Document généré le 16 nov. 2024 09:05

Revue des sciences de l'éducation

La bande dessinée et l'apprentissage de la mathématique au secondaire dans un enseignement par fiches

Dany Laveault et Richard Joly

Volume 13, numéro 1, 1987

URI : https://id.erudit.org/iderudit/900550ar
DOI : https://doi.org/10.7202/900550ar

Aller au sommaire du numéro

Éditeur(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (imprimé)
1705-0065 (numérique)

Découvrir la revue

Citer cet article

Laveault, D. & Joly, R. (1987). La bande dessinée et l'apprentissage de la mathématique au secondaire dans un enseignement par fiches. *Revue des sciences de l'éducation*, *13*(1), 31–50. https://doi.org/10.7202/900550ar

Résumé de l'article

Cette recherche analyse l'effet d'un enseignement de la mathématique basé sur l'utilisation de fiches et présenté sous forme de bande dessinée (BD) en tenant compte du style d'apprentissage de l'élève. Quatre groupes de 3e secondaire ont participé à cette recherche : deux de voie moyenne et deux de voie enrichie, chaque voie comportant un groupe avec et un groupe sans BD. Les groupes avec BD ont mieux réussi à un examen que les groupes sans BD. L'effet de la BD a été particulièrement significatif entre les deux groupes de voie moyenne au niveau des questions portant sur l'information verbale, le *concept concret* et le *concept défini*. Chez les groupes des deux voies avec BD, le style d'apprentissage est en corrélation avec les gains d'apprentissage réalisés avec la BD.

Tous droits réservés © Revue des sciences de l'éducation, 1987

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter en ligne.

https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/

Cet article est diffusé et préservé par Érudit.

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche.

https://www.erudit.org/fr/

Revue des sciences de l'éducation, vol. XIII, no 1, 1987

La bande dessinée et l'apprentissage de la mathématique au secondaire dans un enseignement par fiches

Dany Laveault et Richard Joly*

Résumé — Cette recherche analyse l'effet d'un enseignement de la mathématique basé sur l'utilisation de fiches et présenté sous forme de bande dessinée (BD) en tenant compte du style d'apprentissage de l'élève. Quatre groupes de 3e secondaire ont participé à cette recherche: deux de voie moyenne et deux de voie enrichie, chaque voie comportant un groupe avec et un groupe sans BD. Les groupes avec BD ont mieux réussi à un examen que les groupes sans BD. L'effet de la BD a été particulièrement significatif entre les deux groupes de voie moyenne au niveau des questions portant sur l'information verbale, le *concept concret* et le *concept défini*. Chez les groupes des deux voies avec BD, le style d'apprentissage est en corrélation avec les gains d'apprentissage réalisés avec la BD.

Abstract — This research analyses the effects of teaching mathematics based on the use of file cards which present the concept in comic-strip format (BD), and the relation of these effects to students' learning style. Four groups of secondary III students participated in the study: two in the average stream and two in the enrichment stream, within each stream one group was presented the BD format and one was taught without this format. The results show that the groups given the BD format had better test results than those without this format. The effect of this format was particularly significant for the groups in the average stream for questions dealing with verbal information, the concrete concept, and the defined concept. For groups using this format, learning style was correlated with the improved test results noted.

Resumen — Esta investigación analiza el efecto de una enseñanza de las matemáticas basada en la utilización de fichas y presentada bajo la forma de dibujo animado (D.A.) que considera el estilo de aprendizaje del alumno. Cuatro grupos del 3° de secundario participaron en este estudio: dos de tipo «termino medio» y dos de tipo «enriquecidos»; cada tipo comprende un grupo con y un grupo sin dibujos animados. Los grupos con D.A. obtuvieron mejores resultados en el examen que los grupos sin D.A.. El efecto del D.A. fue particularmente significativo entre los dos grupos de tipo medianos a nivel de las preguntas que se refieren a la información verbal, al concepto concreto y al concepto definido. Se obtiene correlación entre el estilo de aprendizaje y las ganancias de aprendizaje realizadas con el dibujo animado en los dos grupos que lo usaron.

* Laveault, Dany: professeur, Université d'Ottawa
Joly, Richard: enseignant, École secondaire Bernard-Gariépy.

Zusammenfassung — Diese Studie untersucht die Wirkung eines Mathematikunterrichts, der auf die Verwendung von Zetteln baut und in Form von Comic-streifen gegeben wird, und dabeid en Lernstil des Schülers berücksichtigt. Vier Gruppen der 9. Klasse haben an dieser Studie teilgenommen: zwei des regulären und zwei des stärkeren Zweiges, wobei jeweils eine Gruppe mit und eine ohne Comics vertreten war. Die Gruppen mit Comics haben bei einer Prüfung besser abgeschnitten als die ohne Comics. Die Wirkung der Comics war besonders bedeutsam unter den zwei Gruppen des regulären Zweiges, bezüglich der Fragen über Verbalinformationen wie «kronkreter» und «bestimmter» Begriff. Bei den Gruppen beider Zweige mit Comics ist der Lernstil in Korrelation mit den mithilfe der Comics erzielten Lerngewinnen.

Il y a 13 ans, la polyvalente Bernard-Gariépy de Tracy adoptait une forme d'enseignement individualisé en 4e et 5e secondaire. Cette individualisation de l'enseignement engendre, pour la mathématique, un enseignement par fiches. La fiche, document élaboré par le personnel enseignant de l'école ou acheté de maisons spécialisées, expose la théorie et propose en même temps des exercices appropriés. En principe, la fiche doit permettre à l'élève d'apprendre par lui-même et à son rythme. En pratique, la fiche s'avère souvent n'être qu'une version écrite des cours magistraux traditionnels. Dans un tel contexte, il n'est pas surprenant de constater que l'activité intellectuelle des élèves en mathématique se limite à lire des équations algébriques, à les assimiler et à les appliquer.

L'utilisation de la bande dessinée dans la fiche constitue un moyen d'améliorer la situation. Au minimum, la bande dessinée contribue à améliorer la présentation matérielle. À l'information écrite présentée sous forme de textes ou de tableaux, la bande dessinée ajoute aussi l'information véhiculée par l'image. De plus, l'ensemble des images composant la bande dessinée suppose le montage, le cadrage, les changements de plans, autant de techniques qu'effleure, à l'occasion, la fiche traditionnelle.

Nous sommes d'avis que la bande dessinée fait plus qu'améliorer la présentation matérielle de la fiche. Tout en ne brimant pas les élèves dotés d'une bonne mémoire ou d'une habileté particulière pour le travail déductif, la bande dessinée permet de solliciter l'imagination, l'intuition et le raisonnement inductif. En respectant chez l'apprenant des facultés négligées par la fiche traditionnelle, la bande dessinée vient compléter, enrichir et rendre plus efficace l'enseignement individualisé par la fiche traditionnelle.

Il n'y a eu jusqu'à présent que peu de recherches en pédagogie expérimentale visant à vérifier l'efficacité relative de la bande dessinée. En particulier, peu d'auteurs se prononcent sur l'utilisation de la bande dessinée pour l'enseignement de la mathématique et sur les catégories d'élèves qu'une telle approche favorise.

Selon Roux (1970), l'image facilite l'accès au concept pour les élèves non conceptuels. Lewis (*in* Roux, 1970) reconnaît l'aide irremplaçable des illustrés pour l'apprentissage de la lecture. Rollet (1977) exploite la bande dessinée pour

l'enseignement de la langue parlée et écrite. Quant à Borrel et Nespoulos (1973), ils emploient la bande dessinée pour la rééducation des aphasiques. Ils dénotent un grand accroissement d'intérêt chez l'aphasique ainsi qu'un encodage de messages moins agrammaticaux.

Même si la bande dessinée a déjà été employée dans l'enseignement d'une langue, ces recherches fournissent peu de renseignements précis concernant les types d'apprentissage qu'elle favorise. La Borderie (1972) conçoit que l'utilisation de l'image et du verbe permet de retrouver à la fois les avantages d'un enseignement oral et de la mise en mémoire. Yates (*in* Blanchard, 1975) insiste particulièrement sur l'importance de l'image pour la mise en mémoire. Laulan (1978) met en évidence la vision synthétique qu'engendrent une courbe, un diagramme. La bande dessinée jouerait donc un rôle dans le développement de l'esprit de synthèse. Joly (1982), lors d'une étude exploratoire sur les types de capacités développées par la bande dessinée, en arrive à la conclusion que celle-ci favorise principalement l'acquisition d'informations verbales et de concepts concrets.

Ces auteurs établissent l'utilité de la bande dessinée pour l'apprentissage en général, l'étude d'une langue et la correction d'un trouble au niveau du langage. Cette utilité doit cependant être vérifiée pour l'apprentissage de la mathématique. Il faut également être en mesure de spécifier pour quel genre d'élève et pour quelles capacités d'apprentissage la bande dessinée s'avère la plus efficace.

Meunier-Tardif (1979), en exposant les résultats de la recherche de Lafontaine, reconnaît que l'emploi de dessins avantage les «visuels». Lafontaine (*in* Meunier-Tardif, 1979) affirme qu'il existe deux styles d'appréhension et d'actualisation: le type auditif et le style visuel. Quant à Lamontagne (1982), il préfère à cette catégorisation en deux styles d'apprentissage, l'établissement d'un profil d'apprentissage de chaque individu à partir d'une pondération de 35 variables ou éléments. Suite aux recherches déjà effectuées, il est possible de se demander si la bande dessinée ne favorise pas certains types d'apprenants, en particulier ceux qui valorisent davantage la vue, mais pas d'une manière exclusive. Par exemple, certains apprenants plus «auditifs» peuvent compenser une faiblesse par une facilité à travailler seuls.

En résumé, il est possible d'invoquer quatre raisons principales pour motiver un enseignement individualisé par fiches assisté de la bande dessinée:

1. La bande dessinée a déjà été employée efficacement pour enseigner d'autres matières (particulièrement les langues).
2. La bande dessinée complète le matériel disponible.
3. La bande dessinée vise une clientèle blasée et difficile à motiver.
4. La bande dessinée est un moyen de communication susceptible de mieux rejoindre la catégorie des élèves imaginatifs et inductifs négligés par les approches traditionnelles.

Il reste à déterminer, par contre, les types d'élèves qui peuvent bénéficier d'une fiche avec bande dessinée et les acquis qui sont favorisés par ce moyen en mathématique. En ce qui concerne les acquis, le modèle d'apprentissage de Gagné (1965) permet de préciser les «capacités» avantagées par la bande dessinée. Quant aux élèves, le profil d'apprentissage de Lamontagne, Lamontagne et Lamy (1982) identifie les styles d'apprentissage propres à chacun d'eux.

Gagné (1976) considère l'acte total d'apprentissage comme une série d'événements s'étendant de la motivation au feed-back en passant par l'appréhension, l'acquisition, la rétention, le rappel, la généralisation et la performance. À la fin de ces huit étapes, l'élève a acquis des états persistants nommés «capacités» qui sont, soit de l'information verbale, soit des habiletés intellectuelles, soit des stratégies cognitives, soit des attitudes ou des habiletés motrices. En interprétant la théorie de Gagné, il est possible d'estimer que la bande dessinée peut jouer un rôle important au niveau de l'apprentissage des deux premiers types de capacités: l'information verbale et les habiletés intellectuelles.

L'information verbale permet à l'individu d'énoncer sous forme de proposition ce qui a été appris. Pour y parvenir, le sujet doit connaître des unités d'information, des noms, des faits ou l'organisation de ces faits dans un ensemble de connaissances structurées. Gagné (1976) propose qu'un facteur externe peut développer la capacité d'information verbale en autant qu'il intervienne dans l'appréhension, l'acquisition, le rappel et la généralisation. La bande dessinée devrait favoriser l'emmagasinage et le repérage (basés sur les images-indices) de l'information. D'autre part, le rappel et la généralisation nécessitent la présence d'indices servant de repères ou favorisant le changement de contexte. La succession des images de la bande dessinée, la référence à des faits vécus, la transposition dans un mode imaginaire ou encore l'utilisation de l'humour en font une source de facteurs externes utiles.

Les habiletés intellectuelles constituent le deuxième produit d'apprentissage de Gagné (1976). En maîtrisant ces habiletés, l'individu apprend à contrôler les diverses étapes d'une démarche qui permet de relier différents faits entre eux. Gagné (1976) distingue les quatre habiletés intellectuelles suivantes:

1. la discrimination: elle amène le sujet à distinguer les caractéristiques d'un objet, d'un symbole;
2. le concept concret: il porte sur les classes d'objets, sur les qualités d'objets ou sur les relations acquises par l'observation;
3. le concept défini: il porte sur des attributs ou des relations non identifiables par le geste et se présente sous la forme d'une phrase;
4. les principes ou règles: ce sont des conventions, des propriétés qui régissent une démarche.

Gagné (1976) reconnaît que les événements externes interviennent dans l'acquisition, le rappel et la généralisation d'habiletés intellectuelles. C'est ainsi

que les séquences des images d'une bande dessinée et les messages des ballons peuvent remplir un double rôle: 1) ramener dans la mémoire à court terme les habiletés simples; 2) agencer ces habiletés dans un ordre adéquat.

Le modèle d'apprentissage de Gagné (1965) permet d'identifier les capacités que peut favoriser une fiche utilisant la bande dessinée. Même si ce modèle d'apprentissage convient à tous les élèves, il ne faut pas oublier que chacun l'applique selon des caractéristiques de sa personnalité et selon ses acquis antérieurs. Selon Gagné (1976),

> quelquefois moins évidentes, mais non moins importantes sont les différences individuelles de 'capacité' que les individus 'apportent avec eux' pour réaliser une tâche commune - les différences de 'capacités' initiales (p. 111).

Le profil d'apprentissage de Lamontagne (1982) renseigne sur ces différences individuelles.

> Le profil d'apprentissage
>
> est la façon propre à un individu de dégager du sens des signes et des symboles qui interviennent dans son expérience interne et externe et de donner du sens aux signes et aux symboles nouveaux qu'il produit. (Lamontagne, 1982, p. 1).

Ce profil est établi à partir de la pondération de 35 éléments qui se répartissent en trois sous-ensembles: les orientations symboliques, les déterminants culturels et les modes d'inférence.

Dans les orientations symboliques se retrouvent les signes et les symboles retenus au niveau de l'acte de dégager du sens et de celui d'en donner. L'élève apparaît comme un théoricien (apprend à l'aide de symboles abstraits) ou un praticien (apprend à partir des caractéristiques des événements, des personnes). Par exemple, les traits des divers personnages d'une bande dessinée et les situations développées sont susceptibles d'aider le praticien.

Les déterminants culturels, quant à eux, cherchent à circonscrire la relation d'un individu avec lui-même, avec sa famille, ses pairs, ses amis. Sur ce plan, l'élève peut être travailleur familial, groupal ou individuel. Il est permis de croire que la bande dessinée est plus ou moins efficace selon les conditions (travail de groupe, travail individuel, ou autre) dans lesquelles s'effectue l'apprentissage.

Dans les modes d'inférence, on insiste surtout sur la démarche suivie par l'individu pour aboutir à une conclusion. Cette démarche est inductive ou déductive. L'apprenant inductif traite les données particulières et concrètes et aboutit à des données plus abstraites, plus généralisées. La bande dessinée peut favoriser le lecteur inductif en lui présentant une foule de faits particuliers et en l'invitant, par la suite, à tirer une conclusion. Quant au déductif démonstrateur, il part d'une théorie, de lois, de principes et aboutit au nécessaire, au certain par l'entremise d'un raisonnement syllogistique. Il est relativement facile d'élaborer des

sections d'une bande dessinée exigeant ce type de raisonnement ou de présenter des personnages réfléchissant de cette manière.

Pour préciser l'influence de la bande dessinée, nous avons fixé à notre travail deux objectifs. D'une part, nous voulons démontrer que dans un enseignement de la mathématique basé sur l'utilisation de la fiche, l'élève atteint un plus haut degré de compréhension lorsque la fiche comporte une bande dessinée. D'autre part, nous désirons identifier les facteurs tant au niveau des caractéristiques de l'apprenant que de l'apprentissage qui peuvent servir à expliquer l'efficacité relative de cette forme de matériel.

En fonction de ces objectifs, nous formulons les hypothèses suivantes:

H1: Les classes qui utilisent la fiche avec une bande dessinée obtiennent de meilleures notes, pour un test de connaissances et d'habiletés que les classes qui emploient la fiche sans bande dessinée.

H2: Le taux de réussite à des questions portant sur l'information verbale et les habiletés intellectuelles telles que définies dans le modèle de Gagné (1976) (concept concret, concept défini, principes, résolution de problème) sera significativement supérieur chez les groupes ayant utilisé la bande dessinée comparativement à ceux qui n'ont eu accès qu'à l'enseignement par fiches.

H3: La bande dessinée favorise davantage les élèves dont le profil d'apprentissage est visuel.

Méthodologie de la recherche

Échantillon

Quatre groupes scolaires de 3e secondaire ont participé à cette recherche. Deux de ces groupes sont de voie moyenne (rythme 2) en mathématique et les deux autres sont de voie enrichie (rythme 3). En rythme 2, on retrouve les élèves qui ont obtenu le stanine 4, 5 ou 6 suite à leur degré de réussite aux trois tests: examen d'habileté mentale Chêné-Daigle, test d'intelligence Logique 7, examen Otis-Ottawa d'habileté mentale (examen intermédiaire). En rythme 3, on retrouve les élèves ayant obtenu un stanine 7, 8 ou 9 aux mêmes tests. Tous les élèves de ces quatre groupes fréquentaient l'école secondaire Bernard-Gariépy de Tracy lors de l'expérimentation. En tout, 97 sujets (51 de la voie moyenne et 46 de la voie enrichie) ont participé à la recherche: soit 56 filles et 41 garçons.

Instruments

Les instruments utilisés sont de deux types: instruments de recherche et instruments de mesure et évaluation. Dans les instruments de recherche figurent deux fiches. Elles présentent les mêmes notions, mais avec une approche différente. Une fiche comporte une bande dessinée tandis que l'autre en est privée.

Il existe deux types d'instruments de mesure et évaluation. D'une part, deux tests de rendement scolaire ont été construits. D'autre part, le test de Lamontagne, Lamontagne et Lamy (1982) a permis d'établir les caractéristiques du profil d'apprentissage de chaque sujet participant à l'expérimentation.

La première série d'épreuves de rendement scolaire comporte 30 questions et est destinée aux deux rythmes d'apprentissage. Ce questionnaire sert de prétest. Il cherche à mesurer le degré de connaissance que les élèves ont de la matière avant de travailler avec les fiches.

La seconde série d'épreuves de rendement scolaire se distingue par l'existence d'une version destinée à chaque rythme d'apprentissage et un plus grand nombre de questions. L'élève de rythme 2 doit répondre à 59 questions alors que celui de rythme 3 en a 66. Le nombre plus élevé de questions en rythme 3 est dû au fait que cette deuxième série d'épreuves doit mesurer le degré d'acquisition d'un plus grand nombre de capacités. Dans le but d'établir une comparaison entre les acquisitions des élèves de rythme 3 et de ceux de rythme 2, nous avons conservé un ensemble de 28 questions communes aux deux rythmes d'apprentissage.

À ces deux séries d'épreuves de type questionnaire s'ajoute le test LAM-3-ON (Lamontagne, Lamontagne et Lamy, 1982). Il se compose de huit sous-tests destinés à fournir des renseignements sur les caractéristiques du profil d'apprentissage de chaque sujet participant à l'expérimentation.

Procédure

L'utilisation de deux documents (l'un avec bande dessinée et l'autre sans bande dessinée) permet de contrôler la variable indépendante, c'est-à-dire l'utilisation de la bande dessinée pour l'enseignement de la mathématique. Deux enseignants travaillant ensemble depuis dix ans ont effectué les enseignements pendant trois semaines aux deux classes de rythme 2 et aux deux classes de rythme 3 en utilisant les deux matériels différents avec chaque rythme.

Méthodologie de construction d'une bande dessinée didactique

Étant donné la signification que prend la construction d'une bande dessinée didactique pour la vérification des hypothèses de recherche, nous proposons de détailler ici les étapes de son élaboration. En effet, la valeur de toute l'expérimentation repose sur la validité de la bande dessinée en tant qu'instrument didactique et comme moyen de communication. Nous avons cherché à maximiser ces deux caractéristiques de la bande dessinée dans notre approche.

L'élaboration de la bande dessinée s'est effectuée en sept étapes:

1. L'identification du thème à traiter.
2. L'évaluation de la capacité du thème à engendrer des images.
3. La documentation du sujet.

4. L'ébauche d'un scénario général.
5. L'accord du scénario avec les principes mathématiques et didactiques.
6. Le découpage du scénario et l'esquisse des principaux personnages.
7. Le montage.

Identification du thème. Nous avons choisi de traiter de l'axiomatique mathématique pour deux raisons. D'une part, les élèves ne saisissent pas, par l'approche traditionnelle, la signification de la mathématique axiomatisée. D'autre part, les élèves n'arrivent pas à percevoir les avantages d'une telle mathématique.

Évaluation de la capacité du thème à engendrer des images. À ce point de vue, l'axiomatique ne présente pas d'avantage marqué. C'est un sujet abstrait et très spécialisé. Dans le but de surmonter cette difficulté, nous avons abordé l'axiomatique à partir d'un problème mathématique concret, celui de la valeur de π (3,1416...) qui s'est précisée au fur et à mesure que la mathématique s'axiomatisait. Cette formulation était attrayante au plan de l'illustration. Elle permettait de nous référer à l'évolution historique du calcul de π et d'accéder à un grand nombre de situations favorables à la représentation par l'image.

Documentation du thème. Une recherche sur l'histoire des mathématiques a permis d'étoffer la documentation du thème. La démarche des Babyloniens, des Égyptiens, des Grecs et de leurs successeurs modernes a confirmé la pertinence du thème: la valeur de π s'est précisée au fur et à mesure que la méthode de calcul s'éloignait de l'expérimentation (axiomatique euclidienne) au profit du raisonnement logique et déductif.

Le scénario général. Il fallait trouver un prétexte justifiant l'étude des différentes méthodes du calcul de π employées dans l'histoire de l'humanité. L'histoire a donc été située chez un peuple primitif, les Gaulois Obélix, Astérix et Panoramix (personnages des albums d'Uderzo et Goscinny). Il manquait à ceux-ci de l'«huile de roche» et ils devaient construire des boucliers ronds. Le recours à l'«huile de roche» permettait d'exploiter un thème contemporain: la crise de l'énergie. De plus, les aventures des Gaulois dans les pays du Moyen-Orient servaient de prétexte à l'étude des découvertes relatives à π par les Babyloniens, les Égyptiens, etc. Quant à la construction des boucliers ronds, c'est l'argument permettant l'étude du calcul de π. En somme, le scénario cherche à rencontrer les critères observés par toute la bande dessinée: un sujet qui se raconte en images, qui s'inspire d'un fait sensé ou réel et qui aura une fin.

Accord du scénario avec les principes mathématiques et didactiques. Pour qu'une bande dessinée constitue un véritable instrument d'apprentissage de la mathématique, celle-ci doit correspondre à certains principes didactiques et à des principes en accord avec une conception claire de la mathématique. Nous avons tenté d'identifier quelques-uns de ces principes de la didactique de la mathématique et voici comment ils ont été appliqués dans le développement du scénario.

En ce qui concerne la conception de la mathématique, celle-ci est présentée dans la bande dessinée comme une science unificatrice, dynamique et appliquée. Voici comment se manifeste chacune de ces conceptions dans le scénario:

— Mathématique en tant que science unificatrice: l'élève étudie certaines techniques de calcul utilisées par les peuples de l'antiquité (arithmétique), examine diverses méthodes pour solutionner des équations (algèbre) et aborde l'étude de certaines lignes particulières du triangle (géométrie).

— Mathématique en tant que science dynamique: à travers l'expédition des héros gaulois, l'élève remarque que le savoir mathématique se précise constamment et devient de plus en plus déductif. Il peut remarquer que la mathématique n'est pas une science immuable.

— Mathématique en tant que science appliquée: les problèmes soulevés au cours du voyage par le partage et la délimitation des terrains, le calcul des impôts, le calcul du périmètre et de l'aire d'un terrain, la détermination de la longueur du contour d'un bouclier rond en sont autant de preuves.

En plus de chercher à véhiculer une conception particulière de la mathématique, la bande dessinée a tenté de tenir compte de huit principes didactiques. Ces huit principes ont été généralisés à partir de l'étude des albums de Petit (1980, 1982a, 1982b) portant sur les mathématiques et le génie. Voici la liste de ces principes, ainsi que leur brève définition:

1. Principe génétique: la bande dessinée est organisée de manière à sensibiliser l'élève aux tâtonnements suivis par les chercheurs avant d'énoncer une théorie.
2. Principe dynamique: la bande dessinée confronte l'apprenant d'une manière active et intensive avec la matière. Les personnages peuvent représenter différents points de vue ou conceptions, qu'ils soient vrais ou faux.
3. Principe opératoire: la bande dessinée illustre comment la manipulation d'objets concrets par les personnages permet l'organisation et le groupement d'opérations logiques.
4. Principe d'intégration: la bande dessinée sert à élaborer des relations et des rapports entre les connaissances dans le but d'établir la cohérence du contenu conceptuel.
5. Principe de transfert d'apprentissage: en variant les situations et les scénarios, la bande dessinée peut favoriser la transposition et l'application d'un contenu dans différents contextes.
6. Principe d'orientation par la structure: la bande dessinée doit permettre à l'élève de découvrir les concepts, les opérations et les propriétés par lesquels il pourra conclure à l'adéquation d'un modèle ou à la validité d'une théorie.
7. Principe d'humanisation de la mathématique: la bande dessinée doit présenter la mathématique comme une science en construction, non pas comme une science où tout est prévu d'avance.

8. Principe d'illustration des concepts par l'image: la bande dessinée permet l'utilisation fantaisiste ou réaliste de certains concepts facilitant ainsi l'acquisition des théories mathématiques.

Découpage du scénario et exquisse des principaux personnages. L'application des principes didactiques et de notre conception de la mathématique a nécessité plusieurs réajustements au niveau du découpage du scénario. Il fallait établir un équilibre dans le propos entre les objectifs didactiques et le support narratif prévu pour soutenir l'intérêt. En ce qui concerne les caractéristiques des principaux personnages, Obélix apparaît comme l'élève impulsif peu doué au plan de l'abstraction, qui juge rapidement une situation et qui répond sans réfléchir. Astérix, par contre, est l'élève intelligent et espiègle qui pose les bonnes questions au bon moment et qui est avide d'exemples pratiques. Quant au druide, c'est le personnage qui cerne le problème et qui recherche les solutions logiques et déductives.

Le montage. Le montage a tenu compte des caractéristiques particulières de la bande dessinée comme moyen de communication. Nous avons disposé les vignettes de manière à ce que chaque page se lise de gauche à droite et de haut en bas. À l'intérieur des vignettes, nous avons respecté la même convention au niveau de la présentation des ballons. Lorsque la situation ne s'y prêtait pas, nous avons exploité la troisième dimension en superposant partiellement les ballons de manière à ce que les plus importants figurent au premier plan et que les moins importants occupent des positions reculées. L'aspect des ballons a également contribué à préciser le message livré: par exemple, ballon en dents de scie pour illustrer l'étonnement, etc.

Parmi les autres techniques employées pour capter l'intérêt du lecteur ou attirer son attention, notons: les plans de vision, le choix de la visée, le mouvement d'avance ou de recul (*travelling*), le cadrage oblique, etc.

Toutes les informations, incluant les informations historiques sur le calcul de π, se retrouvent également dans la fiche sans bande dessinée. Que ce soit une fiche avec ou sans bande dessinée, les schémas explicatifs et les exercices de rappel en cours de lecture sont les mêmes. La seule différence importante entre les deux types de fiche relève du scénario de la bande dessinée. Celui-ci fournit un support narratif et des dialogues entre les personnages, ce qui permet d'exposer différents points de vue, qu'ils soient exacts ou non.

Résultats

Comparaison des résultats des classes ayant reçu la bande dessinée avec celles ayant reçu une fiche dépourvue de bande dessinée

Le tableau 1 présente les moyennes obtenues par les groupes au post-test, l'écart-type et le nombre de sujets composant chaque groupe.

Tableau 1

Moyenne et écart-type de chacun des groupes au post-test

Numéro du groupe	Description du groupe	Nombre de sujets	Moyenne sur 100	Écart-type
1	Rythme 2 sans bande dessinée	25	54,0	8,4
2	Rythme 2 avec bande dessinée	26	60,4	11,6
3	Rythme 3 sans bande dessinée	23	70,4	10,4
4	Rythme 3 avec bande dessinée	23	75,0	8,7

Dans le but de vérifier la signification statistique de ces moyennes, les résultats de chacun des groupes ont été soumis à une analyse de variance. Le tableau 2 présente les résultats de cette analyse.

Tableau 2

Analyse de variance des résultats de chacun des quatre groupes au post-test (Plan complètement aléatoire, effets fixes)

Source de variation	Degré de liberté	Somme des carrés	Carré moyen	F	Niveau de signification de F
Inter-groupe	3	6 541,7	2 180,6	22,35	0
Intra-groupe	93	9 071,8	97,6		
Total	96	15 613,5			

Le niveau de signification de F permet de conclure à l'existence d'une différence significative entre la performance des différents groupes de sujets au post-test. Cette différence était déjà évidente dans le tableau 1, puisque les groupes avec bande dessinée (les groupes 2 et 4) obtiennent des moyennes supérieures à celles des groupes de même rythme sans bande dessinée (les groupe 1 et 3).

Ces moyennes supérieures des deux groupes ayant travaillé avec la bande dessinée ne dépendent pas seulement d'un pourcentage élevé de succès à quelques questions. Cette supériorité se confirme au niveau du taux de réussite des questions regroupées par capacité. Le tableau 3 présente les moyennes de réussite des quatre groupes aux questions de tronc commun réunies par capacité selon le modèle de Gagné.

Tableau 3

Moyenne de chaque groupe aux questions communes regroupées par capacité

	CAPACITÉS						
Groupes	**Noms**	**Faits**	**Faits organisés**	**Concept concret**	**Concept défini**	**Principes**	**Résolution de problème**
1	2,84	3,28	1,44	1,96	1,20	0,68	0,32
2	3,31	4,12	1,69	2,04	1,92	0,81	0,39
3	4,30	4,57	2,52	2,87	3,17	1,61	1,04
4	4,61	4,48	2,70	3,09	3,35	1,61	1,26
Total	3,73	4,09	2,06	2,46	2,37	1,16	0,73
F	18,54	7,00	7,82	7,06	26,16	15,52	14,22
Niveau de Signification	0	0,0003	0,0001	0,0002	0	0	0

Groupe 1: Rythme 2 sans bande dessinée
Groupe 2: Rythme 2 avec bande dessinée
Groupe 3: Rythme 3 sans bande dessinée
Groupe 4: Rythme 3 avec bande dessinée

À l'exception de la capacité de fait pour les groupes 3 et 4, les moyennes sont supérieures ou égales à toutes les capacités pour les groupes avec bande dessinée.

Les moyennes des résultats obtenus au post-test étant supérieures pour les groupes travaillant avec la bande dessinée (cette supériorité apparaissant pratiquement à chaque regroupement de questions par capacité) et l'existence d'une différence significative entre la performance des groupes étant établie, la première hypothèse se trouve confirmée: «Les classes qui utilisent la fiche avec une bande dessinée obtiennent de meilleures notes, pour un test de connaissances et d'habiletés, que les classes qui emploient la fiche sans bande dessinée.»

Les capacités influencées par la bande dessinée

Puisque les groupes ayant travaillé avec la bande dessinée obtiennent de meilleurs résultats, nous avons cherché à identifier quelles capacités étaient favorisées par la bande dessinée. Avant de préciser ces capacités, nous avons analysé l'influence de la bande dessinée en fonction des rythmes d'apprentissage. Dans ce but, nous calculons l'écart, pour chacun des groupes, entre les moyennes obtenues au post-test et au prétest.

Tableau 4

Écart entre la moyenne au post-test et la moyenne au prétest pour chaque groupe

Groupes	Description du groupe	Moyenne au post-test	Moyenne au prétest	Écart des moyennes	Différence des écarts entre les classes d'un même rythme
1	Rythme 2 sans bande dessinée	54,00	39,20	+ 14,80	− 12,13
2	Rythme 2 avec bande dessinée	60,39	33,46	+ 26,93	+ 12,13
3	Rythme 3 sans bande dessinée	70,44	44,49	+ 25,95	+ 0,08
4	Rythme 3 avec bande dessinée	75,00	49,13	+ 25,87	− 0,08

En rythme 2, le calcul de la différence des écarts des moyennes (groupe 2 - groupe 1 ou 26,93 - 14,80) donne + 12,13 en faveur du groupe travaillant avec la bande dessinée. De plus, la différence des moyennes au prétest (groupe 2 - groupe 1 ou 33,46 - 39,20) montre que le groupe 2 obtient une moyenne de -5,74 par rapport à celle du groupe 1. Au post-test, cette dernière est effacée et fait place à une autre différence (groupe 2 - groupe 1 ou 60,39 - 54,00) de + 6,39 en faveur, cette fois, du groupe 2. Au rythme 3, par contre, l'écart des moyennes (25,95 et 25,87) est pratiquement le même pour les deux groupes. En établissant

la différence des moyennes des groupes 4 et 3 au prétest (groupe 4 - groupe 3 ou 49,13 - 44,49 = 4,64) et la différence des moyennes au post-test (groupe 4 - groupe 3 ou 75,00 - 70,44 = 4,56), nous observons que la bande dessinée maintient simplement la différence de +5 obtenue par le groupe 4 au prétest. Ces résultats indiquent que la bande dessinée exerce une influence plus significative en rythme 2 qu'en rythme 3. Cette analyse descriptive des résultats est confirmée par l'analyse de variance du tableau 5. Celle-ci confirme en effet l'existence d'une interaction significative entre rythme et effet de la bande dessinée.

Cette influence distincte au niveau des rythmes nous invite à adopter une attitude prudente quant aux capacités favorisées par la bande dessinée. Si en rythme 2 l'influence de la bande dessinée est marquée, en rythme 3 celle-ci est moins facilement discernable. Afin d'identifier les capacités qui discriminent le mieux l'effet de la bande dessinée, nous avons comparé les taux de réussite pour les questions retenues au post-test au moyen de l'analyse discriminante.

Tableau 5

Analyse de variance de l'écart post-test et prétest en fonction du rythme et de la bande dessinée

Source de variation	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen	F	Niveau de signification de F
Effets principaux	1 550,092	2	775,046	5,145	0,008
Rythme	592,849	1	592,849	3,936	0,050
Bande dessinée	971,960	1	971,960	6,452	0,013
Interaction	901,261	1	901,261	5,983	0,016
Rythme et bande dessinée	901,261	1	901,261	5,983	0,016
Expliqué	2 451,353	3	817,118	5,425	0,002
Erreur	14 008,977	93	150,634		
Total	16 460,330	96	171,462		

L'analyse discriminante des données expérimentales a permis de préciser davantage l'influence de la bande dessinée. L'analyse discriminante permet en effet de trouver les fonctions qui discriminent le mieux les deux groupes (avec ou sans bande dessinée) et de déterminer les capacités qui maximisent les différences entre ces groupes. Le tableau 6 présente les résultats de l'analyse discriminante sur les sujets de rythme 2 puisque la fonction discriminante s'est avérée non significative pour les sujets de rythme 3.

La fonction discriminante des sujets de rythme 2 est significative et ses coefficients apparaissent dans le tableau 6. Les coefficients les plus élevés révèlent les capacités qui maximisent les différences entre les deux groupes. Les capacités

qui maximisent les différences au rythme 2 entre les groupes avec et sans bande dessinée sont les questions portant sur les faits et le concept défini.

En somme, la bande dessinée n'influence pas d'une manière identique tous les élèves comme le prévoit la deuxième hypothèse de ce travail. Les résultats révèlent une variation de cette influence en fonction du rythme d'apprentissage.

Tableau 6

Fonction discriminante canonique pour les questions du post-test de rythme 2

Fonction	Valeur propre	% de variance	% cumulatif	Corrélation canonique	Après fonction	Lambda de Wilks	Chi deux	Degré de liberté	Niveau de signification
1	0,401	100,00	100,00	0,535	0	0,713	15,369	7	0,0316

Les coefficients de la fonction discriminante, canonique et standardisée, relativement au post-test de rythme 2

Capacités	Coefficients
Nom	0,167
Faits	0,902
Faits organisés	0,061
Concept concret	0,280
Concept défini	0,520
Principe	0,053
Résolution de problème	0,127

Les caractéristiques du profil d'apprentissage des élèves influencés par la bande dessinée

Si la bande dessinée favorise l'acquisition de certaines capacités, il nous reste à établir les caractéristiques des élèves qui profitent davantage de son utilisation en classe. Dans ce but, nous avons calculé pour chaque sujet l'écart entre la note obtenue au post-test et celle obtenue au prétest.

L'influence de la bande dessinée étant significative sur l'écart (tableau 5), nous avons établi le profil d'apprentissage des sujets. Les résultats à chacune des composantes de ce profil varient de un à quatre et signifient successivement: négligeable, mineur, majeur et majeur fort.

Le tableau 7 présente les coefficients de corrélation de Kendall entre la différence des notes obtenues aux deux tests (post-test et prétest) et les caractéristiques du style d'apprentissage pour les rythmes 2 et 3.

L'analyse du tableau 7 montre que deux caractéristiques du style d'apprentissage des élèves de rythme 2 ont une corrélation significative avec l'accroissement de l'écart. Ces caractéristiques sont: théoricien et auditif. En rythme 3, la corrélation significative existe seulement pour le visuel.

Tableau 7

Coefficients de Kendall entre l'écart (post-test et prétest) et les caractéristiques du style d'apprentissage

	RYTHME 2		RYTHME 3	
Style d'apprentissage[1]	Coefficient de Kendall	Niveau de signification	Coefficient de Kendall	Niveau de signification
Théoricien	− 0,27	0,01*	− 0,10	0,21
Auditif	0,22	0,03**	0,11	0,18
Visuel	0,03	0,40	0,19	0,05**

* coefficient significatif à 0,01
** coefficient significatif à 0,05

(1) Selon Lamontagne (1986), voici une brève description des styles d'apprentissage visuel, auditif et théoricien.

a) visuel: «Le visuel est celui qui attache de l'importance aux informations sensibles qu'il reçoit par la vue» (p. 29).

b) auditif: «L'auditif est celui qui attache de l'importance aux informations sensibles qu'il perçoit par l'ouïe [...]. Il ne s'agit pas ici des informations sonores qui reposent sur une convention linguistique, mais plutôt des informations sonores comme telles» (p. 28).

c) théoricien: «Le théoricien est celui qui apprend à l'aide des mots, des chiffres ou des signes qui expriment des rapports de proportion, de relation, etc.» (p. 24).

Quant aux styles praticien, olfactif, gustatif, tactile, visuel, interrelationnel, extensif, relationnel, différentiel, évaluateur, démonstrateur également décrits dans Lamontagne (1986), ils sont sans corrélation significative avec l'écart post-test et prétest.

Ces informations permettent de vérifier la troisième hypothèse de recherche. Dans cette hypothèse, nous n'avions pas prévu une diversification des caractéristiques du profil d'apprentissage en fonction du rythme pour les élèves ayant obtenu une fiche avec bande dessinée. Notre troisième hypothèse doit donc être nuancée: la bande dessinée favorise davantage les élèves dont le profil d'apprentissage est visuel, mais seulement en rythme avancé.

Discussion

Discussion en fonction de la première hypothèse

La première hypothèse affirme: «Les classes qui utilisent la fiche avec une bande dessinée obtiennent de meilleures notes pour un test de connaissances et

d'habiletés, que les classes qui emploient la fiche sans bande dessinée». Le tableau 1, à l'aide des moyennes obtenues par chaque groupe au post-test, montre que cette prédiction s'avère exacte. Le tableau 3 révèle que la supériorité de la bande dessinée existe pratiquement chez toutes les catégories d'apprentissage visées. Pour la majorité des capacités visées, soit cinq en rythme 2 et six en rythme 3, des élèves ayant travaillé avec la bande dessinée obtiennent un meilleur pourcentage de réussite. Le tableau 4 confirme généralement ces observations en ce qui concerne les questions du post-test communes à tous les groupes. Il s'avère donc juste d'affirmer que la bande dessinée peut favoriser l'apprentissage pratiquement au niveau de chaque capacité.

Discussion en fonction de la deuxième hypothèse

Si globalement nous pouvons dire que la bande dessinée favorise l'apprentissage de la majorité des capacités, il ne faut pas oublier que ce rôle de la bande dessinée se différencie en fonction du rythme d'apprentissage et qu'il est plus significatif en rythme 2. La bande dessinée exerce une influence importante sur l'acquisition de l'information verbale, du concept concret et du concept défini. Au rythme 3, la bande dessinée intervient surtout au niveau des habiletés intellectuelles (voir tableau 3: concept concret, concept défini, résolution de problème). Par contre, l'analyse discriminante (tableau 6) ne permet pas d'affirmer que ces différences observées au rythme 3 sont statistiquement significatives.

Cette différenciation de la zone d'influence de la bande dessinée en fonction du rythme s'explique par la hiérarchie des capacités de Gagné (1976). Ce dernier présente les résultats de l'apprentissage comme des capacités qui vont du nom à la résolution de problème. Entre ces deux paliers extrêmes se retrouvent successivement les capacités suivantes: faits, faits organisés, discrimination, concept concret, concept défini et principe. Ces capacités sont présentées dans un ordre de difficulté croissante. Le tableau 3, donnant la moyenne de chaque groupe aux questions communes, illustre le caractère hiérarchique des capacités. En général, les moyennes sont plus élevées pour les informations verbales (noms, faits, faits organisés) que pour les habiletés intellectuelles (concept concret, concept défini, principe, résolution de problème). De plus, ces moyennes vont généralement en décroissant à l'intérieur de la hiérarchie.

Dans ce contexte, l'élève de rythme 2 rencontre une première difficulté au niveau de la mémorisation des noms et des faits ou encore dans l'organisation des faits. Cette difficulté croît parallèlement à sa progression dans les capacités de la hiérarchie de Gagné (1976). C'est donc dire qu'au niveau du principe et de la résolution de problème, l'élève de rythme 2 rencontre une difficulté presque insurmontable. La bande dessinée, dans ce cadre, fournit une aide efficace pour les premiers niveaux de difficulté (information verbale, concept concret et concept défini). Comme les élèves de 3e secondaire et de rythme 2 semblent dépassés par les derniers échelons de la hiérarchie de Gagné (1976), la bande dessinée n'apporte

aucune aide significative à ce niveau. Il est difficile de faire accéder quelqu'un à un niveau supérieur s'il ne maîtrise pas les niveaux inférieurs.

L'élève de rythme 3, par contre, aborde assez facilement les premiers niveaux des capacités de Gagné (1976). L'étude de noms, de faits ou de faits organisés ne cause généralement pas de difficulté à ce type d'élève. La bande dessinée est inutile à ce niveau car les individus de ce rythme y accèdent facilement. L'élève de rythme 3 rencontre des difficultés dans les derniers échelons de la hiérarchie de Gagné (1976), c'est-à-dire au niveau des habiletés intellectuelles, de principe et de résolution de problème. La nécessité d'abstraire ou de concrétiser, de structurer, d'agencer et de découvrir fait de la bande dessinée un soutien potentiel à ce palier. La validité de la bande dessinée à ce niveau devra cependant être confirmée par d'autres recherches.

Discussion en fonction de la troisième hypothèse

Les élèves des deux rythmes en 3e secondaire tirent un profit de la bande dessinée mais pour l'acquisition de capacités différentes. Toutefois, les élèves qui en bénéficient le plus ont des caractéristiques particulières quant à leur profil d'apprentissage, caractéristiques variant également avec le rythme. En rythme 2, l'élève auditif et théoricien obtient les meilleurs gains, tandis qu'en rythme 3, c'est le visuel.

La présence des auditifs en rythme 2 et des visuels pour l'autre rythme s'explique par le fonctionnement intellectuel propre à chacun d'eux et le niveau des difficultés rencontrées. Le visuel cherche constamment à concrétiser le message. Un schéma, une image facilite son apprentissage. Au lieu de privilégier la réflexion, il préfère l'action pour trouver une réponse à ses problèmes. Il en résulte souvent une solution incomplète car le visuel ne prend pas le temps nécessaire de s'assurer qu'il a les ressources pour mener à bonne fin l'action génératrice de cette solution. Enfin, le visuel a besoin de cadre, de structure, pour maîtriser davantage sa mémoire. L'auditif, par contre, réfléchit avant de poser une action. Il cherche donc constamment à abstraire et poursuit une explication succincte et bien synthétisée. Il intériorise tout ce qui se présente à lui car il doit sentir les choses en profondeur pour pouvoir susciter des débats.

On peut émettre l'hypothèse qu'il existe une relation entre le niveau de difficulté affronté par l'élève et le style d'apprentissage qu'il privilégie. Comme nous l'avons vu précédemment, l'élève de rythme 2 améliore ses résultats aux plans de l'information verbale, du concept concret et du concept défini. Généralement, ces capacités englobent des notions qu'on illustre à l'aide d'une image et qui demandent un minimum de réflexion. L'effort de mémorisation est certainement supérieur. Ces qualicatifs touchent beaucoup le mode de pensée du visuel et très peu celui de l'auditif. Ce dernier préfère réfléchir, intérioriser, abstraire. Or, c'est au niveau de la mémorisation que l'auditif a le plus besoin d'aide. La

bande dessinée intervient à ce niveau. Elle lui fournit les images-indices et les facteurs externes favorisant le rappel en mémoire des informations et des concepts.

En rythme 3, le niveau de difficulté rencontré joue un rôle similaire pour le visuel. À ce rythme, les gains apparaissent dans les habiletés intellectuelles (concept concret, concept défini, principes et résolution de problème). Il s'agit des degrés les plus élevés de l'abstraction. Un élève déjà habitué à abstraire rencontre moins de difficulté à assimiler des notions abstraites. C'est le cas de l'auditif. Par contre, le visuel est moins préparé à ce monde de réflexion. Il a besoin d'aide pour concrétiser ces notions abstraites. La bande dessinée lui apporte les images, les schémas qui illustrent les idées, les concrétisent... De plus, avec la bande dessinée, le visuel peut reprendre en tout temps les notions non assimilées. Il peut revenir à zéro comme il aime si bien le faire. En plus de fournir des illustrations, la bande dessinée concrétise aussi les notions en présentant des applications. En somme, au rythme 3, le visuel trouve dans la bande dessinée le support nécessaire pour concrétiser des notions abstraites, cheminement indispensable à l'assimilation de ces notions.

L'hypothèse de départ affirmait que le visuel profiterait davantage de la bande dessinée. Cette hypothèse n'accordait pas d'importance au rythme d'apprentissage. Or, il semble que ce dernier joue un rôle, car en rythme 2, l'élève auditif progresse davantage, alors qu'en rythme 3, c'est le visuel.

Portée de la recherche et recommandations

Les recommandations qui pourraient être utiles dans la planification de recherches éventuelles sont de deux ordres. Il serait intéressant, par exemple, de construire deux bandes dessinées: une pour chaque rythme. Dans le rythme 2, en variant et en multipliant les formes d'aide pour les capacités du groupe des habiletés intellectuelles, on pourrait constater une amélioration à ce niveau. Au rythme 3, il serait préférable de moins insister sur les informations verbales et d'accorder une plus grande importance aux habiletés intellectuelles. Cela pourrait engendrer un accroissement de l'écart entre les groupes ayant accès à la bande dessinée et ceux qui en sont privés. Si les résultats aux tests varient en fonction des rythmes, pourquoi le matériel didactique, dans ce cas-ci la bande dessinée, ne suivrait-il pas la même orientation?

La variation des capacités acquises par la bande dessinée en fonction du rythme d'apprentissage révèle l'importance de l'existence de classes homogènes. Il est plus naturel d'essayer de corriger un type de faiblesse que de tenter de tout améliorer en même temps. De plus, la variation des caractéristiques du profil d'apprentissage des élèves favorisés par la bande dessinée nous invite à multiplier le matériel didactique dans le but d'aider le plus grand nombre possible d'élèves.

RÉFÉRENCES

Blanchard, G., Textes, images et lieux de mémoire, *Communications et langages*, vol. 28, no 4, 1975, p. 45.

Borrel, A. et J.-L. Nespoulos, Une tentative d'utilisation de la bande dessinée pour la rééducation des aphasiques, *Huga*, no 4, février et mars 1973, p. 18.

Gagné, R.M., *Les Principes fondamentaux de l'apprentissage: application à l'enseignement* (traduction de R. Brien et R. Paquin), Montréal: Les Éditions HRW Ltée, 1976.

Gagné, R.M., *The Conditions of learning*, New York: Holt, Rinehart et Winston, 2e édition, 1965.

Joly, R., *La Bande dessinée: un instrument d'apprentissage de la mathématique dans un enseignement par fiches au secondaire*, Rapport de recherche inédit, Université du Québec à Trois-Rivières, 1982.

La Borderie, R., *Les Images dans la société et l'éducation*, Paris: Casterman, 1972.

Lamontagne, C., *Le Profil d'apprentissage, vue d'ensemble*, St-Hubert: Institut de recherche sur le profil d'apprentissage, inc., 1986.

Lamontagne, C., *Glossaire succinct pour l'analyse et l'interprétation du profil d'apprentissage*, St-Hubert: Institut de recherche sur le profil d'apprentissage, inc., 1982.

Lamontagne, C., G. Lamontagne et J.-M. Lamy, *Test pour la détermination du style d'apprentissage: LAM-3-ON*, St-Hubert: Institut de recherche sur le profil d'apprentissage, inc., 1982.

Laulan, A.-M., L'Écrit et l'image: réalité de deux impérialismes, *Communications et langages*, vol. 38, no 2, 1978, p. 7.

Meunier-Tardif, G., *Le Principe de Lafontaine*, Montréal: Libre expression, 1979.

Petit, J.-P., *Si on volait*, Tournai: Librairie Classique Eugène Bélin, 1980.

Petit, J.-P., *Le Géométricon*, Tournai: Librairie Classique Eugène Bélin, 1982a.

Petit, J.-P., *L'Informatique*, Tournai: Librairie Classique Eugène Bélin, 1982b.

Rollet, G., Parler et écrire avec la bande dessinée, *Les Actes du 1er colloque international éducation et bande dessinée*, La Roque d'Antheron: Edisud, 1977, p. 92-97.

Roux, A., *La Bande dessinée peut être éducative*, Paris: Éditions de l'École, 1970.