



Apprentissage de notions scientifiques par génération de schémas sur tablettes numériques : études chez des élèves de collège en situation individuelle et collaborative

Julie ROCHAT
Université Rennes 2, Laboratoire LP3C

Mots-clés – Niveaux et Public concernés

Mots-clés : génération de schémas, apprentissage, guidages, travaux de groupe

Niveaux : collège

Public : enseignant·e·s toutes disciplines

À quelles questions cette étude tente-t-elle de répondre ?

Ce travail de recherche avait pour objectif général d'étudier les effets de l'apprentissage actif d'élèves de cinquième en leur faisant générer des schémas sur tablette numérique. Plus spécifiquement, les études conduites dans cette thèse ont cherché à répondre à deux questions de recherche :

1. QR1 : Quels sont les effets de la génération de schémas sur l'apprentissage à partir de textes scientifiques selon différents types de consignes ou guidages donnés aux élèves (c'est-à-dire, dessiner les éléments du texte; dessiner les éléments mis en gras dans le texte; dessiner les éléments issus du texte et d'une illustration fournie)?
2. QR2 : Quels sont les effets du travail collaboratif entre élèves lors de la génération de schémas sur tablette ?

Pourquoi ces questions sont-elles pertinentes ?

Des textes avec illustrations sont souvent présentés pour décrire des phénomènes scientifiques (Ainsworth *et al.*, 2011). De nombreuses études ont montré qu'ils sont plus efficaces pour l'apprentissage des élèves que des textes sans illustrations (voir par exemple, Mayer, 2002). Toutefois, le traitement des textes illustrés peut créer de la complexité pour les apprenant·e·s (Renkl et Scheiter, 2017). Pour réduire ces difficultés, il est proposé aux élèves de générer leur propre illustration à partir d'un texte, ce

qui renvoie à l'**activité de génération de schémas** (Van Meter et Firetto, 2013; Van Meter et Garner, 2005).

Toutefois, les études ne montrent pas toujours d'effets positifs de la génération de schémas sur l'apprentissage des élèves (voir par exemple, Fiorella et Zhang, 2018), et les schémas réalisés sont d'assez faible qualité dans la plupart des études (voir par exemple, Schmidgall *et al.*, 2020). Pour faciliter l'activité de génération de schémas, des supports peuvent être fournis (Brod, 2021; Fiorella et Zhang, 2018). Toutefois, peu d'études ont examiné les effets de ces différents types de support lors de la génération de schémas sur l'apprentissage (voir par exemple, Schmidgall *et al.*, 2020; Van Meter, 2001).

Ces supports prennent différentes formes. Premièrement, ils peuvent prendre la forme de guidages comme des consignes ou du matériel fourni pendant l'activité. Nous faisons l'hypothèse que les élèves qui disposeraient d'un support à la génération de schémas (par exemple une illustration fournie pendant que l'élève dessine pour qu'il ait un modèle) produiraient des schémas de meilleure qualité que les élèves qui dessineraient des schémas sans support. De plus, nous supposons que les élèves qui génèrent des schémas auraient de meilleures performances d'apprentissage que les élèves qui ne génèrent pas de schémas, uniquement lorsqu'ils bénéficient d'un support dans cette tâche.

Deuxièmement, les supports peuvent prendre la forme d'une collaboration entre élèves (voir par exemple, Chi et Wilye, 2014). En effet, le travail collaboratif interviendrait comme un support de la génération de schémas grâce au développement d'une mémoire transactive, au conflit socio-cognitif, aux processus métacognitifs collectifs, etc. Très peu d'études ont, cependant, été réalisées sur le travail collaboratif lors de la génération de schémas (voir Bollen *et al.*, 2015; Gijlers *et al.*, 2013; Van Dijk *et al.*, 2014). Nous faisons l'hypothèse que les élèves travaillant par groupe produiraient des dessins de meilleure qualité que ceux générant des schémas seuls. De plus, nous supposons que les élèves travaillant en collaboration pour générer des schémas en commun auraient de meilleures performances d'apprentissage que les élèves générant des schémas seuls.

Quelle méthodologie de recherche a-t-on utilisée ?

Dans nos études, les élèves travaillaient sur des tablettes numériques avec stylet à partir d'une application qui leur permettait de générer leurs schémas seul ou à plusieurs. Pour co-concevoir cette application, **des études d'acceptabilité** ont été faites auprès des enseignant·e·s et élèves. Une enquête en ligne auprès de 25 enseignant·e·s de collège a été menée. Elle a permis d'étudier leurs pratiques pédagogiques concernant l'apprentissage de notions scientifiques avec schémas ainsi que l'acceptabilité d'une application de génération de schémas en groupe, développée par l'entreprise Learn&Go et l'INSA/IRISA de Rennes. Cette application était présentée aux enseignant·e·s grâce à une courte vidéo, mais ils ne l'avaient pas utilisée préalablement. Elle permettait à des élèves réparti·e·s en groupe de tracer simultanément leur schéma, en disposant chacun de leur tablette (voir Figure 1). Ainsi, chacun des tracés d'un·e élève était automatiquement retransmis sur la tablette de son ou sa partenaire, et inversement. L'application a également été testée auprès de 42 élèves de quatrième qui génèrent une figure en binôme. Après l'utilisation de l'application, leur satisfaction et l'utilité perçue de l'application étaient relevées.

Ensuite, **trois expérimentations** ont été conduites dans les classes auprès de 250 nouveaux et nouvelles élèves de cinquième répartis dans trois collèges de l'Académie de Rennes. Ces études ont impliqué cinq professeurs de Sciences de la Vie et de la Terre. Tous ces élèves travaillaient sur tablettes avec stylet grâce à l'application de génération de schémas développée dans le cadre du projet. Elle leur permettait de construire des dessins seuls ou à plusieurs. Ils travaillaient sur un document traitant de la formation des tsunamis. Le choix de cette thématique et la construction du matériel pédagogique (les textes, les illustrations et les questionnaires associés), ont été fait en collaboration avec des enseignant·e·s de SVT au collège, qui ont également participé aux études avec leurs classes, ainsi qu'un inspecteur de SVT de l'Académie de Rennes. Certains élèves génèrent des schémas tandis que d'autres n'en génèrent pas. Ceux qui génèrent des schémas devaient produire un schéma complexe en

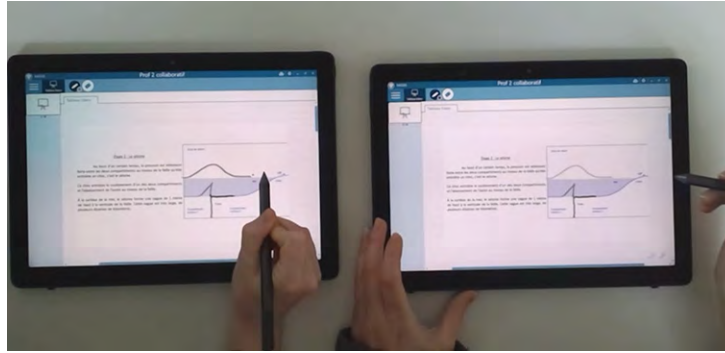


FIGURE 1 – Génération de schémas avec l'application développée dans le cadre du projet.

termes de nombre d'informations à représenter, avec cinq informations à dessiner, et plusieurs schémas simples, avec maximum deux informations à dessiner. Leur qualité était relevée par les chercheurs, en mesurant la quantité d'informations dessinées ainsi que leur emplacement. La quantité d'informations attendue dans les dessins avait été prédéfinie avec les enseignant-e-s de SVT. Dans la troisième étude, un enseignant de SVT a également évalué la qualité des schémas des élèves, selon ses propres critères (par exemple, les informations dessinées, leurs proportions). Après l'activité, les élèves répondaient à des questions visant à mesurer leur compréhension du document et leur mémorisation des notions scientifiques abordées dans celui-ci.

Pour connaître les effets de certains types de supports ou des consignes lors de la génération de schémas (QR1), deux premières études ont été menées. La **première étude** a été menée auprès de 101 élèves issus de quatre classes de cinquième. Nous souhaitons : 1) tester les effets de la génération de schémas à partir de textes sur l'apprentissage des élèves, et 2) tester les effets d'un guidage prenant la forme d'illustrations à partir desquelles, en plus des textes, les élèves pouvaient générer leurs schémas. Ainsi, les collégien-ne-s étaient réparti-e-s dans quatre groupes (voir Figure 2) :

1. Groupe 1 : Apprentissage à partir d'un texte non-illustré ;
2. Groupe 2 : Apprentissage à partir d'un texte illustré ;
3. Groupe 3 : Apprentissage à partir d'un texte non-illustré et génération des schémas par l'élève ;
4. Groupe 4 : Apprentissage à partir d'un texte non-illustré et génération des schémas par l'élève à partir d'illustrations fournies (guidage).

La **deuxième étude** a été menée auprès de 71 nouveaux et nouvelles collégien-ne-s issus de quatre classes. Une fois encore, notre objectif était double. Nous souhaitons : 1) examiner les effets de la génération de schémas sur l'apprentissage des élèves, et 2) étudier les effets d'un nouveau guidage de la génération de schémas où les informations à générer étaient mises en gras dans le texte. Les élèves étaient répartis dans trois groupes (voir Figure 3) :

1. Groupe 1 : Apprentissage à partir d'un texte illustré ;
2. Groupe 2 : Apprentissage à partir d'un texte non-illustré et génération des schémas par l'élève ;
3. Groupe 3 : Apprentissage à partir d'un texte non-illustré et génération des informations mises en gras dans le texte par l'élève (nouveau guidage).

Pour examiner les effets du travail collaboratif lors de la génération de schémas (QR2), la **troisième étude** a été menée auprès de 78 nouveaux et nouvelles collégien-ne-s issu-e-s de quatre classes. L'objectif était de comparer les effets d'une activité individuelle de génération de schémas aux effets d'une activité pendant laquelle les élèves travaillaient en binôme. Ils étaient répartis dans deux groupes :

1. Groupe 1 : Génération individuelle de schémas ;

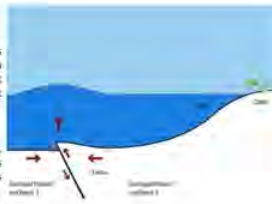
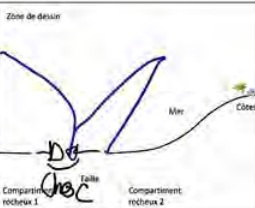

	Sans illustration	Avec illustration
Sans génération	<p align="center"><u>Étape 2 - Le séisme</u></p> <p>Consigne : Lis attentivement le texte.</p> <p>La pression entre les deux compartiments entraîne un choc. Ce choc est le résultat du soulèvement de l'un des deux compartiments et l'abaissement de l'autre au niveau de la faille, c'est le séisme.</p> <p>Le séisme entraîne un soulèvement de la mer, formant une vague de 1 mètre de haut au dessus de la faille. Cette vague est très large, de plusieurs dizaines de kilomètres.</p> <p>Consigne : Quand tu auras terminé, tu pourras passer à la page suivante.</p>	<p align="center"><u>Étape 2 - Le séisme</u></p> <p>Consigne : Lis attentivement le texte en te basant sur l'image.</p>  <p>La pression entre les deux compartiments entraîne un choc. Ce choc est le résultat du soulèvement de l'un des deux compartiments et l'abaissement de l'autre au niveau de la faille, c'est le séisme.</p> <p>Le séisme entraîne un soulèvement de la mer, formant une vague de 1 mètre de haut au dessus de la faille. Cette vague est très large, de plusieurs dizaines de kilomètres.</p> <p>Consigne : Quand tu auras terminé, tu pourras passer à la page suivante.</p>
Avec génération	<p align="center"><u>Étape 2 - Le séisme</u></p> <p>Consigne : Lis attentivement le texte.</p>  <p>La pression entre les deux compartiments entraîne un choc. Ce choc est le résultat du soulèvement de l'un des deux compartiments et l'abaissement de l'autre au niveau de la faille, c'est le séisme.</p> <p>Le séisme entraîne un soulèvement de la mer, formant une vague de 1 mètre de haut au dessus de la faille. Cette vague est très large, de plusieurs dizaines de kilomètres.</p> <p>Consigne : En te basant sur le texte, à partir des traits et des légendes fournis, schématise dans la zone de dessin tous les éléments du texte.</p> <p>Quand tu auras terminé, tu pourras passer à la page suivante.</p>	<p align="center"><u>Étape 2 - Le séisme</u></p> <p>Consigne : Lis attentivement le texte.</p>  <p>La pression entre les deux compartiments entraîne un choc. Ce choc est le résultat du soulèvement de l'un des deux compartiments et l'abaissement de l'autre au niveau de la faille, c'est le séisme.</p> <p>Le séisme entraîne un soulèvement de la mer, formant une vague de 1 mètre de haut au dessus de la faille. Cette vague est très large, de plusieurs dizaines de kilomètres.</p> <p>Consigne : En te basant sur l'image en haut à droite, à partir des traits et des légendes fournis, schématise dans la zone de dessin tous les éléments du texte.</p> <p>Quand tu auras terminé, tu pourras passer à la page suivante.</p>

FIGURE 2 – Les quatre groupes de la première étude.

2. Groupe 2 : Génération de schémas en binôme.

En plus des mesures d'apprentissage et de l'évaluation de la qualité des dessins produits, les interactions estimées des élèves en binômes ont été analysées en les classant dans quatre catégories :

- Les interactions centrées sur la tâche (par exemple, donner des explications, poser des questions)
- Les interactions socio-affectives (par exemple, s'encourager, se critiquer)
- L'absence d'interactions au sein des binômes
- Les interactions non reliées à la tâche (par exemple, bavardages)

Quels résultats a-t-on obtenus ?

Études d'acceptabilité : Les résultats de l'enquête auprès des enseignant·e·s de collège ont montré que les obstacles perçus dans l'utilisation de l'application de génération de schémas étaient davantage externes (par exemple, gestion du matériel numérique) qu'internes (par exemple, une méfiance vis-à-vis du numérique ou de l'activité de génération de schémas). Cependant, les enseignant·e·s ont trouvé que cette application pouvait améliorer l'apprentissage de leurs élèves et faciliter les travaux de groupe en classe. Les élèves ont, quant-à-eux, été très satisfaits de l'usage de l'application.

Étude 1 : Dans la première étude, nous avons testé les effets d'un guidage de la génération de schémas, sous la forme d'une illustration fournie pendant que les élèves dessinaient (QR1). Les résultats de cette étude ont montré que fournir des illustrations améliorerait l'apprentissage des élèves (c'est-à-dire que les élèves qui avaient des illustrations (groupes 2 et 4) ont mieux appris le document que les élèves qui n'avaient pas d'illustrations (groupes 1 et 3)). En revanche, les analyses ont montré que leur demander

Texte illustré

<p>Consigne : Lis très attentivement le texte en regardant bien l'image à droite. Quand tu auras terminé, tu pourras passer à la diapositive suivante.</p>	
<p><u>Étape 2 : Le séisme</u></p> <p>Au bout d'un certain temps, la pression est tellement forte entre les deux compartiments au niveau de la faille qu'elle entraîne un choc, c'est le séisme. Ce choc entraîne le soulèvement d'un des deux compartiments et l'abaissement de l'autre au niveau de la faille. À la surface de la mer, le séisme forme une vague de 1 mètre de haut à la verticale de la faille. Cette vague est très large, de plusieurs dizaines de kilomètres.</p>	

Génération de schémas sans guidage

<p>Consigne : 1) Lis très attentivement le texte. 2) Dessine les éléments du texte pour compléter l'image à droite. Quand tu auras terminé, tu pourras passer à la diapositive suivante.</p>	<p>Zone de dessin</p>
<p><u>Étape 2 : Le séisme</u></p> <p>Au bout d'un certain temps, la pression est tellement forte entre les deux compartiments au niveau de la faille qu'elle entraîne un choc, c'est le séisme. Ce choc entraîne le soulèvement d'un des deux compartiments et l'abaissement de l'autre au niveau de la faille. À la surface de la mer, le séisme forme une vague de 1 mètre de haut à la verticale de la faille. Cette vague est très large, de plusieurs dizaines de kilomètres.</p>	

Génération de schémas avec guidage

<p>Consigne : 1) Lis très attentivement le texte. 2) Dessine les éléments écrits <u>en gras</u> dans le texte pour compléter l'image à droite. Quand tu auras terminé, tu pourras passer à la diapositive suivante.</p>	<p>Zone de dessin</p>
<p><u>Étape 2 : Le séisme</u></p> <p>Au bout d'un certain temps, la pression est tellement forte entre les deux compartiments au niveau de la faille qu'elle entraîne un choc, c'est le séisme. Ce choc entraîne le soulèvement d'un des deux compartiments et l'abaissement de l'autre au niveau de la faille. À la surface de la mer, le séisme forme une vague de 1 mètre de haut à la verticale de la faille. Cette vague est très large, de plusieurs dizaines de kilomètres.</p>	

FIGURE 3 – Les trois groupes de la deuxième étude.

de générer un schéma n'était pas plus efficace, même avec la présence d'un modèle. La présence de ce modèle a toutefois permis d'améliorer la qualité des schémas produits (c'est-à-dire que les élèves du groupe 4, qui avaient une illustration pour les aider à dessiner, ont créé des schémas de meilleure qualité que les élèves du groupe 3, qui n'avaient pas d'illustrations pour les aider). Il est donc possible que ce guidage n'engage pas suffisamment les élèves dans des traitements actifs de l'information car ils recopieraient simplement l'illustration.

Étude 2 : Dans la seconde étude, nous avons testé les effets d'un guidage, qui prenait la forme d'une mise en gras des informations à dessiner, pour augmenter l'engagement cognitif des élèves dans la tâche de dessin (QR1). Les élèves qui généraient leurs schémas en représentant les informations mises en gras dans le texte (groupe 3) ont produit plus d'éléments dans leur schéma complexe que ceux qui ne disposaient pas de ce guidage (groupe 2). Toutefois, il est intéressant de noter qu'ils n'ont pas réussi à représenter tous les éléments, indiquant qu'ils ont des difficultés dans la représentation visuelle de ces éléments.

Concernant leurs performances, aucune différence entre les groupes n'a été trouvée. L'ajout du guidage (groupe 3) a même eu des effets négatifs car ces élèves ont moins bien mémorisé les informations qui n'étaient pas mises en gras dans le texte. Nos résultats semblent donc indiquer que l'attention des élèves aurait bien été focalisée sur les éléments mis en gras mais aux dépens des autres éléments du texte (effet de traitement ciblé; voir par exemple Jamet et Michinov, 2022).

Ainsi, pour répondre à notre première question de recherche, le fait de fournir des supports à la génération de schémas, comme une illustration servant de modèle, ou une mise en gras des informations textuelles à dessiner, a permis aux élèves de dessiner des schémas de meilleure qualité. Toutefois, ils ne leur ont pas permis de mieux apprendre le document.

Étude 3 : La troisième étude avait pour objectif de comparer les effets du travail collaboratif lors de la génération de schémas à ceux du travail individuel (QR2). Les résultats de l'étude 3 ont montré que les élèves travaillant en binôme (groupe 2) n'ont pas produit ensemble des schémas de meilleure qualité que les élèves travaillant seuls (groupe 1). Du point de vue de la compréhension des éléments du texte, il n'y a pas de différence, et les élèves ont même mémorisé plus d'éléments textuels lorsqu'ils travaillaient seuls (groupe 1). L'analyse qualitative des interactions dans les binômes pendant la génération des schémas révèle que plus les élèves avaient des interactions centrées sur la tâche (c'est-à-dire, poser des questions, faire des propositions, donner des explications), mieux ils mémorisaient les éléments du texte. Ces résultats suggèrent la nécessité, dans de futures études, de guider la collaboration des élèves en donnant des consignes incitant aux interactions centrées sur la tâche. En effet, certaines conditions sont nécessaires pour rendre les travaux de groupe efficaces (voir par exemple, Kirschner *et al.*, 2018), et notamment en introduisant des scripts de collaboration pendant la génération de schémas (voir Bollen *et al.*, 2015; Gijlers *et al.*, 2013; Van Dijk *et al.*, 2014).

Que dois-je retenir de cette étude pour ma pratique ?

Plusieurs éléments ressortent de ces différentes études. Premièrement, rendre l'apprenant actif via l'activité de génération de schémas sans support supplémentaire n'est pas efficace pour de jeunes apprenant·e·s, ce qui confirme les conclusions de la méta-analyse récente de Brod (2021). En effet, cette activité ne permet pas aux élèves de mieux mémoriser et de mieux comprendre un document. Ainsi, il semble nécessaire d'aider les apprenant·e·s dans cette tâche générative en leur fournissant des supports adaptés à l'activité de dessin, comme des guidages.

Concernant les supports testés dans nos deux premières études, nos travaux ont permis de montrer que fournir un modèle ou mettre en gras les informations à générer dans le texte sont des guidages qui améliorent la qualité des schémas générés. Toutefois, ils n'ont eu aucun effet positif sur l'apprentissage des élèves. Ainsi, ils peuvent être proposés en classe, mais leurs limites sont à prendre en compte. Les résultats de notre deuxième étude semblent indiquer qu'il est nécessaire d'aider les élèves pendant

l'activité générative en leur fournissant des représentations visuelles des informations à générer, comme par exemple, une image de la vague du tsunami ou une image du séisme. D'autres études devront donc être réalisées dans l'avenir pour mieux comprendre comment rendre plus efficace l'activité de génération de schémas pour des élèves aussi jeunes.

Enfin, s'agissant des effets de la génération collaborative de schémas sur les apprentissages, nos résultats incitent à fournir des scripts de collaboration permettant la régulation des interactions sur la tâche (c'est-à-dire, poser des questions, donner des explications). Ces résultats rappellent la nécessité, lorsque les élèves travaillent en groupe, de structurer l'activité avec des instructions aux élèves favorisant le conflit socio-cognitif (c'est-à-dire amener les élèves à confronter leurs idées et à argumenter leurs points de vue sur la tâche (Buchs *et al.*, 2008)).

Références

- Ainsworth, S., Prain, V., et Tytler, R. (2011). Drawing to learn in science. *Science*, 333(6046), 1096-1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>
- Bollen, L., Gijlers, H., et van Joolingen, W. (2015). Drawings in Computer-Supported Collaborative Learning-Empirical and Technical Results. *Computing & Informatics*, 34(3).
- Brod, G. (2021). Generative learning : Which strategies for what age ? *Educational Psychology Review*, 33(4), 1295-1318. <https://doi.org/s10648-020-09571-9>
- Buchs, C., Darnon, C., Quiamzade, A., Mugny, G., et Butera, F. (2008). Conflits et apprentissage. Régulation des conflits sociocognitifs et apprentissage. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, (163), 105-125. <https://doi.org/10.4000/rfp.1013>
- Chi, M. T., et Wylie, R. (2014). The ICAP framework : Linking cognitive engagement to active learning outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219-243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Fiorella, L., et Zhang, Q. (2018). Drawing boundary conditions for learning by drawing. *Educational Psychology Review*, 30, 1115-1137. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9444-8>
- Gijlers, H., Weinberger, A., van Dijk, A. M., Bollen, L., et van Joolingen, W. (2013). Collaborative drawing on a shared digital canvas in elementary science education : The effects of script and task awareness support. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 8, 427-453. <https://doi.org/10.1007/s11412-013-9180-5>
- Jamet, E., et Michinov, E. (2022). Effects of verbal and visual support on learning by tablet-based drawing. *Computers & Education*, 181, 104460. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104460>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., Kirschner, F., et Zambrano R, J. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13, 213-233. <https://doi.org/10.1007/s11412-018-9277-y>
- Mayer, R. E. (2002). Multimedia learning. Dans *Psychology of learning and motivation* (p. 85-139). Elsevier.
- Renkl, A., et Scheiter, K. (2017). Studying visual displays : How to instructionally support learning. *Educational Psychology Review*, 29(3), 599-621. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9340-4>
- Schmidgall, S. P., Scheiter, K., et Eitel, A. (2020). Can we further improve tablet-based drawing to enhance learning? An empirical test of two types of support. *Instructional Science*, 48, 453-474. <https://doi.org/10.1007/s11251-020-09513-6>
- Van Dijk, A. M., Gijlers, H., et Weinberger, A. (2014). Scripted collaborative drawing in elementary science education. *Instructional Science*, 42, 353-372. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9286-1>
- Van Meter, P., et Firetto, C. (2013). Cognitive model of drawing construction : Learning through the construction of drawings. Dans G. Schraw, M. T. McCrudden, et D. R. Robison (dir.), *Learning through visual displays* (p. 247-280). Information Age Publishing.
- Van Meter, P. (2001). Drawing construction as a strategy for learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 129. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.1.129>
- Van Meter, P., et Garner, J. (2005). The promise and practice of learner-generated drawing : Literature review and synthesis. *Educational Psychology Review*, 17, 285-325. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-8136-3>