

**L'effet de l'activité d'élaboration de cartes conceptuelles
sur la compréhension/la production d'un texte explicatif en français**

Leila REKRAK
Université de Saïda

Introduction

Cette recherche vise à analyser le rôle de l'utilisation des cartes conceptuelles, dans la construction des connaissances et leurs effets sur la compréhension et la production d'un texte scientifique/explicatif traitant un domaine complexe, en l'occurrence les origines du séisme. La connaissance de l'origine d'un séisme constitue un savoir complexe, les étudiants de français sont engagés dans une activité de construction de connaissances sur ce thème. En revanche, ces apprenants sont confrontés lors de la lecture de ce texte à un certain nombre d'obstacles résultant de la complexité des contenus sémantiques, véhiculés par ces textes. Pour cette raison, nous proposons aux apprenants de représenter le contenu sémantique du texte sous forme de cartes conceptuelles, c'est-à-dire de le convertir en représentations schématiques bi-dimensionnelles, composées de nœuds et d'arcs. Les nœuds représentent les concepts importants, et les liens, les relations entre les concepts.

Plusieurs recherches ont été développées, utilisant les cartes conceptuelles dans plusieurs contextes : dans les universités nord-américaines, la construction de cartes conceptuelles est utilisée comme une stratégie d'apprentissage fondée sur le texte (Pudelko, 2006), mais elle est également intégrée à d'autres activités d'apprentissage, telles que les travaux pratiques, les cours magistraux et les travaux collaboratifs. Cette stratégie de représentation des connaissances est surtout utilisée en sciences naturelles, en biologie et en écologie (Barenholz & Tamir, 1992) en médecine (Heeren & Kommers, 1992), mais aussi en psychologie (Holley & Dansereau, 1982), et en sciences de l'éducation (Fischer & Mandl, 2001). En Biologie, par exemple, les cartes conceptuelles comparées aux stratégies d'enseignement et d'apprentissage classiquement utilisées, favorisent l'assimilation de nombreux concepts, ainsi que des relations complexes (Schmid & Telaro, 1990) et améliorent la mémorisation des informations et la construction des connaissances. Les cartes conceptuelles ont été employées pour améliorer l'intégration et la mémorisation de concepts en pharmacologie (Gaines, 1996). Certains auteurs décrivent l'intérêt des cartes

conceptuelles pour aider les étudiants à planifier des soins infirmiers. Dans ce cas, il est proposé aux étudiants infirmiers d'élaborer des cartes conceptuelles à partir d'un cas clinique complexe (*clinical concept mapping*) (Baugh N, Mellott K, 1998). Les informations importantes sont identifiées, puis hiérarchisées et mises en lien explicitement par les étudiants. Pour ces auteurs, cette technique développe chez les apprenants leur capacité métacognitive, donne du sens à leur apprentissage et les entraîne à développer une vision plus globale des patients dont ils s'occupent.

Une recherche effectuée par Dorsaf Ben Ismail (2011) dans laquelle, elle a utilisé les cartes conceptuelles comme outil de diagnostic pré- et post-test des connaissances activées. Son objectif était de concevoir des aides à la compréhension de textes scientifiques en français L2 présentées sous forme hypertextuelle et un outil d'évaluation pré- et post-test sous forme de cartes conceptuelles. Une analyse en système d'un domaine complexe de la biologie a permis d'élaborer un texte expérimental constitué d'informations de type intra-système ou inter-systèmes, et des liens hypertextes présentant les deux types d'informations. Les participants ont effectué trois lectures suivies de trois rappels, une lecture sans liens, une avec liens composés d'informations intra- (G1) ou inter-systèmes (G2), et une lecture suivie d'une co-révision à distance en binômes. Les binômes du groupe G2 produisent le meilleur rappel final. Les cartes conceptuelles post-test indiquent qu'ils ont compris les concepts scientifiques intra-systèmes et les liens entre les concepts des différents sous-systèmes.

En nous appuyant sur les théories cognitives de l'apprentissage et de la mémoire (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996), nous nous posons les questions suivantes :

Comment aider les étudiants à construire des connaissances sur un domaine complexe ? Quel est l'effet de l'activité d'élaboration de cartes conceptuelles sur la construction des connaissances en mémoire ?

Quel est l'effet des cartes conceptuelles sur la compréhension et la production d'un texte décrivant un système complexe ?

Nous émettons l'hypothèse selon laquelle la carte conceptuelle utilisée comme un outil de représentation des connaissances, peut favoriser la compréhension et la production des textes scientifiques/explicatifs décrivant des domaines de connaissances complexes. Des travaux ont montré qu'elle constitue un outil efficace de construction et d'organisation des connaissances scientifiques en mémoire.

Pour tester cette hypothèse, nous avons conçu une expérience avec trois groupes de sujets des étudiants de 3^{ème} LMD français d'un bon niveau en langue et d'un niveau moins bon en connaissances sur le domaine. Chaque groupe contient 20 étudiants : le premier groupe (G1) a élaboré des cartes conceptuelles, le deuxième groupe (G2) a pris en notes les informations importantes du texte et le troisième groupe (G3) n'a effectué aucune tâche.

1. Méthode

1.1. Les participants

Une expérience a été réalisée avec la participation de soixante étudiants, inscrits en 3^{ème} année LMD français à l'université Dr Moulay Tahar à Saida (47 filles et 13 garçons) dont l'âge varie entre 20 et 25 ans. Ces étudiants sont issus de deux spécialités différentes : information & communication et didactique du Français sur objectif universitaire. Nous avons choisis les meilleurs étudiants de chaque spécialité (27 étudiants de la spécialité didactique du Français et 33 étudiants de la spécialité information & communication). Ces étudiants ont un bon niveau en langue, cette évaluation de niveau en langue a été faite à partir de leurs moyennes générales obtenues en première et en deuxième année LMD. Les étudiants ont été répartis en trois groupes. (G1, G2 et G3).

1.2. Matériel et procédure

L'expérience s'est déroulée en six séances.

Lors de la première séance d'une durée de 30 minutes, les 60 étudiants ont répondu à un questionnaire initial (Q1) composé de 9 questions centrées sur deux points : des questions qui se rapportent à un sous-système du système complexe (questions de type T1) et des questions dont les réponses exigent une mise en relation entre deux ou plusieurs sous-systèmes (questions de type T2).

Durant la deuxième séance, les étudiants ont lu d'abord un texte explicatif intitulé : origines du séisme (Annexe1). Ensuite, nous avons donné à remplir aux étudiants une fiche de renseignements qui tenait lieu de tâche distractive dont le but est d'inciter ultérieurement les apprenants à un traitement sémantique des significations du texte et non à un traitement mot à mot. Enfin, une épreuve de rappel (R1) a été demandée aux étudiants. Cette séance a duré 1 heure et demi.

La troisième séance était consacrée seulement aux deux groupes expérimentaux, le groupe témoin n'a effectué aucune tâche d'aide. Pour le premier groupe, après avoir donné la définition, les composantes et les avantages des cartes conceptuelles, nous

avons élaboré deux cartes avec les étudiants afin de leur montrer les étapes de construction d'une carte conceptuelle. Le deuxième groupe expérimental a bénéficié d'un ensemble d'activités d'entraînement à la prise de notes. Cette séance d'une durée d'une heure avait pour objectif d'une part, d'initier les apprenants à l'élaboration d'une carte conceptuelle pour représenter graphiquement le contenu d'un texte, et d'autre part, d'entraîner les étudiants à la sélection des informations importantes et à la prise de notes à partir d'un texte.

Lors de la quatrième séance, tous les étudiants avaient pour consigne de relire le texte qui porte sur les origines du séisme. Les sujets du premier groupe ont représenté le contenu du texte sous forme de carte conceptuelle, et les étudiants du deuxième groupe ont pris en notes les informations importantes du texte lu. Cette séance a duré une heure et 30 minutes.

Dans la cinquième séance et durant 45 minutes, les participants ont effectué une tâche de rappel (R2) du texte : le premier groupe a produit le rappel à partir des cartes construites durant la séance précédente, le deuxième groupe a produit le rappel à partir des notes prises, et le groupe témoin a produit le rappel sans aucune tâche d'aide. Cette expérience s'est achevée par une sixième séance, dans laquelle les apprenants des trois groupes ont répondu à un questionnaire final (Q2) identique au questionnaire initial. L'objectif était d'évaluer les connaissances construites par les étudiants.

1.3 La méthode d'analyse

Les protocoles recueillis pour les besoins de notre recherche sont les réponses aux deux questionnaires (Q1 et Q2), les deux rappels (R1 et R2) du texte, les notes prises et les cartes conceptuelles élaborées. L'analyse des réponses aux questionnaires initial et final a porté sur le nombre de réponses très pertinentes (TP), moyennement pertinente (MP), peu pertinente (PP), non pertinente (NP), non réponse (NR) et autre.

Les deux rappels R1 et R2 produits par les étudiants sont analysés du point de vue quantitatif et du point de vue qualitatif. Le point de vue quantitatif renvoie au nombre et au type d'informations produites par les participants, alors que le point de vue qualitatif renvoie à la cohérence de l'explication et à la qualité de la langue. Pour réaliser cette analyse, nous avons choisi deux méthodes : l'analyse propositionnelle pour comptabiliser le nombre et le type des propositions produites et une grille d'évaluation (Annexe2) pour apprécier la cohérence de l'explication et la qualité de la langue.

Nous avons analysé le type et la qualité des notes prises par les étudiants du deuxième groupe (G2). Les types de notes prises par les étudiants ont été catégorisés en :

- N1 : note pertinente appartenant à la chaîne causale et qui renvoie à deux ou trois sous-systèmes ;
- N2 : note moyennement pertinente qui renvoie à un sous-système du système complexe ;
- N3 : note peu pertinente est une information qui appartient au texte mais qui ne se comprend que par rapport à une autre information.

Pour analyser la qualité des notes, nous avons procédé à une comparaison entre les informations notées par les étudiants et celles présentes dans le texte lu. Soit l'information est identique (information copiée, not1), soit un, deux ou trois mots étaient omis (information raccourcie, not2), soit elle est ponctuellement reformulée (information paraphrasée, not3).

Afin d'analyser les cartes conceptuelles élaborées par l'ensemble des sujets du groupe G1, une carte modèle a été construite (Annexe 3). Cette carte a été évaluée par des experts du domaine, elle comporte 18 nœuds et 26 liens (10 liens de type intersystème et 7 liens de type intrasystème). À partir de cette carte, les nœuds et les liens des cartes produites par les étudiants ont été catégorisés en : nœud 1 (nœud très pertinent), nœud 2 (nœud moyennement pertinent), nœud 3 (nœud non pertinent), nœud 4 (nœud inféré), TL1 (lien inter), TL2 (lien intra), TL3 (lien pertinent), TL4 (lien non pertinent), TL5 (lien inféré). Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel « STATVIEW ». Les données ont fait l'objet d'une analyse statistique inferentielle¹⁴ : l'analyse de la variance ou ANOVA (ANALYSIS OF VARIANCE) en vue de généraliser les résultats de notre échantillon à la population parente.

2. Résultats

Les résultats montrent que lors du questionnaire initial, les étudiants éprouvent des difficultés à répondre, dans la mesure où ils disposent de peu de connaissances sur le domaine. Lors de la tâche de rappel R1, les étudiants des trois groupes G1, G2 et G3 ont produit un nombre d'informations similaire. Ils ont en effet peu de connaissances sur le domaine et ils peinent à effectuer les inférences nécessaires au traitement du

¹⁴ Les différences observées sont considérées comme statistiquement significatives et donc généralisables à la population parente, lorsque la différence est inférieure à 5%. On admettra une tendance à la significativité des différences observées lorsque la probabilité est comprise entre 5% et 10%.

texte (Fig 1). L'absence de connaissances sur le domaine scientifique les a donc conduits à construire des cartes avec peu de nœuds et peu de liens inférés (Fig 2). Ils ont aussi pris en notes plus d'informations de type N2 que d'information de type N1. Ces informations sont copiées sans aucun retraitement linguistique ou reformulation sémantique (Fig 3).

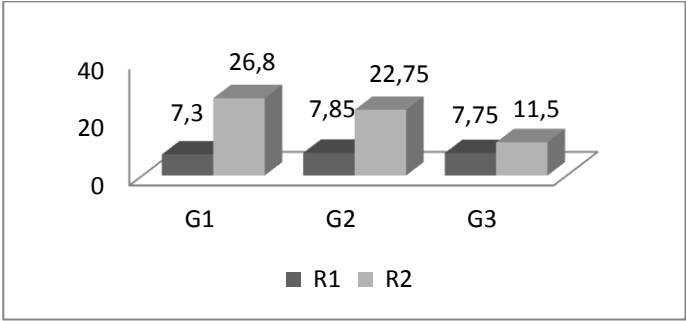


Figure 1. Moyenne du nombre d'informations produites dans les rappels (R1 vs R2) en fonction des groupes (G1 vs G2 vs G3).

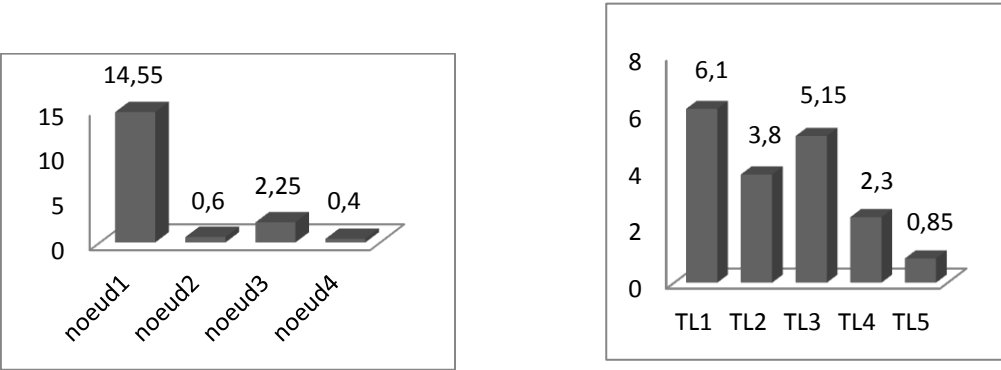


Figure 2. Moyenne des nœuds (noeud1, noeud2, noeud3, noeud4) et des liens (TL1, TL2, TL3, TL4, TL5) produits par le groupe G1.

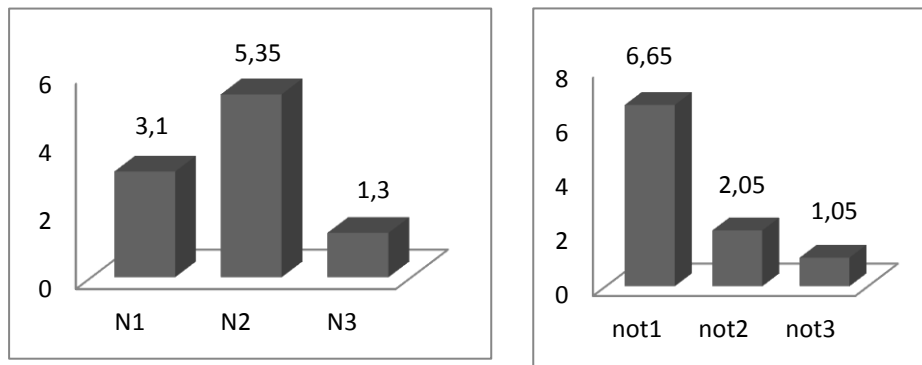


Fig 3. Moyenne des notes (N1, N2, N3) (note 1, note 2, note3) prises par le groupe G2.

Les résultats obtenus montrent également qu'il existe une différence entre les informations ajoutées aux réponses au questionnaire final (Q2) par rapport au questionnaire initial (Q1), les tâches d'aide à la compréhension proposées, relecture, élaboration de cartes, prise de notes, favorisent la compréhension et le rappel du texte. C'est le groupe G1 qui était le plus capable de produire plus de réponses au questionnaire final (voir Figure 4).

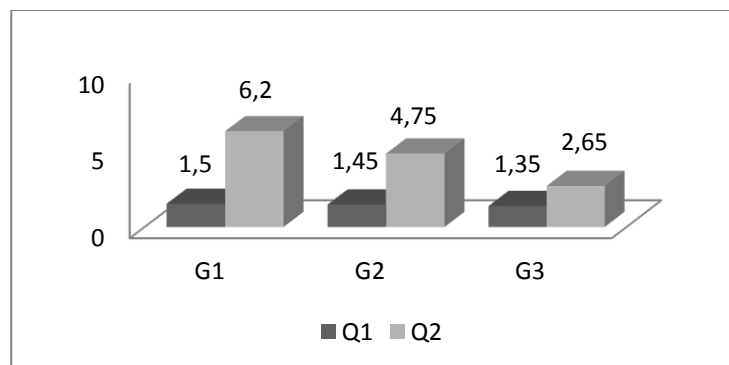


Fig 4. Moyenne de réponses aux deux questionnaires (Q1 vs Q2) en fonction des groupes (G1 vs G2 vs G3).

Les résultats des rappels R2 montrent que les participants qui ont produit des cartes semblent plus aptes à rappeler les informations de type P1 qui renvoient à l'intersystème et donc insérées dans une relation causale complexe (Figure 5). Ils ont produit des textes qui répondent mieux aux consignes (emploi de concepts scientifiques pertinents et clarté et complétude des idées) que les participants du groupe G2 (Figure 6).

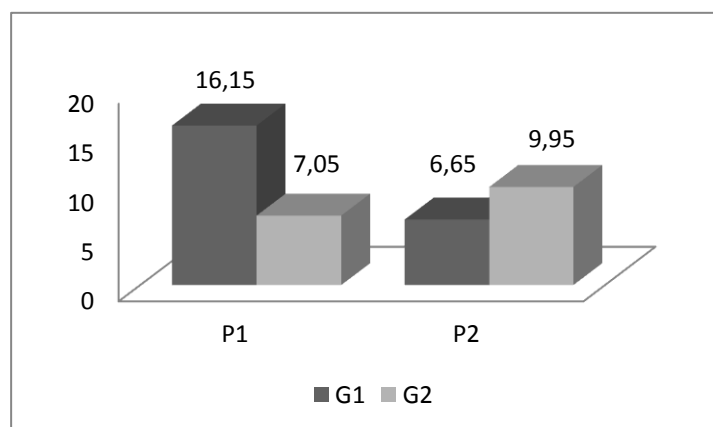


Fig5. Moyenne du type d'informations (P1 vs P2) et produites dans le rappel R2 en fonction des groupes (G1 vs G2).

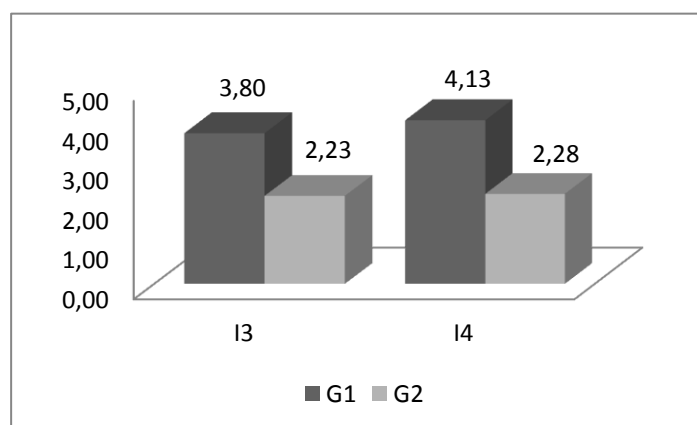


Fig6. Moyenne des deux indicateurs du critère cohérence phrastique (I3 vs I4) en fonction des groupes (G1 vs G2).

3. Discussion

Cette recherche conduite avec les étudiants de 3ème année de licence LMD français, avait pour objectif d'étudier l'effet de deux tâches d'aide à la compréhension et à la production d'un texte explicatif en français dans un contexte plurilingue. L'étude portait sur l'effet de l'interaction entre les tâches didactiques proposées et les connaissances linguistiques des apprenants sur les activités de compréhension et de production du texte explicatif.

Les résultats obtenus valident notre principale hypothèse et montrent que la carte conceptuelle utilisée comme outil de représentation des connaissances favorise la compréhension et la production des textes scientifiques/explicatifs décrivant des domaines de connaissances complexes.

Les résultats des réponses aux questionnaires permettent de conclure que les activités proposées (lecture/ relecture du texte explicatif, élaboration de cartes, prise de notes, écriture/ réécriture de rappels) ont un effet positif sur le nombre de réponses correctes produites lors du questionnaire final, notamment aux questions qui renvoient à l'intersystème. En effet, les étudiants de français ont du mal lors du questionnaire initial à répondre aux questions qui renvoient à une relation causale complexe. Mais, au cours du questionnaire final, les sujets focalisent davantage leur attention sur la construction de la cohérence globale de la signification des réponses.

Ces résultats montrent également que l'explication causale de l'évènement du séisme est dirigée par l'effet du type de la tâche d'aide à l'activation des connaissances, il semble que l'élaboration de cartes conceptuelles a permis aux étudiants de mieux traiter la cohérence causale globale (traitement « macro ») *ie* intersystème. Ces organisateurs graphiques constituent donc des outils qui stimulent la perception visuelle et aident les étudiants à construire une représentation mentale appropriée du contenu sémantique du texte en rendant plus évident l'organisation des idées et les liens causaux dans le texte lu.

Les résultats des rappels montrent également que les différentes tâches d'aide à la compréhension (activité de relecture, élaboration de cartes, prise de notes) sont efficaces et présentent un grand intérêt pour ces étudiants :

La relecture du texte les aide à se concentrer sur la construction de la cohérence globale de la signification du contenu textuel (Millis et *al.* 1998), mais elle ne suffit pas pour faire produire des informations qui renvoient à une relation causale complexe entre deux ou trois sous-systèmes. Les participants ont donc besoin d'aides à l'activation et à la construction de connaissances.

L'élaboration de cartes et la prise de notes conduit ces étudiants à construire des connexions permettant de relier les différentes informations contenues dans le texte. Mais ces étudiants présentent encore d'importantes difficultés à traiter l'information scientifique notamment lors de la prise de notes. En effet, l'insuffisance des connaissances sur le domaine les empêche de sélectionner les informations les plus pertinentes par rapport à celles qui sont superflues ou non pertinentes. Ils ont aussi du

mal à reformuler et à réécrire les informations notées à partir d'un discours jugé trop spécifique.

La représentation des connaissances sous forme de carte est la plus bénéfique pour ces étudiants, elle a permis en effet de visualiser les relations entre les sous-systèmes, notamment les relations causales, ce qui a permis aux étudiants ayant peu de connaissances sur le domaine proposé de construire une représentation structurée du système complexe.

La technique de représentation de concepts sous forme spatiale constitue un puissant outil métacognitif. Grâce au cours présenté aux apprenants du premier groupe et les consignes d'aide à la construction de cartes, ces étudiants sont parvenus à construire des cartes riches en concepts très pertinents, ces cartes représentent bien les liens entre les concepts notamment les liens de type intersystème. Mais, ces étudiants éprouvent toujours des difficultés à identifier tous les liens corrects entre les concepts et à nommer toutes les relations. De plus l'absence des connaissances référentielles les conduit à construire des cartes sans ajouter un grand nombre de nœuds inférés. Par conséquent, il est important de prévoir plus de temps d'adaptation et d'appropriation de ce nouveau mode de présentation des connaissances.

Les résultats permettent aussi de conclure qu'une technique de représentation des connaissances fondée sur l'élaboration de cartes conceptuelles amène ces étudiants à produire des textes de qualité dans la mesure où elle les aide à :

- représenter les liens entre les différents concepts et à hiérarchiser leurs idées.
- réfléchir sur la cohérence des données présentées dans le texte.
- relever les principaux concepts du texte et illustrer les relations entre ces concepts.
- découvrir les relations de causalité entre les informations.

Conclusion

Dans le cadre de cette recherche, une expérience réalisée auprès des étudiants de 3ème année LMD français nous a permis, d'une part de faire des avancées sur l'étude des effets des tâches d'aide proposées sur la compréhension et la production d'un texte explicatif/scientifique en français, et d'autre part, d'ouvrir de nouvelles perspectives théoriques et méthodologiques pour la recherche didactique en contexte plurilingue. Cette recherche analyse les effets de deux tâches d'aide à la compréhension et à la production d'un texte explicatif en français et montre que ces tâches sont indispensables pour aider les apprenants à activer et/ou à construire des connaissances

sur le domaine en question, en l'occurrence les origines du séisme, et faciliter ainsi la production écrite.

Les résultats s'inscrivent également dans le paradigme des travaux sur le rôle déterminant de l'activité de relecture dans la compréhension de texte. Les recherches proposées par Millis et ses collaborateurs (1998) sur la relecture (Rereading) ont montré qu'à l'issue de chaque lecture, le lecteur est en mesure de renforcer la précision du contenu et de la cohérence de la représentation du texte.

La tâche de prise de notes (PDN) est considérée comme une démarche active de prise d'informations (Simonet & Simonet, 1998) et de sélection de ces informations. C'est en prenant des notes que les participants de cette recherche ont produit plus de réponses au questionnaire final qu'au questionnaire initial et des rappels R2 plus riches en informations que les rappels R1. La prise de notes a facilité l'activation et la construction des connaissances scientifiques chez ces étudiants.

Les résultats montrent également que l'activité d'élaboration de cartes conceptuelles a favorisé l'activation des connaissances en mémoire à long terme et la construction de connaissances nouvelles sur un domaine complexe. En effet, l'activité de construction de cartes a amené les apprenants à un traitement plus actif des informations présentes dans le texte (Fayol & Gaonac'h, 2003).

Au terme de cette recherche, nous sommes en mesure de souligner que les organisateurs graphiques que sont les cartes conceptuelles constituent des outils efficaces pour l'apprentissage. Ces outils présentent un grand intérêt pour l'enseignement et l'apprentissage scolaire et universitaire. Le recours aux cartes conceptuelles s'avère en effet utile pour mettre en lumière les points de progression cognitive des apprenants en cours d'apprentissage, pour structurer la compréhension en particulier écrite. C'est un excellent outil qui permet de visualiser les concepts et leurs rapports hiérarchiques, de motiver et favoriser des apprentissages significatifs, de stimuler la créativité et d'illustrer le développement conceptuel, les apprenants étant capables de rencontrer de nouvelles relations, de nouvelles significations et de construire des sens plus riches. Par ailleurs, l'utilisation des cartes conceptuelles nécessite une préparation et un entraînement pour mener à bien cette activité dans un contexte d'apprentissage.

Bibliographie

1. Baugh N, Mellott K (1998). Clinical concept mapping as preparation for student nurses clinical experience. *J Nurs Educ* ; 37 : 253-256.
2. Barenholz, H., Tamir, P. (1992). A comprehensive use of concept mapping in design instruction and assessment. *Research in Science and Technological Education*, 10(1), 37-52.
3. Ben Ismail D. & Legros D. (2014). TICE, mémoire, compréhension et production de texte scientifique en français en contexte plurilingue. In N. Blanc et J.M Lavaur (eds.) Multimédia et Cognition. Psychologie Française; N° 324 <http://www.em-consulte.com/en/article/934395>
4. Dansereau, D. F. & Holley, C. D. (1982). Development and Evaluation of a Text Mapping Strategy. in A. Flammer & W. Kintsch (Eds) *Discourse Processing*, (pp. 536-554). Amsterdam : North-Holland Publishing.
5. Fayol, M., & Gaonac'h D. (2003). La compréhension, une approche de psychologie cognitive. In D. Gaonac'h, M. Fayol (Eds.), *Aider les élèves à comprendre : du texte au multimédia* (pp. 5-72). Paris: Hachette Education.
6. Fischer, F., Mandl, H. (2001). Facilitating the construction of shared knowledge with graphical representation tools in face-to-face and computer mediated scenarios. In P. Dillenbourg, A. Eurelings, K. Hakkarainen (Eds.), *European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning* (pp.230-236). Maastricht: McLuhan Institute.
7. Gaines, C. (1996). Concept mapping and synthesizers: Instructional strategies for encoding and recalling. *Journal of the New York State Nurses Association*, 27(1), 14-18.
8. Heeren, E., Kommers, P.A.M. (1992). Flexibility of expressiveness: a critical factor in the design of concept mapping tools for learning. In P. Kommers, D.H. Jonassen, J.T. Mayes (Eds.), *Cognitive tools for learning: proceedings of the NATO Advanced Study Institute on Mindtools : cognitive technologies for modeling knowledge* (pp. 85-102). The Netherlands: Enschede.
9. Pudelko, B. (2006). Étude microgénétique des médiations épistémiques d'un outil informatisé de représentation graphique des connaissances au cours d'une activité de compréhension de texte : proposition pour une approche

instrumentale étendue des médiations des outils cognitifs dans l'apprentissage.

Thèse de doctorat inédite, Université Paris VIII à Saint-Denis, Saint-Denis.

10. Schmid, R. F., & Telaro, G. (1990). Concept mapping as an instructional strategy for high school biology. *Journal of Educational Research*, 84(2), 78-85.
11. Simonet, R., & Simonet, J. (1998). *La prise de notes intelligente*. Paris : Les Éditions d'organisation.

Annexe

Texte : Origines du séisme

Chaque année, on dénombre environ cent mille tremblements de terre à travers le monde. Certains tremblements de terre sont très violents et peuvent avoir des conséquences dramatiques. D'autres ne sont pas ressentis mais perçus par des appareils d'enregistrement perfectionnés.

Le séisme est un phénomène naturel qui produit des vibrations à la surface de la terre. Ces vibrations sont dues à une accumulation d'énergie qui se libère. Cette énergie se propage sous forme d'un front d'ondes dans toutes les directions. La terre est formée de trois couches : la croûte terrestre, le manteau et le noyau.

La croûte terrestre et la partie supérieure rigide du manteau forment la lithosphère. Cette lithosphère a une épaisseur importante sous les continents environ 150 km. Les scientifiques expliquent l'origine du séisme par la théorie de la : « tectonique des plaques ». Les plaques tectoniques appelées aussi plaques lithosphériques sont les composants principaux de la lithosphère. La lithosphère nommée également la « sphère de pierre » est la couche solide de la Terre. La chaleur qui provient du noyau de la terre s'échappe vers l'extérieur. Elle chauffe le magma qui se trouve dans le manteau inférieur. Le manteau est une couche très épaisse formée de roches appelées magma. Le réchauffement du magma entraîne la formation des roches magmatiques appelées roches ignées. Ces roches chaudes, légères deviennent moins denses que les roches froides. Les roches magmatiques constituent la majeure partie des roches continentales et océaniques. Le faible gradient inverse de densité crée des courants dans le manteau. Les roches chaudes remontent et les roches froides descendent vers le noyau. Le noyau interne et externe représentent 16% du globe terrestre, leur épaisseur est 3300 km. Lorsque les roches « chaudes » progressent vers la surface, elles se refroidissent. Ces roches deviennent plus denses et plongent à nouveau vers le noyau. Ces roches

incompressibles sont rétractées plus leur densité devient plus élevée. Lorsque les roches froides descendent vers le noyau, elles se réchauffent. Ces roches deviennent moins denses et remontent à nouveau vers la croûte. Ces roches sont dilatées plus que les roches chaudes et leur densité diminue. La circulation de ces roches chaudes et froides crée des cellules de convection. La convection est le déplacement circulaire de la matière chaude dans le manteau. La circulation de cette matière solide permet une évacuation de la chaleur produite en profondeur. Les cellules de convection provoquent

Des cassures de la lithosphère et le mouvement des plaques lithosphériques. Les plaques lithosphériques sont très mobiles et se déplacent les unes par rapport aux autres. Elles s'écartent, se rapprochent ou glissent parallèlement l'une contre l'autre. Le mouvement des plaques tectoniques entraîne des transformations de la lithosphère qui se déforme progressivement. En se déformant lentement et d'une manière élastique, la lithosphère accumule une grande énergie. Cette déformation à l'intérieur de la terre peut durer des centaines d'années. À un moment donné, la lithosphère relâche brutalement toute l'énergie accumulée durant la déformation élastique. L'énergie libérée d'un point nommé foyer cause un séisme et des ondes. Le foyer ou l'hypocentre est le lieu d'origine de la rupture des roches. Le séisme provoque des vibrations qui se propagent dans toutes les directions de la terre. Les vibrations sismiques continuent à se propager en s'atténuant en un point nommé épïcéntré. L'épïcéntré constitue l'endroit où le tremblement de terre est le plus violemment ressenti.

Les sciences de la terre sont aujourd'hui suffisamment développées pour expliquer le phénomène du séisme. Les responsables peuvent prendre des mesures de précaution comme les constructions aux normes antisismiques. Ces normes sont des règles de construction parasismique ayant pour but la protection des personnes.

Sources :

1. L'encyclopédie Encarta 2009 (le séisme) - Khaled Abdelrahim (2006). Catastrophes naturelles quoi faire ? Bled Editions.
2. Gérard Mottet (1995). Volcans et tremblements de terre. INRP.
3. Site : Planète terre par Pierre André Bourque et université Laval, 1997-2004 :
http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/intro.pt/planete_terre.html