schémas en présentation texte schématisé (Tableau 2)

Sur cet indicateur nous observons un effet significatif du type de zone fixée, $F(1, 15) = 223,25$, $p < 0,001$. En effet, lors des présentations textes schématisés (texte + schéma), les fixations sont plus longues sur la zone textuelle que sur la zone schéma ($m_{TS/ZT} = 32\,034,41 > m_{TS/ZS} = 9904,31$).

Nous pouvons également remarquer qu'il n'apparaît pas d'effet significatif de l'expertise ($F < 1$) en tant qu'effet principal.

En revanche, l'expertise interagit avec la zone fixée, $F(1, 15) = 14,35$, $p < 0,01$ (Fig. 4). Ainsi, lors des présentations de textes schématisés, les fixations sont plus longues sur la zone textuelle aussi bien pour les items qui traitent d'un domaine pour lequel les sujets sont experts, $F(1, 15) = 187,92$, $p < 0,001$ ($m_{TS/ZT/E} = 30\,270,31 > m_{TS/ZS/E} = 10\,569,83$) que pour ceux qui traitent d'un domaine pour lequel ils sont novices, $F(1, 15) = 191,81$, $p < 0,001$ ($m_{TS/ZT/N} = 33\,798,50 > m_{TS/ZS/N} = 9238,80$). Cependant, les fixations sur la zone textuelle des items qui traitent du domaine expert sont plus courtes que sur celle des items qui traitent d'un

Tableau 2

Moyennes et écarts-types des durées cumulées de fixations interzones (en ms) lors des présentations des textes schématisés (TS) en fonction de la zone et l'expertise

Variables	Zone (ZNE)			
	Zone textuelle (ZT)		Zone schéma (ZS)	
	Expertise (EXP)			
$\underline{S}_{16} * ZNE_2 * EXP_2$ pour TS	Expert (E)	Novice (N)	Expert (E)	Novice (N)
Moyennes	30 270,31	33 798,50	10 569,83	9238,80
Écarts-types	6411,60	7887,68	3128,35	3234,57

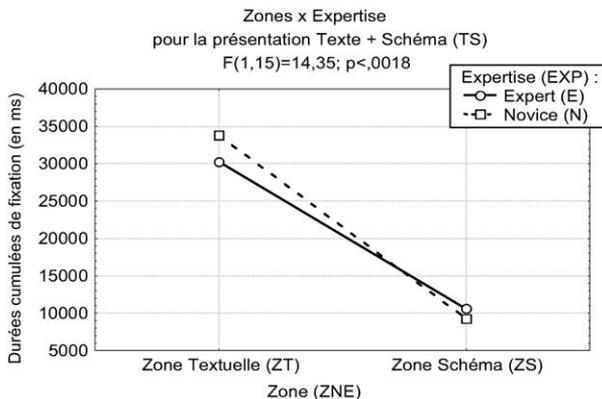


Fig. 4. Durées de fixations sur les zones textuelles et schémas (en ms) lors des présentations textes schématisés (texte + schéma) en fonction de la zone et l'expertise.

domaine pour lequel les sujets sont novices, $F(1, 15) = 6.84$, $p < 0,025$ ($m_{TS/ZT/E} = 30\ 270,31 < m_{TS/ZT/N} = 33\ 798,50$), mais cette différence n'est plus significative sur la zone graphique, ($F < 1$).

3.3. Transition texte/schéma⁵ (Tableau 3)

Cette mesure consiste à prendre en compte le nombre de saccades⁶ que le sujet a effectué lors de sa lecture entre le texte et le schéma.

Nous observons un effet de l'expertise sur cette variable, $F(1, 15) = 5,16$, $p < 0,05$ ($m_{TS/N} = 8,39 > m_{TS/E} = 6,80$). Lors d'une présentation d'un texte schématisé les sujets effectuent plus de transition texte/schéma sur les items qui traitent d'un domaine pour lequel ils sont novices que sur les items qui traitent d'un domaine pour lequel ils sont experts.

Ce résultat va dans le sens de notre hypothèse sur les stratégies de lecture avec transition entre le texte et le schéma lors de la présentation des textes schématisés : lorsque les textes schématisés portent sur un domaine pour lequel les sujets sont novices alors ces derniers font plus de transitions texte/schéma que lorsqu'ils sont experts dans le domaine abordé dans les items (Fig. 5).

3.4. Taux d'erreurs

Les analyses⁷ sur les taux d'erreurs ont d'abord porté sur les données recueillies pendant l'expérience, puis lors du post-test (*Moyenne des taux d'erreurs pour huit items*). Afin d'avoir un contexte d'analyse, nous présenterons succinctement les résultats obtenus pour les questions témoins texte seul (qui portaient sur des informations contenues uniquement dans le texte et qui ne sont donc pas influencées par la présentation de l'information sous forme de texte schématisé) avant de présenter ceux obtenus pour les questions texte schématisé.

Tableau 3

Moyennes et écarts-types des transitions texte/schéma lors des présentations des textes schématisés (TS) en fonction de l'expertise

Variables	Expertise (EXP)	
	Expert (E)	Novice (N)
$S_{16} * EXP_2$ pour TS		
Moyennes	6,80	8,39
Écarts-types	7,97	8,47

⁵ Nous considérons comme transition texte/schéma, une saccade qui fait suite à une fixation de plus de 100 ms dans l'une des deux zones (textuelle ou schéma) et qui se conclue par une fixation de plus de 100 ms dans l'autre zone.

⁶ Le nombre brut de transition texte/schéma étant fortement corrélé aux durées cumulées de fixations par pages aussi bien pour les textes schématisés portant sur un domaine dans lequel le sujet est expert ($r = 0,337$, $p < 0,001$), que novice ($r = 0,409$, $p < 0,001$), il n'est pas nécessaire de pondérer les transitions par les durées cumulées de fixations par page.

⁷ Afin de vérifier que les résultats obtenus aux QCM ne relevaient pas du hasard (trois possibilités de répondre faux sur quatre) nous avons réalisé un Khi Carré aussi bien pour les données recueillies lors de la passation de l'expérience : $\chi^2 = 102,01$, $dl = 8$, $p < 0,001$, que lors du post-test : $\chi^2 = 66,24$, $dl = 8$, $p < 0,001$.

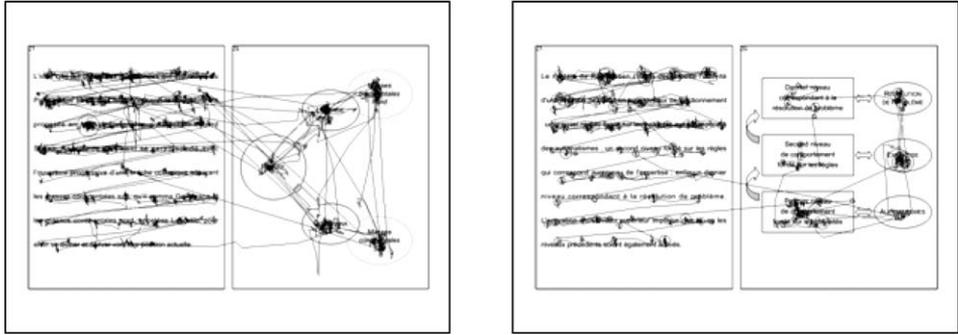


Fig. 5. Stratégie de lecture avec beaucoup de transition texte/schéma (pour un item portant sur un domaine pour lequel le sujet est novice) vs peu de transition texte/schéma (pour un item portant sur le domaine d’expertise du sujet) représentée par le tracé.

3.4.1. Taux d’erreurs pour les questions témoins texte seul (Tableau 4)

Nous avons posé comme hypothèse pour les questions texte seul que celles-ci ne sont pas influencées par la présentation du schéma. Ainsi les taux d’erreurs correspondant à ces questions pourraient faire l’objet de résultats témoins pour l’analyse et l’interprétation des résultats obtenus pour les questions texte schématisé. En effet, nous n’observons pas d’effet significatif de la présentation de l’information pour ces questions, quel que soit le moment de passation des QCM, ou l’expertise dans le domaine de connaissance ($F < 1$). En outre, nous observons une corrélation positive entre les taux d’erreurs pour ces questions⁸ lorsque le texte était présenté seul et lorsqu’il était accompagné de son schéma ($r = 0,471, p < 0,001$),

Comme attendu, pour les questions texte seul, nous pouvons constater un effet significatif de l’expertise, $F(1, 12) = 15,14, p < 0,01$ ($m_E = 0,35 < m_N = 0,45$) : les sujets font plus d’erreurs pour les items qui portent sur un domaine pour lequel ils sont novices que pour les ceux où ils sont experts.

De plus, il ressort un effet du moment de passation du QCM, $F(1, 12) = 206,13, p < 0,001$ ($m_I = 0,22 < m_P = 0,57$), les taux d’erreurs sont nettement plus importants pour le post-test que pendant l’expérience aussi bien pour les items qui portent sur un domaine pour lequel les sujets sont experts, $F(1, 12) = 108,90, p < 0,001$ ($m_{E/I} = 0,19 < m_{E/P} = 0,50$) que pour ceux où ils sont novices, $F(1, 12) = 199,83, p < 0,001$ ($m_{N/I} = 0,25 < m_{N/P} = 0,64$).

Tableau 4

Moyennes et écarts-types des taux d’erreurs (pour huit items) en fonction de l’expertise, de la présentation de l’information et du moment de passation du QCM pour les questions témoins texte seul (QTSe)

Variables S_{16} * EXP_2 * PRZ_2 * MPQ_2 pour QTSe	Expertise (EXP)							
	Expert (E)				Novice (N)			
	Présentation de l’information (PRZ)							
	Texte (T)		Texte + schéma (TS)		Texte (T)		Texte + schéma (TS)	
	Moment de passation du QCM (MPQ)							
	Immédiat (I)	Post-test (P)	Immédiat (I)	Post-test (P)	Immédiat (I)	Post-test (P)	Immédiat (I)	Post-test (P)
Moyennes	0,20	0,49	0,17	0,52	0,27	0,63	0,24	0,65
Écarts-type	0,14	0,18	0,23	0,27	0,11	0,16	0,17	0,17

Tableau 5

Moyennes et écarts-types des taux d'erreurs (pour huit items) en fonction de l'expertise, de la présentation de l'information pour les questions texte schématisé (QTSc) lors d'une passation du QCM immédiate

Variables	Expertise (EXP)			
	Expert (E)		Novice (N)	
	Présentation de l'information (PRZ)			
$S_{13} * EXP_2 * PRZ_2$ pour QTSc en passation Immédiate	Texte (T)	Texte + schéma (TS)	Texte (T)	Texte + schéma (TS)
Moyennes	0,30	0,23	0,29	0,25
Écarts-types	0,15	0,13	0,16	0,20

3.4.2. Taux d'erreurs pendant l'expérience pour les questions texte schématisé (Tableau 5)

Contrairement aux taux d'erreurs pour les questions témoins texte seul, nous ne constatons pas d'effet significatif de l'expertise pour les questions texte schématisé lors de la passation du QCM pendant l'expérience ($F < 1$).

Néanmoins, nous observons un effet significatif de la présentation de l'information pour ces questions, $F(1, 12) = 5,67$, $p < 0,05$ ($m_T = 0,29 > m_{TS} = 0,24$) : les sujets font moins d'erreurs aux questions texte schématisé pendant la passation de l'expérience lorsque le texte est schématisé (texte + schéma) plutôt que présenté seul.

3.4.3. Taux d'erreurs en Post-Test (après un délai d'un mois) pour les questions texte schématisé (Tableau 6)

Contrairement aux taux d'erreurs pour les questions texte seul, nous ne constatons pas d'effet significatif de l'expertise pour les questions texte schématisé lors de la passation du QCM après un délai d'un mois ($F < 1$).

Par ailleurs, nous n'observons pas d'effet principal significatif de la présentation en post-test.

Cependant, nous pouvons constater qu'il existe un effet significatif de la présentation pour ces questions entre les items portant sur un domaine pour lequel les sujets sont experts et ceux où ils sont novices uniquement lors de la présentation du texte seul, $F(1, 12) = 10,69$, $p < 0,01$ ($m_{E/T} = 0,55 < m_{N/T} = 0,68$) : les sujets font moins d'erreurs aux questions texte schématisé pour les items portant sur leur domaine d'expertise lors du post-test lorsque le texte était présenté seul pendant l'expérience. Cette différence entre les items portant sur le domaine d'expertise des sujets et ceux où ils sont novices n'est pas significative lorsque le texte était schématisé ($F < 1$).

Enfin, il existe, comme pour les questions texte seul, un effet du moment de passation du QCM pour les questions texte schématisé, $F(1, 12) = 64,03$, $p < 0,001$ ($m_I = 0,27 < m_P = 0,61$), les taux d'erreurs sont nettement plus importants pour le post-test que pendant l'expérience aussi bien pour les items portant sur un domaine d'expertise des sujets, $F(1, 12) = 58,84$, $p < 0,001$ ($m_{E/I} = 0,26 < m_{E/P} = 0,56$) que pour les items portant sur un domaine dans lequel ils sont novices, $F(1, 12) = 35,93$, $p < 0,001$ ($m_{N/I} = 0,27 < m_{N/P} = 0,66$).

Tableau 6

Moyennes et écarts-types des taux d'erreurs (pour huit items) en fonction de l'expertise, de la présentation de l'information pour les questions texte schématisé (QTSc) lors d'une passation du QCM en Post-test

Variables	Expertise (EXP)			
	Expert (E)		Novice (N)	
	Présentation de l'information (PRZ)			
$S_{16} * EXP_2 * PRZ_2$ pour QTSc en Post-test	Texte (T)	Texte + schéma (TS)	Texte (T)	Texte + schéma (TS)
Moyennes	0,55	0,58	0,68	0,64
Écarts-types	0,13	0,13	0,17	0,22

4. Discussion

Les objectifs principaux de cette étude étaient, d'une part, d'identifier les stratégies de lecture différenciées selon le domaine de connaissance préalable du lecteur lorsqu'il s'agit de comprendre des textes expositifs schématisés et d'autre part, de déterminer l'apport d'un schéma conceptuel dans la compréhension et la mémorisation d'un texte expositif selon le niveau des connaissances préalables du lecteur dans le domaine abordé dans le texte.

Cette étude a permis de mettre en évidence, lors des présentations des textes schématisés, des stratégies de lecture avec transition entre le texte et le schéma, différentes selon que les textes schématisés portent sur un domaine pour lequel les sujets sont novices ou experts. En effet, les sujets font plus de transitions texte/schéma lorsqu'ils sont novices dans le domaine abordé dans les items que lorsqu'ils sont experts.

Ces stratégies de lecture avec transitions texte/schéma, étant accompagnées de durées de fixations plus importantes sur la zone textuelle des items portant sur un domaine pour lequel les sujets sont novices, peuvent être interprétées comme un *traitement pas à pas* de l'information en vue d'une tentative de construction du modèle de situation du domaine novice en passant par la construction de la structure de surface et la représentation sémantique (Van Dijk & Kintsch, 1983). En effet, comme nous l'avons abordé dans nos hypothèses (*c.f.* § 2.6), lorsque le sujet est novice dans le domaine abordé il utiliserait le schéma comme *base de structuration* de l'information. Les nombreuses transitions entre le texte et le schéma lui permettrait de « guider » sa lecture du texte en la structurant afin d'essayer de mieux le comprendre et en procédant à des intégrations partielles des deux sources d'information.

Lorsque le sujet est expert dans le domaine abordé, le schéma agirait comme une synthèse des indices de récupération pertinents semblable à son schéma mental, lui permettant d'accéder au modèle de situation du thème traité. L'accès à sa mémoire de travail à long terme lui permettant alors une optimisation de son traitement (Ericsson & Kintsch, 1995). Il réduirait ainsi ses durées de fixation, et n'aurait pas besoin d'intégrer partiellement les informations présentées sous forme textuelle et sous forme de schéma (contrairement au sujet novice dans le domaine abordé dans l'item). Il pourrait donc les intégrer directement, ce qui est cohérent avec nos résultats (stratégie de lecture avec moins de transitions texte/schéma, et durées de fixation plus courtes sur la zone textuelle pour les items présentant des informations relatives au domaine pour lequel il est expert que pour ceux où il est novice).

Nous tenons à souligner l'adaptabilité des comportements oculaires mise en évidence par ces résultats. En effet, la variable expertise étant intrasujet, les différentes stratégies adoptées sont employées de façon sélective par les sujets, en fonction du contenu des pages (psychologie/paléontologie). Ainsi, cela montre que chez les mêmes sujets, il est possible d'observer des stratégies visuelles différentes, témoignant des différents processus de compréhension et d'intégration selon le domaine abordé dans les différents items.

Il convient de garder toutefois une certaine réserve concernant les résultats obtenus sur les données oculométriques. En effet, les textes présentés aux sujets, qu'ils soient seuls ou schématisés, étaient invariablement présentés dans le sens de lecture usuel en français : à gauche. Lorsqu'il était accompagné d'un schéma ce dernier était toujours positionné à droite. Il est donc possible que ces données soient spécifiques à une présentation texte à gauche et illustra-

⁸ Les taux d'erreurs obtenus à ces questions après la lecture du texte seul ou du texte schématisé sont similaires à 79,57 % quel que soit le moment de passation des QCM, ou l'expertise dans le domaine de connaissance.

tion à droite et ne peuvent être généralisées à une présentation texte à droite et illustration à gauche⁹.

Enfin, les taux d'erreurs reflètent, d'une part, la mémorisation à court terme et la compréhension pour la passation du QCM lors de l'expérience, et d'autre part, la mémorisation à long terme pour la passation après un délai d'un mois. Comme nous l'avons vu, les questions texte seul servent de questions témoins pour l'interprétation des taux d'erreurs aux questions texte schématisé. Ces dernières devraient nous permettre de mettre en évidence l'influence de la présentation de l'information sous la forme de texte expositif et de schéma non analogique conceptuel sur la compréhension et la mémorisation en fonction de l'expertise des sujets dans les domaines de connaissances abordés dans les items.

Ainsi, lors de la passation du QCM après la lecture de l'item correspondant, nous avons constaté que les sujets faisaient moins d'erreurs pour les questions portant sur les items qui présentaient de l'information relative au domaine pour lequel les sujets étaient experts que sur ceux où ils étaient novices lorsqu'il n'y avait pas d'influence du schéma (*i.e. pour les questions témoins portant uniquement sur le texte seul*). En revanche, nous avons noté pour les questions texte schématisé une diminution des taux d'erreurs lors des présentations des textes schématisés par rapport aux présentations textuelles seules quel que soit le domaine abordé dans les items. Le schéma non analogique conceptuel aurait donc permis une amélioration de la compréhension des textes. Il ne faut toutefois pas perdre de vue que cette amélioration a pu se réaliser grâce à la mise en place de stratégies de lecture spécifiques à chaque niveau d'expertise dans le domaine de connaissance.

Par ailleurs, lors de la passation du QCM après un délai d'un mois (sans que le sujet ait eu l'occasion de relire les items), nous avons constaté que pour les questions témoins portant sur le texte seul (*i.e. non influencé par le schéma*), il persistait un effet de l'expertise : les taux d'erreurs des sujets étaient supérieurs concernant les items portant sur un domaine pour lequel ils étaient novices par rapport à ceux où ils étaient experts. Pour les questions texte schématisé, cet effet n'est présent que dans le cas où l'information était sous format textuelle uniquement. Lorsque la présentation était sous forme de texte schématisé, la mémorisation des sujets n'était pas significativement différente entre les items portant sur un domaine pour lequel ils étaient experts et ceux où ils étaient novices. Ces résultats sur les QCM post-tests ne permettent pas en l'état d'interprétation pertinente sur la mémorisation à long terme mais soulèvent de nouvelles questions qui pourront faire l'objet d'expériences ultérieures notamment concernant l'impact du schéma sur la mémorisation à long terme selon le domaine de connaissance abordé dans les items. Le schéma conceptuel a-t-il interféré avec le schéma mental correspondant au domaine d'expertise du sujet en mémoire à long terme ? A-t-il permis la création d'un schéma mental correspondant au domaine pour lequel le sujet est novice en mémoire à long terme plus stable que celui créé à partir du texte seul ?

Ainsi de nombreuses recherches ont montré que l'apport d'une illustration dépend de nombreux facteurs (Mayer & Moreno, 2002 ; Tversky et al., 2002). L'expérience présentée dans cet article a permis de mettre en évidence l'adaptabilité des comportements oculaires et la mise en place de stratégies de lecture spécifiques selon que le thème abordé dans les items concernait ou non le domaine d'expertise des sujets. De plus, nous avons pu montrer l'apport d'un schéma non analogique conceptuel pour la compréhension d'un texte expositif lorsque ce

⁹ Ce contrôle de la position relative du texte et du schéma fera l'objet d'un contre-balancement lors des expérimentations ultérieures.

dernier est présenté dans le sens de lecture usuel en français : à gauche du schéma. Cependant de nombreuses questions demeurent notamment sur l'impact du texte schématisé sur la mémorisation à long terme, sur l'influence de la présentation du schéma à gauche, sur l'incidence de la redondance du schéma dans la compréhension et pourront faire l'objet d'expériences ultérieures.

Références

- Baccino, T., 2004. La lecture électronique. PUG, Grenoble.
- Baccino, T., Colombi, T., 2000. L'analyse des mouvements des yeux sur le Web. *Revue d'intelligence artificielle. Les interactions homme-système : perspectives et recherches psychoergonomiques*, 14(1–2), 127–148.
- Black, J., 1985. An exposition on understanding expository text. In: Britton, B.K., Black, J. (Eds.), *Understanding expository text*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, pp. 250–265.
- Britton, B.K., Glynn, S.M., Smith, J.W., 1985. Cognitive demands of processing expository text: A cognitive work-bench model. In: Britton, B.K., Black, J.B. (Eds.), *Understanding expository text*. Erlbaum, Hillsdale, NJ, pp. 227–248.
- Budd, D., Whitney, P., Turley, K.J., 1995. Individual differences in working memory strategies for reading expository text. *Memory and Cognition* 23 (6), 735–748.
- Colombi, T., Baccino, T., 2003. Le rôle de la mise en page et de la structure syntaxique dans la sélection des liens hypertextuels. *Le Travail Humain* 66 (1), 45–64.
- Ericsson, K.A., Kintsch, W., 1995. Long-term working memory. *Psychological Review* 102, 211–245.
- Fenk, A., 1994. Spatial Metaphor and Logical Pictures. In: Schnotz, W., Kulhavy, R.W. (Eds.), *Comprehension of Graphics*. North Holland, Amsterdam, The Netherlands, pp. 43–62.
- Fletcher, C.R., 1986. Strategies for the allocation of short-term memory during comprehension. *Journal of Memory and Language* 25 (1), 43–58.
- Gamer, R., 1987. Strategies for reading and studying expository text. *Educational Psychologist. Special issue: Current issues in reading comprehension* 22 (3), 299–312.
- Kintsch, W., 1988. The role of knowledge in discourse comprehension: A construction-integration model. *Psychological Review* 95, 163–182.
- Kintsch, W., 1998. *Comprehension a paradigm: for cognition*. Cambridge University Press, New York.
- Kintsch, W., Van Dijk, T.A., 1978. Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review* 85 (5), 363–394.
- Mayer, R.E., Moreno, R., 2002. Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review* 14 (1), 87–99.
- Rayner, K., 1998. Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin* 124 (3), 372–422.
- Rabinowitz, M., Glaser, R., 1985. Cognitive structure and process in highly competent performance. In: Horowitz, F. D., O'Brien, M. (Eds.), *The gifted and talented: A developmental perspective*. American Psychological Association, Washington, DC, pp. 75–98.
- Scardamalia, M., Bereiter, C., 1984. Development of strategies in text processing. In: Mandl, H., Stein, N.L., Trabasso, T. (Eds.), *Learning and comprehension of text*. Lawrence Erlbaum Associates, Inc, Hillsdale, NJ, pp. 379–406.
- Schmid, S., Baccino, T., 2001. Stratégies de lecture pour des textes à consignes. *Langages* 141, 105–124.
- Tversky, B., Morrison, J.B., Bétrancourt, M., 2002. Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies* 57 (4), 247–262.
- Van Dijk, T.A., Kintsch, W., 1983. *Strategies of discourse comprehension*. Academic Press, New York.