

Dorsaf BEN ISMAIL
Université de Tunis
Denis LEGROS
Laboratoire CHArt et LUTIN, Université de Paris 8

Rôle des TICE sur les activités mémorielles dans la co compréhension à distance d'un texte scientifique en français en contexte plurilingue

Résumé

Cette recherche vise à concevoir (i) des liens hypertextes d'aide à la compréhension de texte scientifique en français L2, en contexte plurilingue et (ii) des outils d'évaluation pré et post test sous forme de cartes conceptuelles. Une analyse en système d'un domaine complexe de la biologie, l'équilibre homéostatique, composé de sous-systèmes a permis d'élaborer un texte expérimental constitué d'informations de type « intrasystème », et de type « intersystème », et des liens hypertextes composés d'explications des deux types d'informations. Les participants effectuent trois lectures suivies de trois rappels, une lecture sans aide, une lecture avec liens hypertextes et explications de type intra- (G1) ou intersystème (G2), et une lecture à distance en binômes. Les binômes du groupe G2 produisent les meilleurs rappels. Les cartes conceptuelles post test indiquent qu'ils ont compris et intégré les concepts scientifiques et les liens de causalité entre les concepts. L'effet des interactions L1/L2 dans l'activation des connaissances et leur prise en compte dans le traitement des textes sont discutés.

Abstract

This research aims to develop and validate (i) processing aids for scientific texts in French L1 in multilingual contexts through hyperlinks and (ii) tools for pre- and post-test assessment as concept maps. An analysis of complex system biology and homeostasis composed of subsystems has given rise to an experimental text consisting of intra- and intersystem information as well as hyperlinks consisting of both types of information. Participants perform three readings followed by three reminders, playing without help, reading with hyperlinks and additional information of type intra- (G1) or intersystem (G2), and a remote reading in pairs. The group G2 pairs demonstrate the best recall. Concept maps post-test indicate that they have understood and integrated scientific concepts and causal links between concepts. The effect of L1/L2 interactions in the application of knowledge and their inclusion in word processing are discussed.

Cette recherche conduite auprès d'étudiants tunisiens a pour but de concevoir des aides à la compréhension d'un texte scientifique en langue L2 (français) décrivant un domaine complexe de la biologie humaine : les phénomènes de régulation physiologique. Les travaux sur la compréhension des textes scientifiques s'appuient sur les recherches qui ont montré que comprendre consiste à mettre en relation les informations issues du texte avec les connaissances du lecteur stockées en mémoire et activées lors de la lecture. Il est donc évident que la lecture de textes sur des domaines complexes et peu familiers des étudiants n'est pas favorable à cette activation. La complexité du lexique scientifique et le bagage conceptuel insuffisant de ces étudiants ne permettent donc pas aux lecteurs de comprendre les textes scientifiques (Best, Flyod et McNamara, 2008 ; Young, 2005). Selon Graesser, Léon et Otero (2002), les lecteurs de textes scientifiques sont souvent incapables d'élaborer une représentation mentale précise d'un tel domaine et donc de comprendre ces textes. Ces difficultés, encore plus importantes pour les lecteurs de texte en L2, conduisent alors ces lecteurs à construire des représentations peu cohérente et fausses (Legros et Baudet, 1996) et à recourir à

des stratégies de lecture inefficaces (Hirsch, 2003 ; Marin, Crinon, Legros et Avel, 2007).

Des recherches ont été entreprises pour améliorer la compréhension des textes et la construction de connaissances scientifiques à l'aide de textes (Johnson et Zabrocky, 2011).

Des aides multimédias et hypermédias et des systèmes de co-compréhension à distance ont été conçus et testés (Al-Seghayer, 2005 ; Gaonac'h et Fayol, 2003 ; Legros, Hoareau, Boudechiche, Makhlouf et Gabsi, 2007).

McNamara et ses collaborateurs ont mis au point le logiciel iSTART (*Interactive Strategy Trainer for Active Reading and Thinking*) qui permet de favoriser le développement des stratégies de lecture et d'améliorer la compréhension des textes (McNamara, Levinstein et Boonthum, 2004). iSTART interagit avec l'apprenant pour lui permettre de mettre en œuvre des stratégies de lecture efficaces, comme l'utilisation des connaissances antérieures et la génération d'inférences. Les auteurs ont testé l'effet de questions portant soit sur le contenu du texte, soit sur les connaissances évoquées par le texte et relevant de l'activité inférentielle. Les performances des lecteurs entraînés à la lecture du texte avec iSTART ont permis de montrer l'intérêt de ce système d'aide à la compréhension des textes scientifiques et plus précisément l'intérêt des questions portant sur les inférences. D'ailleurs, les travaux sur les effets des questionnements sur l'activation des connaissances permettent de concevoir et de mettre au point des bases de données pour les systèmes d'aide informatisés (Kuhlthau, 2013).

Boudechiche (2007) a étudié chez des étudiants algériens l'effet de deux types de question d'aide à la compréhension de textes explicatifs : des questions sur les connaissances évoquées par le texte (G1) et renvoyant au modèle de situation et des questions sur le contenu du texte (G2). De plus, elle a étudié l'effet de la langue utilisée dans les questions (L1, arabe vs L2, français). Les étudiants lisaient le texte en L2, puis réalisaient un 1er rappel. Quelques jours plus tard, le groupe G1 répondait à des questions sur les connaissances activées lors de la lecture et renvoyant au "modèle de la situation" évoquée par le texte, questions proposées soit en L1, soit en L2. Le groupe G2 répondait à des questions sur les informations renvoyant au

contenu du texte, soit en L1 soit, en L2. Enfin, l'ensemble des étudiants produisaient un second rappel. L'analyse a permis de mettre en évidence les effets du type de question et de la langue sur la réactivation des connaissances et la production du rappel du texte en L2. Les étudiants qui ont lu et répondu aux questions en langue maternelle (L1) ajoutent lors du rappel R2 plus d'informations issues des connaissances en mémoire que d'informations renvoyant au contenu du texte. Lorsque les questions sont en français (L2), les sujets ajoutent plus d'informations renvoyant au contenu du texte. L'effet de la langue utilisée dans les questionnaires varie en fonction du type de question. Lorsque les questions portent sur le contenu du texte (G2), les étudiants produisent plus d'ajouts lorsque les questions sont en français. Lorsque les questions portent sur les connaissances évoquées par le texte, ils produisent plus d'ajouts lorsque les questions sont en arabe. Les questions posées en L1 avant la relecture du texte favorise le retraitement du contenu du texte et une meilleure compréhension de celui-ci (voir Alvermann, 2004 ; Legros, Hoareau, Boudechiche, Makhoulouf, et Gabsi, 2007). Ces travaux ont rendu possible la conception de systèmes de questionnement informatisés qui permettent d'adapter l'entraînement au niveau de compétence des apprenants sur les domaines évoqués par les textes.

Le développement d'Internet permet le développement de l'apprentissage à distance. Dans ce cadre, les échanges à distance entre pairs constituent une aide à la compréhension de texte et à la construction de connaissances, comme de nombreux travaux l'ont montré (McCown, 2013 ; Pan, et Wu, 2013). Dans une recherche sur l'aide à la compréhension de texte en langue L2, Momtaz et Naji (2012) ont étudié l'effet de la lecture collaborative sur les stratégies utilisées par les lecteurs lors des interactions verbales et sur la compréhension. Après avoir effectué un diagnostic de leurs connaissances initiales, les participants à l'expérience lisaient individuellement ou en petit groupe quatre textes identiques sur le plan de la structure et de la longueur, soit difficiles sur le plan conceptuel et faciles sur le plan linguistique, soit difficiles sur le plan linguistique et faciles sur le plan conceptuel. Les interactions des lecteurs du groupe «travail collaboratif» étaient enregistrées et transcrites. Dix participants

de chaque groupe ont été ensuite interrogés. Les analyses ont montré un effet positif du travail collaboratif sur la compréhension. L'analyse des échanges indique que les stratégies du groupe «travail collaboratif» varient en fonction du niveau de connaissances des apprenants.

La conception des aides à la compréhension de texte repose dans ces travaux sur les connaissances antérieures des apprenants, très peu de recherches ont étudié les effets de la prise en compte de la structuration des connaissances en mémoire dans la structuration des informations textuelles, des questionnaires d'activation des connaissances, mais aussi des liens hypertextuels et des cartes conceptuelles.

C'est pourquoi, Dorsaf Ben Ismail a conçu son expérimentation en s'appuyant sur une conception de l'organisation des connaissances en mémoire fondée sur une analyse en système (Baudet et Denhière 1991 ; Legros et Baudet, 1996). L'analyse du domaine de connaissances et de la structuration textuelle des informations décrivant ce domaine ont permis de montrer que la régulation de la pression artérielle peut être représentée sous forme d'un système fonctionnel (système complexe), composé de sous-systèmes (système nerveux, système cardiovasculaire, système endocrinien) qui interagissent et rendent compte du fonctionnement du système. Le texte expérimental, les questions et les liens hypertextes ont été élaborés à partir de cette représentation systémique. Les questions de recherche étaient les suivantes :

Quels sont les effets sur la compréhension et le rappel d'un hypertexte constitué de liens élaborés à partir d'une conceptualisation systémique de l'organisation des connaissances en mémoire ?

Quels sont les effets sur les réponses aux questions conçues selon les mêmes principes ?

Quels sont les effets d'une représentation des connaissances en système sur la production de cartes conceptuelles pré- et post-test ?

Dorsaf Ben Ismail a étudié les effets de différents types de liens hypertextes proposés lors de la relecture sur la compréhension d'un texte scientifique. Trois groupes d'étudiants

en 2^e année de biotechnologie de l'université de Tunis ont participé à l'expérience.

— Au cours d'une 1^{er} lecture le texte seul est proposé aux participants sur un écran d'ordinateur ;

— Au cours d'une 2^e lecture, un hypertexte est présenté, accompagné de liens donnant accès à des notes explicatives conçues à partir d'une analyse des connaissances en mémoire sur l'analyse en système (Jamet, Legros et Pudelko, 2004 ; Legros, Baudet, Denhière, 1994). Le texte décrivant le système régulation ne peut être compris que si le lecteur a compris les relations inter systèmes. L'hypertexte accompagné de liens donnant accès à des informations expliquant les concepts des sous-systèmes (notes intra systèmes) est proposé au groupe G1, alors que l'hypertexte accompagné de liens proposant des informations expliquant les concepts inter systèmes est présenté au groupe G2. Le groupe témoin (G3) relit le texte sans liens hypertextes. À la suite de cette relecture, les participants produisent un deuxième rappel.

La 3^e lecture de l'hypertexte est suivie d'une co-révision en binôme du rappel R2 qui constitue le rappel R3.

Les tâches de lecture et de rappel sont précédées et suivies d'un questionnaire et d'une tâche de production d'une carte conceptuelle proposés en pré- et post- test. Le questionnaire portait sur les connaissances du système homéostatique, c'est-à-dire le système des régulations physiologiques dans le corps humain. Le questionnaire comporte (i) des questions dont les réponses sont de type intra système ou (ii) des questions dont des réponses sont de type inter système *ie* interaction entre sous-systèmes. Le but est de permettre l'activation de leurs connaissances avant et après la lecture et le rappel du texte (Rouet et Vidal-Abarca, 2002 ; Sawadogo et Legros, 2007).

Les travaux sur la modélisation des représentations des connaissances en systèmes ont montré que les apprenants sont capables d'élaborer une représentation d'un système simple, mais sont incapables de comprendre les systèmes complexes résultant des interactions entre plusieurs sous-systèmes (Baudet et Denhière, 1991).

Notre hypothèse est que les liens hypertextes de type Inter système (G2) proposés au cours de la deuxième lecture favorisent la construction d'une représentation des concepts et du contenu

conceptuel du texte lors des rappels R2 et R3 (Ben Ismail Ben Romdhane, Legros, Ben Chaouacha et Pudelko, 2007).

Méthode

Participants

81 étudiants de 2^e année de biotechnologie de l'université de Tunis ont participé à l'expérimentation et ont été répartis en 3 groupes. Le groupe G1 bénéficie au cours de la 2^e lecture de l'hypertexte de notes explicative de type « intra-système » et le groupe G2 de notes de type « inter-système » ; le groupe G3 (groupe témoin) relit le texte sans liens hypertextes.

Matériel

— *Le questionnaire*

Le questionnaire est composé (i) de questions dont les réponses sont de type « intra système », c'est-à-dire qu'elles nécessitent d'avoir compris le rôle et le fonctionnement des sous-systèmes et (ii) de questions dont les réponses sont de type « inter système » qui nécessitent d'avoir compris, non seulement le fonctionnement des sous-systèmes, mais leurs interactions (voir extrait du questionnaire en annexe).

Le but de ce questionnaire est de favoriser l'activation des connaissances des participants et de permettre leur diagnostic (Jamet, Legros et Pudelko, 2004). (*Voir extrait en annexe*)

— *Le texte*

Le texte décrit le système complexe des régulations physiologiques de la pression artérielle et les sous-systèmes qui le composent. Il décrit les principales relations du système avec les sous-systèmes endocrinien, nerveux et cardiovasculaire, et présente ainsi l'organisme humain comme un ensemble dynamique de parties interdépendantes et non comme un assemblage d'unités isolées. (*Voir extrait en annexe*)

— Procédure

Au cours d'une première séance, l'ensemble des groupes répondait au questionnaire initial et produisait une première carte conceptuelle.

Lors d'une 2^e séance, ils lisaient le texte présenté sur un écran et produisaient un premier rappel des informations retenues (R1) et, par hypothèse, comprises. Il s'agissait de mettre en évidence les difficultés des étudiants à rappeler les informations de type inter système et à faire des inférences sur les relations inter systèmes.

Au cours d'une 3^e séance, les participants relisaient le même texte sous forme d'hypertexte accompagné de liens proposant des notes d'informations, de type intra système pour le groupe G1 et de type inter système pour le groupe G2. Ils effectuaient ensuite un 2^e rappel (R2).

Lors de la 4^e séance, les participants procédaient à une tâche de relecture et de révision en binômes du 2^e rappel, à distance, *via* internet, de leur texte. Au cours de cette tâche du rappel R3, ils corrigeaient, critiquaient et complétaient le texte de leur partenaire. Le but était de tester les effets du travail en binôme sur la réécriture du texte.

Au cours d'une dernière séance, les participants répondaient au questionnaire final et produisaient une seconde carte conceptuelle.

Principaux résultats et interprétation

Nous présentons une analyse des principaux résultats obtenus aux cours des tâches de rappel et nous proposons quelques éléments de l'analyse des réponses aux questionnaires et des cartes conceptuelles produites.

Analyse des rappels

Les informations rappelées ont été catégorisées en 3 niveaux de pertinence :

- les informations *ponctuelles, peu pertinentes (P1)* isolées et indépendantes de la chaîne causale explicative ;
- les informations *moyennement pertinentes (P2)* décrivant des informations insérées dans une chaîne causale explicative appartenant au même sous-système (intra système). Elles renvoient donc à un système simple ;

- les informations *très pertinentes* (P3), décrivant des informations insérées dans une chaîne causale appartenant à plusieurs sous-systèmes (inter système).

Principaux résultats

Nous présentons dans cet article quelques-uns des principaux résultats obtenus aux 3 tâches de rappel, aux 2 questionnaires (initial et final) et aux 2 tâches de production des cartes conceptuelles.

— Rappel R1

À l'issue de la 1^{ère} lecture, l'ensemble des étudiants produit des rappels similaires. L'ensemble des participants produit davantage d'informations de type P2 renvoyant au système simple (18,617) que d'informations de type P1 (Information ponctuelle), (7,728) ou de type P3 (relations causales inter systèmes), (6,988). Les informations de type inter système sont les moins bien rappelées et par hypothèse les moins bien comprises. Les participants, dans les mêmes conditions de lecture, traitent les différents types d'information de façon similaire, l'interaction des facteurs Groupe et Type de proposition n'est pas significatif. Les étudiants face à un texte scientifique difficile sont capables de traiter localement le texte et de comprendre les informations décrivant les sous-systèmes, mais ils ne parviennent pas à rappeler les informations inter-systèmes et éprouvent des difficultés à construire la signification globale du contenu du texte et à le comprendre.

— Rappel R2

Cette analyse présente les effets des 2 types de liens hypertextes sur les rappels produits à la suite de la 2^{ème} lecture, et seules les informations ajoutées au 1^{er} rappel sont prises en compte et analysées. Comme dans le rappel R1, le facteur Groupe n'est pas significatif : les participants du groupe G1 bénéficiant des notes explicatives de type intra système et ceux du groupe G2, bénéficiant de notes de type inter système produisent un nombre d'ajouts similaire (G1 = 12,634 ; G2 = 11,933)

L'ensemble des participants produit plus d'ajouts de type P2, renvoyant à un système simple (20,877) que d'ajouts de type P3 renvoyant à une relation causale inter système (6,321) ou à une relation causale ponctuelle, P1 (9,667).

L'interaction des facteurs Groupe et Type de proposition ((F 4,150) = 2,374, $p < .05$) indique que les notes explicatives décrivant les relations inter systèmes (G2) favorisent le rappel des informations très pertinentes (P3), $G2 = 7,417$; $G1 = 4,818$; $G3 = 6,333$.

La relecture du texte sous forme d'hypertexte améliore donc la compréhension du texte, mais les deux types de liens ont des effets différents sur le rappel et par hypothèse sur le traitement. Les liens Intra- (G1) contribuent à préciser la représentation des différents sous-systèmes et la compréhension locale et les liens Inter- tendent à améliorer le rappel et, par hypothèse, la compréhension du système complexe.

— Rappel R3

Cette analyse présente les effets d'une 3^e lecture et de la co-révision du rappel R2 du texte. Elle vise à rendre compte des effets des échanges entre binômes sur la pertinence des ajouts co-produits et résultant de la confrontation des représentations individuelles.

L'ensemble des participants a tendance à produire moins d'informations ponctuelles P1, et plus d'informations de type P3 que dans les rappels R1 et R2. Ce sont les participants du groupe G2 qui produisent plus d'informations de type P3 renvoyant à une relation causale inter système et le moins d'informations renvoyant à une relation causale ponctuelle, P1.

L'activité de co-révision à distance du rappel R2 par échanges de mails entre pairs tend à améliorer la précision du texte produit lors du rappel R3 et donc la compréhension du système complexe. Les « co-réviseurs » ont tendance à produire, en effet, des textes contenant plus de propositions pertinentes que les participants qui révisent seuls. Le travail collaboratif par échanges internet entre pairs distants crée en effet un terrain conceptuel commun plus riche qui favorise davantage chez les lecteurs du groupe G2 l'élaboration d'une représentation globale et donc d'un rappel plus précis et plus cohérent sur le plan de l'explication des relations causales. La co-compréhension en binôme lors de la relecture serait donc efficace pour favoriser la réactivation des connaissances les plus pertinentes nécessaires à la compréhension d'un texte scientifique, mais cette efficacité varierait en fonction

des types de liens hypertextes proposés dans les textes numériques et les nouveaux environnements d'apprentissage.

Analyse des questionnaires

Lors du questionnaire initial, les sujets éprouvent des difficultés à répondre correctement aux questions de type inter système, alors qu'ils répondent aux questions de type intra système. Après avoir participé à toutes les activités de mobilisation des connaissances, lors des différentes tâches de lecture, de rappel R1 et R2 et de (co)révision du rappel R2, tous les participants améliorent leurs performances au questionnaire final. Ce sont les participants du groupe G2 bénéficiant de liens hypertextuels avec ajouts d'information inter système qui produisent le plus de bonnes réponses au questionnaire final (groupe hypertexte G1 = 3,227 ; groupe Hypertexte G2 = 4,373 ; groupe témoin G3 = 2,788),

Les questions portant sur les systèmes simples (sous-systèmes du système complexe) sont mieux traitées que celles portant sur le système complexe.

Analyse des cartes conceptuelles

Les cartes conceptuelles développées comme outil d'aide à la représentation des connaissances et à la compréhension des textes explicatifs (Kalhor et Shakibae, 2012 ; Vakilifard, et Armand, 2011) ont été utilisées ici comme outils de diagnostic pré- et post-test des connaissances activées ou construites. Il s'agit d'évaluer l'effet des aides hypertextuelles proposées lors de la relecture sur la (re)structuration des représentations cognitives des étudiants et l'effet de la co-révision, en confrontant les cartes conceptuelles produites en début d'expérience à celles produites en fin d'expérience.

Les cartes conceptuelles représentent les concepts sous forme de nœuds et les relations causales entre les concepts sous forme de liens. La comparaison des cartes initiales et des cartes finales indique lors de la production finale une augmentation du nombre de concepts : la moyenne des nœuds produits par l'ensemble des participants est de 6,296 pour les cartes initiales et de 8,209 pour les cartes finales. Les moyennes des liens est de 0,80 pour les cartes initiales et de 1,198 pour les cartes finales. La comparaison

entre les groupes des cartes initiales et des cartes finales indique donc un effet des liens hypertextes et de la co-révision sur la construction des connaissances

Production des nœuds et des liens par les différents groupes

L'ensemble des groupes produit plus de nœuds que de liens. Les lecteurs qui bénéficient (G1 et G2) ou non (G3) d'une aide hypertextuelle sont capables à la suite de plusieurs lectures du texte d'élaborer une représentation des concepts scientifiques ; ces résultats sont compatibles avec ceux obtenus par Milles et *al*, (1998) qui ont mis en évidence et analysé les effets de la relecture sur la compréhension des textes scientifiques. Cependant, ils éprouvent, et en particulier ceux qui ne bénéficient d'aucune aide hypertextuelle, des difficultés à construire les relations de causalité entre ces concepts et à les insérer dans une chaîne causale explicative. Ce sont les participants du groupe G1 qui ont bénéficié d'une aide hypertextuelle de type intra groupe qui ont tendance à produire le plus de liens, ce qui permet de renforcer l'hypothèse selon laquelle la compréhension des concepts est indispensable à la cohérence de la compréhension du contenu conceptuel des textes scientifiques.

Les participants qui se contentent de relire le texte sans aucune aide à la relecture (G3) améliorent la production de nœuds et donc la compréhension des concepts, mais ils sont incapables de produire des liens et donc de comprendre la cohérence de la signification du contenu du texte

Bilan et perspectives

L'objectif de cette recherche était de concevoir et de valider des systèmes d'aide à la compréhension d'un texte scientifique destiné à des étudiants tunisiens de premier cycle universitaire de Didactique des Disciplines Biologiques en les engageant à mobiliser pleinement leurs ressources cognitives. Cette recherche a permis d'apporter quelques réponses aux questions de recherche posées.

Le texte didactique, ainsi que les de types de lien hypertextes (Intra système *vs* Inter système) d'aide à la compréhension et

conçus à partir d'une même modélisation de la représentation des connaissances ont permis de s'appuyer de façon cohérente et efficace sur l'activité mémorielle des apprenants dans la compréhension et la construction des connaissances. Si les apprenants éprouvent des difficultés à comprendre un texte scientifique décrivant le fonctionnement d'un système complexe (traitement « macro »), c'est parce qu'ils sont incapables de comprendre la cohérence causale globale, *ie* inter système, du contenu sémantique du texte. Au contraire, ils sont capables de traiter la cohérence causale locale (traitement « micro ») *ie* intra système.

Les résultats de l'expérience mettent clairement en évidence la nécessité de prendre en compte non seulement les connaissances en mémoire du lecteur, mais encore l'organisation de ces connaissances en mémoire. La comparaison des résultats obtenus aux tâches de rappel et à la production de cartes conceptuelles permet ainsi de montrer que les lecteurs peuvent avoir la représentation du domaine en mémoire, mais qu'ils éprouvent des difficultés à la verbaliser, ce qui n'est pas étonnant chez des apprenants qui ont suivi les cours sur les domaines scientifiques en arabe jusqu'au bac et qui ensuite à l'université ont suivi ces cours en français. Ce n'est pas parce que les lecteurs éprouvent des difficultés à rappeler un texte de façon précise et cohérente qu'ils n'ont pas compris le texte. Les travaux sur les rapports entre compréhension de texte en L1 et en L2 est donc indispensable pour la recherche sur la compréhension de texte en contexte plurilingue (Walter, 2004).

Ces résultats ont permis de faire quelques avancées sur la connaissance des rapports entre représentation des connaissances en mémoire, compréhension de texte scientifique et systèmes d'aide à la compréhension. Ce type de recherche sur les rapports entre mémoire, mémorisation et compréhension de texte scientifique en contextes plurilingues est indispensable à l'heure de la mondialisation et de la généralisation de l'utilisation d'internet et des réseaux sociaux (Mueller-Frank, 2013). Les recherches sur les littératies numériques et plurilingues modifient les rapports entre cognition, mémoire, multimédia et apprentissage et imposent de prendre en compte les contextes plurilingues et pluriculturels des apprenants (Bounouara, 2011 ;

Bounouara et Legros, 2010 ; 2012 ; Legros et Bounouara, 2010 ; Lyman-Hager, Johns, Nocon, et Davis, (2002). Elles ouvrent de nouvelles perspectives dans le domaine de la recherche sur l'apprentissage et la didactique de la compréhension des textes scientifiques (Coiro, 2011).

Bibliographie

ABDUL-HAMID, S. et SAMUEL, M. 2011. Strategies for L2 reading of college-level scientific texts. *International Journal of Arts and Sciences*, 4, 4:16-42.

AL-SEGHAHER, K. 2005. The Effects of Verbal and Spatial Abilities on Reading Comprehension Task Performance in Multimedia Environments with Respect to Individual

Differences among Learners. *CALL-EJ Online*, 7(1): <http://callej.org/journal/71/Al-Seghayer.html>

ALVERMANN, D. E. 2004. Multiliteracies and Self-Questioning in the Service of Science Learning. In W. E. Saul (dir.). *Crossing Borders in literacy and science instruction*. Newark, de: International Reading Association. p. 226-238: <http://www.coe.uga.edu/lle/faculty/alvermann/multilit.pdf>

BAUDET, S., DENHIÈRE, G. 1991. Mental models and acquisition of knowledge from text: Representation and acquisition of functional systems. In G. Denhière, J.P. Rossi (eds.), *Text and Text Processing*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers: 155-187.

BEN ISMAIL BEN ROMDHANE, D., LEGROS, D., BEN CHAOUACHA, R., PUDELKO, B. 2007. TICE et aide à la compréhension des textes scientifiques décrivant un système. Implications pour la didactique cognitive de la biologie en contexte numérique. *Colloque Res@tice (Réseau de chercheurs en technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) Journées scientifiques 13-14 décembre 2007 Rabat (Maroc)*.

BEST, R. M., FLYOD, R. G., et MCNAMARA, D. 2008. Differential competencies contributing to children's comprehension of narrative and expository texts. *Reading Psychology*, 29 : 137-164.

BOUDECHICHE, N., 2007. Etude de l'effet de deux types d'aides (questionnaire versus note explicative) et de la langue

maternelle sur la relecture, le retraitement des informations et la compréhension d'un texte explicatif. *Synergies Algérie*, 1 : 157-172 : <http://ressources-cla.univ-fcomte.fr/gerflint/Algerie1/boudechiche.pdf>

BOUNOUARA, Y., 2011. Didactique de la production argumentative en L2 : rôle des contextes linguistiques et culturels. In I. ESTEVE, A. FAURE, A. GUITTON, T. MOUT, A. SOUQUE, et A. TOUATI (Coord.), *Autour des langues et du langage, 2. Perspective pluridisciplinaire*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble : 191-198.

BOUNOUARA, Y., et LEGROS, D. 2010. Génération des idées en L1, représentations culturelles et production persuasive en L2. Actes du colloque du GDR-CNRS "Production Verbale Écrite" « *L'écriture et ses pratiques* », Poitiers : Maison des Sciences de l'Homme et de la Société, 8-10 novembre 2010 : <http://www.gdr-pve.fr/spip.php?article130etlang=fr>

BOUNOUARA, Y., et LEGROS, D., 2012. Argumentative Writing in FFL by Algerian Students: Use of L1 and its Effects. The 11th Symposium on Second Language Writing «*Graduate Study in Second Language Writing* », Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA, September 6-8.

BOUNOUARA, Y., et LEGROS, D., (sous presse). 2011. De l'effet des contextes linguistiques et culturels sur la production écrite en L2 : recherche exploratoire. Actes du colloque international du CRREF *Contextualisations didactiques : état des lieux, enjeux et perspectives*, Université des Antilles et de la Guyane, Guadeloupe, 21-24 novembre.

CARNINE, L., et CARNINE, D., 2004. The interaction of reading skills and science content knowledge when teaching struggling secondary students. *Reading et Writing Quarterly*, 20: 203-218.

COIRO, J., 2011. Predicting reading comprehension on the Internet: Contributions of offline reading skills, online reading skills, and prior knowledge. *Journal of Literacy Research*, 43(4): 352-392.

DEMISSIE, T., OCHONOGOR, C.E. et ENGIDA, T., 2013. Effect of technology driven pedagogy applications on the comprehension of complex and abstract concepts of chemical equilibrium. *AJCE, Asian Journal of Civil Engineering*, 3(2): 57-

75.

DUNLOSKY, J. RAWSON, K.A., MARSH, E.J., NATHAN, M.J. et WILLINGHAM, D.T., 2013. Improving Students' Learning with Effective Learning Techniques: Promising Directions from Cognitive and Educational Psychology. *Psychological Science in the Public Interest* 14(1): 4-58: https://www.wku.edu/senate/documents/improving_student_learning_dunlosky_2013.pdf

GAONACH, D., FAYOL, M. 2003. *Aider les élèves à comprendre. Du texte au multimédia*. Paris : Hachette (collection Profession enseignant).

GRAESSER, A.C., LEON, J.A., et OTERO, J.C., 2002. Introduction to the psychology of science text comprehension. In J. OTERO, J.A. LEON, et A.C. GRAESSER (eds). *The psychology of science text comprehension*. Mahwah, NJ: Erlbaum: 1-15.

HIRSCH, E.D., 2003. Reading Comprehension Requires Knowledge - of Words and the World. *American Educator*, 10-45: http://www.aft.org/pdfs/americaneducator/spring2003/AE_SPRING.pdf

JAMET, F., LEGROS, D., PUDELKO, B., 2004. Dessin et discours : construction de La représentation de la causalité du monde physique. *Intellectica*, 38(1): 103-137.

JOHNSON, B.E. et ZABRUCKY, K.M., 2011. Improving middle and high school students' comprehension of science texts. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 4(1): 19-31.

KALHOR, M. et SHAKIBAE, G., 2012. Teaching reading comprehension through concept map. *Life Science Journal* 9(4): 725-731: http://www.lifesciencesite.com/ljsj/life0904/113_11652life0904_725_731.pdf

KARA, S., 2013. The relationship between text comprehension and second language vocabulary acquisition: word-focused tasks. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(1): 39-53: <s63207/File/04.kara.pdf>

KINTSCH, W. 1998. *Comprehension: A Paradigm for*

Cognition. N.Y.: Cambridge University Press.

KUHLTHAU, C., 2013. Children is Reading in Guided Inquiry. Learning to Read - Reading to Learn. *International Reading Literacy Symposium*. Japan: University of Tokyo, 1/13/2013:

<http://comminfo.rutgers.edu/~kuhlthau/docs/ChildrensReadingInGuidedInquiry.pdf>

LEGROS, D., BAUDET, S., 1996. Le rôle des modalisateurs épistémiques dans l'attribution de la vérité propositionnelle. *International Journal of Psychology*, 31(6) : 235-253.

LEGROS, D., et BOUNOUARA, Y., 2010. Cognition et apprentissage-enseignement en contexte numérique et plurilingue. In D. LEGROS et A. MECHERBET (eds.), *Cognition et didactique de la compréhension et de la production d'écrit en FLE/S en contexte plurilingue et diglossique*. Tlemcen : Konouz Edition : 1-9.

LEGROS, D., BAUDET, S., DENHIÈRE, G. 1994. Analyse en systèmes des représentations d'objets techniques complexes et production de textes. In G. GAGNE, A. PURVES (eds.), *Papers in mother tongue Education 1/ Etudes en pédagogie de la langue maternelle*. Munster/New York: Waxman: 127-156.

LEGROS, D., PUDELKO, B., CRINON, J., TRICOT, A., 2000. Les effets des systèmes et des outils multimédia sur la cognition, l'apprentissage et l'enseignement : une articulation nécessaire entre la recherche théorique et la pratique de terrain. *Education et Formations*, 56 : 161-167.

LEGROS, D. HOAREAU, Y., BOUDECHICHE, N., MAKHLOUF, M. et GABSI., 2007. (N)TIC et aides à la compréhension et à la production de textes explicatifs en langue seconde - Vers une didactique cognitive du texte en contexte plurilingue et pluriculturel.

ALSIC, 10(1): 33-49: <http://alsic.revues.org/570>

LYMAN-HAGER, M.A., JOHNS, A., NOCON, H., et DAVIS, J N., 2002. Literacy in digital environments: Connecting Communities of Language Learners. In J. HAMMADOU SULLIVAN (ed.), *Research in Second Language Learning: Literacy and the Second Language Learner*. Greenwich, CT: Information Age Publishing: 261-279.

MCCOWN, M.A., 2013. The effects of collaborative strategic

reading on informational text comprehension and metacognitive awareness of Fifth Grade Students. A dissertation Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree Doctor of Education. Liberty University:

<http://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1768>

MCNAMARA, D. S. et SHAPIRO, A.M., 2005. Multimedia and hypermedia solutions for promoting metacognitive engagement, coherence and learning. *Journal Educational Computing Research*. 33(1): 1-29.

MARIN, B., CRINON, J., LEGROS, D., AVEL, P., 2007. Lire un texte documentaire scientifique : quels obstacles, quelles aides à la compréhension ? *Revue française de pédagogie*, 160: 119-131.

MCNAMARA, D. S., LEVINSTEIN, I. B., et BOONTHUM, C., 2004. iSTART: Interactive Strategy Trainer for Active Reading and Thinking. Submitted to *Behavioral Research Methods, Instruments, and Computers*, 36 (2): 222-233.

MILLIS, K. K., SIMON, S., et TENBROEK, N. S., 1998. Resource allocation during the rereading of scientific texts. *Memory et Cognition*, 26: 232–246

MOMTAZ, E., et NAJI, G., 2012. The Impact of Collaborative Reading on Iranian EFL Learners' Development of Reading Comprehension. *Sino-US English Teaching*, Vol. 9(9): 1493-1501

MUELLER-FRANK, M., 2013. A general framework for rational learning in social networks. *Theoretical Economics* 2013: 1–40

NAGY, W., 2007. Metalinguistic Awareness and the vocabulary-comprehension connection. In R. K WAGNER. A.E, MUSE, K.R. TANNENBAUMM (eds.) *Vocabulary acquisition: Implications for reading comprehension*, The Guilford Press: New York: 62-77.

PAN, C.Y., et WU, H.Y. 2013. The Cooperative Learning Effects on English Reading Comprehension and Learning Motivation of EFL Freshmen. *English Language Teaching* 6, (5): 13- 27.

ROSENSHINE, B., MEISTER, C., et CHAPMAN, S. 1996. Teaching students to generate questions: A review of the

intervention studies. *Review of Educational Research*, 66, (2): 181-221

ROUET, J.-F., et VIDAL-ABARCA, E., 2002. "Mining for meaning": a cognitive examination of inserted questions in learning from scientific text. In J. OTERO, J. A. LEON, et A. C. GRAESSER (eds.), *The psychology of science text comprehension* Mahwah, NJ: Erlbaum: 417-436.

SAWADOGO, F., et LEGROS, D., 2007. Effets des questionnements à distance via Internet sur l'activation des connaissances et l'activité de planification lors de la co-écriture de textes explicatifs en langue seconde en contexte diglossique. Conférence *EIAH'2007*, 27, 28 et 29 juin 2007, Lausanne (Suisse) : <http://archive.eiah.univ-lemans.fr/>

TRIFONE, J.D., 2006. To What Extent Can Concept Mapping Motivate Students to Take a More Meaningful Approach to Learning Biology? *The Science Education Review*, 5(4).

VAKILIFARD, A., et ARMAND, F., 2011. Les effets de la carte conceptuelle hiérarchique sur la compréhension littérale et inférentielle de textes informatifs en langue seconde. *The Canadian Modern Language Review*, 67 (2): 217-245.

WALTER, C., 2004. Transfer of Reading Comprehension Skills to L2 is linked to Mental Representations of Text and to L2 Working Memory. *Applied Linguistics*, 25(3): 315-339.

WANG, W.M., CHEUNG, C.F., LEE, W.B., KWOK, S.K., 2008. Self-associated concept mapping for representation, elicitation and inference of knowledge. *Knowledge-Based Systems* 21: 52– 61.

YOUNG, E., 2005. The language of science the language of students: Bridging the gap with engaged learning vocabulary strategies. *Science Activities*, 42 (2): 12-17

ZAREI, A. et KESHAVARZ, J., 2011. On the effects of two models of cooperative learning on EFL reading comprehension and vocabulary learning. *Modern Journal of Language Teaching Methods*, 1(2) : 39-54.

Annexes

Extrait du questionnaire

Exemple de question de type intrasystème ; Q3 : Système

cardiovasculaire

*Quelles sont les propositions exactes dans la série suivante ?
Expliquez en quelques lignes votre choix.*

a- une augmentation du rythme cardiaque est plutôt un facteur d'hypotension

b- une augmentation du rythme cardiaque est plutôt un facteur d'hypertension

c- une vasoconstriction des petites artères est un facteur d'hypotension

d- une vasoconstriction des petites artères est un facteur d'hypertension

Exemple de question de type inter système Q1 : Système cardiovasculaire, Système nerveux

Q 1 : En cas d'une chute brutale de la pression artérielle.

a) quel est le système de régulations qui intervient en premier ?

.....

b) à quel (s) niveau de l'organisme intervient-il ? Lieu d'action et réponses engendrées.

.....

Extrait du texte : Variations de la pression artérielle

L'hypotension artérielle se caractérise par une pression .une pression naturellement plus basse que la moyenne ont moins de risque de souffrir de troubles cardiovasculaires. L'hypotension n'est pas considérée comme un problème, sauf lorsqu'elle s'accompagne de malaise : une faiblesse, des étourdissements ou même l'évanouissement. En général, ces symptômes surviennent lorsque la mesure de la pression systolique - qui correspond a la période de contraction du cœur et des artères - descend sous le seuil des 90 mm Hg (millimètres de mercure) ou des 100 mm Hg, alors qu'elle est normalement de 120 mm Hg....*