
LA RECONNAISSANCE DE TRIANGLES ET DE RECTANGLES ATYPIQUES PAR DES GARÇONS ET DES FILLES DE SIX ET SEPT ANS

Marie-Christine TREMBLAY¹

Université du Québec à Rimouski, Québec, Canada

Martine POIRIER²

Université du Québec à Rimouski, Québec, Canada

Miranda RIOUX³

Université du Québec à Rimouski, Québec, Canada

Résumé. Cette étude évalue, auprès de 48 élèves de six et sept ans, si l'exposition à des représentations atypiques de triangles et de rectangles via la littérature jeunesse facilite la reconnaissance de ces figures. Au post-test, les élèves identifient adéquatement un plus grand nombre de rectangles et moins de figures distractrices. Le sous-groupe de filles ayant au départ plus de difficulté à reconnaître les rectangles atypiques s'est particulièrement amélioré. Les résultats apportent un premier éclairage sur la contribution possible de la littérature jeunesse pour soutenir l'enseignement de la reconnaissance des figures planes.

Mots-clés. Mathématiques, reconnaissance, triangle, rectangle, représentation atypique, littérature jeunesse.

Introduction

La reconnaissance des figures géométriques planes (cercle, carré, triangle, rectangle, losange) fait partie des premiers apprentissages en mathématiques. Cet objectif de reconnaissance d'une figure géométrique plane sous-entend que l'élève, en plus de pouvoir nommer la figure, doit être capable de l'identifier parmi d'autres figures planes, de la trier, de la classer, de la comparer ou de la catégoriser grâce à ses propriétés. Il doit également être en mesure d'utiliser les propriétés d'une figure afin d'identifier de nouveaux exemples (Pinet & Gentaz, 2008). Selon le *Programme de formation de l'école québécoise* (Ministère de l'Éducation du Québec [MEQ], 2001), les savoirs essentiels liés aux figures planes qui doivent être enseignés durant la première année du primaire aux élèves alors âgés de six et de sept ans sont libellés ainsi :

Comparaison et construction de figures composées de lignes courbes fermées ou de lignes brisées fermées ; Identification du carré, du rectangle, du triangle, du cercle et du losange ; Description du carré, du rectangle, du triangle et du losange (MEQ, 2001, p. 136).

Avant leur entrée à l'école maternelle, plusieurs enfants de trois et de quatre ans ont déjà

¹ marie-christine.tremblay@uqar.ca

² martine_poirier@uqar.ca

³ miranda_rioux@uqar.ca

développé des habiletés à reconnaître certaines figures planes, ce qui facilite généralement leurs apprentissages ultérieurs (Clements & Samara, 2020 ; Duncan *et al.*, 2007 ; Romano, Babchishi, Pagani & Kohen, 2010). En maternelle, alors que les enfants sont âgés de cinq et six ans, les enseignants peuvent les préparer à reconnaître et à nommer certaines figures en leur demandant notamment de repérer des objets de leur quotidien qui sont en forme de triangle ou de rectangle. Par exemple, les élèves pourraient dire que la toupie a la forme d'un triangle ou que la porte de la classe a la forme d'un rectangle. Ils identifient alors ces objets en s'appuyant sur leur apparence générale plutôt que sur leurs propriétés. Les enseignants peuvent aussi leur demander de déposer un objet dans le sable, qui pourrait être de type « pyramide à base carrée », et de reconnaître les figures associées à l'empreinte, dans ce cas-ci des triangles et un carré (Clements & Samara, 2020 ; Skoumpourdi & Mpakopoulou, 2011). Toutefois, certains élèves éprouvent des difficultés à reconnaître les figures géométriques planes, notamment lorsque l'enseignant leur propose d'identifier les bons exemples du triangle parmi d'autres figures planes et, par le fait même, d'éviter les mauvaises classifications (Pinet & Gentaz, 2007 ; Smith *et al.*, 2014). Puisque cet apprentissage est préalable à d'autres plus complexes, de l'ordre de la classification des figures ou de l'inclusion des classes de figures, les élèves qui ne maîtrisent pas les propriétés des figures sont à risque élevé de vivre des difficultés plus tard lorsqu'ils devront se dissocier de l'apparence d'une figure pour l'identifier (Braconne-Michoux, 2014 ; Duval, 2005).

Afin d'amener les élèves à reconnaître les figures planes (cercle, carré, triangle, rectangle et losange), non pas en se fiant à leur apparence, mais en s'appuyant sur leurs propriétés, il s'avère essentiel que les activités proposées permettent de soutenir ces apprentissages en géométrie. Le recours à la littérature jeunesse dans le cadre de l'enseignement de la géométrie pourrait faciliter le développement des compétences géométriques des élèves (Casey, Erkut, Ceder & Young, 2008 ; Voyer, Lavoie, Goulet & Forest, 2018). Malheureusement, la majorité des ouvrages de littérature jeunesse et des manuels scolaires mis à la disposition des jeunes élèves présentent les figures géométriques planes — le carré, le rectangle, le triangle et le losange — dans leur représentation prototypique. En effet, à titre d'exemple, un carré repose presque toujours sur l'un de ses côtés. Les côtés les plus longs du rectangle (généralement une fois et demie plus longs que les largeurs) sont presque toujours posés à l'horizontale : ils sont parallèles au côté supérieur de la page. Un triangle est majoritairement représenté, soit avec les trois côtés — et donc les trois angles — égaux, soit avec deux côtés isométriques une fois et demie plus longs que la base qui est placée à l'horizontale (Pinet & Gentaz, 2008). Un losange est rarement présenté avec l'un de ses côtés à l'horizontale, c'est plutôt l'un de ses axes de symétrie qui est à l'horizontale (Braconne-Michoux, 2014).

Pourtant, chaque figure tracée peut s'illustrer dans différentes positions, changer d'orientation ou de nature. Par exemple, les élèves ne reconnaîtront pas un triangle qui pointe vers le bas (orientation) ou un autre dont deux des trois côtés sont significativement plus longs que le troisième (nature). Si les élèves du primaire sont peu exposés aux figures géométriques ayant une représentation atypique, ils pourront avoir de la difficulté, par la suite, à reconnaître les figures lorsqu'elles seront présentées sous un aspect non familier (Braconne-Michoux, 2014). Afin d'assurer une meilleure reconnaissance ainsi qu'une meilleure compréhension des propriétés des figures, les activités proposées devraient illustrer une multitude d'exemples qui partagent les mêmes propriétés géométriques (Neisser, 1987, dans Pinet & Gentaz, 2008) et des figures distrayantes (Fisher, Hirsh-Pasek, Newcombe & Golinkoff, 2013) étant donné que la reconnaissance des bons exemples d'une figure implique le rejet des autres figures dites distrayantes. Ces apprentissages font d'ailleurs partie des compétences à développer en mathématiques au premier cycle du primaire, alors que les élèves ont entre six et huit ans, selon

1. L'apprentissage de la géométrie

1.1. Les prescriptions curriculaires en géométrie plane

Au Québec, les élèves amorcent l'apprentissage de la géométrie plane vers l'âge de six ans, à partir de la première année du premier cycle du primaire. En effet, la capacité à reconnaître le cercle, le carré, le triangle, le rectangle et le losange fait dès lors partie des prescriptions curriculaires (Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2009 ; MEQ, 2001). L'objectif est alors d'amener l'élève à identifier et à décrire ces figures⁴, à en dégager les régularités, à les comparer et à les construire à l'aide d'instruments tels que gabarits et pochoirs, tout cela à partir de l'étude de leurs propriétés et non à partir de l'examen de leur apparence visuelle ou de leur orientation. Par exemple, il est possible de demander à un élève de décrire une figure donnée à un de ses pairs, et ce, de manière à ce que l'autre élève puisse la tracer sur une feuille, que ce soit à main levée, si la leçon porte sur le nombre de côtés d'une figure, ou à l'aide d'instruments imposés tels que le gabarit ou l'équerre, si la leçon porte sur l'angle. Cela dit, il est à noter qu'un élève de six ou sept ans ne pourra pas décrire une figure, par exemple le carré, en utilisant des termes géométriques tels que côtés isométriques ou angles droits. Une telle attente est en contradiction avec la liste de vocabulaire que l'on trouve dans la *Progression des apprentissages* (MELS, 2009), où des mots tels que « angle droit » ou « sommet » ne relèvent pas *a priori* des apprentissages prescrits au premier cycle du primaire. À cet âge, un élève réussira plutôt à décrire un carré comme étant une figure qui a quatre côtés de la même longueur et quatre « coins », « pics » ou « pointes » identiques. Il distinguera le carré du rectangle en comparant la longueur des côtés et le carré du losange en comparant les angles qui ne seront pas tous égaux. Il pourra également avoir du mal à concevoir qu'un sommet, qui est souvent associé au sommet d'une montagne, peut être situé « vers le bas » ou à comprendre que le côté est une propriété de la figure, et non pas une propriété « à côté » de la figure (Perrin-Glorian, 2015). Les enseignants doivent ainsi amener un élève à décrire une figure, sans nécessairement avoir recours au vocabulaire géométrique.

1.2. Des activités facilitant l'enseignement de la géométrie plane

Différentes études ont donné des indications quant aux activités à privilégier lors de l'enseignement des compétences géométriques. Pour que tous les élèves, garçons et filles, soient réellement en mesure de construire leurs connaissances dans le domaine des mathématiques, les enseignants devraient s'assurer de favoriser la manipulation, la recherche, le questionnement ainsi que la discussion (Hock, Tarmizi, Yunus & Ayub, 2015 ; van Hiele, 1999). En géométrie plane, les enseignants devraient nommer les différentes figures géométriques, les représenter en évitant de montrer uniquement les exemples prototypiques de chaque figure (Clements, Swaminathan, Zeitler Hannibal & Samara, 1999) et les décrire grâce à leurs propriétés, en employant des termes géométriques appropriés à l'âge de l'élève (van Hiele, 1999). C'est en combinant les actions de nommer, représenter et décrire une figure plane, ainsi qu'en incluant dans leurs activités d'enseignement la reproduction et la construction de figures, que les enseignants permettront aux élèves de conceptualiser chaque figure avec toute la richesse que cela exige (Duval, 2005). Par exemple, un enseignant qui souhaite que ses élèves reconnaissent

⁴ Exception faite du cercle.

le rectangle en procédant à une analyse de ses propriétés⁵ devrait leur présenter plusieurs rectangles dont les dimensions, la nature et l'orientation sont variables tout en décrivant les propriétés. Pourtant, plusieurs chercheurs s'entendent pour dire que les activités proposées aux élèves dans le domaine de la géométrie plane diffèrent souvent de ce que la recherche suggère (Hock *et al.*, 2015 ; Noïrfalise & Matheron, 2009 ; van Hiele, 1999). Braconne-Michoux (2014) affirme même que, dans la réalité de la plupart des classes, « *il en va tout autrement [...] : les propriétés qui vont acquérir un statut théorique sont établies à partir de généralisations qui s'appuient sur un nombre très limité d'exemples, voire un seul* » (*ibid.*, p. 35).

1.3. Les principales difficultés de l'enseignement et de l'apprentissage en géométrie plane

En classe, les enseignants utilisent majoritairement des ensembles didactiques, composés d'un manuel destiné à l'usage de l'élève et d'un guide d'enseignement, et ils s'en servent au quotidien. Ces ensembles didactiques, approuvés par le ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MÉES] (2019) pour l'enseignement et l'apprentissage de la géométrie plane au premier cycle du primaire, proposent en général des activités de découverte des figures (manipuler, observer, construire), de reconnaissance, d'appariement (de type casse-tête), de classement ou de construction selon des critères définis, de reproduction à partir d'un modèle ou d'assemblage de figures (de type Tangram) (Coutat-Gousseau & Vendeira-Maréchal, 2015). Toutefois, parmi ces activités, très peu impliquent des figures géométriques ayant une représentation atypique. Ce constat correspond à ce qui avait été observé par Michot (2018). Dans l'espace qui nous entoure, les figures ne sont pas toujours placées en position prototypique. On retrouve plusieurs exemples atypiques, notamment dans l'architecture avec entre autres les longs clochers d'églises, dans les arts avec les vitraux ou les œuvres abstraites, et même dans la nature avec les dessins sur les ailes des papillons (Van de Walle & Lovin, 2007). En s'appuyant uniquement sur les apprentissages réalisés à partir des ensembles didactiques, certains élèves du primaire pourraient donc avoir de la difficulté à reconnaître, dans leur environnement, les figures lorsqu'elles sont présentées en position atypique. Ils pourraient également mal identifier certaines figures géométriques (Fisher *et al.*, 2013).

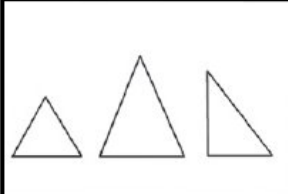
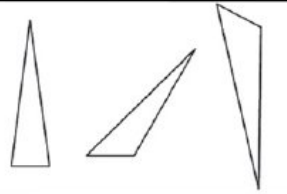
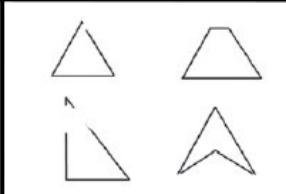
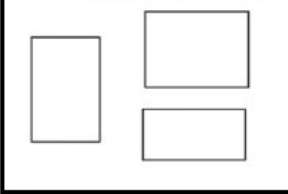
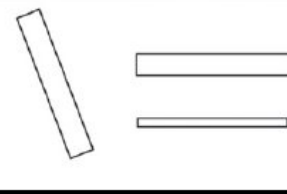
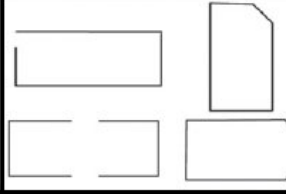
Typique	Atypique	Non valide
		
		

Figure 1 : Représentations typique, atypique et non valide du triangle et du rectangle (tiré de Fisher *et al.*, 2013, p. 1 847).

⁵ Figure plane formée d'une ligne brisée et fermée, ayant quatre côtés, quatre sommets, quatre angles droits et deux paires de côtés parallèles.

Par exemple, en se fiant uniquement à l'apparence des figures, un élève pourrait identifier des figures distractrices (non valides) comme faisant partie de la famille des triangles ou des rectangles, alors qu'elles n'en font pas partie. La figure 1 présente des exemples de représentations typique, atypique et non valide du triangle et du rectangle.

Une deuxième difficulté inhérente à l'enseignement des connaissances géométriques provient du fait que les enseignants sont des généralistes qui ont plusieurs matières à enseigner et que, pour une majorité d'entre eux, « les mathématiques ne sont pas leur matière préférée » (Lafortune & Fennema, 2003, p. 31). Certains, se sentant peu à l'aise, se contentent, selon Berthelot et Salin (1993-1994) ainsi que Hock *et al.* (2015), de « passer à travers le programme » en géométrie et d'évaluer ce que les élèves ont retenu, sans plus.

Cette situation les amène à présenter les mathématiques dans leurs dimensions algorithmique, technique et procédurale, ce qui n'incite pas les élèves à développer leur intuition et leur créativité en mathématiques et limite grandement l'exercice de leur pensée critique (Lafortune & Fennema, 2003, p. 31).

Ainsi, en géométrie, comme dans les autres matières, la manière d'enseigner peut avoir un impact sur l'intérêt que les élèves portent aux mathématiques. Ce sentiment aura une influence sur les efforts qu'ils seront prêts à investir pour réussir de même que sur leur rendement scolaire (Bouffard, Brodeur & Vezeau, 2005).

Une autre difficulté provient du fait que les garçons et les filles apprennent parfois différemment, ce qui préoccupe de plus en plus de chercheurs, dont plusieurs dans le domaine des mathématiques (Bouffard, Vezeau & Simard, 2006; Casey *et al.*, 2008). Par exemple, les garçons réussiraient plus facilement que les filles dans certains domaines des mathématiques, particulièrement en résolution de problèmes ou lors de tests à choix multiples (Declercq, 2008). Ils auraient aussi de meilleures capacités que les filles dans les tâches de visualisation spatiale, incluant la lecture de cartes, la construction avec des blocs, la rotation mentale ou les labyrinthes (Declercq, 2008). Les filles auraient besoin d'utiliser des stratégies plus concrètes, de manipuler, de compter ou d'avoir un modèle pour résoudre ces types de tâches (Casey *et al.*, 2008). Ces différences entre les sexes se manifestent dès les premiers apprentissages formels en mathématiques (Lindberg, Linkersdörfer, Ehm, Hasselhorn & Lonnemann, 2013). Elles doivent être prises en compte dans la planification de l'enseignement de la géométrie plane. Cette discipline requérant notamment des habiletés en visualisation spatiale et en rotation mentale, il s'avère important de proposer des activités d'enseignement adaptées aux caractéristiques des garçons et des filles.

Finalement, une autre difficulté provient du fait qu'il existe des niveaux de pensée en géométrie qui sont hiérarchisés, c'est-à-dire qu'un élève doit en avoir maîtrisé un avant de pouvoir passer au suivant (Braconne-Michoux, 2014). Cependant, les recherches de Burger et Shaughnessy (1986), ainsi que de Clements et Battista (1992) ont montré qu'un même élève pouvait se situer à des niveaux de pensée en géométrie différents selon l'objet à l'étude ou sa familiarité avec le contenu enseigné. Cela complique la tâche de l'enseignant, car les élèves du même âge, d'une même classe, ne se situent pas nécessairement tous au même niveau de pensée en géométrie. En effet, le passage d'un niveau à l'autre dépend des apprentissages réalisés dans ce domaine et non de l'âge (Carpenter, 2004 ; Hock *et al.*, 2015 ; Skoumpourdi & Mpakopoulou, 2011 ; Van de Walle et Lovin, 2007).

2. Les niveaux de pensée en géométrie

Ce sont les travaux proposés par van Hiele et van Hiele-Geldof, d'abord présentés dans leurs thèses de doctorat respectives en 1957 aux Pays-Bas, qui sont encore à ce jour utilisés comme cadre de référence dans nombre de recherches en géométrie (Braconne-Michoux, 2014 ; Clements et al., 1999 ; Elia, Gagatsis et Kryriakides, 2003 ; Hannibal, 1999 ; Hock et al., 2015 ; Marchis, 2012 ; Van de Walle et Lovin, 2007). En fait, dès les années 1950, van Hiele s'est intéressé aux mauvais résultats scolaires des élèves en géométrie. Il a été surpris de constater que, même si les relations entre les différents concepts géométriques étaient bien comprises par les enseignants, ces derniers n'arrivaient pas à les faire réellement comprendre et intégrer par les élèves (Braconne-Michoux, 2014 ; Carpenter, 2004). Selon van Hiele, cette difficulté dans la transmission des connaissances provient du fait que tout se passe comme s'il y avait plusieurs niveaux de pensée en géométrie qui sont, à l'image d'un escalier, des étapes à franchir ou des concepts à comprendre pour pouvoir accéder à la marche supérieure. Cette construction théorique de van Hiele permet de donner une explication à la difficulté que peuvent avoir deux personnes se situant à des niveaux de pensée différents à bien se comprendre (Carpenter, 2004).

La schématisation des niveaux de pensée de van Hiele, effectuée par Ndolly (2012), veut mettre « en exergue le principe d'inclusion où chaque niveau reprend ou s'appuie sur les objets et les produits de la pensée des niveaux précédents » (Ndolly, 2012, p. 52) (voir figure 2).

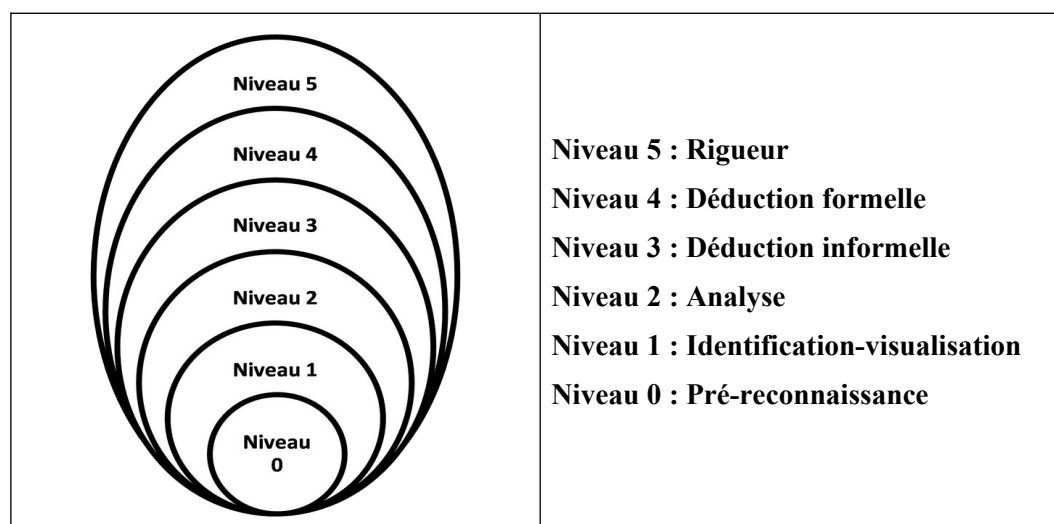


Figure 2 : Schématisation du modèle de van Hiele inspirée de Ndolly (2012, p. 52).

Le libellé associé à chaque niveau de pensée en géométrie se décline ainsi :

Niveau 0 : Pré-reconnaissance⁶ (Pre-recognition)

L'élève se situant à ce niveau peut percevoir certaines caractéristiques des figures, mais il n'est pas en mesure de les reconnaître dans leur globalité. Il peut différencier une figure curviligne d'une figure rectiligne, par exemple le cercle du carré, mais pas le carré du triangle car ce sont deux figures rectilignes (Clements & Battista, 1992). Il peut également confondre certains concepts comme cube et carré ou encore ne pas connaître les mots permettant de nommer certaines figures comme « rectangle » ou « losange » (Braconne-Michoux, 2014).

⁶ Traduction libre.

Niveau 1 : Identification-visualisation

L'élève se situant à ce niveau reconnaît les figures uniquement grâce à leur apparence ou à leur aspect global. En fait, il compare les figures avec des prototypes qu'il a en mémoire, sans égard aux propriétés de ces figures. À titre d'exemple, « *[un] élève à ce niveau pourra justifier qu'une figure est un rectangle parce qu'elle ressemble à une porte, qu'une autre est un carré parce que ça se voit* » (Braconne-Michoux, 2014, p. 27). Il identifiera également à tort des représentations non valides d'une figure (voir figure 1), par exemple d'un rectangle, en affirmant que la représentation « a l'air » d'un rectangle (Van de Walle & Lovin, 2007). La reconnaissance est basée uniquement sur les perceptions de l'élève et non fondée sur un raisonnement géométrique (Braconne-Michoux, 2014 ; Mason, 2009). Ici, c'est la nature de la justification de l'élève qui permet de le situer à ce niveau.

Niveau 2 : Analyse

En mathématiques, une définition « *est une description nécessaire et suffisante d'un objet, et elle doit avoir un caractère "minimaliste"* » (Braconne-Michoux, 2014, p. 28). Cependant, « *[à] ce niveau, l'élève connaît la liste des propriétés des figures, comme s'il s'agissait d'un inventaire* » (Braconne-Michoux, 2014, p. 28). Autrement dit, bien que l'élève soit en mesure de nommer les propriétés des figures, il n'est pas encore en mesure de comprendre les relations qui existent entre elles. Il confond liste des propriétés et définition mathématique, ce qui l'amène à énoncer toutes les propriétés qu'il connaît au lieu de s'en tenir à celles qui sont nécessaires et suffisantes pour un type de figure. Par exemple, l'élève ne comprendra pas encore que le carré est un rectangle particulier ou il ne réalisera pas nécessairement qu'il existe des classes de figures plus grandes, par exemple que les parallélogrammes regroupent à la fois les carrés et les rectangles (Braconne-Michoux, 2014 ; Mason, 2009).

Niveau 3 : Déduction informelle

Ici, l'élève organise les propriétés des figures de façon à comprendre les relations qui existent entre elles ainsi qu'entre les différentes figures. L'élève est capable de donner une définition mathématique nécessaire et suffisante ainsi que de justifier son raisonnement, ce qui le conduit à identifier précisément la nature de la figure. C'est aussi à ce niveau qu'il comprend l'inclusion des classes, par exemple qu'un carré est un rectangle particulier (Braconne-Michoux, 2014 ; Mason, 2009).

Niveau 4 : Déduction formelle

À ce niveau, l'élève « *maîtrise la distinction entre les définitions [et il a compris que] la seule preuve acceptable est la démonstration formelle* » (Braconne-Michoux, 2014, p. 29). L'élève est donc en mesure de construire une preuve qui va au-delà de la mémorisation de propriétés géométriques et de comprendre les relations entre les sous-classes de figures. (Braconne-Michoux, 2014 ; Mason, 2009 ; Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006). Par exemple, il sait qu'un « *parallélogramme qui a deux côtés adjacents congrus doit être un losange* » (Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006, p. 14).

Niveau 5 : Rigueur

Van Hiele avait d'abord imaginé que ses élèves arriveraient à développer d'autres géométries plus complexes. Il a ensuite affirmé « *qu'un tel niveau était de moindre importance [...] et ensuite que ce même niveau n'existait peut-être même pas* » (Braconne-Michoux, 2014, pp. 29-30). Ce niveau est tout de même encore associé aux mathématiciens qui étudient le côté abstrait

de la géométrie, qui établissent de nouveaux liens entre les concepts ou qui développent des postulats (Van de Walle & Lovin, 2007 ; Ministère de l'Éducation de l'Ontario, 2006).

Concrètement, la théorie des niveaux de pensée en géométrie de van Hiele (1959) devrait permettre à l'enseignant de déterminer le niveau de pensée de ses élèves (qui ne sont pas nécessairement tous au même niveau), d'aider ses élèves à anticiper les difficultés et de les guider dans le choix des activités à court et à plus long terme. L'enseignant pourrait ainsi amener chaque élève à progresser et à passer au niveau supérieur (Braconne-Michoux, 2014 ; Mason, 2009).

Même si le curriculum scolaire au Québec ne fait pas mention des niveaux de pensée de van Hiele (1959), il prescrit un enseignement de la géométrie qui reconnaît que les élèves âgés de cinq et six ans qui entrent à l'école primaire se situent majoritairement au niveau *pré-reconnaissance* ou au niveau *identification-visualisation*. À la fin de la sixième année du primaire, alors que les élèves ont entre 11 et 13 ans, ils devraient idéalement atteindre le niveau *analyse* et amorcer le niveau *déduction informelle* (Braconne-Michoux, 2014). Selon Braconne-Michoux (2014), les manuels scolaires destinés aux élèves du primaire du Québec ne contiennent pas d'activités de niveau *analyse* et c'est la théorie des niveaux de pensée de van Hiele qui permet d'identifier le degré de difficulté d'une activité. Ces activités sont pourtant jugées essentielles pour qu'un élève arrive à faire le pont entre les niveaux *identification-visualisation* et *déduction informelle*. Elles visent, en effet, à permettre aux élèves de reconnaître les figures géométriques grâce à un examen de leurs propriétés, quelle que soit leur apparence.

3. La reconnaissance des figures géométriques planes

3.1. L'état de la recherche sur la reconnaissance des figures géométriques planes

La reconnaissance des figures géométriques planes a déjà fait l'objet de plusieurs études (Clements et Battista, 1992 ; Celi, Coutat & Vendeira-Maréchal, 2018 ; Clements *et al.*, 1999 ; Coutat-Gousseau & Vendeira-Maréchal, 2015 ; Marchis, 2012 ; Mayberry, 1983 ; Pinet & Gentaz, 2007 ; Pinet & Gentaz, 2008). Pinet et Gentaz (2008) ont montré que la figure la plus facilement reconnue par des enfants âgés de quatre à six ans était le cercle (99 %), suivie du carré (73 %), du rectangle (64 %), puis du triangle (53 %). Cela s'expliquerait par le fait que les cercles et les carrés sont tous semblables, mais que les triangles et les rectangles peuvent prendre une multitude de formes atypiques (Clements *et al.*, 1999). Selon les résultats d'une étude menée par Pinet et Gentaz (2008), c'est plutôt le rectangle qui serait plus difficile à reconnaître que le triangle, et cela pourrait, entre autres, s'expliquer par le fait que l'élève doit traiter un grand nombre de propriétés. Ces études ont aussi montré que des élèves de cinq et six ans commencent à dépasser la simple reconnaissance visuelle des figures afin de procéder à un examen de leurs propriétés, mais que cela demeure plus complexe à faire pour certaines figures comme le triangle et le rectangle (Clements *et al.*, 1999 ; Pinet & Gentaz, 2007).

3.2. L'état des recherches sur les effets des entraînements en géométrie

Les connaissances sont plus limitées quant à l'effet d'entraînements portant sur les figures planes, sur l'amélioration de la reconnaissance des bons exemplaires et sur la diminution des erreurs de reconnaissance par des garçons et des filles au début de leur scolarité. Ces erreurs se produisent lorsque l'on demande à un élève d'identifier les exemples valides d'une figure et qu'il désigne une figure distractive comme un bon exemple. À notre connaissance, seules les études de Pinet et Gentaz (2008), de Kalenine, Pinet et Gentaz (2011), de Fisher *et al.* (2013) et de

Smith, Ping, Matlen, Goldwater, Gentner et Levine (2014) ont porté sur la reconnaissance des figures planes par des enfants âgés de trois ans à cinq ans. Les trois premières études ont montré que la présentation de plusieurs exemples d'une figure, en position prototypique ou atypique, et de figures distractrices, combinée à la description de leurs propriétés⁷, contribuait à l'amélioration de la reconnaissance des figures par de jeunes élèves (Fisher *et al.*, 2013 ; Kalenine *et al.*, 2011 ; Pinet & Gentaz, 2008). De leur côté, Smith *et al.* (2014), indiquent que, chez les enfants de trois et quatre ans, la tâche *intra-catégorie* (comparaison de deux triangles d'orientation ou de nature différente) semble permettre aux enfants de reconnaître un plus grand nombre de triangles, qu'ils soient placés en position prototypique ou atypique, alors que la tâche *inter-catégorie* (comparaison d'un triangle et d'un non triangle) semble être la plus efficace pour réduire le nombre d'erreurs de reconnaissance. Bien que toutes ces études soutiennent la pertinence d'enseigner les propriétés des figures géométriques planes et d'inciter les enfants à comparer plusieurs types de figures pour améliorer leur capacité à les reconnaître, elles n'apportent aucune information concernant les différences possibles entre les garçons et les filles quant à l'efficacité de ces pratiques pédagogiques.

3.3. L'utilisation de la littérature jeunesse pour l'enseignement des mathématiques

Casey *et al.* (2008) ont évalué les effets de deux entraînements s'appuyant sur l'utilisation de la littérature jeunesse en fonction du sexe des élèves. Les deux groupes expérimentaux ont été exposés à la littérature jeunesse, mais le deuxième groupe a eu également accès à du matériel de manipulation (différentes pièces de casse-tête en forme de triangle, rectangle et parallélogramme). Par contre, ces entraînements portaient sur les relations spatiales en géométrie (la visualisation spatiale, qui demande par exemple d'imaginer ce qu'il se passe quand on assemble deux figures, et la rotation mentale, qui demande de visualiser une figure que l'on retourne dans l'espace) plutôt que sur la reconnaissance des figures géométriques. Leurs résultats suggèrent que, pour le premier entraînement, l'amélioration entre le prétest et le post-test a été plus importante pour les filles du groupe expérimental, qui ont bénéficié du matériel de manipulation, que pour les filles du groupe témoin. Chez les garçons, l'amélioration entre les deux temps de mesure était équivalente pour les deux groupes. Pour le deuxième entraînement, les filles des deux groupes se sont améliorées plus significativement que les garçons pour l'ensemble des figures. Bien que ces résultats ne s'appliquent pas à un entraînement sur la reconnaissance des figures géométriques, ils soutiennent la pertinence de s'intéresser aux différences entre les garçons et les filles lors de l'évaluation d'un entraînement en mathématiques. Les filles pourraient en effet bénéficier davantage de l'utilisation de la littérature jeunesse que les garçons.

D'autres auteurs se sont également intéressés aux effets positifs de l'utilisation de la littérature jeunesse pour l'enseignement des mathématiques. Ils ont observé que l'utilisation de la littérature jeunesse était associée, chez les élèves, à un degré de motivation plus élevé pour l'apprentissage des mathématiques (Haack, 2011 ; Hong, 1996 ; Jennings *et al.*, 1992 ; Raymond, 1995 ; Tucker *et al.*, 2010 ; Voyer *et al.*, 2018 ; Whittin & Wilde, 1992 ; Wilburne & Napoli, 2008), pouvant se mesurer par un engagement plus important dans la tâche et par un rendement scolaire plus élevé (Keat & Wilburne, 2009). L'utilisation de la littérature jeunesse pourrait ainsi s'avérer une avenue intéressante pour favoriser la reconnaissance des figures géométriques.

⁷ La description des propriétés de Fisher *et al.* (2013) s'est résumée au nombre de côtés ou d'angles d'une figure, Smith *et al.* (2014) ont fait de même, mais ils ont ajouté que la figure doit être fermée. Pinet et Gentaz (2008) ont travaillé avec les propriétés côtés et sommets, et ils ont ajouté les notions de longueurs équivalentes et de perpendicularité pour le carré et le rectangle.

3.4. L'intégration de la littérature jeunesse aux entraînements élaborés pour la présente recherche

Considérant les avantages associés à l'utilisation de la littérature jeunesse pour l'enseignement des mathématiques et l'absence de connaissances quant à son impact possible pour l'enseignement spécifique de la reconnaissance des figures géométriques, cette étude évalue les effets de deux entraînements où l'enseignement des compétences géométriques se fait à partir de la littérature jeunesse. Vu l'absence de matériel pédagogique adapté au Québec, ces deux entraînements ainsi qu'un livre de littérature jeunesse ont été développés afin de permettre aux élèves d'identifier les figures géométriques planes à l'étude, quelle que soit leur apparence, mais également d'offrir aux élèves, particulièrement aux filles, une façon différente de faire de la géométrie. Bien que la manipulation puisse permettre de faciliter la reconnaissance des figures planes, elle n'a pas été investie dans la présente recherche, car nous voulions éviter d'introduire une variable confondante dans notre devis et nous centrer sur l'évaluation des différences associées à l'utilisation de la littérature jeunesse.

Le livre de littérature jeunesse conçu pour la présente étude est divisé en deux parties, l'une portant sur le triangle et l'autre portant sur le rectangle. Ces deux figures ont été retenues puisqu'elles peuvent prendre une multitude de formes atypiques (Clements *et al.*, 1999) et que leur reconnaissance demeure plus complexe pour des élèves en début de scolarité (Clements *et al.*, 1999 ; Pinet & Gentaz, 2007).

Avant le début de l'expérimentation, chaque enseignante a reçu un protocole décrivant les étapes à suivre pour réaliser les deux entraînements. Après la passation du prétest, les enseignantes ont commencé à appliquer le protocole.

Lors de chacun des entraînements, les élèves, placés en dyade, ont entre les mains un exemplaire du livre. Ils se voient d'abord présenter la figure géométrique à l'étude où deux personnages géométriques sont introduits, Vivianne et Léonard, respectivement un triangle et un rectangle. Ces personnages ont un problème à résoudre, ils ont besoin d'aide afin de retrouver les membres de leur famille.

Grâce à l'enseignant, les élèves explorent ensuite les propriétés de la figure par le biais d'exemples et de contre-exemples (voir figure 3). Lors du premier entraînement portant sur le triangle, les élèves sont invités à prendre connaissance des propriétés géométriques du triangle (figure plane, trois côtés, trois sommets, ligne brisée et fermée). Une ligne brisée est formée d'une suite continue de plusieurs segments de droite. Les extrémités de ces segments de droite doivent se rejoindre pour que la ligne brisée soit fermée. Ces propriétés ont été retenues puisqu'elles utilisent des mots de vocabulaire prescrits (MELS, 2009) et qu'elles peuvent être bien comprises par un élève de six ou sept ans. Pour chaque propriété, il y a des exemples, mais également des exemples non conformes à la définition. Par exemple, on présente une figure qui n'est pas un triangle, car elle possède quatre côtés plutôt que trois, et une autre figure qui a une apparence semblable au triangle, mais dont la ligne n'est pas fermée. Lors de l'entraînement portant sur le rectangle, les élèves prennent d'abord connaissance des propriétés géométriques du rectangle (figure plane, quatre côtés, quatre sommets, ligne brisée et fermée et quatre angles droits). Les angles droits sont présentés comme étant des angles semblables au coin d'une feuille. Encore une fois, pour chaque propriété, il y a des exemples et des exemples non conformes à la définition. Les élèves sont invités à organiser l'information afin d'assimiler le nouveau vocabulaire.

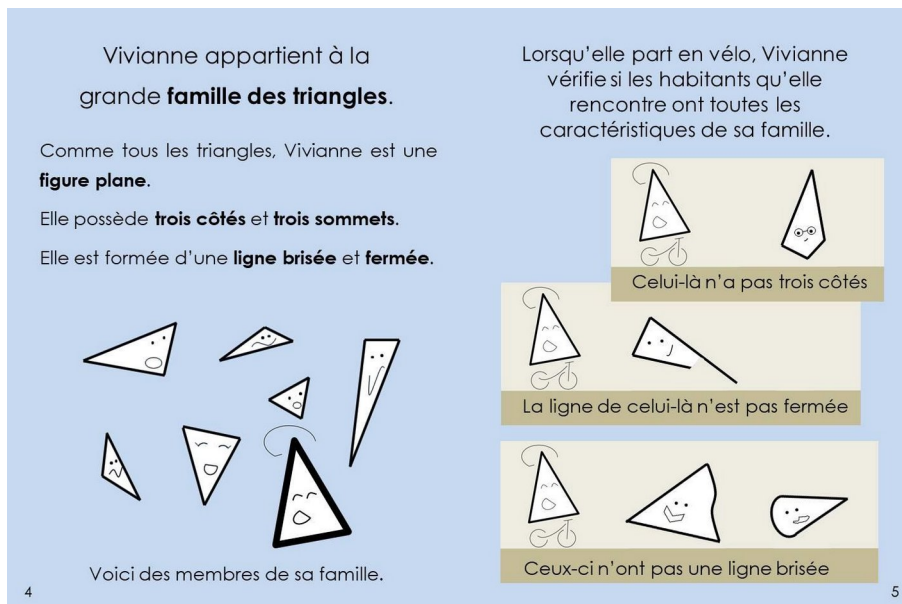


Figure 3 : Extrait du livre conçu pour la présente recherche, les propriétés du triangle.

L'enseignante vérifie ensuite la compréhension des élèves en faisant l'activité de groupe portant sur la reconnaissance des bons exemples de chaque figure. Elle projette sur le tableau blanc interactif la page du livre où l'on voit le personnage principal au milieu de plusieurs autres figures « membres de sa famille » (voir figure 4).

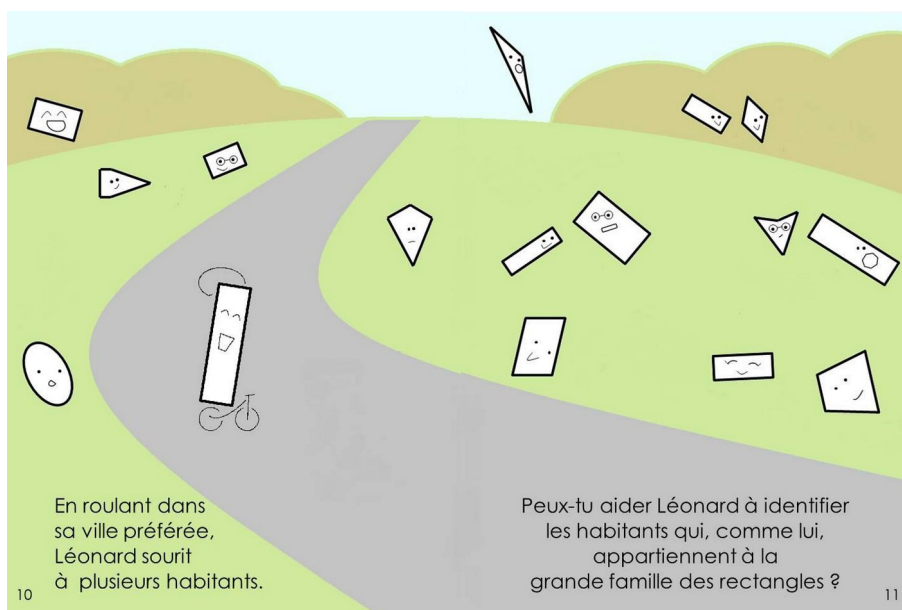


Figure 4 : Extrait du livre conçu pour la présente recherche, l'activité de groupe du rectangle.

Afin que les élèves puissent bien les reconnaître, les personnages principaux ont été conçus à partir de figures prototypiques, dont l'orientation a été légèrement modifiée, et ils sont toujours dans la même position. Cette activité de groupe illustre, pour le triangle comme pour le rectangle, huit bons exemples ayant des représentations prototypiques et atypiques de la figure à l'étude (dont le personnage principal). Cette activité comprend aussi huit exemples non conformes à la définition (figures distractrices), choisis principalement pour leur apparence ou leurs propriétés semblables à celles de la figure à l'étude (mais n'incluant aucun carré). Ce choix

a été fait étant donné que la reconnaissance des bons exemples d'une figure implique le rejet des figures distractrices. Par le questionnement de l'enseignante, les élèves sont amenés à appliquer leurs connaissances géométriques afin d'aider les deux personnages à retrouver les membres de leur famille. En ayant la possibilité de faire des allers-retours entre l'aventure proposée dans le texte et leurs connaissances, les élèves peuvent utiliser le contexte de l'histoire, ce qui peut contribuer à soutenir leur raisonnement (Moulin & Deloustal-Jorrand, 2015 ; Voyer *et al.*, 2018).

Le protocole suivi par l'enseignante lui donnait la latitude de prendre certaines décisions quant au déroulement de l'activité de groupe. Elle pouvait, par exemple, demander à un élève de se rendre au tableau pour pointer un bon exemple de la figure à l'étude ou pointer elle-même une figure et demander à un élève de lui indiquer si c'est ou non un bon exemple de la figure et pourquoi. Chaque enseignante a également pu déterminer la plage horaire qui convenait le mieux à ses élèves pour ce type d'apprentissage et choisir si elle faisait un entraînement par jour ou si elle plaçait deux entraînements consécutifs, selon le degré d'attention de ses élèves.

En conclusion de chaque entraînement, l'élève voit dans le livre une image formée uniquement de bons exemples de chaque figure (voir figure 5). Finalement, l'élève réinvestit seul ce qu'il a appris lors de la passation du post-test.

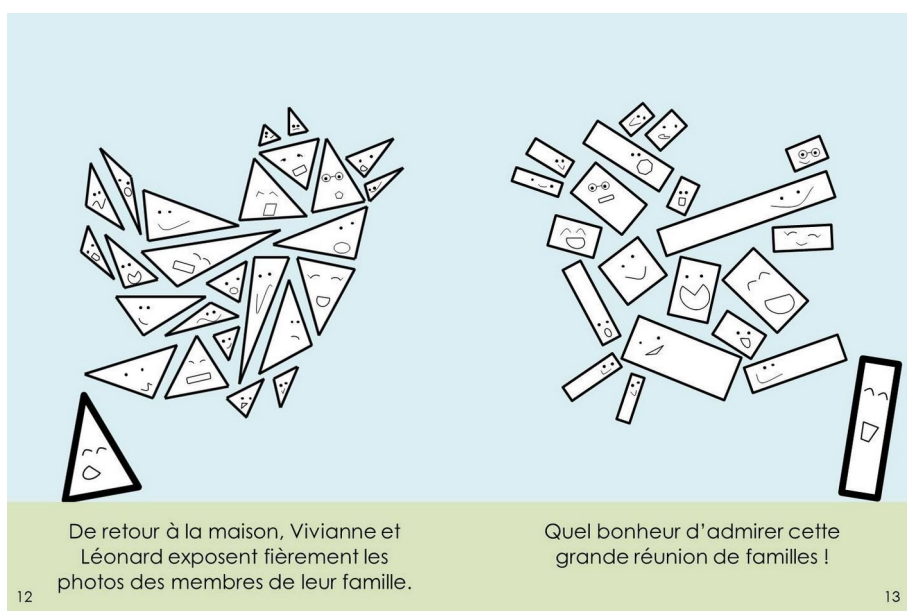


Figure 5 : Extrait du livre conçu pour la présente recherche, les bons exemples du triangle et du rectangle

3.5. Les objectifs de la présente recherche

Les études recensées portant sur les effets des entraînements relativement à la reconnaissance des figures planes ne tiennent pas compte des différences entre les sexes (Fisher *et al.*, 2013 ; Kalenine *et al.*, 2011 ; Pinet & Gentaz, 2008 ; Smith *et al.*, 2014). De plus, aucune de ces études ne s'appuie sur le *Programme de formation de l'école québécoise* (MEQ, 2001). Cette recherche a voulu se démarquer des études antérieures portant sur l'évaluation de l'effet d'entraînements en géométrie plane en tenant compte des différences entre les sexes. De plus, deux entraînements ont été élaborés afin d'amener les élèves à dépasser le niveau *identification-visualisation* et à être capable de reconnaître le triangle et le rectangle à partir de leurs propriétés. Cette étape semble nécessaire pour que les élèves puissent progresser vers le niveau *analyse* plus tard dans leur

parcours scolaire. Ainsi, cette recherche a également voulu répondre à un besoin, dans la mesure où les activités visant le niveau *analyse* sont rares, voire absentes des manuels scolaires québécois (Braconne-Michoux, 2014).

L'objectif principal de cette recherche est d'évaluer si l'utilisation des deux entraînements est associée à des différences lors de la reconnaissance des exemples et des contre-exemples de triangles et de rectangles par les garçons et les filles âgés de six et sept ans. Cette étude permettra en outre d'évaluer si des différences entre le prétest et le post-test pour les trois groupes d'élèves, les garçons et les filles ainsi que les garçons et les filles de chaque groupe ont été observées relativement à la reconnaissance des figures.

4. Méthodologie

4.1. Échantillon

L'échantillon compte 48 élèves québécois (22 garçons et 26 filles) âgés de six et sept ans de la première année du premier cycle du primaire qui fréquentent une école située dans une ville de taille moyenne de la région bas-laurentienne. Ces élèves sont répartis dans les groupes des trois enseignantes qui ont accepté de participer à l'étude : le groupe A ($n=15$, soit 8 filles et 7 garçons), le groupe B ($n=17$, soit 10 filles et 7 garçons) et le groupe C ($n=16$, soit 8 filles et 8 garçons).

4.2. Instruments de mesure

Afin d'évaluer les bonnes reconnaissances (figures cibles, c'est-à-dire le nombre de figures cibles correctement identifiées) et les erreurs de reconnaissance (figures distractrices, c'est-à-dire le nombre de figures distractrices identifiées comme de bons exemples de la figure), une feuille-test pour le triangle et une feuille-test pour le rectangle ont été utilisées (Pinet & Gentaz, 2008, voir annexe). Ces deux feuille-tests, développées par Pinet et Gentaz (2008), comprennent chacune six figures cibles et quatorze figures distractrices, pour un total de vingt figures par feuille-test. Ces feuille-tests constituent une version améliorée du modèle de Clements *et al.* (1999, voir Pinet & Gentaz, 2008). En effet, Pinet et Gentaz (2008) ont peaufiné ce que leurs prédécesseurs proposaient en contrôlant l'épaisseur du trait de chaque figure (0,8mm d'épaisseur), le nombre d'exemples de chaque figure, leur taille (les plus grandes figures avaient 8,5cm de côté et les plus petites avaient 1,5cm de côté), leur orientation ainsi que la distance entre deux d'entre elles, diminuant ainsi la possibilité que ces facteurs externes puissent influencer les réponses des élèves.

Dans le cadre de la présente étude, l'enseignante demandait aux élèves de « *cocher (colorier ou tracer un « x » à l'intérieur de) tous les triangles / tous les rectangles* ». Ces derniers ont réalisé chaque test individuellement, avec pour seul matériel un crayon et une gomme à effacer. Les enseignantes ne pouvaient pas répondre aux questions des élèves lors de la passation des tests et elles ont laissé le temps nécessaire pour que tous aient le temps de les compléter.

4.3. Expérimentation

Après avoir obtenu un certificat d'éthique émis par le comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Rimouski (UQAR), ainsi que les consentements des enseignantes et des parents des élèves, la collecte de données et l'expérimentation se sont déroulées au

printemps 2018. Chaque groupe a suivi les mêmes entraînements⁸, qui ont eu lieu dans la classe habituelle des élèves. C'est l'enseignante de chaque classe qui a dispensé toutes les étapes prévues, qui sont composées de la passation du prétest, des deux entraînements ainsi que de la passation du post-test, immédiatement après le dernier entraînement. Le premier entraînement porte sur le triangle et le deuxième sur le rectangle. Ils durent environ 25 min chacun. La première auteure a présenté le protocole détaillant les étapes à suivre aux enseignantes et elle leur a offert du soutien avant et durant l'expérimentation, sans toutefois être présente dans la classe à aucun moment.

4.4. Plan d'analyse

Pour répondre aux objectifs de recherche, deux analyses de variance multivariée (MANOVA) à mesures répétées ont été effectuées à l'aide du logiciel *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) version 25, l'une pour les bonnes reconnaissances du triangle et du rectangle (figures cibles) et l'autre pour les erreurs de reconnaissance du triangle et du rectangle (figures distractrices). Chaque analyse a permis de vérifier l'effet principal :

1. du temps de mesure : la différence entre le prétest et le post-test,
2. du sexe de l'élève : la différence entre les garçons et les filles,
3. du groupe : la différence entre les trois groupes animés par les différentes enseignantes

sur la moyenne de bonnes reconnaissances et d'erreurs de reconnaissance pour chaque figure (triangle et rectangle). Les interactions temps*groupe, temps*sexe et temps*groupe*sexe ont permis de vérifier s'il existait un effet modérateur :

1. du groupe (de l'enseignante),
2. du sexe,
3. de leur interaction sur le lien entre chaque entraînement et la reconnaissance des figures.

Des analyses complémentaires d'effets simples ont permis d'interpréter les effets de modulation (interaction) significatifs en précisant où se situaient les différences entre les groupes ou entre les garçons et les filles dans le temps.

5. Résultats

Les tableaux 1 et 2 présentent les statistiques descriptives (moyennes et écarts-types) des résultats moyens obtenus au prétest (voir tableau 1) et au post-test (voir tableau 2) pour les bonnes reconnaissances ($max=6$) ainsi que pour les erreurs de reconnaissance ($max=14$) du triangle et du rectangle.

⁸ Les détails des deux entraînements sont disponibles auprès de la première auteure.

		Sexe	Bonnes reconnaissances M (É.-T.)	Erreurs de reconnaissance M (É.-T.)
Triangle	Groupe A ($n=15$) (7 garçons, 8 filles)	Garçons	3,43 (1,51)	2,57 (2,82)
		Filles	3,13 (1,25)	6,13 (5,79)
	Groupe B ($n=17$) (7 garçons, 10 filles)	Garçons	4,43 (1,51)	4,29 (4,03)
		Filles	3,70 (0,95)	3,40 (3,86)
	Groupe C ($n=16$) (8 garçons, 8 filles)	Garçons	3,50 (1,20)	3,88 (4,26)
		Filles	3,75 (1,58)	4,25 (3,11)
	Total ($n=48$)		3,65 (1,31)	4,08 (4,03)
Rectangle	Groupe A ($n=15$) (7 garçons, 8 filles)	Garçons	5,00 (1,53)	3,71 (2,69)
		Filles	4,12 (1,73)	3,00 (2,98)
	Groupe B ($n=17$) (7 garçons, 10 filles)	Garçons	5,00 (1,53)	5,14 (3,67)
		Filles	3,00 (1,49)	3,00 (2,21)
	Groupe C ($n=16$) (8 garçons, 8 filles)	Garçons	4,00 (1,93)	5,38 (4,24)
		Filles	4,00 (1,77)	5,88 (2,53)
	Total ($n=48$)		4,10 (1,73)	4,29 (3,16)
Note : M : moyenne ; É.-T. : écart-type.				

Tableau 1 : Scores moyens et écarts-types obtenus au prétest.

5.1. Les bonnes reconnaissances du triangle et du rectangle

Les résultats de la MANOVA à mesures répétées ne suggèrent pas de différence significative entre les deux temps de mesure pour les bonnes reconnaissances du triangle, ni pour l'interaction triangle*rectangle (voir tableau 3). Pour les bonnes reconnaissances du rectangle, les résultats montrent un effet temps de mesure significatif ($F(1,42)=36,31$; $p<0,001$), ce qui signifie qu'au post-test, la moyenne de reconnaissance des bons exemples était plus élevée qu'au prétest. Pour les deux figures et leur interaction, les résultats n'indiquent pas d'effet temps*sexe significatif. L'effet temps*groupe, qui évalue les différences entre les trois groupes au prétest et au post-test, n'est pas non plus significatif pour le rectangle ou l'interaction entre le triangle et le rectangle. Toutefois, pour le triangle, les résultats suggèrent un effet d'interaction temps*groupe significatif ($F(1,42)=4,20$; $p=0,02$). Les analyses complémentaires d'effets simples indiquent que les trois groupes avaient une moyenne équivalente au prétest ($F(2,45)=1,26$; *n.s.*), mais que le groupe C se distingue des autres groupes au post-test ($F(2,45)=5,34$; $p\leq 0,01$), suggérant que la moyenne de reconnaissance des bons exemples de triangles pour ces élèves était plus élevée que celle des élèves des groupes A et B (voir figure 6). Enfin, l'effet d'interaction temps*sexe*groupe, qui évalue les différences entre les garçons et les filles des trois groupes au prétest et au post-test, n'est significatif ni pour le triangle, ni pour le rectangle, ni pour leur interaction entre les deux figures, indiquant que les résultats observés s'appliquent tant pour les garçons que pour les filles.

		Sexe	Bonnes reconnaissances M (É.-T.)	Erreurs de reconnaissance M (É.-T.)
Triangle	Groupe A ($n=15$) (7 garçons, 8 filles)	Garçons	4,29 (1,50)	0,57 (1,51)
		Filles	4,63 (1,51)	1,88 (4,91)
	Groupe B ($n=17$) (7 garçons, 10 filles)	Garçons	4,43 (2,07)	0,14 (0,38)
		Filles	4,70 (1,64)	1,30 (2,83)
	Groupe C ($n=16$) (8 garçons, 8 filles)	Garçons	5,88 (0,35)	1,50 (4,24)
		Filles	5,88 (0,35)	0,13 (0,35)
Total ($n=48$)		4,98 (1,47)	0,96 (2,93)	
Rectangle	Groupe A ($n=15$) (7 garçons, 8 filles)	Garçons	5,71 (0,76)	2,43 (3,60)
		Filles	5,25 (1,39)	2,50 (3,25)
	Groupe B ($n=17$) (7 garçons, 10 filles)	Garçons	5,00 (1,92)	3,00 (2,38)
		Filles	5,00 (1,16)	3,00 (3,37)
	Groupe C ($n=16$) (8 garçons, 8 filles)	Garçons	5,13 (1,46)	6,00 (4,72)
		Filles	5,00 (0,93)	2,75 (3,58)
	Total ($n=48$)		5,17 (1,26)	3,29 (3,59)
	Note : M : moyenne ; É.-T. : écart-type.			

Tableau 2 : Scores moyens et écarts-types obtenus au post-test.

	Bonnes reconnaissances		
	Triangle	Rectangle	Triangle*Rectangle
T^a	3,64	36,31***	0,66
T*S^a	1,95	2,57	0,15
T*G^b	4,20*	2,00	1,63
T*S*G^b	0,22	1,69	0,22
Erreur	1,82	1,73	1,78
T : Temps ; S : Sexe ; G : Groupe ^a degrés de liberté = 1,42 ; ^b degrés de liberté = 2,42. Note : Les valeurs de <i>F</i> univariées sont calculées avec la trace de Pillai. * $p < 0,05$; *** $p < 0,001$.			

Tableau 3 : MANOVA à mesures répétées pour les bonnes reconnaissances.

5.2. Les erreurs de reconnaissance du triangle et du rectangle

Pour les erreurs de reconnaissance, les résultats montrent une différence significative entre les deux temps de mesure pour le triangle ($\text{degrés de liberté}=1,42$; $\text{degrés de liberté}=2,42$) et le rectangle ($F(1,42)=10,55$; $p<0,01$), ce qui signifie qu'au prétest, l'ensemble des élèves identifiaient en moyenne plus de figures distrayantes qu'au post-test pour les deux figures. L'effet d'interaction triangle*rectangle s'est aussi révélé significatif ($F(1,42)=29,29$; $p=0,00$). Les résultats des analyses complémentaires d'effets simples indiquent qu'au prétest, il n'y avait pas de différence significative pour le nombre d'erreurs de reconnaissance pour le triangle et le rectangle. En revanche, au post-test, les élèves ont identifié moins de mauvais triangles que de mauvais rectangles. Les résultats sont présentés à la figure 7.

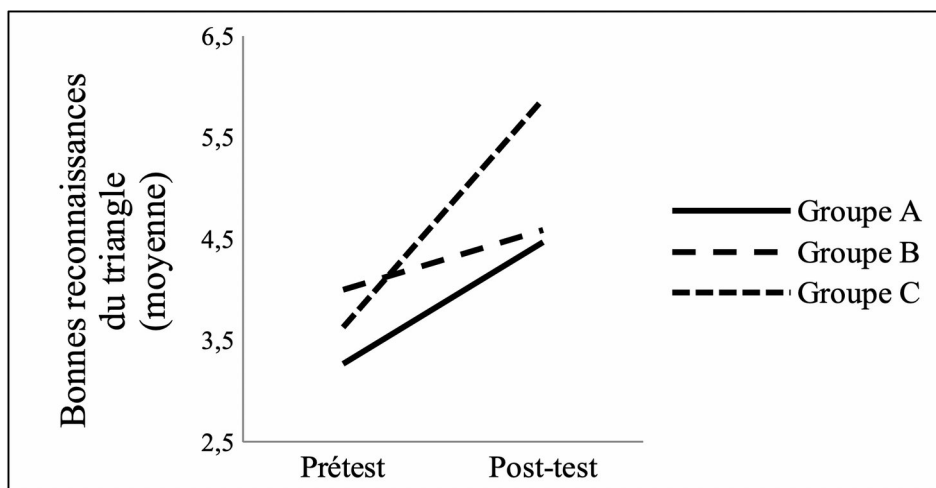


Figure 6 : Résultats obtenus pour les bonnes reconnaissances du triangle.

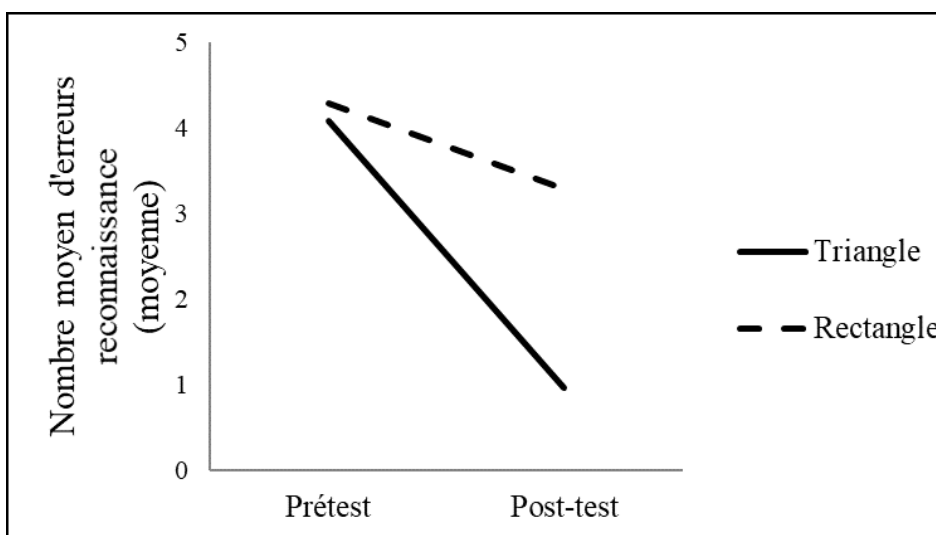


Figure 7 : Résultats obtenus pour les erreurs de reconnaissance du rectangle et du triangle (interaction triangle*rectangle).

Les résultats présentés dans le tableau 4 montrent aussi que l'effet temps*sexe*groupe pour le rectangle, qui évalue les différences entre les garçons et les filles des trois groupes au prétest et au post-test, est le seul effet d'interaction significatif pour les erreurs de reconnaissance

($F(1,42)=7,12$; $p<0,05$). Les résultats des analyses d'effets simples suggèrent que cette différence est présente uniquement au prétest pour les filles ($F(2,42)=3,32$; $p=0,05$). Comme l'illustre la figure 8, les filles du groupe C ($n=8$ filles) faisaient significativement plus d'erreurs de reconnaissance au prétest que les filles des deux autres groupes. En revanche, au post-test, les filles des trois groupes ne se distinguaient plus, elles avaient des résultats équivalents. Finalement, bien qu'il y ait apparence de différences pour les garçons des trois groupes à chaque temps de mesure, tel qu'illustré à la figure 9, ces différences n'étaient pas significatives sur le plan statistique.

	Erreurs de reconnaissance		
	Triangle	Rectangle	Triangle*Rectangle
T^a	10,55**	29,29***	7,12*
T*S^a	3,96	0,35	0,06
T*G^b	2,98	0,03	0,01
T*S*G^b	0,50	3,32*	0,85
Erreur	7,74	7,25	7,29

T : Temps ; S : Sexe ; G : Groupe
^a degrés de liberté=1,42 ; ^b degrés de liberté=2,42.
 Note : Les valeurs de *F* univariées sont calculées avec la trace de Pillai.
 * $p<0,05$; ** $p<0,01$; *** $p<0,001$.

Tableau 4 : MANOVA à mesures répétées pour les erreurs de reconnaissance.

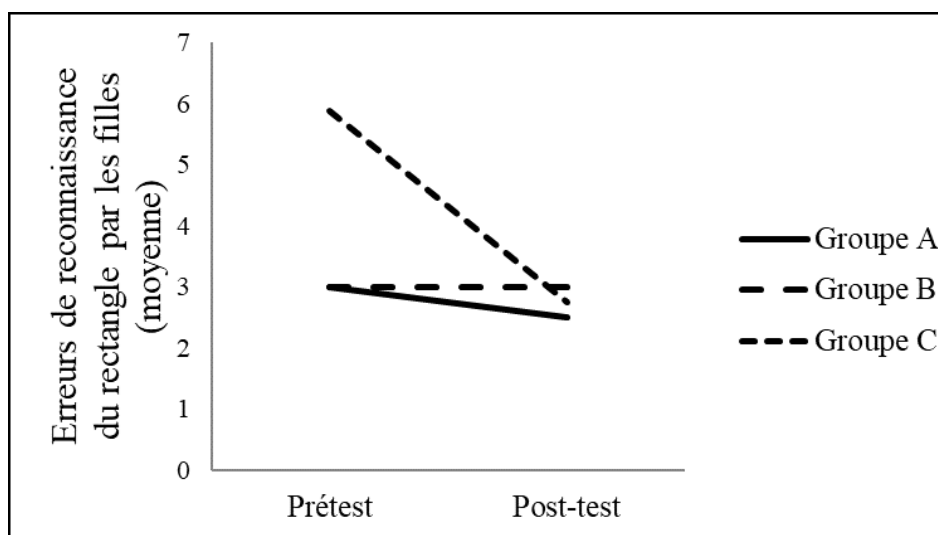


Figure 8 : Résultats obtenus pour les erreurs de reconnaissance du rectangle par les filles (interaction temps*sexe*groupe).

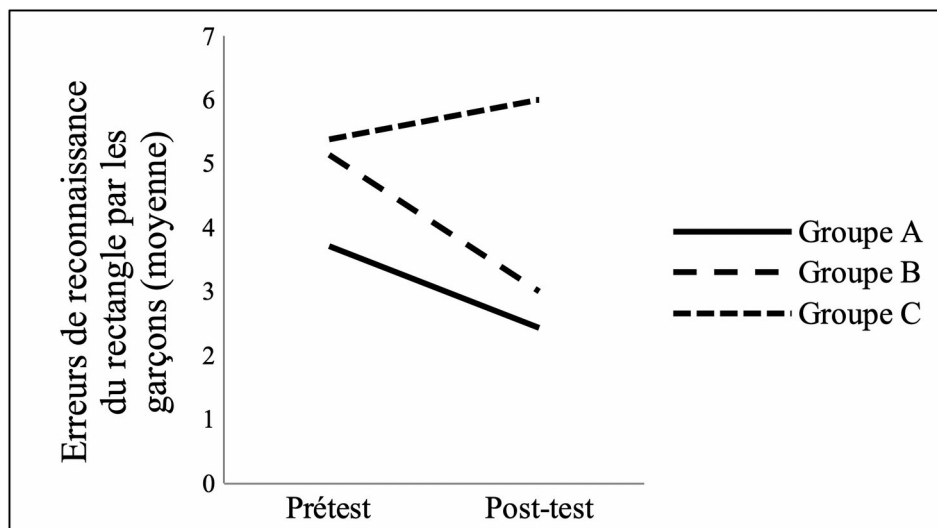


Figure 9 : Résultats obtenus pour les erreurs de reconnaissance du rectangle par les garçons (interaction temps*sexe*groupe).

6. Discussion

Cette étude visait à évaluer l'effet de deux entraînements sur la reconnaissance des figures cibles et des figures distractrices du triangle et du rectangle. Cette étude se démarque des études antérieures portant sur l'enseignement et l'apprentissage de la géométrie plane en montrant que l'utilisation de ces entraînements, qui s'appuient sur la littérature jeunesse, peuvent contribuer à favoriser, du moins à court terme, la reconnaissance du triangle et du rectangle chez les élèves de six et sept ans de la première année du primaire et ce, en particulier, pour les filles.

6.1. L'effet des entraînements sur la reconnaissance des figures

D'abord, nos résultats montrent une différence significative entre le prétest et le post-test pour les bonnes reconnaissances du rectangle (les rectangles 1 à 6, voir annexe). En procédant à une analyse plus fine des figures présentes sur les tests, il a été étonnant de constater que le rectangle 1 représenté en position prototypique n'a pas été la figure la mieux reconnue, ni au prétest, ni au post-test. Au prétest, les élèves ont mieux reconnu les rectangles 3 et 6 dont l'un des côtés est environ une fois et demie plus long que l'autre côté. Au post-test, ce sont ces deux mêmes figures (3 et 6) qui ont été les mieux reconnues, mais les quatre autres figures cibles ont également été bien reconnues par les élèves, qui les ont davantage associées au rectangle que lors du prétest. Ces résultats sont cohérents avec les résultats des études antérieures qui ont montré que le rectangle était mieux reconnu que le triangle (Clements *et al.*, 1999 ; Pinet & Gentaz, 2007), même si on peut considérer que ses propriétés le rendent plus difficile à reconnaître (Pinet & Gentaz, 2008). En effet, le nombre de propriétés utilisées pour le décrire (figure plane, quatre côtés, quatre sommets, ligne brisée et fermée et quatre angles droits) est plus élevé que dans le cas du triangle (figure plane, trois côtés, trois sommets, ligne brisée et fermée). Le concept d'angle droit constitue également une propriété plus difficile à comprendre. Au Québec, c'est un savoir essentiel qui doit être enseigné durant le deuxième cycle du primaire seulement, alors que les élèves ont entre huit et dix ans (MEQ, 2001). Dans l'étude de Fisher *et al.* (2013), le rectangle a aussi été mieux reconnu que le triangle, mais uniquement par les enfants ayant vécu l'approche pédagogique jeux libres, qui n'impliquait pas d'enseignement des propriétés des figures. Ces enfants avaient devant eux des cartes présentant des figures. L'expérimentateur avait

divisé les cartes en deux ensembles, par exemple les rectangles et les non-rectangles, ce qui avait pour objectif d'aider l'enfant à procéder naturellement à la comparaison des figures. Les enfants de l'approche jeux libres ont été exposés aux mêmes figures que les enfants ayant vécu les autres approches (jeux dirigés et enseignement), pour approximativement la même durée, mais sans autre consigne que de jouer avec les cartes représentant les figures.

Pour le triangle, nos résultats n'ont pas montré de différence significative entre les groupes, mais cela est probablement dû à la faible variabilité dans les réponses des élèves. Initialement, la majorité des élèves ont bien reconnu trois ou quatre triangles sur six, tandis qu'au post-test, la majorité ont bien reconnu les six figures cibles. Dans le cadre de cette étude, parmi les six bons exemples du triangle présentés au prétest et au post-test (triangles 1 à 6, voir annexe), les figures les mieux reconnues aux deux temps de mesure sont le triangle 1 ayant une représentation prototypique, suivi des figures présentant des triangles semblables à un triangle représenté de manière prototypique, mais avec une orientation différente, soit dans l'ordre, les triangles 2, 4 et 3. Les triangles 5 et 6, ayant une représentation atypique, ont été les moins bien reconnus.

Pour les erreurs de reconnaissance, c'est-à-dire pour chaque figure distractive du triangle et du rectangle identifiée comme une figure cible, les résultats au prétest et au post-test montrent que les deux entraînements ont permis aux élèves de réduire de façon significative leurs erreurs pour les deux figures. Tel qu'observé précédemment par Kalenine *et al.* (2011), nos résultats montrent que, pour les trois groupes, c'est pour le triangle que les erreurs ont le plus diminué. Nos résultats sont aussi cohérents avec ceux de Smith *et al.* (2014) qui ont évalué l'efficacité de deux méthodes d'enseignement des propriétés des triangles et qui ont montré que les enfants du groupe ayant eu à comparer un triangle et une figure distractive avec une apparence semblable à un triangle font significativement moins d'erreurs de reconnaissance au post-test. Dans la présente étude, lors de l'entraînement portant sur cette figure, les élèves devaient aussi comparer des triangles et des non-triangles ayant une apparence semblable (voir figure 3). Les erreurs de reconnaissance du triangle ont diminué de façon significative mais, parmi les quatorze figures distractrices présentées au prétest et au post-test (figures 7 à 20, voir annexe), les quatre figures ayant occasionné le plus d'erreurs de reconnaissance demeurent celles qui présentaient uniquement de fines différences avec le triangle, soit les figures 7, 12, 15 et 20. En effet, la figure 12 n'est pas formée d'une ligne brisée, car elle comporte un côté défini par une courbe peu prononcée. Les trois autres figures ressemblent également beaucoup à des triangles, mais les figures 7 et 20 ont quatre côtés, la figure 15 a cinq côtés et tous les angles formés par les côtés supplémentaires de ces figures sont très peu prononcés. À titre comparatif, les figures 16 et 17 sont également formées de quatre et de cinq côtés, mais elles ont occasionné moins d'erreurs, car leurs angles sont plus prononcés, rendant les côtés plus faciles à dénombrer.

Dans le cas des 14 figures distractrices sur la feuille-test du rectangle (figures 7 à 20, voir annexe), ce sont les figures 13, 15, 16 et 20 qui ont occasionné plus d'erreurs au prétest. Ces figures ont toutes approximativement l'un des côtés qui est environ une fois et demie plus long que l'autre côté, mais elles n'ont pas quatre angles droits. Au post-test, ce sont les figures 10 et 12 qui ont occasionné le plus d'erreurs. Ces figures ont approximativement les quatre côtés de la même longueur, elles ressemblent davantage à des carrés, mais elles n'ont pas quatre angles droits. L'entraînement du rectangle ne présentait d'ailleurs aucun carré, ni de figures semblables à un carré. Les figures 9, 14 et 19 présentant des triangles, figures distractrices parmi les rectangles, ont occasionné très peu d'erreurs de reconnaissance aux deux temps de mesure. Aucune étude portant sur la reconnaissance des différents rectangles n'a été recensée. Pourtant, comme dans l'étude de Smith *et al.* (2014), la diminution des erreurs de reconnaissance du rectangle au post-test pourrait être associée au fait que les élèves ont eu à comparer, lors du

deuxième entraînement, des rectangles avec des figures distractrices ayant une apparence semblable à celle du rectangle.

6.2. L'effet des entraînements en fonction du groupe

Nos résultats montrent que les trois groupes ont connu approximativement la même amélioration entre le prétest et le post-test pour les bonnes reconnaissances du rectangle. En revanche, l'effet d'interaction groupe*temps significatif suggère que les changements entre le prétest et le post-test pour les bonnes reconnaissances du triangle sont différents pour les trois groupes. Plus spécifiquement, les résultats indiquent que les élèves du groupe C ont obtenu une moyenne plus élevée au post-test que les élèves des deux autres groupes, bien que les trois groupes aient eu des moyennes similaires au départ. Pour les erreurs de reconnaissance du triangle et du rectangle, les résultats n'ont montré aucune différence significative entre les groupes, le nombre d'erreurs de reconnaissance étant équivalent au prétest et au post-test pour les trois groupes. Ces résultats suggèrent que les différences dans la manière d'animer les entraînements (durée de l'enseignement, choix pédagogiques lors de l'activité de groupe) pourraient avoir peu d'impact sur la diminution de l'identification des figures distractrices du triangle et du rectangle, le fait d'être exposés à de mauvais exemples pouvant être suffisant pour conduire à une amélioration des capacités des enfants à discriminer les fausses représentations de ces figures. Ce résultat demeure toutefois à confirmer dans d'autres études.

6.3. L'effet des entraînements en fonction du sexe de l'élève

Dans l'ensemble, pour les bonnes reconnaissances comme pour les erreurs de reconnaissance des deux figures, les résultats n'ont montré aucune différence significative entre les garçons et les filles. Cette absence de différences en fonction du sexe est tout de même étonnante, voire contre-intuitive considérant l'état actuel des connaissances. En effet, Casey *et al.* (2008) avaient montré que la littérature jeunesse semblait avoir un effet plus important chez les filles que chez les garçons par rapport à l'apprentissage des relations spatiales en géométrie. Une différence entre les garçons et les filles était également attendue parce que, comme certains chercheurs l'ont déjà observé, les garçons auraient plus de facilité que les filles dans les tâches de résolution de problèmes et de visualisation spatiale (Declercq, 2008) ou de rotation mentale (Moè, 2018).

6.4. L'effet des entraînements en fonction du groupe et du sexe de l'élève

Dans notre échantillon, une seule différence significative a été observée entre les garçons et les filles des trois groupes entre le prétest et le post-test pour les bonnes reconnaissances et les erreurs de reconnaissance du triangle et du rectangle. Plus spécifiquement, au prétest, les filles du groupe C ($n=8$ filles) ont identifié comme des rectangles plus de figures distractrices que les filles des deux autres groupes. Cependant, au post-test, leurs résultats ne se sont pas distingués de ceux de leurs consœurs. Comme dans l'étude de Voyer *et al.* (2018), ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que ce sont les élèves qui ont moins bien réussi au prétest, dans ce cas-ci des filles, qui ont davantage bénéficié d'un enseignement fait à partir de la littérature jeunesse. Ces résultats suggèrent que l'utilisation de la littérature jeunesse pourrait favoriser l'acquisition de certaines connaissances géométriques chez les élèves, en particulier chez les filles qui, au départ, font plus d'erreurs de reconnaissances pour le rectangle. Ces résultats, comme ceux de Casey *et al.* (2008), laissent supposer que l'utilisation de la littérature jeunesse pourrait davantage contribuer à l'acquisition de connaissances géométriques chez les filles que chez les garçons.

6.5. Les limites de cette recherche

Les résultats de cette étude doivent être interprétés à la lumière de certaines limites méthodologiques. D'abord, la faible puissance statistique a limité la capacité à détecter des différences significatives entre les groupes et entre les garçons et les filles. Malgré la petite taille de l'échantillon, cette étude a permis de montrer que l'utilisation de la littérature jeunesse comme contexte pour faire vivre aux élèves une activité portant sur la reconnaissance du triangle et du rectangle est associée à une amélioration de la reconnaissance des bons exemplaires du rectangle et à une diminution des erreurs pour les deux figures. Ensuite, cette étude s'appuyait sur un devis prétest/post-test et n'a pas permis de vérifier si les apprentissages des élèves se maintenaient dans le temps. Il aurait été intéressant d'ajouter une mesure de relance une à deux semaines plus tard afin d'évaluer le maintien des acquis. L'absence d'un groupe contrôle constitue aussi une limite. En effet, la présence d'un groupe contrôle aurait permis de déterminer si les deux entraînements réalisés avaient contribué à l'amélioration de la reconnaissance des figures plus significativement pour les élèves qui l'ont vécue que pour ceux qui auraient été exposés à l'enseignement s'appuyant sur les outils didactiques habituellement utilisés. Les résultats de cette étude de nature exploratoire apportent néanmoins un premier éclairage sur l'utilité de ces entraînements et soutiennent la pertinence d'utiliser la littérature jeunesse pour enseigner la reconnaissance des figures géométriques planes.

6.6. Les recommandations pour la pratique enseignante

Plusieurs études ont déjà montré que les élèves reconnaissent mieux les figures ayant une représentation atypique lorsqu'ils ont été exposés à plusieurs de ces exemples (Charnay & Mante, 2016 ; Clements *et al.*, 1999 ; Pinet & Gentaz, 2008). Le matériel scolaire québécois existant ne le permet toutefois pas, les figures géométriques planes étant en majorité placées dans des positions prototypiques (Braconne-Michoux, 2014). Dans le cadre de cette étude, un livre de littérature jeunesse dépassant cette limite a été développé. Sa diffusion permettrait aux enseignantes et aux enseignants de la première année du premier cycle du primaire, qui enseignent à des élèves âgés de six et sept ans, d'avoir accès à une activité pédagogique qui pourrait favoriser, chez les élèves, une meilleure reconnaissance des figures ayant une représentation atypique. Les enseignants qui ont pris connaissance de cette étude pourraient également être en mesure de mieux repérer, parmi la variété des tâches de reconnaissance de figures géométriques, celles qui conviennent à leurs élèves. Ils seraient davantage outillés pour les analyser et les adapter au besoin. Par exemple, si une tâche de reconnaissance propose uniquement des triangles en position prototypique, les enseignants sauraient qu'ils doivent ajouter des exemples et des contre-exemples de triangles et pourquoi ils doivent le faire. De plus, cette étude a permis de développer deux entraînements comprenant chacun une activité visant à dépasser le niveau *identification-visualisation* et à progresser vers le niveau *analyse* de la théorie des niveaux de pensée en géométrie de van Hiele (1999). Son utilisation pourrait aider les élèves à mieux reconnaître les figures géométriques. L'efficacité des entraînements s'est révélée plus importante pour les bonnes reconnaissances du rectangle que pour les bonnes reconnaissances du triangle, comme ce fut le cas dans d'autres études (Clements *et al.*, 1999 ; Pinet & Gentaz, 2007). L'utilisation de ce type d'activités pourrait en outre préparer les élèves plus efficacement aux apprentissages futurs, par exemple à ceux du deuxième cycle du primaire (alors que les élèves ont entre huit et dix ans) portant sur l'inclusion des classes (Braconne-Michoux, 2014). Rendre accessible le livre élaboré pour la présente recherche ainsi que les entraînements qui l'accompagnent permettrait aux enseignants d'avoir une activité riche pour l'enseignement de la reconnaissance du triangle et du rectangle. Les enseignants pourraient avoir accès à un nouvel

outil pour l'enseignement de la géométrie plane. Enfin, le fait que le livre et les entraînements développés soient rattachés à la littérature jeunesse pourrait permettre aux élèves d'apprécier travailler les mathématiques autrement, de sortir du cadre des activités habituellement proposées dans les ensembles didactiques ou lors de l'enseignement de la géométrie. Ce serait aussi une occasion de permettre aux enseignants de présenter d'une autre façon des concepts géométriques aux élèves, en se souciant du fait que les garçons et les filles peuvent apprendre différemment.

Conclusion

Intégrer la littérature jeunesse à une activité portant sur la reconnaissance de deux figures géométriques planes, le triangle et le rectangle, a eu, selon les résultats tirés de notre échantillon, un impact positif sur les apprentissages des élèves. En effet, cette étude a montré que les trois groupes d'élèves, garçons et filles, ont amélioré leurs résultats lors de la reconnaissance des bons exemples du rectangle et qu'ils ont diminué leurs erreurs de reconnaissance pour les deux figures.

Le livre développé dans le cadre de cette étude pourrait offrir aux enseignantes et aux enseignants une activité pédagogique visant à dépasser le niveau *identification-visualisation* et à progresser vers le niveau *analyse*. Ce livre et les deux entraînements qui l'accompagnent permettent de présenter à la fois les propriétés de la figure géométrique à l'étude ainsi que plusieurs bons exemples et figures distrayantes (Braconne-Michoux, 2014). Ce n'est qu'en étant exposé à des exemples très variés ou très divers, voire dissemblables (au sens où ils ne se ressemblent pas) de chaque figure, alors qu'ils ont les mêmes caractéristiques géométriques, que l'élève peut réellement être en mesure de comprendre que, par exemple, le mot triangle ne renvoie pas à une seule figure, mais qu'il désigne une classe de figures comprenant une multitude d'exemples. Il sera important de poursuivre dans ce sens, de continuer d'enrichir le matériel didactique existant.

En terminant, l'originalité de cette recherche venait du fait que les différences entre les façons d'apprendre des garçons et des filles ont été prises en compte. Il serait important que les futures recherches aillent dans le même sens, car même si au départ, les résultats obtenus ne montraient aucune différence significative entre les sexes, comme ce fut souvent le cas dans des recherches sur d'autres thèmes mathématiques (Memisevic, Biscevic & Pasalic, 2018 ; Walker & Berthelsen, 2017), ils se sont avérés prometteurs. En effet, l'inclusion de la littérature jeunesse à deux entraînements a contribué à l'amélioration de la reconnaissance des figures géométriques, en particulier pour les filles de six et sept ans qui éprouvaient plus de difficultés que leurs consœurs à discriminer les figures distrayantes des figures rectangulaires représentées de manière atypique.

Références bibliographiques

- Berthelot, R. et Salin, M.-H. (1993-1994). L'enseignement de la géométrie à l'école primaire. *Grand N*, 53, 39-56.
- Bouffard, T., Brodeur, M. & Vezeau, C. (2005). *Les stratégies de motivation des enseignants et leurs relations avec le profil motivationnel d'élèves du primaire*. Rapport de recherche. Université du Québec à Montréal et cégep régional de Lanaudière à Joliette.
- Bouffard, T., Vezeau, C. & Simard, G. (2006). Motivations pour apprendre à l'école primaire :

différences entre garçons et filles et selon les matières. *Enfance*, 58(4), 395-409.

Braconne-Michoux, A. (2014). Les niveaux de pensée en géométrie de van Hiele : de la théorie à l'épreuve de la classe. *Bulletin AMQ*, LIV(1), 24-51.

Burger, W. F. & Shaughnessy, J. M. (1986). Characterizing the van Hiele levels of development in geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 17(1), 31-48.

Carpenter, T. P. (2004). Perspective on "The child's thought and geometry". In TP Carpenter, JA Dossey et JL Koehler (éds.), *Classics in mathematics education research* (pp. 243-252). Reston, Virginia: National council of teachers of mathematics.

Casey, B., Erkut, S., Ceder, I. & Young, J. M. (2008). Use of a storytelling context to improve girls' and boys' geometry skills in kindergarten. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 29(1), 29-48.

Celi, V., Coutat, S. & Vendeira-Maréchal, C. (2018). Travailler avec les formes en maternelle : premiers pas vers des connaissances géométriques ? *45^e Colloque de la COPIRELEM-Blois 2018*.

Charnay, R. & Mante, M. (2016). *Hatier Concours. Devenir Professeur des écoles - Mathématiques. Tome 2*. Paris : Hatier.

Clements, D. H. & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In DA Grouws (éds.), *Handbook on mathematics teaching and learning* (pp. 420-464). New York: Macmillan.

Clements, D. H. & Sarama, J. (2020). *Learning and teaching early math: The learning trajectories approach*. Routledge.

Clements, D. H., Swaminathan, S., Zeitler Hannibal, M. A. & Samara, J. (1999). Young children's concepts of shape. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30(2), 192-212.

Coutat-Gousseau, S. & Vendeira-Maréchal, C. (2015). Quelles ressources pour la reconnaissance de formes à l'école maternelle ? *41^e Colloque COPIRELEM-Mont de Marsan 2014*.

Declercq, C. (2008). *De la construction de l'identité sexuée aux différences psychologiques selon le genre*. Communication présentée à la journée des correspondants, Université de Reims Champagne-Ardenne.

Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., Pagani, L. S., Feinstein, L., Engel, M., Brooks-Gunn, J., Sexton, H., Duckworth, K. & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental psychology*, 43(6), 1428.

Duval, R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 10, 5-53.

Duval, R. & Godin, M. (2005). Les changements de regard nécessaires sur les figures. *Grand N*, 76, 7-27.

- Elia, I., Gagatsis, A. & Kyriakides, L. (2003). Young children's understanding of geometric shapes: the role of geometric models. *European Early Childhood Education Research Journal*, 11(2), 349-355.
- Fisher, K. R., Hirsh-Pasek, K., Newcombe, N. & Golinkoff, R. M. (2013). Taking shape: supporting preschoolers' acquisition of geometric knowledge through guided play. *Child Development*, 84(6), 1872-1878.
- Haack, C. L. (2011). *Improving students mathematical enjoyment through mathrelated literature*. Thèse de la Vancouver Island University, Colombie-Britannique.
- Hannibal, M. A. (1999). Young children's developing understanding of geometric shapes. *Teaching Children Mathematics*, 5(6), 353-357.
- Hock, T. T., Tarmizi, R. A., Yunus, A. S. M. & Ayub, A. F. (2015). Understanding the primary school students' van Hiele levels of geometry thinking in learning shapes and spaces: a Q-methodology. *Eurasia Journal of Mathematics, Sciences et Technology Education*, 11(4), 793-802.
- Hong, H. (1996). Effects of mathematics learning through children's literature on math achievement and dispositional outcomes. *Early Childhood Research Quarterly*, 11(4), 477-494.
- Jennings, C. M., Jennings, J. E., Richey, J. & Dixonkrauss, L. (1992). Increasing interest and achievement in mathematics through children's literature. *Early Childhood Research Quarterly*, 7(2), 263-276.
- Kalenine, S., Pinet, L. & Gentaz, E. (2011). The visual and visuo-haptic exploration of geometrical shapes increases their recognition in preschoolers. *International Journal of Behavioral Development*, 35(1), 18-26.
- Keat, J. B. & Wilburne, J. M. (2009). The impact of storybooks on kindergarten children's mathematical achievement and approaches to learning. *US-China Education Review*, 6(7), 61-67.
<https://eric.ed.gov/?id=ED506319>
- Lafortune, L. & Fennema, E. (2003). Croyances et pratiques dans l'enseignement des mathématiques. In L Lafortune, C Deaudelin, PA Doudin et D Martin (éds.), *Conceptions, croyances et représentations en maths, sciences et technos* (pp. 29-57). Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- Lindberg, S., Linkersdörfer, J., Ehm, J.-H., Hasselhorn, M. & Lonnemann, J. (2013). Gender differences in children's math self-concept in the first years of elementary school. *Journal of Education and Learning*, 2(3), 1-8.
- Marchis, I. (2012). Preservice primary school teachers' elementary geometry knowledge. *Acta Didactica Napocensia*, 5(2), 33-40.
- Mason, M. (2009). The van Hiele levels of geometric understanding. *Colección Digital Eudoxus*, 1(2), 4-8.

- Mayberry, J. W. (1983). The van Hiele levels of geometric thought in undergraduate preservice teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14(1), 58-69.
- Memisevic, H., Biscevic, I. & Pasalic, A. (2018). Predictors of math achievement in elementary school students grades 1-3. *Acta Neuropsychologica*, 16(3).
- Michot, S. (2018). *Étude exploratoire de la description et de la reproduction de figures géométriques chez des élèves du 2^e cycle du primaire*. Mémoire de maîtrise, Université de Montréal.
- Moè, A. (2018). Mental rotation and mathematics: gender-stereotyped beliefs and relationships in primary school children. *Learning and Individual Differences*, 61, 172-180.
- Moulin, M. & Deloustal-Jorrand, V. (2015). Building stories in order to reason and prove in mathematics class in primary school. In K Krainer et M Loka. *CERME9: proceedings of the Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 156-163). Prague, République Tchèque : Charles University.
- Ndolly, G. (2012). *L'apprentissage à l'enseignement de la géométrie : analyse des pratiques de futurs enseignants en stage à l'école primaire au Gabon*. Thèse de l'Université Laval, Québec.
- Noirfalise, A. & Matheron, Y. (2009). Introduction générale à la géométrie. In Vuibert (éds.), *Enseigner les mathématiques à l'école primaire - Géométrie, grandeurs et mesures - Formation initiale et continue des professeurs des écoles* (pp. 1-26 ; 50-53). Paris : Vuibert.
- Perrin-Glorian, M.-J. (2015). *Jouer avec des formes en maternelle : premiers pas vers la géométrie*.
<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01296515>
- Pinet, L. & Gentaz, É. (2007). La reconnaissance des figures géométriques planes par les enfants de 5 ans. *Grand N*, 80, 17-28.
- Pinet, L. & Gentaz, É. (2008). Évaluation d'entraînements multisensoriels de préparation à la reconnaissance de figures géométriques planes chez les enfants de cinq ans : étude de la contribution du système haptique manuel. *Revue française de pédagogie*, 162(1), 29-44.
- Raymond, A. M. (1995). Engaging young children in mathematical problem solving : providing a context with children's literature. *Contemporary Education*, 66(3), 172-173.
<https://eric.ed.gov/?id=EJ512830>
- Romano, E., Babchishin, L., Pagani, L. S. & Kohen, D. (2010). School readiness and later achievement: replication and extension using a nationwide Canadian survey. *Developmental psychology*, 46(5), 995.
- Skoumpourdi, C. & Mpakopoulou, I. (2011). The prints: picture book for pre-formal geometry. *Early Childhood Education Journal*, 39(3), 197-206.
- Smith, L., Ping, R. M., Matlen, B. J., Goldwater, M. B., Gentner, D. & Levine, S. (2014). Mechanisms of spatial learning: teaching children geometric categories. In C Freksa, B

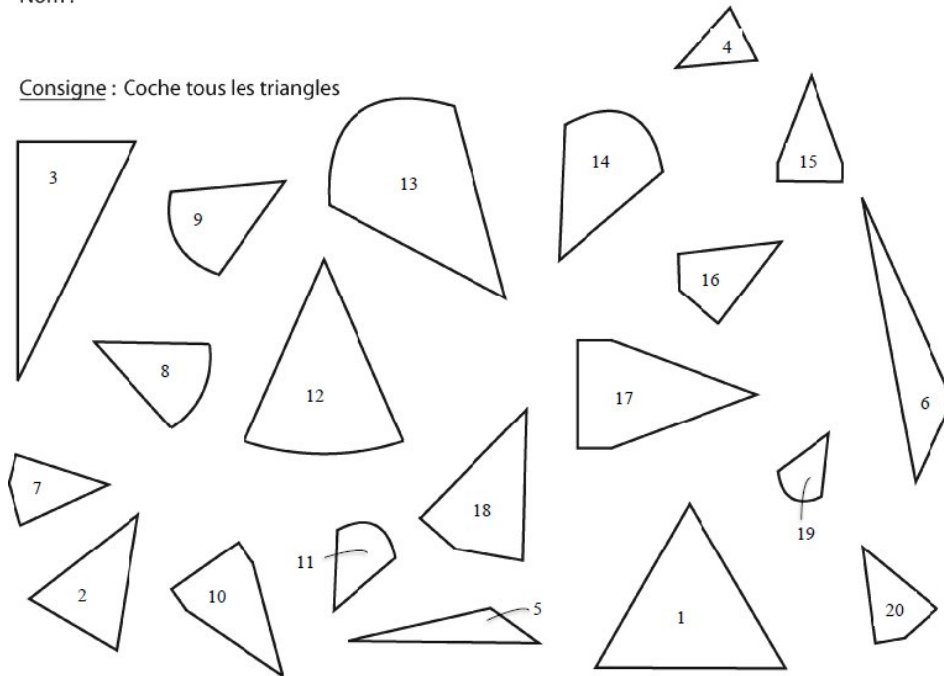
- Nebel, M Hegarty et T Barkowsky (éds.), *Spatial cognition IX* (pp. 325-337). Bremen, Germany: Springer International Publishing Switzerland.
- Tucker, C., Boggan, M. & Harper, S. (2010). Using children's literature to teach measurement. *Reading Improvement*, 47(3), 154-161.
- Van de Walle, J. A. & Lovin, L. H. (2007). *La pensée et les concepts en géométrie L'enseignement des mathématiques : l'élève au centre de son apprentissage* (vol. 1, pp. 195-236). Saint-Laurent : ERPI, Renouveau Pédagogique.
- van Hiele, P. M. (1959). Development and learning process. *Acta Paedagogica Ultrajectina*, 1-31.
- van Hiele, P. M. (1999). Developing geometric thinking through activities that begin with play. *Teaching Children Mathematics*, 5(6), 310-316.
- Voyer, D., Lavoie, N., Goulet, M.-P. & Forest, M.-P. (2018). La littérature jeunesse pour enseigner les mathématiques : résultats d'une expérimentation en première année. *Revue canadienne de l'éducation*, 41(3), 634-660.
- Walker, S. & Berthelsen, D. (2017). Gender differences in early literacy and mathematics achievement and self-regulatory behaviours in the first year of school: an Australian study. *Australasian Journal of Early Childhood*, 42(1), 70.
- Whittin, D. J. & Wilde, S. (1992). *Read any good math lately? : Children's books for mathematical learning*. Portsmouth: Heinemann educational books.
- Wilburne, J. M. & Napoli, M. (2008). Connecting mathematics and literature: an analysis of pre-service elementary school teachers' changing beliefs and knowledge. *Issues in the Undergraduate Mathematics Preparation of School Teachers*, 2.
- Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur [MÉES] (2019). *Matériel didactique approuvé pour l'éducation préscolaire et l'enseignement primaire*. Québec : Ministère de l'Éducation, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche. http://www1.education.gouv.qc.ca/bamd/doc/Liste_primaire_fr_new.pdf
- Ministère de l'Éducation de l'Ontario (2006). *Guide d'enseignement efficace des mathématiques de la 4^e à la 6^e année. Géométrie et sens de l'espace - Fascicule 1 - Formes géométriques*. Toronto : Imprimeur de la Reine pour l'Ontario.
- Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS] (2009). *Progression des apprentissages - Mathématique - Primaire*. Québec : Gouvernement du Québec.
- Ministère de l'Éducation du Québec [MEQ] (2001). *Programme de formation de l'école québécoise : Éducation préscolaire, Enseignement primaire : Version approuvée*. Québec : Ministère de l'éducation.

Annexe Prétest et post-test du triangle et du rectangle

Prétest et post-test du triangle (Pinet & Gentaz, 2008)⁹

Nom :

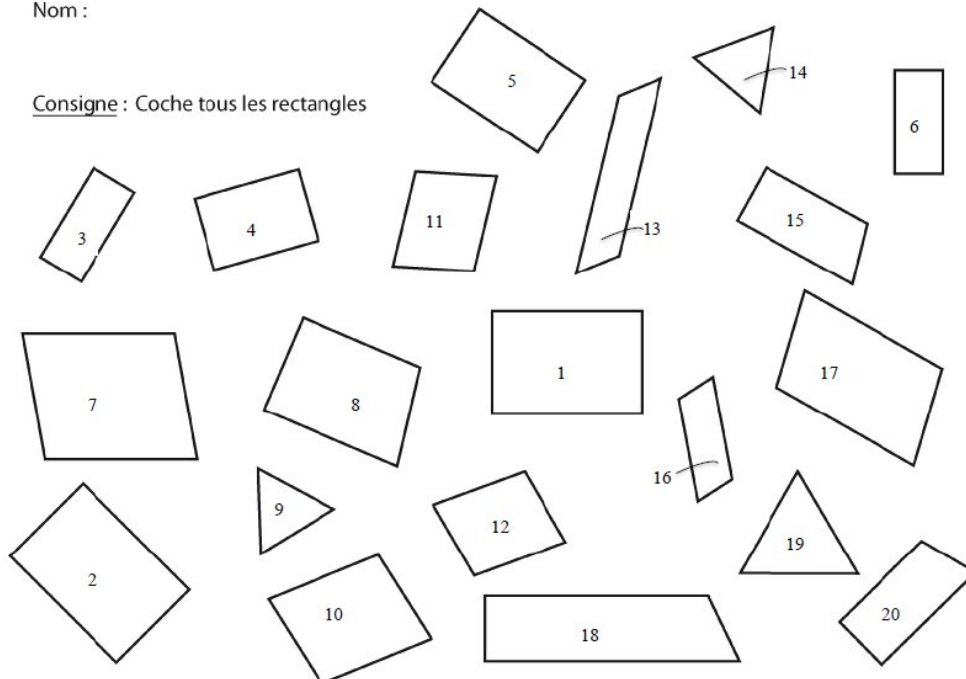
Consigne : Coche tous les triangles



Prétest et post-test du rectangle (Pinet & Gentaz, 2008)

Nom :

Consigne : Coche tous les rectangles



⁹ La numérotation des figures n'était pas présente sur les prétests et post-tests soumis aux élèves.