



**Compréhension et mémorisation d'un texte
scientifique en FLE. Effets de la contiguïté spatiale et
temporelle des mots et des images**

Dr. Lemya Amel AMMARI

Université Mohamed Boudiaf de M'sila

Résumé :

Cette recherche a pour objectif de mettre en évidence les effets sur l'apprentissage de la contiguïté spatiale et temporelle des textes et des illustrations dans la conception de matériel pédagogique multimédia. Plus précisément, nous étudions l'effet de la présence et de la place de l'illustration placée avant, après ou avec un

texte sur la compréhension et la mémorisation d'un texte scientifique en français langue étrangère par des étudiants algériens de médecine. Notre principale hypothèse est que les performances des apprenants sont meilleures lorsque le texte et les illustrations sont présentés simultanément.

Mots-clefs : Illustrations - Texte scientifique en français langue étrangère - compréhension – mémorisation - contiguïté spatiale et temporelle.

الملخص

يهدف هذا البحث إلى تسليط الضوء على الآثار المترتبة على التعلم من التجاور المكاني والزماني للنصوص والرسوم التوضيحية في تصميم المواد التعليمية متعددة الوسائط. على وجه التحديد، نحن ندرس تأثير وجود ومكان التوضيح وإدراجه قبل أو بعد أو مع النص على فهم وتذكر النص العلمي باللغة الأجنبية الفرنسية من طرف الطلبة الجزائريين لكلية الطب. فرضيتنا الأساسية هي أن أداء المتعلمين يكون بشكل أفضل عندما يتم عرض النص والرسوم التوضيحية في وقت واحد.

الكلمات المفتاحية: رسم توضيحي - النص العلمي - الفرنسية لغة اجنبية - فهم - الذاكرة - التجاور المكاني والزماني.

Compréhension et mémorisation d'un texte scientifique en FLE. Effets de la contiguïté spatiale et temporelle des mots et des images

Le rôle des images dans la compréhension d'un texte ont fait l'objet de nombreux travaux. Selon Levin et ses collègues ¹, les images peuvent remplir cinq fonctions dans le traitement du texte: (1) la fonction décorative, les images décorent seulement la page sans être liées au contenu du texte, (2) la fonction de représentation, les images illustrent avec précision le contenu du texte, (3) la fonction d'organisation, les images "organisent" le contenu du texte en fournissant une sorte de «cadre» structurant, (4) la fonction d'interprétation, les images contribuent à clarifier les textes difficiles, et (5) la fonction de transformation, les images fournissent les informations du texte recodées comme moyen mnémotechnique. Carney et Levin ² observent que des études des années 1990 ont utilisé des images « interprétatives » pour rendre les matières d'apprentissage scientifiques ou techniques difficiles

plus compréhensibles (par exemple, Mayer & Anderson³ et Mayer et Moreno⁴) . Mayer⁵ lui-même présente les images qui dépeignent des systèmes de cause à effet comme des illustrations explicatives Cinq principes à la base de la conception des systèmes multimédia visent à minimiser la surcharge superflue : la cohérence, la signalisation, la redondance, la contiguïté spatiale, et la contiguïté temporelle. Selon le principe de la contiguïté spatiale, les individus apprennent avec plus d'efficacité lorsqu'un message multimédia est constitué de mots et d'images correspondantes sont présentés ensemble sur la page ou sur l'écran. Selon le principe de contiguïté temporelle, les individus apprennent plus efficacement à partir d'un message multimédia lorsque l'animation et la narration correspondantes sont présentées simultanément plutôt que successivement.

Simplement dit, le principe de contiguïté est d'aligner les mots au graphisme correspondant⁶. Cela signifie qu'un graphique qui est le principal objet du texte ne devrait pas être physiquement séparé du texte.

1. LEVIN, J. R. *On functions of pictures in prose. In F. J. Pirozzolo & M. C. Wittrock (Eds.), Neuro psychological and cognitive processes in reading. New York: Academic Press, 1981.*
2. CARNEY, R. & LEVIN, J. Pictorial illustrations still improve student's learning from text. *Educational Psychology Review*, 2002.
3. MAYER, RE, et ANDERSON, RB., « Animations besoin narrations: Un dispositif expérimental Test d'une hypothèse double codage». *Journal of Educational Psychology*, 1991, 83, 484-490.
4. MORENO, R., & MAYER, R. E., « Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity ». *Journal of Educational Psychology*, 1999, 91, 358-368,
5. MAYER, R. E., *Multimedia learning* (2nd ed). New York: Cambridge University Press, 2009.

6. CLARK, R. C., & MAYER, R. E., *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning* (3rd ed.). San Francisco, CA: John Wiley & Sons, 2011.

Le principe de la contiguïté comme indiqué implique que seulement les mots doivent être alignés. Un exemple est que quand un graphique comprend un schéma qui a des parties indiquées par le texte, le texte devrait être physiquement près des parties correspondantes du diagramme. Par conséquent, on peut supposer que les images et les mots devraient être présentés ensemble afin de réduire la répartition de l'attention dans le temps ou dans l'espace.¹

1. Objectifs de la recherche et cadre théorique

Deux modèles bien établis décrivent l'acquisition de connaissances, la théorie de la charge cognitive (TCC) ² et la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia (TCAM) ³. Les deux modèles sont basés sur l'hypothèse d'une mémoire de travail à capacité limitée. Les auteurs s'appuient sur trois hypothèses générales: (1) Le matériel d'apprentissage est traité dans deux canaux de codage distincts ⁴.

La "Codalité" réfère au code spécifique dans lequel les informations sont présentées. Bien que le texte écrit et une partie de l'image aient la même modalité (le système visuel), ils sont présentés dans des codes différents, à savoir le code verbal et le code pictural. (2) La capacité limitée de ces canaux, et (3) l'apprentissage consiste en un traitement actif par sélection des informations entrantes et leur intégration dans les structures de connaissances antérieures ⁵.

Sur la base de ces modèles, un certain nombre de principes ont été établis et particulièrement en ce qui

concerne la façon de concevoir un environnement d'apprentissage multimédia capable de prendre en compte les contraintes de fonctionnement de la mémoire de travail dans les activités de compréhension et de construction de connaissances. Plusieurs de ces principes par exemple les principes de contiguïté spatiale et temporelle qui décrivent l'importance d'une représentation intégrée du matériel d'apprentissage, ont été mis en évidence et empiriquement validé ⁶.

Du point de vue de la théorie de la charge cognitive (TCC) ⁷ et la théorie cognitive de l'apprentissage multimédia (TCAM) ⁸, des informations graphiques sont traitées dans le canal visuel. Les deux théories soutiennent que si les pièces connexes de l'information sont présentées sur le même canal d'une manière déconnectée, les apprenants doivent changer.

1. FRANCOM, G. M., *Educational Technology for Teachers*. San Francisco, CA: Inkling Systems Inc, 2014.
2. CHANDLER, P. & SWELLER, J., « Cognitive load theory and the format of instruction». *Cognition and Instruction*, 1991, 293-332.
3. MAYER, R. E., *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, 2006.
4. PAIVIO, A., *Mental representations: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press, 1986.
5. WITTRUCK, M. C., « Generative processes of comprehension ». *Educational Psychologist*, 24, 1989, 345-376.
6. GINNS, P., « Meta-analysis of the modality effect ». *Learning and Instruction*, 15, 2005, 313-331,
7. CHANDLER, P. & SWELLER, J., « Cognitive load theory and the format of instruction». *Cognition and Instruction*, 8, 1991, 293-332.

8. MAYER, R. E., *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, 2001.

les informations pertinentes. Cet effet de l'attention dissociée est lié à une charge de mémoire de travail élevée entravant ainsi un traitement plus profond. Par conséquent, Mayer ¹ pose le principe de contiguïté spatiale, qui vise à réduire les effets de l'attention dissociée. Tarmizi & Sweller ² ont montré dans une première étude sur la contiguïté spatiale que la présentation de l'information visuelle (graphiques et texte) de façon intégrée favorise l'apprentissage et la compréhension.

Plus précisément, dans le cas de présentation d'une image et un texte d'accompagnement d'une manière côte à côte, la principale raison de l'apparition d'un effet de l'attention dissociée est la nécessité pour l'apprenant à établir des relations de point par point entre les parties de l'image et, segments de texte correspondantes, mais dans l'espace lointain. Ceci est un procédé exigeant de

ressources, qui nécessite des cycles d'identification d'une certaine partie d'une image, la mémorisation dans la mémoire de travail, le passage de l'attention sur le texte, la recherche du segment de texte correspondant, et enfin relier cognitif les deux éléments d'information. En revanche, en plaçant des parties d'images correspondantes et des segments de texte proches les uns des autres dans une soi-disant «forme intégrée» minimise l'effort requis pour établir des relations point par point-. Des études empiriques n'ont montré aucun modèle de résultat clair en ce qui concerne l'ordre de préférence de l'extraction de l'information. Tandis que Hegarty et Just ³ ont montré que les participants ont examiné d'abord l'information verbale, d'autres études ont trouvé le traitement initial de l'information picturale ⁴ suggère différentes stratégies dépendant de la tâche.

Des demandes similaires devraient également tenir pour des paires de visualisations picturales (images et / ou des animations) comme matériel d'apprentissage. Encore une fois, si les deux visualisations sont placés côte-à-

côte, les apprenants doivent établir des relations point par point entre les parties correspondantes des images. En concordance avec l'argumentation de la TCC ⁵ et la recherche sur les recherches comparatives visuels a montré que la distance entre les deux présentations picturales

1. MAYER, R. E., *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, 2001.
2. TARMIZI, R. & SWELLER, J. Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 80, 1988, 424-436.
3. HEGARTY, M., & JUST, M. A., « Constructing mental models of machines from text and diagrams ». *Journal of Memory and Language*, 32, 1993, 717-742.
4. RAYNER, K., ROTELLO, C. M., STEWART, A. J., KEIR, J., & DUFFY, S. A. « Integrating text and pictorial information: Eye movements when looking at print advertisements ». *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7, 2001. 219–226.

5. AYRES, P. & PAAS, F., « A cognitive load approach to the learning effectiveness of instructional animation ». *Applied Cognitive Psychology*, 21 (6), 2007. 695-820.

connexes exerce une forte influence sur les processus perceptifs et cognitifs ¹. Les individus apprennent plus efficacement à partir d'un message multimédia lorsque les textes et les illustrations correspondantes sont présentés de façon proche sur la page. La contiguïté spatiale aide en effet les apprenants à établir des liens entre les mots du texte et les graphiques correspondants. Moreno et Mayer ² ont proposé à deux groupes d'élèves une animation vidéo expliquant le système foudre avec des mots proposés soit à côté du schéma, soit en bas de la page sous forme de légende. Ils ont constaté que les élèves ont mieux réussi un test de transfert lorsque les mots sont présentés à côté du schéma.. Des résultats similaires sont rapportés dans une méta-analyse par Ginns ³. Cependant, Fiorella et Mayer ⁴ signalent qu'il existe des données qui ont montré que l'effet du principe

de contiguïté spatiale est plus fort chez les apprenants qui possèdent peu de connaissances antérieures sur le domaine.

Des travaux ont aussi montré que les individus apprennent de façon plus efficace à partir d'un message multimédia lorsque le texte et les illustrations correspondantes sont présentés simultanément plutôt que successivement. La contiguïté temporelle aide en effet les apprenants à établir des liens entre les mots et les graphiques correspondants. Ce principe a été appliqué et testé dans des exercices expérimentaux scolaires, les élèves ont mieux réussi un test de transfert quand ils ont visionné une animation explicative décrivant le fonctionnement d'une pompe à vélo que lorsqu'ils ont entendu l'explication avant ou après l'animation ⁵. Les chercheurs ont noté que le principe de contiguïté temporelle peut s'appliquer plus efficacement pour les apprenants d'aptitudes spatiales élevées que pour les apprenants d'aptitudes spatiales faibles ⁶. De même, le système est plus efficace lorsque les leçons

sont longues plutôt que courtes, et lorsque la leçon s'adapte au rythme du système plutôt qu'à celui de l'apprenant.

1. INAMDAR, S., & POMPLUN, M., « Comparative search reveals the tradeoff between eye movements and working memory use in visual tasks ». *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 2003. 599-604.

2. MORENO, R., & MAYER, RE., « Un effet de cohérence dans l'apprentissage multimédia: Le cas pour minimiser les bruits inutiles dans la conception de messages pédagogiques multimédias ». *Journal of Educational Psychology*, 92, 2000. 117-125.

3. GINNS, P., « Integrating information: Meta-analyses of the spatial contiguity and temporal

contiguity effects ». *Learning and Instruction*, 16, 2006. 511-525.

4. FIORELLA, L., & MAYER, R. E., *Spatial learning strategies for understanding a scientific text*.

Abstract submitted to the Psychonomics Society Annual Meeting, Chicago, IL, 2015

5. MAYER, RE, et ANDERSON, RB., « Animations besoin narrations: Un dispositif expérimental Test d'une hypothèse double codage». *Journal of Educational Psychology*, 83, 1991. 484-490.

6. MAYER, R. E., *Multimedia learning* (2nd ed). New York: Cambridge University Press, 2009.

L'objectif principal de notre recherche est d'analyser l'effet de la présence et de la place de l'illustration (avant, après, en même temps que le texte) sur la compréhension et la mémorisation du texte. Nous supposons que l'illustration et le texte présentés simultanément réduisent la répartition de l'attention

dans le temps et dans l'espace et donc favorisent la compréhension et la mémorisation du texte.

2. Méthode

2.1. Participants

Trois groupes de 15 étudiants de deuxième année de médecine de l'Université Mohamed Meherzi d'Alger ont participé à l'expérience. Le texte est proposé avant les illustrations pour le groupe G1, les illustrations avant le texte pour le groupe G2, l'illustration en même temps que le texte pour le groupe G3.

2.2. Matériel expérimental

Le matériel expérimental est constitué d'un texte scientifique et d'illustrations. Le texte utilisé qui décrit et explique le système cardio-vasculaire de l'être humain est composé de 9 triplets comprenant chacun

une Phrase Noyau présentant une information très importante, une Expansion 1 de la phrase Noyau présentant une information importante, non indispensable, mais utile à la compréhension du texte et qui ne se comprend que par rapport au contenu de la phrase Noyau dont elle dépend et une Expansion 2 présentant une information peu importante, liée à l'expansion 1 et qui ne se comprend que par rapport à cette Expansion 1.

2.3. Procédure

Les étudiants ont produit lors de la première séance un premier rappel en français, langue FLE du texte sur le système cardio-vasculaire. Une semaine plus tard, nous avons leur avons demandé à l'ensemble des participants

de réécrire durant une trentaine de minutes un second rappel du texte.

3. Principaux résultats

Les informations ont été analysées sous forme de propositions sémantiques ¹ du point de vue quantitatif (leur nombre) et qualitatif (leur type, Noyau, Expansion 1, Expansion 2).

3.1. Résultats et analyse des rappels immédiats

ANALYSE 1 : Rôle de la place de l'image (avant vs après le texte) dans la mémorisation d'un texte scientifique. Effet sur le type d'informations rappelées (N vs E (E1 + E2) lors du rappel immédiat.

Le facteur Groupe n'est pas significatif ($p > 1$). Les participants qui ont lu le texte avec images à la fin (G1)

rappellent moins d'informations que ceux qui ont le texte avec images au début (G2) (34,95 vs 30,02).

1. LE NY, J.-F., *La sémantique psychologique*. Paris: Presses Universitaires de France, 1979.

Le facteur Type de proposition n'est pas significatif ($p > .01$). Les propositions très importantes sont mieux rappelées par l'ensemble des groupes que les propositions moyennement ou peu importantes (34,25 vs 30,09).

L'interaction des facteurs Groupe et Type de proposition est significative ($F(1,18) = 136,001$, $p < .0001$). La différence entre les deux types de propositions rappelées (N vs E) varie en fonction de la place de l'image, au début (G2) ou à la fin du texte (G1) (voir Tableau 3 et

Figure

3).

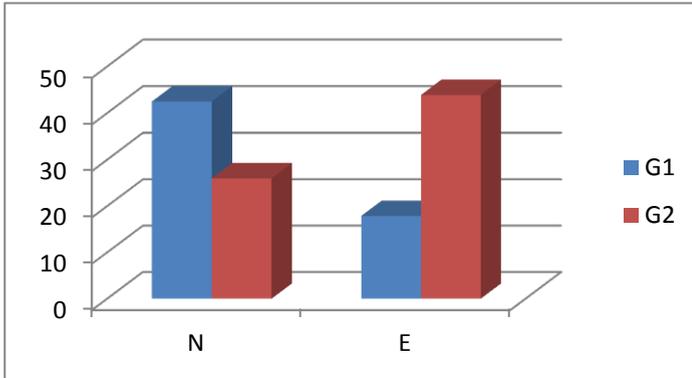


FIGURE 1 : Moyennes des deux types de propositions rappelées (N vs E) en fonction de la présence d'une image : avant le texte (G2) ou après le texte (G1) lors du rappel immédiat.

Lorsqu'ils lisent le texte avec image au début (G2), les participants retiennent plus d'informations très importantes (N) que d'informations peu importantes (E) (42,5vs 17,9). En revanche, lorsqu'ils lisent le texte avec images à la fin (G1), ils rappellent plus d'informations très importantes que d'informations peu importantes (N = 43,9 ; E = 26) et les participants qui ont lu le texte avec images à la fin (G1) rappellent moins

d'informations que ceux qui ont le texte avec images au début (G2) (34,95 vs 30,02).

On peut donc valider l'hypothèse selon laquelle l'illustration placée avant le texte exerce un effet positif sur le rappel de l'ensemble des informations.

ANALYSE 2: Rôle de la place de l'image (avant vs avec le texte) dans la mémorisation d'un texte scientifique. Effet sur le type d'informations rappelées (N vs E (E1 + E2) lors du rappel immédiat.

Le facteur Groupe n'est pas significatif ($p > 1$). Les participants qui ont lu le texte après images (G2) et ceux qui ont le texte avec images (G3) rappellent l'ensemble des informations de façon similaire (34,95 vs 34,25).

Le facteur Type de proposition est significatif ($(F(1,18) = 29,019 \text{ } p < .0001)$). Les propositions moyennement ou peu importantes (E) sont mieux rappelées par l'ensemble du groupe que les propositions très importantes (N) (39,8 vs 29,4).

L'interaction des facteurs Groupe et Type de proposition est significative ($F(1,18) = 15,092$ $p < .0001$). La différence entre les deux types de proposition rappelée (N vs E) varie en fonction de la place des images dans le texte, image puis texte pour le (G2) et image avec texte pour le (G3) (voir Tableau 6 et Figure 6).

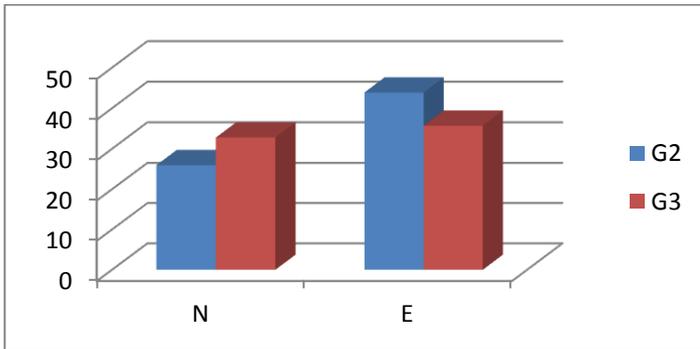


FIGURE 2 : Rappel des informations très importantes et peu importantes du texte avec image au début (G2) ainsi que du texte avec images (G3) lors du rappel immédiat.

Lorsqu'ils lisent le texte avec images, les participants du groupe G3 rappellent les informations importantes (N) et peu importantes (E) de façon similaire (32,8 vs 35,7).

En revanche, les participants du groupe G2 rappellent plus d'informations peu importantes (E) que d'informations importantes (N), (43,9 vs 26). Selon Ginns ¹, la présentation des mots et des images dans un format physiquement et temporellement intégré augmente le résultat de l'apprentissage (pour une méta-analyse des effets de contiguïté spatiale et temporelle).

3.2. Résultats et analyse des rappels différés

ANALYSE 3 : Rôle de la place de l'image (avant vs après le texte) dans la mémorisation d'un texte scientifique. Effet sur le type d'informations rappelées (N vs E (E1 + E2) lors du rappel différé.

Les participants qui ont lu le texte avec images à la fin (G1) rappellent plus d'informations que ceux qui ont le texte avec images au début (G2) (15,1 vs 14,85) mais la différence n'est pas significative.

Le facteur Type de proposition est significatif ($F(1,18) = 43,613$ $p > .01$). Les propositions très importantes (N) sont mieux rappelées par l'ensemble des groupes que les

propositions moyennement ou peu importantes (E), (19,4 vs 10,55).

L'interaction des facteurs Groupe et Type de proposition est significative ($F(1,18) = 49,728, p < .0001$). La différence entre les deux types de propositions rappelées (N vs E) varie en fonction de la place de l'image, au début (G1) ou à la fin du texte (G2) (voir Tableau 3 et Figure 3).

1. GINNS, P., « Integrating information: Meta-analyses of the spatial contiguity and temporal contiguity effects ». *Learning and Instruction*, 16, 2006. 511-525.

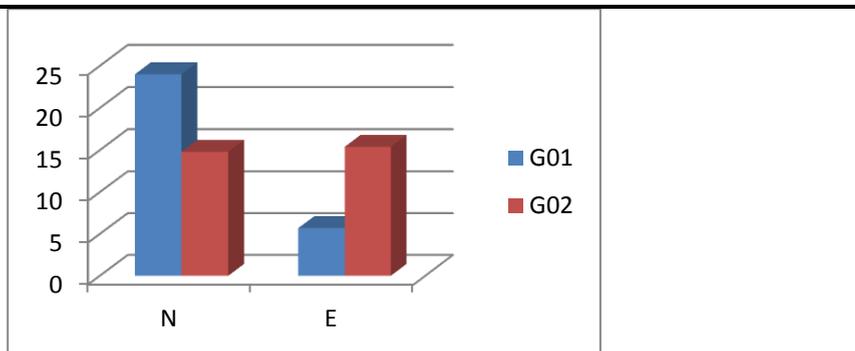


FIGURE 3 : Moyennes des deux types de propositions rappelées (N vs E) en fonction de la présence d'une image : avant le texte (G1) ou après le texte (G2) durant le rappel différé.

Lors du rappel différé, les participants ayant lu le texte avec images à la fin (G1) retiennent plus d'informations très importantes (N) que d'informations peu importantes (E) (24 vs 5,7). En revanche, lorsqu'ils lisent le texte avec images au début (G2), ils rappellent les informations peu importantes et importantes de façon similaire (N = 14,8 ; E = 15,4).

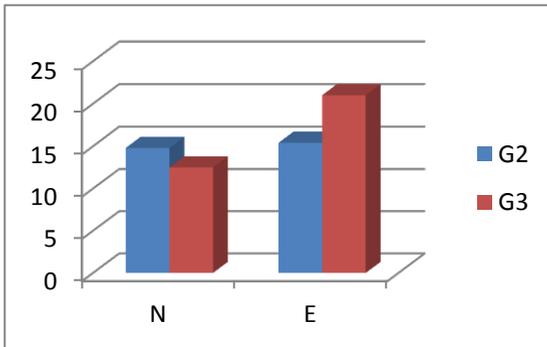
Comme pour le rappel immédiat, l'illustration placée avant le texte les aide à focaliser leur attention, non pas seulement sur les informations les plus importantes mais sur l'ensemble du contenu du texte.

ANALYSE 4 : Rôle de la place de l'image (avant vs après le texte) dans la mémorisation d'un texte

**scientifique. Effet sur le type d'informations
rappelées (N vs E (E1 + E2) lors du rappel différé.**

Le facteur Groupe est significatif ($F(1,8) = 57,570$ $p < .01$). Les participants qui ont lu le texte après images (G2) rappellent moins d'informations que ceux qui ont eu le texte avec images (G3), (14,85 vs 18,75).

Le facteur Type de proposition est significatif ($F(1,18) = 29,019$ $p < .0007$). Les propositions moyennement ou peu importantes (E) sont mieux rappelées par l'ensemble du groupe que les propositions très importantes (N), (18,2 vs 13,65).



L'interaction des
facteurs Groupe
et Type de
proposition est
significative

($F(1,18) = 12,402$ $p < .0024$). La différence entre les deux

types de propositions rappelées (N vs E) varie en fonction de la place des images dans le texte, images puis texte pour le (G2) et images avec texte pour le (G3) (voir Tableau 6 et Figure 6).

FIGURE 4 : Rappel des informations très importantes et peu importantes du texte avec images au début (G2) et du texte avec images (G3) durant le rappel différé.

Lors du rappel différé, Les participants qui ont lu le texte après images (G2) rappellent moins d'informations que ceux qui ont eu le texte avec images (G3), (14,85 vs 18,75).

Selon Mayer ¹, la surcharge externe (superflue) se produit lorsque le traitement cognitif essentiel (nécessaire pour comprendre la matière essentielle dans un message multimédia) et le traitement cognitif superflu (nécessaire pour traiter les facteurs extérieurs

ou de surmonter la confusion de disposition dans un message multimédia) dépasse la capacité cognitive de l'apprenant.

BILAN ET PERSPECTIVES

Lors du premier rappel, nous observons que nos résultats ne confirment pas les théories qui soutiennent l'effet bénéfique de la présentation simultanée de texte et des illustrations. Cependant, nous observons, à travers les tableaux de synthèse (tableaux 1 et 2) que, lors du rappel différé, une amélioration des résultats du groupe (G3) ayant bénéficié d'images avec le texte par rapport aux groupes (G1) et (G2).

TABLEAU 1 : Résultats et analyse des rappels en fonction des groupes.

	Rappel 1		Rappel 2	
	Qualité des propositions	Moyenne générale des propositions	Qualité des propositions	Moyenne générale des propositions
G1	N>E	120,8	N>E	59,4
G2	N<E	139,8	N=E	60,4
G3	N=E	137	N<E	67

1. MAYER, R E., « Cognitive theory of multimedia learning ». *In The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, R E. Mayer (Éd.) New York: Cambridge University Press, 2005, 31-48.

TABLEAU 2 : Résultats et analyse des rappels immédiat et différé.

	Rappel 1		Rappel 2	
	Nombre de propositions	Type de propositions	Nombre de propositions	Type de propositions
G1 vs G2	$G2 > G1$	$N > E$	$G2 \geq G1$	$N > E$
G2 vs G3	$G2 \geq G3$	$E > N$	$G2 < G3$	$E > N$

Lorsque les représentations ne sont pas présentées en même temps, la charge cognitive est augmentée parce que les apprenants doivent retenir les représentations en

mémoire plus longtemps; donc les présenter en même temps réduit cette charge dans leur mémoire. Ceci est désigné comme la contiguïté temporelle de l'espace et / ou le séquençage ¹. Une méta-analyse menée par ² qui a analysé 50 études confirme ces résultats et suggère que la séparation de multiples sources d'informations nécessaires à la compréhension dans le temps augmente la probabilité que les ressources mentales seront dépensés sur les activités inutiles à l'apprentissage, comme la tentative de rappeler l'essentiel de mots qui ne sont plus visibles, et leur relation avec une image ou une animation actuellement présentée.

Diverses études soutiennent le principe de contiguïté. Par exemple Moreno et Mayer ³ ont constaté que les élèves ont mieux appris quand le texte et les animations

ont été placés les uns à proximité des autres que lorsque ceux-ci ont été placés loin les uns des autres. Dans une autre étude rapportée dans la même publication ⁴, la narration a été présentée aux élèves simultanément avec des animations et temporellement séparées pour d'autres. Les élèves de la condition de la narration et l'animation simultanées ont appris mieux que les élèves de l'état temporellement séparée. Florax et Ploetzner ⁵ ont découvert des résultats similaires dans l'apprentissage, tel que mesuré par des tests de rétention dans

1. MAYER, RE, et ANDERSON, RB., « Animations besoin narrations: Un dispositif expérimental Test d'une hypothèse double codage». *Journal of Educational Psychology*, 83, 1991. , 484-490.

2. GINNS, P., « Integrating information: Meta-analyses of the spatial contiguity and temporal contiguity effects ». *Learning and Instruction*, 16, 2006. 511-525

3. MORENO, R., & MAYER, R. E., « Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity ». *Journal of Educational Psychology*, 91, 1999. , 358-368.

4. *Ibidem.*

5. FLORAX, M., & PLOETZNER, R., « What contributes to the split-attention effect? The role of text segmentation, picture labeling, and spatial proximity ». *Learning and Instruction*, 20(3), 2010. 216-224.

lequel les élèves reçoivent un enseignement qui soit dans l'espace séparé ou intégré un texte et des graphiques. Par conséquent, on peut supposer que le fait

d'aligner les mots aux graphiques correspondants dans un texte scientifique réduit la répartition de l'attention dans le temps ou dans l'espace chez les apprenants de la FLE.

BIBLIOGRAPHIE

AYRES, P. & PAAS, F., « A cognitive load approach to the learning effectiveness of instructional animation ». *Applied Cognitive Psychology*, 21 (6), 695-820. 2007.

CHANDLER, P. & SWELLER, J., « Cognitive load theory and the format of instruction». *Cognition and Instruction*, 8, 293-332, 1991.

CLARK, R. C., & MAYER, R. E., *E-Learning and the Science of Instruction:*

Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning (3rd ed.). San Francisco, CA: John Wiley & Sons, 2011.

CARNEY, R. & LEVIN, J. Pictorial illustrations still improve student's learning from text. *Educational Psychology Review*, 2002.

FIGIELLA, L., & MAYER, R. E., *Spatial learning strategies for understanding a scientific text*. Abstract submitted to the Psychonomics Society Annual Meeting, Chicago, IL, 2015

FLORAX, M., & PLOETZNER, R., « What contributes to the split-attention effect? The role of text segmentation, picture labeling, and spatial proximity ». *Learning and Instruction*, 20(3), 216-224, 2010.

FRANCOM, G. M., *Educational Technology for Teachers*. San Francisco, CA: Inkling Systems Inc, 2014.

GINNS, P., « Meta-analysis of the modality effect ». *Learning and Instruction*, 15, 313-331, 2005.

GINNS, P., « Integrating information: Meta-analyses of the spatial contiguity and temporal contiguity effects ». *Learning and Instruction*, 16, 511-525, 2006.

HEGARTY, M., & JUST, M. A., « Constructing mental models of machines from text and diagrams ». *Journal of Memory and Language*, 32, 717-742, 1993.

INAMDAR, S., & POMPLUN, M., « Comparative search reveals the tradeoff between eye movements and working memory use in visual tasks ». *Proceedings of*

the Twenty-Fifth Annual Meeting of the Cognitive Science Society, 599-604, 2003.

LEVIN, J. R. On functions of pictures in prose. In F. J. Pirozzolo & M. C. Wittrock (Eds.), *Neuro psychological and cognitive processes in reading*. New York: Academic Press, 1981.

MAYER, RE, et Anderson, RB., « Animations besoin narrations: Un dispositif expérimental Test d'une hypothèse double codage». *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490, 1991.

MAYER, R. E., *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, 2001.

MAYER, R E.,« Cognitive theory of multimedia learning ». *In The Cambridge Handbook of Multimedia*

Learning, R. E. Mayer (Éd.), p. 31-48. New York: Cambridge University Press, 2005.

MAYER, R. E., *Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press, 2006.

MAYER, R. E., *Multimedia learning* (2nd ed). New York: Cambridge University Press, 2009.

MORENO, R., & MAYER, R. E., « Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity ». *Journal of Educational Psychology*, 91, 358-368, 1999.

MORENO, R., & MAYER, R. E., « Un effet de cohérence dans l'apprentissage multimédia: Le cas pour minimiser les bruits inutiles dans la conception de

messages pédagogiques multimédias ». *Journal of Educational Psychology*, 92, 2000. 117-125.

PAIVIO, A., *Mental representations: A dual coding approach*. New York: Oxford University Press, 1986.

RAYNER, K., ROTELLO, C. M., STEWART, A. J., KEIR, J., & DUFFY, S. A. « Integrating text and pictorial information: Eye movements when looking at print advertisements ». *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7, 219–226.2001.

TARMIZI, R. & SWELLER, J. Guidance during mathematical problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 80, 424-436. 1988.

WITTRICK, M. C., « Generative processes of comprehension ». *Educational Psychologist*, 24, 345-376, 19

ANNEXE 1 : Texte expérimental décomposé en triplets

Triplet 1

Phrase noyau : Le cœur est un muscle creux situé dans la cavité thoracique

Expansion 1 : Il a pour fonction de fournir le sang au corps humain à l'aide des vaisseaux

Expansion 2 : L'ensemble des vaisseaux assurant la circulation sanguine à travers le corps est appelé système vasculaire

Triplet 2

Phrase noyau : Le cœur se contracte 70 fois par minute Pendant laquelle il pompe cinq litres de sang

Expansion 1 : On détermine la fréquence cardiaque en divisant le nombre de contraction par minute

Expansion 2 : Le volume sanguin pompé par chaque ventricule par minute constitue le débit cardiaque.

Triplet 3

Phrase noyau : L'électrocardiogramme mesure les changements qui surviennent durant la séquence des événements pendant un battement cardiaque

Expansion 1 : Les potentiels d'action des cellules musculaires myocardiques agissent comme des piles électriques provoquant le déplacement des charges

Expansion 2 : Ces déplacements de charges ou courants représentent la somme des potentiels d'action qui surviennent en même temps dans plusieurs cellules.

Triplet 4

Phrase noyau : L'automatisme cardiaque est la production par le tissu nodal d'une activité électrique répétitive

Expansion 1 : Ainsi, chacune de ces impulsions électriques entraîne la contraction du cœur

Expansion 2 : Ces activités sont produites par des échanges ioniques à travers la membrane cellulaire

Triplet 5

Phrase noyau : Les potentiels d'action générés par le tissu nodal sont conduits en vitesse vers les cellules du myocarde commun

Expansion 1 : Le rythme naissant dans le nœud sinusal active le myocarde auriculaire allant vers le nœud auriculo-ventriculaire

Expansion 2 : Cette activité gagne ensuite les branches de His et enfin les cellules du myocarde ventriculaire

Triplet 6

Phrase noyau : L'excitation électrique des cellules myocardiques que provoque l'action du tissu nodal entraîne d'importants mouvements ioniques

Expansion 1 : Toutes les cellules myocardiques reçoivent l'impulsion électrique au cours d'un instant très bref pour se contracter de manière coordonnée

Expansion 2 : Le couplage explique que la diastole ventriculaire est contemporaine de l'ECG de dépolarisation ainsi que la systole

Triplet 7

Phrase noyau : La circulation sanguine coronaire doit assurer une perfusion myocardique adaptée aux besoins du cœur

Expansion 1 : Le débit sanguin coronaire est la quantité de sang apportée au myocarde par minute, son augmentation est importante

Expansion 2 : Cette augmentation permet d'assurer l'accroissement des besoins des myocardes

Triplet 8

Phrase noyau : Le métabolisme myocardique est essentiellement aérobie ce qui l'oriente vers la production d'énergie nécessaire à l'activité du cœur.

Expansion 1 : Cette consommation myocardique en oxygène peut être appréciée par le produit fréquence cardiaque multiplié par la pression artérielle systolique

Expansion 2 : Les substances fréquemment utilisées sont surtout des acides gras, le glucose et les lactates

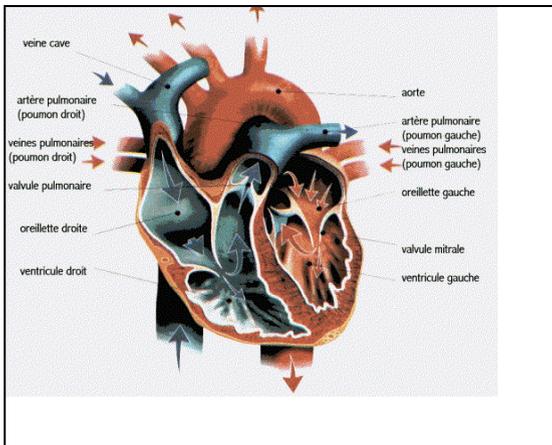
Triplet 9

Phrase noyau : L'insuffisance d'apport sanguin à une zone myocardique provoque une ischémie de cette zone

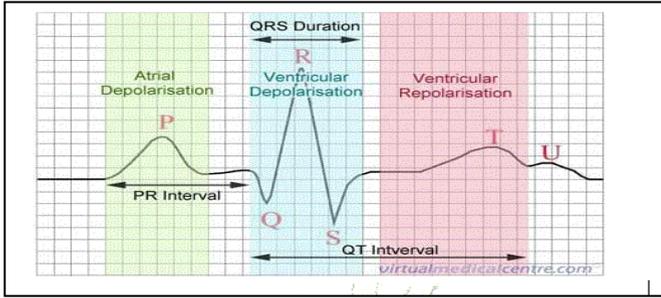
Expansion 1 : Si l'ischémie est profonde ou durable, les cellules myocardique de cette dernière seront détruites

Expansion 2 : La destruction de ces cellules myocardiques est appelée nécrose ou infarctus du myocarde

ANNEXE2. Les illustrations qui accompagnent le texte

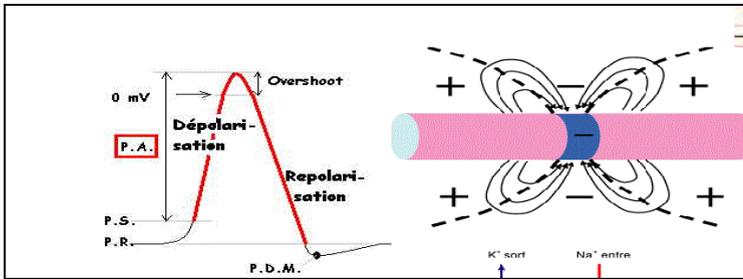


(1) Coupe schématique du cœur



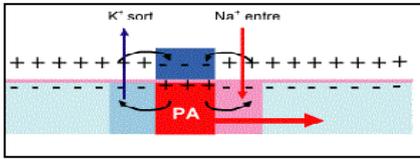
(2) ECG

normal



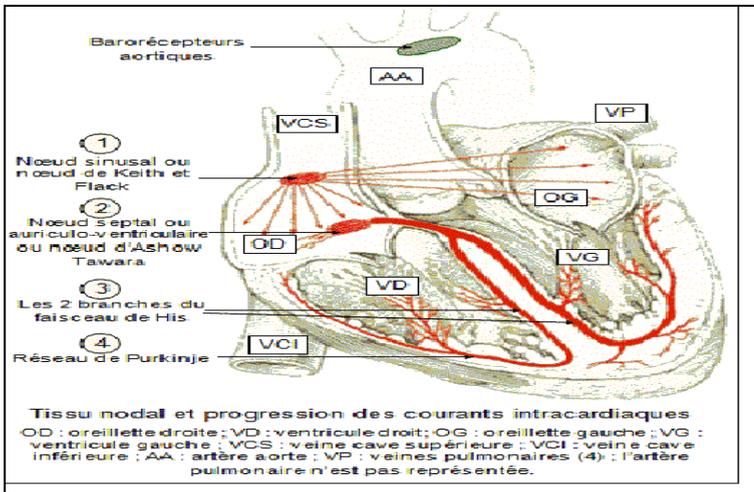
(3)

Potentiels d'action des cellules myocardiques



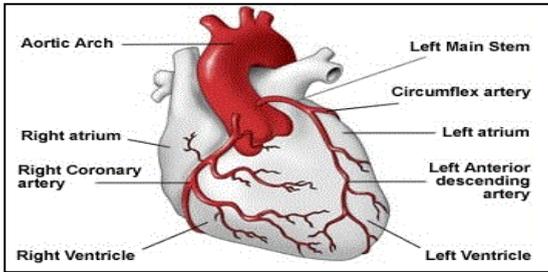
(4) schéma des échanges

ioniques à travers le membrane plasmique



(5)

Tissu nodal

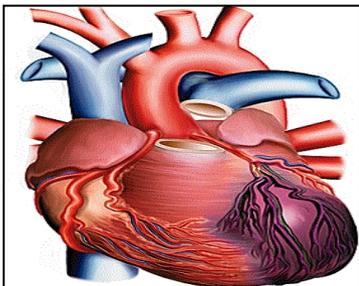


(6) vascularisation

du cœur



(7) Plaque d'athérome intra-vasculaire



(8) Schéma d'une nécrose

myocardique au niveau ventriculaire