Quelle place pour les théories développementales dans les programmes d'études de mathématiques en Belgique francophone ?[1]

Natacha Duroisin,
Aspirante F.R.S.-FNRS, Ph. D. Université de Mons, Service de Méthodologie et Formation
Contact : natacha.duroisin@umons.ac.be

Marc Demeuse,
Professeur ordinaire, Ph. D. Université de Mons, Service de Méthodologie et Formation
Contact : marc.demeuse@umons.ac.be

Version du 18 juin 2015

Résumé

Etudier la cohérence des programmes d'études avec le développement psycho-cognitif des élèves est l'une des évaluations possibles du curriculum prescrit. Dans le cadre de cette étude, trois théories développementales ont été mobilisées pour évaluer leur intégration dans les programmes d'études de mathématiques (parties « géométrie ») pour le primaire et le début de l'enseignement secondaire. Elles ont été examinées à la lumière de travaux plus récents. L'analyse qualitative a été réalisée sur la base du modèle de pensée géométrique proposé par Van Hiele et le présent document se concentre sur ce modèle. Les résultats obtenus permettent de constater les lacunes des programmes en ce qui concerne la prise en compte du développement de l'enfant. En outre, ces résultats mettent en évidence le manque de précision dans la rédaction des intitulés curriculaires, ce qui rend leur analyse difficile en regard des connaissances scientifiques. Les classements réalisés ont également permis de constater des incohérences qui questionnent la progression énoncée des contenus prescrits.

Mots-clés : Psychologie du développement ; Programmes d'études ; Mathématiques ; Géométrie ; Analyse comparative, Psychologie des apprentissages.

[1] Cet article a été initialement publié en anglais sous la référence: Duroisin, N., Demeuse, M. (2015). What role for developmental theories in mathematics study programmes in French-speaking Belgium? An analysis of the geometry curriculum's aspects, framed by Van Hiele's model. Cogent Education, 2: 1049846, http://dx.doi.org/10.1080/2331186X.2015.1049846

1. Introduction

L'évaluation de programmes d'études[2] peut être réalisée sous plusieurs angles : la forme, la couverture des contenus, la cohérence de leur articulation et de leur progression, la terminologie utilisée, l'orientation pédagogique, la didactique, ou encore la cohérence avec le développement psycho-cognitif des apprenants… (Duroisin, Soetewey & Demeuse, 2013). En Belgique francophone, la multiplication des programmes d'études née de l'organisation compliquée du système éducatif a conduit l'équipe de recherche à étudier, lors de travaux antérieurs, la cohérence du curriculum (Demeuse, Duroisin & Soetewey, 2012), notamment par le biais de l'analyse comparée de programmes (Soetewey, Duroisin & Demeuse, 2011). Pour cette étude, un autre point de vue a été privilégié. Il est ici question de vérifier la cohérence interne des programmes et le continuum pédagogique proposé en regard à un modèle développemental reconnu.

S'inscrivant dans le cadre d'une recherche qui vise à comprendre comment les enfants et adolescents appréhendent l'espace et la manière dont l'école propose de formaliser les apprentissages liés au domaine spatial, cet article met en rapport les connaissances dont on dispose concernant le développement psycho-cognitif des élèves et la façon dont sont abordés les connaissances ayant trait à l'espace dans les programmes scolaires. Afin d'investiguer la compréhension qu'ont les élèves de l'espace (et d'identifier les difficultés de ces derniers à appréhender l'espace formalisé au départ de l'espace sensible), les auteurs ont ici choisi de s'intéresser à la géométrie puisqu'il s'agit d'un des aspects de formalisation de la compréhension et de la description de l'espace[3].

En se concentrant sur un réseau particulier (le réseau officiel), une filière d'enseignement (l'enseignement de transition) et une discipline donnée (les mathématiques), les programmes d'études de l'enseignement primaire (grades 1 à 6) et des trois premières années de l'enseignement secondaire (grades 7 à 9) ont été analysés. Le modèle de la pensée géométrique des Van Hiele, utilisé comme clé de lecture, permet d'évaluer l'intégration et la cohérence de notions développementales sur cet ensemble a priori cohérent de programmes d'études qui traduisent le curriculum de mathématiques.

2. Le curriculum et les programmes d'études, cadrage théorique spécifique à la Belgique francophone

La Belgique présente une situation particulière en matière de curriculum. En effet, elle comporte à la fois trois systèmes extrêmement autonomes - il n'existe pas, en matière de curriculum, d'autorité commune à ces trois systèmes, ni même de lieu permanent de concertation entre eux - et à l'intérieur de ceux-ci, un grand nombre de structures publiques et privées subventionnées qui possèdent de très larges marges de manœuvre, y compris dans la définition des programmes d'études. L'article 24 de la Constitution belge garantit en effet, depuis 1831, la liberté d'enseignement. Celle-ci s'applique aux parents (choix de l'établissement scolaire), mais aussi aux écoles qui jouissent d'une très large autonomie dans la manière dont elles organisent leurs enseignements.

Le Pacte scolaire, dont la loi a été votée en 1959, est le garant de trois principes fondamentaux du système éducatif belge : la liberté de choix de l'école par les parents, la fin des tensions entre les réseaux et la gratuité de l'enseignement. Cette loi a été votée avant la communautarisation de l'enseignement en 1989 et l'attribution des compétences en matière

[2] Programs in english
[3] Alors que d'autres composantes spatiales sont également abordées dans la recherche (la géographie, l'éducation physique), cet article porte uniquement sur les aspects liés à la géométrie.

d'enseignement aux Parlements des trois communautés linguistiques du pays (Communauté flamande, Communauté germanophone et Communauté française, aujourd'hui baptisée « Fédération Wallonie-Bruxelles »). Depuis cette date, l'enseignement ne fait donc plus partie des prérogatives de l'Etat belge, devenu fédéral. Il n'y a dès lors pas, à proprement parler de curriculum national, mais au moins trois curriculums, un par communauté. Le Pacte scolaire a permis de définir deux grands réseaux éducatifs : le réseau officiel et le réseau libre. Chacun de ces réseaux comprend des pouvoirs organisateurs différents. Ainsi, pour les réseaux officiels, le pouvoir organisateur est une personne de droit public, l'organisation de l'enseignement dit « officiel » est réalisée par le réseau de la Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB) ou par le réseau des villes et des provinces. Pour les réseaux libres, le pouvoir organisateur est une personne de droit privé et l'organisation de l'enseignement dit « libre » repose sur les réseaux libres confessionnels ou les réseaux libres non confessionnels. L'article 24 de la Constitution permet la liberté d'enseignement. A ce titre, un troisième réseau a été reconnu : le réseau privé. Dans ce cas, le pouvoir organisateur est une personne de droit privé déterminée par l'autorité parentale.

En Europe du Nord, le « curriculum » « est traditionnellement associé aux documents qui prescrivent les finalités, les objectifs et les contenus qui doivent être enseignés à un groupes particulier d'élèves et qui doivent être appris par eux durant leur cursus » (Westbury 2007) et que ceux-ci sont « publiés par les autorités nationales » (Sivesind, 2013). Si le système éducatif belge dispose effectivement d'un « curriculum » « qui offre une vision d'ensemble, planifiée, structurée et cohérente des directives pédagogiques selon lesquelles organiser et gérer l'apprentissage en fonction des résultats attendus » (Demeuse & Strauven, 2006, p.11), la rédaction des programmes d'études est confiée aux différents réseaux d'enseignement. Pour rédiger leurs programmes d'études, ces derniers doivent prendre en considération des documents cadres (tels que le Décret missions) et veiller à atteindre les exigences prescrites dans les Socles de compétences, au terme du premier degré de l'enseignement secondaire (grades 8), et dans les référentiels terminaux, au terme des 2^{e} et 3^{e} degrés de l'enseignement secondaire (grades 9 à 12). Ces documents cadres constituent, du point de vue des auteurs, le curriculum belge. Celui-ci ne se limite donc pas aux programmes d'études (ibid., p. 9) et inclut, entre autres, les finalités et valeurs, les objectifs, les méthodes pédagogiques, les matériels, les procédés d'évaluation pour mesurer l'atteinte des objectifs, etc. (i.e. De Landsheere, 1979 ; D'Hainaut, 1985 ; Nadeau, 1988 ; Roegiers, 1997). Selon l'article 5, 15° du Décret missions du 24 juillet 1997, qui cadre tout l'enseignement obligatoire en Belgique francophone, un programme d'étude est « un référentiel de situations d'apprentissage, de contenus d'apprentissage, obligatoires ou facultatifs, et d'orientations méthodologiques qu'un pouvoir organisateur définit afin d'atteindre les compétences fixées par le gouvernement pour une année, un degré ou un cycle ». Ainsi, le réseau de la Fédération Wallonie-Bruxelles dispose des programmes qu'il définit, le réseau des villes et des provinces se rapporte aux programmes des Provinces et Communes et les réseaux libres appliquent leurs propres programmes. Concrètement, dans une année d'étude donnée (dans une filière identique, de même forme et d'option), le contenu du cours est fixé par des programmes différents, puisque rédigés de façon autonome par chaque réseau. Le principe de liberté d'enseignement conduit donc inévitablement à une pluralité dans l'approche des thèmes prescrits et, en conséquence, aboutit à une grande diversité des programmes d'études. Étant donné que chacun des réseaux rédigent ses propres programmes pour des niveaux distincts (enseignement primaire, enseignement secondaire de transition, enseignement secondaire de qualification et enseignement secondaire professionnel) et des disciplines différentes (mathématiques, français, sciences, géographie, éducation physique…), le nombre de programmes d'études disponibles et utilisés pour l'enseignement obligatoire est important. La multitude des programmes d'études doit être envisagé du point de vue de la recherche en mettant l'accent sur l'évaluation de leur cohérence. Comme nous avons déjà pu le montrer dans d'autres articles (i.e. Soetewey *et al.*, 2011), une part des échecs scolaires (notamment aux enquêtes internationales (i. e. Pisa) et aux évaluations externes non-certificatives réalisées en Belgique francophone) peut être due à un ensemble d'incohérences dans le curriculum. Le présent article privilégie une autre approche de l'évaluation de la cohérence du curriculum : il est ici question de vérifier la cohérence interne des programmes et le continuum pédagogique proposé en regard d'un modèle développemental donné au sein d'un seul réseau d'enseignement, celui qui est organisé par la Fédération Wallonie-Bruxelles, sous l'autorité directe du ministre en change de l'enseignement obligatoire. Les auteurs postulent qu'à l'intérieur même des programmes d'études d'un réseau d'enseignement peuvent être identifiées des incohérences par rapport au développement de l'enfant et constituer une source possible d'échecs. Cette analyse a été menée dans plusieurs domaines, mais le présent article développe le travail réalisé dans le domaine de la géométrie, à travers les programmes successifs du réseau de la Fédération Wallonie-Bruxelles, couvrant la période de scolarité primaire et le début de l'enseignement secondaire, soit neuf des douze années de l'enseignement obligatoire.. Les auteurs postulent ici le fait qu'à l'intérieur même des programmes d'études des incohérences concernant le non-respect de la hiérarchie des aspects développementaux des élèves peuvent être identifiées et être la source d'échecs.

3. Le modèle du développement de la pensée géométrique selon Van Hiele

Afin de vérifier la cohérence des programmes avec le développement psycho-cognitif des apprenants, il a été nécessaire de sélectionner des modèles développementaux adéquats. Dans la littérature, deux types de modèles peuvent être identifiés. Il s'agit, d'une part, des modèles de développement globaux qui portent notamment sur le développement psycho-cognitif des apprenants et, d'autre part, des modèles spécifiques qui se centrent sur le développement d'un domaine psycho-cognitif particulier. Dans le cadre de cette étude, les modèles de développement globaux choisis ont servi de balises pour comprendre comment s'effectue le passage des connaissances intuitives de l'espace vers un formalisme que propose l'école. Ainsi, ont été considérés les concepts piagétiens relatifs à la pensée concrète et à la pensée formelle (Piaget, 1947) - ou, pour reprendre les termes de Chevallard et Julien (1991), l'espace sensible (espace rendu accessible par les sens) et l'espace géométrique (théorisation de l'espace) - et les concepts de Vygotsky (1986) présentant le modèle de la pensée conceptuelle en trois temps.

Si, comme l'indiquent Houdé et Leroux (2013, p. 155), la « théorie piagétienne est la seule qui décrive, sinon explique, la genèse des structures normatives de l'intelligence humaine dans une perspective constructiviste qui relie la construction ontogénétique à la genèse scientifique des connaissances logico-mathématiques », les travaux de Piaget ont été et font encore aujourd'hui l'objet de nombreuses critiques (Montangero, 2001). Parmi celles-ci, on peut citer le fait que, par le biais de ses recherches, Piaget accorde un pouvoir excessif à l'action, qu'il s'intéresse exclusivement aux structures logico-mathématiques du « sujet 'épistémique', trop abstrait, trop général […] oubliant parfois le sujet 'psychologique réel' » (Houdé & Leroux, 2013, p. 3), qu'il enferme l'enfant dans un stade donné à un moment donné (modèle de l'escalier) et que ces théories ne prennent pas en considération la psychologie différentielle en n'expliquant pas l'importante variabilité intra et interindividuelle des performances des sujets. Il convient donc d'utiliser les travaux du chercheur suisse en prenant un peu de recul et en intégrant les résultats de la « nouvelle psychologie de l'enfant » (Houdé, 2011). De récentes études (Emprin, Douaire & Rajain, 2009 ; Duval, 2005 ; Barth, 2001) ont souligné que le passage de la pensée concrète à la pensée abstraite se réalise difficilement pour bon nombre d'élèves et qu'il convient d'exercer le passage d'une pensée à l'autre dès l'enseignement primaire. Ainsi, selon Mathé (2008), il est nécessaire de débuter le travail d'abstraction dès le troisième cycle de l'enseignement primaire, vers 10-11 ans, pour permettre la mise en place progressive de processus de conceptualisation, en évitant de passer d'un stade à l'autre, de manière abrupte lors du passage du primaire au secondaire.

Le modèle de la pensée conceptuelle, développé à l'origine par Vygotsky (1986/2012), reprend trois grands stades de développement. Le premier concerne « la pensée basée sur des groupements non organisés ». Durant cette période, l'enfant effectue des groupements d'objets sur la base « d'associations de hasard élaborées à partir de sa perception (groupement par tâtonnement, organisation par champ visuel, tas réformés) » (Chaoued, 2006, p. 64). À ce stade, l'enfant peut donner un nom au groupement constitué mais il ne parvient pas à regrouper des objets semblables. Le deuxième stade est celui de « la pensée basée sur des groupements en ensembles complexes ». A ce moment, l'enfant parvient à se détacher de sa pensée égocentrique pour effectuer des liens entre des objets isolés et concrets. Comme le mentionne Chaoued (2006, p. 64), « […] les liens entre les diverses composantes sont "concrets" et "factuels" plutôt qu'abstraits et logiques. La phase ultime de ce stade est la pensée pseudo-conceptuelle, celle-ci "est un passage transitoire entre la pensée par ensembles et la pensée basée sur de vrais concepts" ». Pour parvenir à ce stade, deux voies de développement de la pensée doivent converger : la synthétisation et la séparation. « La première fonction impliquée dans la pensée complexe est la répartition par ensembles ou la synthèse de phénomènes qui présentent des aspects communs. La seconde voie menant à la pensée conceptuelle suit le processus de séparation ou d'analyse des phénomènes en les dissociant ou en faisant abstraction de certains de leurs éléments » (Chaoued, 2006, p. 64).

Le modèle principalement mobilisé dans le cadre cet article, celui des Van Hiele (1959), envisage quant à lui de manière spécifique le domaine de la géométrie. Portant sur le développement de la pensée géométrique des apprenants, ce modèle, est centré sur le langage et l'axiomatisation simple pour l'enseignement primaire et pour l'enseignement du début du secondaire. Il est construit de façon hiérarchique et met en évidence cinq niveaux de compréhension des concepts géométriques (Fuys, 1985). La description du modèle de Van Hiele est proposée dans le Tableau 1. Le premier niveau, nommé « identification », est atteint lorsque les élèves parviennent à reconnaitre des formes à partir de leur apparence globale. À ce niveau, il n'est pas question pour l'élève d'énoncer les propriétés de la figure donnée. Le deuxième niveau, appelé « analyse », est atteint par l'élève lorsque celui-ci arrive à distinguer et à abstraire quelques propriétés d'une figure géométrique sans pour autant tisser des liens logiques entre elles. Le troisième niveau, nommé « déduction informelle », est atteint lorsque l'apprenant parvient à établir les liens logiques entre plusieurs propriétés d'une ou de plusieurs figures. Lorsque l'élève est capable de comprendre ce qu'est un théorème ou, par exemple, d'élaborer une démonstration, c'est qu'il est parvenu au quatrième niveau, nommé « déduction formelle ». Enfin, le dernier niveau concerne l'enseignement universitaire et renvoie à différents systèmes axiomatiques. Ces différents niveaux trouvent généralement leur correspondance dans le système scolaire (Belkhodja, 2007). Pour Van Hiele, c'est l'enseignement qui doit mettre en évidence les niveaux du modèle.

Tableau 1 – Description du modèle de Van Hiele (1959)

Niveau	*Niveau d'acquisition (Belkhodja, 2007)*	*Nom du niveau*	*Description*	
1	Avant l'école	Identification - Visualisation - Perception globale	Reconnaissance de formes, sans énonciation de propriétés	Niveau visuel

2	Durant l'enseignement primaire	Analyse	Distinction et abstraction de quelques propriétés d'une figure géométrique, sans tisser des liens logiques entre elles	Niveau descriptif
3	Durant l'enseignement secondaire (1er degré)	Déduction informelle	Établissement de liens logiques entre plusieurs propriétés d'une ou de plusieurs figures	Niveau logique
4	Durant l'enseignement secondaire (2e degré)	Déduction formelle	Élaboration de déductions, de démonstrations simples Compréhension d'un théorème	
5	Enseignement supérieur - universitaire	Rigueur	Comparaison de systèmes axiomatiques Production de théorèmes dans différents systèmes axiomatiques	

Comme l'indique Wirszup (1976), les différents niveaux décrits par Van Hiele sont inhérents au développement des processus de la pensée. Ce même auteur mentionne que le passage d'un niveau à un autre ne constitue pas un processus spontané s'effectuant en même temps que le développement biologique de l'élève et dépendant seulement de son âge. En effet, ce développement s'effectue en fonction des apprentissages réalisés et donc des contenus enseignés et des méthodes d'enseignement préconisées. Dans ce contexte, la différenciation pédagogique peut être un élément important (Forsten, Grant & Hollas, 2002). Tomlinson (2001) identifie d'ailleurs les différents éléments du programme qui peut être différenciés (contenu, processus et produits). Le passage d'un niveau à un autre n'est donc pas spontané et ne dépend pas de la maturation de l'élève, il peut être accéléré (Fuys, Geddes & Tischler, 1988), en accord avec Van Hiele, par un enseignement basé sur cinq phases successives (questionnement/information ; orientation dirigée ; explication ; orientation libre et intégration - Figure 1).

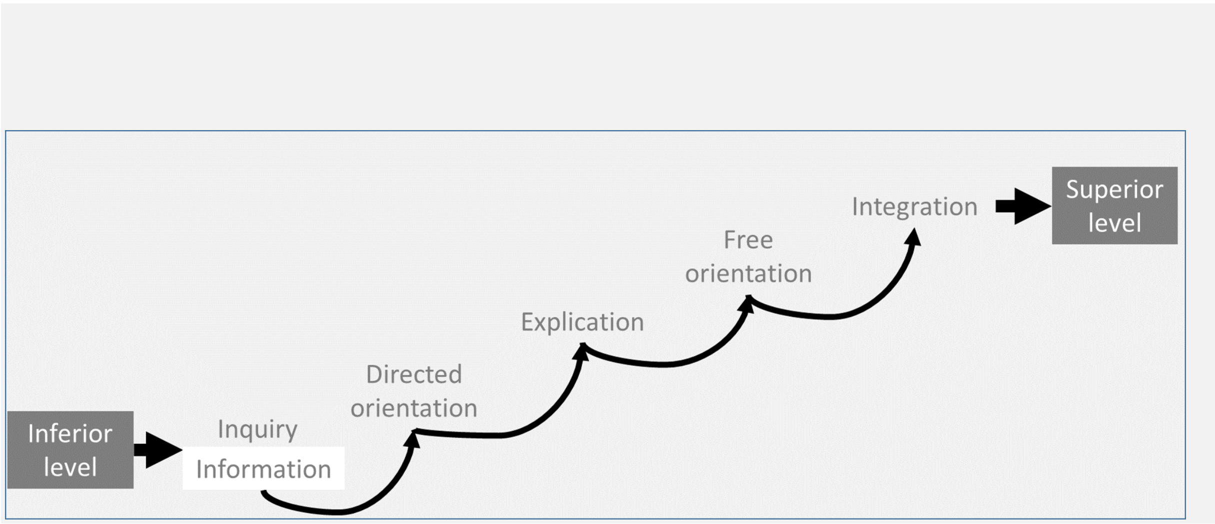

Figure 1 – Illustration des cinq phases successives du modèle de Van Hiele (représentation libre à partir de Van Hiele, 1959)

Selon Gutiérrez (1992) et Usiskin (1982), les niveaux décrits par Van Hiele possèdent plusieurs propriétés, dont trois d'entre elles sont présentées ci-dessous

- Ils sont séquentiels et ordonnés (un niveau supérieur ne peut être atteint que si le niveau inférieur est acquis)

- Ils sont continus (le passage d'un niveau au suivant s'effectue de façon continue puisque « acquisition of a thinking level by a student is gradual and it can be observed along the time » (Gutiérrez, 1992, pp. 32)

- Ils possèdent un langage propre (suivant le niveau dans lequel on se trouve, un sens différent peut être donné à la notion).

Cette dernière propriété est source de nombreux problèmes dans l'enseignement/apprentissage. Étant donné la différence de niveau de formation entre élèves et enseignants, ceux-ci n'utilisent pas le même langage ni les mêmes axiomes et ne traitent donc pas la matière de la même façon. Il est donc nécessaire que l'enseignant adapte son langage aux élèves dont il a la charge. De la même manière, du point de vue des programmes d'études, nous verrons qu'un intitulé peut être rattaché à un ou plusieurs niveaux du modèle dépendamment de la lecture/compréhension que l'on en fait (point 6.3).

Si le modèle proposé par les Van Hiele s'appuie sur les travaux piagétiens (Colignatus, 2014), dans le même temps, il s'en distingue. Alors que Van Hiele (1986, p. 5) indique qu'"une part importante des origines de son travail peut être trouvée dans les théories de Piaget", sa théorie s'en écarte pour deux raisons principales. D'une part, dans leurs thèses, les Van Hiele ont testé l'idée, défini et empiriquement développé les niveaux d'abstraction dans la compréhension des mathématiques en défendant un lien indépendant avec l'âge (Colignatus, 2014). En effet, les auteurs ne considéraient pas que les niveaux de compréhension soient liés à un âge donné. D'autre part, ils pensaient que la théorie développementale proposée par Piaget ne prenait pas en considération l'apprentissage et craignaient que les stades de développement (préopératoire et opération concrète) n'étaient pas suffisant pour permettre la compréhension de notions géométriques. Par ailleurs, les Van Hiele ont reconnu le rôle important joué notamment par le langage et, en ce sens, se sont également inspirés de la théorie vygotskienne (Knight, 2006).

Outre le fait que le modèle des Van Hiele ait été conçu en regard aux théories développementales globales, d'autres raisons ont guidé le choix de ce modèle. Premièrement, il s'agissait de sélectionner un modèle déjà mis à l'épreuve et/ou validé par plusieurs auteurs (Crowley, 1987 ; Lunkenbein, 1982 ; Usiskin, 1982 ; Marchand, 2009). Deuxièmement, le modèle choisi devait être en accord avec les contenus visés dans les programmes actuels (Yildiz, Aydin & Kogce, 2009). Troisièmement, il devait déterminer avec une certaine précision la progression d'enseignement et illustrer les principales étapes que les élèves doivent franchir pour progresser en géométrie (Marchand, 2009).

4. Questions de recherche et méthodologie

Comme le mentionnent plusieurs auteurs (Hemmi, Lepik & Viholainen, 2013 ; St-Pierre, Dalpé, Lefebvre & Giroux, 2010), les modèles de développement sont utiles pour élaborer des programmes adaptés au niveau scolaire des apprenants. Pour rappel, l'objectif de notre étude est d'évaluer l'intégration et la cohérence du modèle de développement de la pensée géométrique proposé par Van Hiele dans les programmes d'études de mathématiques (parties

« géométrie ») de l'enseignement primaire et des trois premières années de l'enseignement secondaire (enseignement organisé par la Fédération Wallonie-Bruxelles). Deux questions sont en particulier examinées. Elles peuvent être formulées de la manière suivante :

Retrouve-t-on, dans la partie des programmes consacrée à la géométrie, des niveaux de développement de la pensée géométrique tels que ceux proposés par Van Hiele ?

Les compétences sont-elles correctement déclinées en fonction de chacun des niveaux de développement de la pensée géométrique décrits par Van Hiele ?

Pour répondre à ces questions, la recherche a été réalisée en deux temps. Dans un premier temps, une revue de la littérature a été effectuée de manière à identifier le modèle théorique (ainsi que les théories sous-jacentes) pouvant être utilisé pour mettre en rapport le développement de l'appréhension de l'espace chez les élèves et les acquisitions prescrites durant la période qui s'étend du début de l'enseignement fondamental à la fin de la troisième année de l'enseignement secondaire. Dans un second temps, un travail d'analyse comparative qualitative a été réalisé entre le modèle du développement de la pensée géométrique proposé par les Van Hiele et les apprentissages planifiés dans les programmes de mathématiques. Les notions théoriques issues des travaux de Piaget et Vygotsky n'ont été mobilisées que pour préciser certains points critiques des programmes d'études.

Concrètement, chaque programme d'études comporte une série d'intitulés correspondant à un point d'entrée défini en termes de savoir, de savoir-faire ou de compétence. L'analyse a été effectuée sur la base de la structuration des programmes d'études. Un intitulé s'apparente à une phrase qui correspond à une unité de codage. Chacune de ces unités a été associée à un des niveaux du modèle proposé par Van Hiele (le Tableau 2 reprend les éléments théoriques qui ont permis de réaliser l'analyse des programmes d'études).

Tableau 2 – Eléments théoriques servant à l'analyse des programmes d'études

Éléments théoriques repris de Van Hiele
Modèle de la pensée géométrique en 5 niveaux - Identification/Visualisation Perception globale - Analyse - Déduction informelle - Déduction formelle - Rigueur

Le codage a été effectué en deux temps. Tout d'abord, le travail a été réalisé sur un nombre réduit d'intitulés, de façon indépendante par deux chercheurs. Ces derniers ont ensuite mis en commun leur classement afin de comparer leurs résultats. Après s'être entendus sur une façon commune de procéder, ils ont ensuite effectué le codage de l'ensemble des intitulés des programmes d'études. Suivant la formule classique de calcul de fiabilité inter-codeurs, le taux de concordance est de 94%. Si ce pourcentage n'inclut pas le nombre réduit d'intitulés qui a permis de définir les principes de codage, il inclut cependant une catégorie nommée « intitulés non classables », qui contient les intitulés qui n'ont pu être associés à un niveau du modèle (nous discutons cela dans le point 6.1.4.).

Il est à noter que pour effectuer ce classement, les chercheurs se sont limités à l'intitulé tel qu'il figure dans le texte original, sans essayer de l'interpréter. Un exemple de classement des intitulés est proposé dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Exemples de classement d'intitulés effectué par rapport au modèle de Van Hiele

Intitulés issus des programmes d'études (*niveau d'enseignement en année et/ou en cycle*)	Niveau du modèle de Van Hiele
Reconnaitre des polygones réguliers parmi d'autres figures planes. (*cycle 2 et cycle 3 primaire*)	Niveau 1
Comparer le rectangle et le carré (en termes de côtés et d'angles). (*cycle 3 primaire*)	Niveau 2
Reconnaitre angle droit, angle aigu, angle obtus, angles complémentaires, angles supplémentaires (*1ère année secondaire – cycle 1 S*)	Niveau 1
Déterminer les positions relatives de sommets, d'arêtes, de faces. (*1ère année secondaire – cycle 1 S*)	Niveau 2
Comparer rayon et diamètre. (*2e année secondaire – cycle 1 S*)	Niveau 3

5. Prémisses de l'analyse en s'appuyant sur certains aspects des théories piagétienne et vygotskienne

En confrontant une partie du curriculum prescrit au modèle théorique proposé par Piaget concernant la pensée concrète et formelle, on remarque que, globalement, les programmes d'études de l'enseignement primaire et secondaire (cycle 1) prennent en compte le développement cognitif de l'apprenant. Ainsi, le recours à la pensée concrète est principalement observé au primaire tandis que le recours à la pensée abstraite s'effectue davantage au 2e degré de l'enseignement secondaire. On remarque également que les activités proposées durant l'enseignement primaire portent, de manière quasi-exclusive, sur la perception, l'observation, la reconnaissance d'objets familiers, de solides, de figures planes, les déplacements d'objets, les associations ainsi que les comparaisons et classements d'objets, de figures planes…

Les contenus issus des programmes d'études pour l'enseignement primaire sont donc en accord avec les théories piagétiennes puisqu'ils favorisent le développement de la pensée concrète. Comme dit précédemment, de récentes études soulignent que le passage de la pensée concrète à la pensée abstraite se réalise difficilement pour bon nombre d'élèves et qu'il convient d'exercer le passage d'une pensée à l'autre dès l'enseignement primaire. Mathé (2008) préconise de débuter le travail d'abstraction progressivement dès l'enseignement primaire, en évitant de passer d'un stade à l'autre, de manière abrupte lors d'un changement de niveau scolaire. Or, par rapport au modèle de la pensée conceptuelle développé par Vygotsky, c'est précisément au niveau de la progression que le programme prescrit pose problème.

Pour illustrer ces propos, l'exemple ci-dessous est tiré du programme d'études de 3e année de l'enseignement secondaire et concerne la trigonométrie du triangle rectangle (Figure 2).

> *« Trigonométrie du triangle rectangle*
> *Définition du cosinus, du sinus et de la tangente d'un angle aigu. Utilisation de la calculatrice.*
> *Formules fondamentales « $\sin^2$ alpha + $\cos^2$ alpha = 1, tg alpha = sin alpha/cos alpha »*

Figure 2 - *Extrait du programme d'études de 3e année secondaire*

Contrairement à ce qui est prôné par Vygotsky, aucun élément lié à la progression n'est abordé. Seules les éléments-clés à enseigner sont identifiés. Le programme d'études ne fait pas mention des liens existants entre la notion théorique présentée et le triangle rectangle qui est seulement mentionné dans le titre, ni même avec le repère orthonormé. De plus, aucune illustration permettant une meilleure compréhension de la matière à enseigner n'est proposée, même si, selon l'article 5, 15° du décret « missions » du 24 juillet 1997 qui cadre tout l'enseignement obligatoire en Belgique francophone, un programme d'étude est « un référentiel de situations d'apprentissage, de contenus d'apprentissage, obligatoires ou facultatifs, et d'orientations méthodologiques qu'un pouvoir organisateur définit afin d'atteindre les compétences fixées par le gouvernement pour une année, un degré ou un cycle ».

6. Résultats de l'analyse comparative entre le modèle de développement de la pensée géométrique et les programmes d'études

Le modèle de Van Hiele permet d'examiner de manière plus précise le développement de la pensée géométrique au regard des textes normatifs.

6.1.1. Les cycles d'enseignement correspondent-ils aux niveaux de développement de la pensée géométrique ?

Pour répondre à la question posée, une représentation graphique des résultats en cycles est proposée dans la figure 3. Les trois premiers cycles concernent l'enseignement primaire, le dernier concerne le premier degré de l'enseignement secondaire.

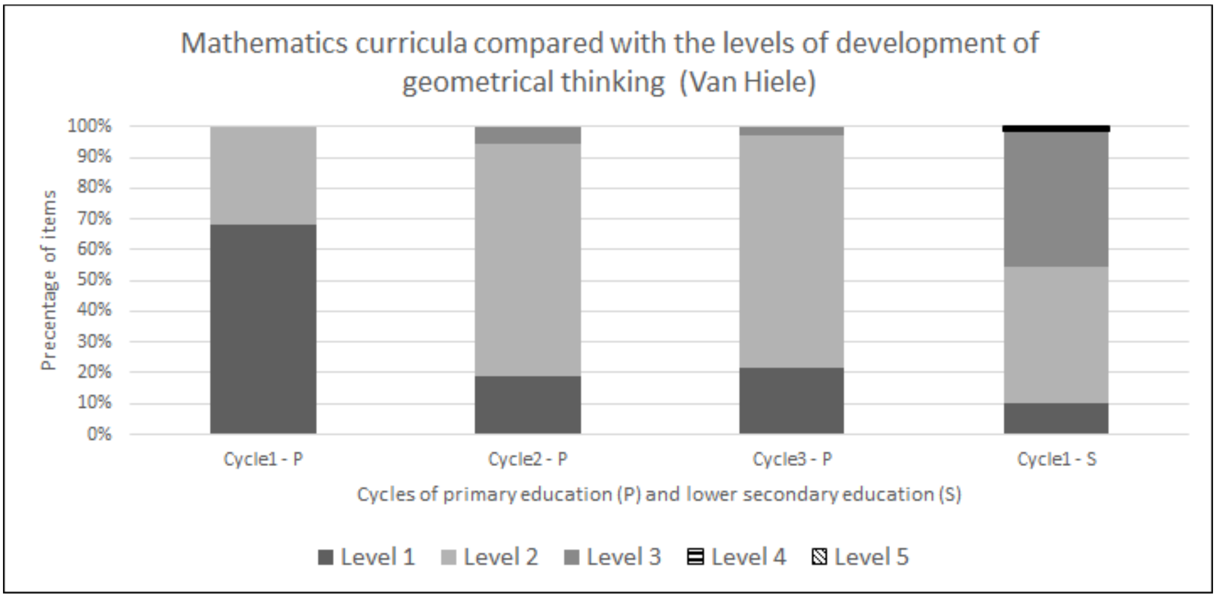

Figure 3 – Illustration de la mise en relation des programmes d'études avec les niveaux de Van Hiele

La lecture de la figure 3 met en évidence la place très large laissée au premier niveau du modèle (Identification) lors du premier cycle de l'enseignement primaire. Par la suite, le niveau 2 (Analyse) est davantage travaillé (cycles 2 et 3 de l'enseignement primaire). Lors du premier cycle de l'enseignement secondaire, les niveaux 2 et 3 (Déduction informelle) sont principalement travaillés. Globalement, les cycles d'enseignement sont en cohérence avec les niveaux de développement de la pensée géométrique décrit pas Van Hiele.

6.1.2. Les compétences sont-elles correctement déclinées en fonction de chaque niveau de développement de la pensée géométrique ?

En se basant sur les réflexions de Belkhodja (2007, p.140) qui mentionne que "lorsqu'on vise le développement des compétences pour réaliser des apprentissages fondamentaux à l'école, il devient nécessaire de leur définir des niveaux de développement", il s'agit à présent de se questionner sur l'adéquation des compétences en fonction de chaque niveau de développement de la pensée géométrique. Pour ce faire, deux types de représentations ont été privilégiés.

Dans la partie consacrée à la formation mathématique, les Socles de compétences comptent quatre compétences transversales qu'il convient de développer durant l'enseignement primaire et lors du premier degré de l'enseignement secondaire. Ces quatre compétences sont analyser et comprendre un message ; résoudre, raisonner et argumenter ; appliquer ; structurer et synthétiser. Comme mentionné précédemment, les intitulés figurants dans les programmes d'études ont tout d'abord été classés dans l'un des niveaux du modèle pour ensuite être regroupés en fonction des quatre compétences transversales susmentionnées.

Sur la Figure 4 est illustrée la manière dont sont réparties les compétences (tous les programmes confondus) dans les cinq niveaux proposés par Van Hiele.

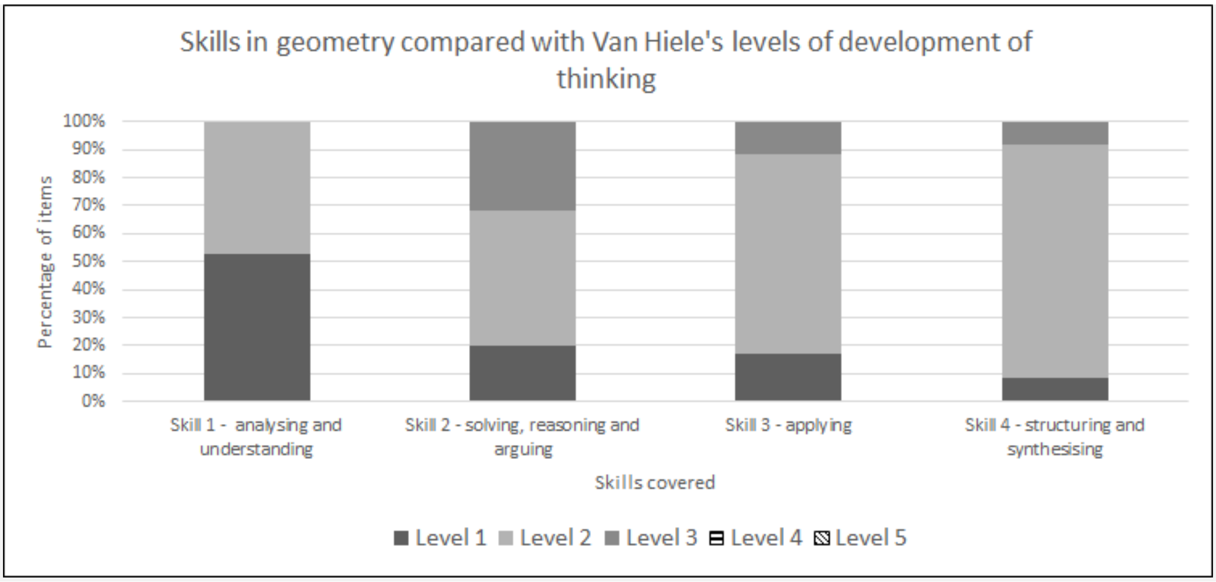

Figure 4 – Répartition des compétences dans les cinq niveaux proposés par Van Hiele

À la vue des résultats obtenus, on remarque une inégale répartition des compétences dans les quatre niveaux du modèle présenté. En effet, la compétence 1 n'apparait que dans les deux premiers niveaux du modèle et les compétences 2, 3 et 4 sont très peu travaillées dans le premier niveau. Ainsi, on peut par exemple regretter le fait que pour ces compétences, le recours à des formules plus visuelles (de type tableaux ou graphiques) ne soit pas davantage préconisé dans les programmes d'études.

En s'intéressant à présent aux différences de répartition des compétences en fonction des cycles d'enseignement, d'autres constats peuvent être tirés. Les figures présentées ci-dessous décrivent la situation pour chaque compétence transversale. Les cycles d'enseignement (cycles 1P, 2P et 3P pour l'enseignement primaire et cycle 1S pour l'enseignement secondaire) sont détaillés dans chaque figure pour chaque compétence.

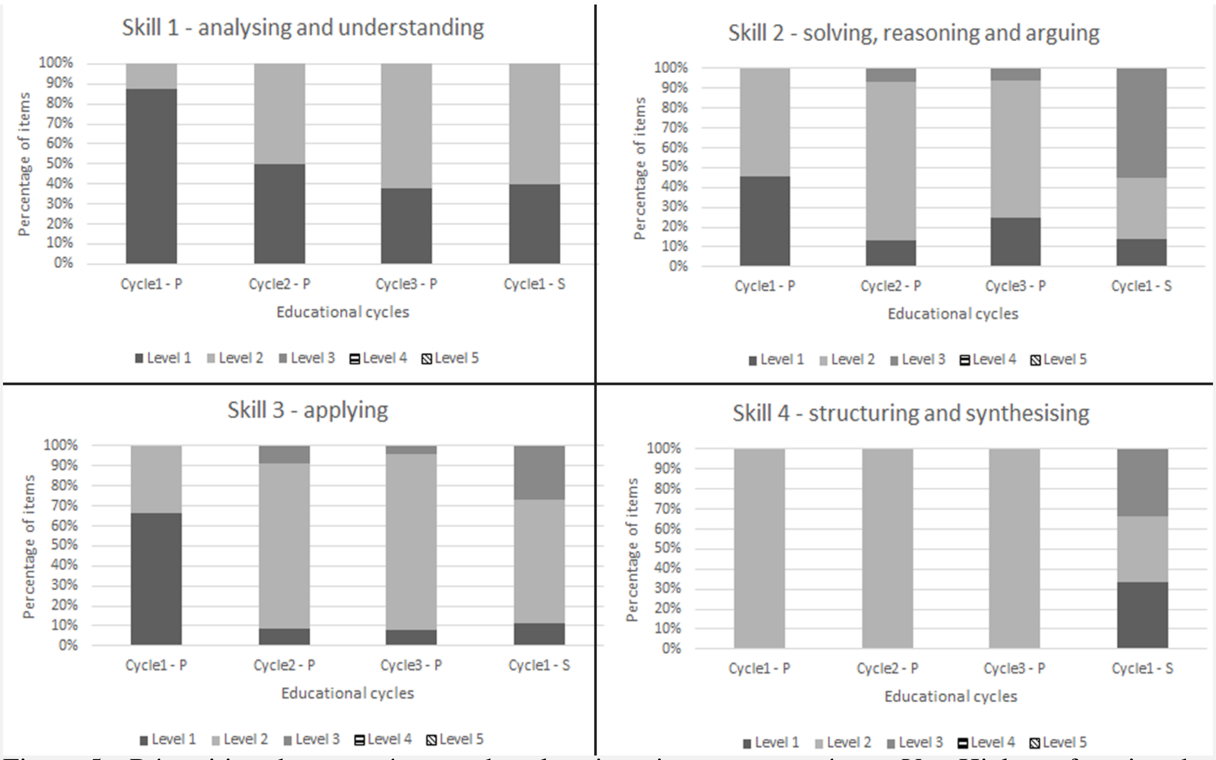

Figure 5 - Répartition des compétences dans les cinq niveaux proposés par Van Hiele en fonction des cycles d'enseignement

On remarque qu'en fonction des cycles d'enseignement, les compétences ne sont pas toutes travaillées dans chacun des niveaux du modèle. Ainsi, pour la compétence 1, au premier cycle du primaire, la quasi-totalité des intitulés est rattaché au premier niveau du modèle. Pour les compétences 2 et 3, aux deuxième et troisième cycles de l'enseignement primaire, on constate qu'une large place est faite au deuxième niveau du modèle alors que le premier niveau n'est pas suffisamment travaillé. Pour la compétence 4, les premier et troisième niveaux du modèle ne sont pas travaillés durant l'enseignement primaire.

6.1.3. Limites de l'approche utilisée étant donné l'imprécision des intitulés des programmes

L'une des limites de l'approche mise en œuvre concerne le manque de précision de certains intitulés (voir exemple proposé dans la figure 6). Ainsi, certains ne peuvent pas être classés dans un niveau plutôt que dans un autre. En effet, en fonction des choix qui seront réalisés par l'enseignant lorsqu'il dispensera ses cours, choix qui sont très peu contraints par des intitulés peu précis, il sera sans doute possible d'observer la mobilisation de compétences de niveaux très différents. .

> *« Configurations de Thalès – Rapports et proportions*
> *Problème de construction et de calcul, recherche et démonstration de propriétés.*
> *On traitera au moins les problèmes suivants ;*
> *- (…),*
> ***- Section d'un prisme, d'une pyramide par un plan parallèle à une face. »***

Figure 6 – Extrait du programme d'études de 3^{e} sec.

L'extrait du programme d'études de 3^{e} année de l'enseignement secondaire permet d'illustrer les difficultés auxquelles le chercheur est confronté lorsqu'il effectue le classement des intitulés dans un des niveaux du modèle de Van Hiele. En effet, après la lecture de l'intitulé présenté en gras, on peut se demander comment l'enseignant doit le comprendre. Est-il question de favoriser l'abstraction ou, au contraire, de se baser sur des éléments concrets permettant de mieux appréhender la notion ? Cet exercice est-il réalisé sur un solide en 3D ou sur un solide représenté sur une feuille de papier ? En d'autres termes, l'enseignant doit-il faire visualiser la section d'un prisme à ses élèves ou doit-il faire effectuer la section d'un prisme ? Les élèves doivent-ils effectuer le calcul de la surface de la section, comme indiqué dans le début de l'énoncé ? Est-il donc question de travailler le théorème de Thalès en regard au paradigme géométrique ou algébrique ?

6.1.4. Mise en avant des limites du modèle de Van Hiele en regard aux programmes d'études analysés

Si le modèle de Van Hiele a permis d'analyser les programmes d'études et de dégager des points importants pour mener une réflexion de fond concernant la prise en considération du développement de la pensée géométrique chez l'élève, ce dernier a toutefois montré ses limites. La première est qu'il est parfois difficile de classer dans un des niveaux donnés les intitulés relatifs aux actions que les élèves doivent accomplir. C'est le cas pour des actions telles que construire, mesurer… Pour classer les intitulés d'actions, il peut être intéressant de se reporter aux travaux de Duval (2005). Cet auteur souligne la place importante de l'activité de l'élève, notamment en visualisation spatiale. Il note que « la façon de voir une figure géométrique dépend de l'activité pour laquelle elle est utilisée » (p. 5) et il distingue quatre entrées communes en géométrie (botaniste/géomètre/constructeur/inventeur-bricoleur). De la même manière que cela a été fait en utilisant le modèle de Van Hiele dans le présent article, il pourrait être intéressant d'utiliser le modèle de Duval pour classer les intitulés de programmes. La seconde est que le modèle ne prend pas en compte les contenus géométriques se rapprochant du paradigme algébrique ; or, comme le soulignent Duroisin (2013) et Duroisin, Soetewey & Canzittu (2013), les parties dédiées à la « géométrie » dans les programmes d'études de mathématiques (enseignement officiel) s'inscrivent parfois dans un paradigme algébrique.

7. Utiliser des théories développementales pour vérifier le continuum pédagogique proposé dans les programmes d'études

Le chapitre III du décret définissant les missions prioritaires de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire et organisant les structures propres à les atteindre (1997) a pour titre « Des objectifs particuliers communs à l'enseignement fondamental et au 1er degré de l'enseignement secondaire ». Dans sa première section, article 13, il est noté que « Dans l'enseignement ordinaire, la formation de l'enseignement maternel et des huit premières années de la scolarité obligatoire constitue un continuum pédagogique structuré en trois étapes, visant à assurer à tous les élèves, les socles de compétences nécessaires à leur insertion sociale et à la poursuite de leurs études ». Par continuum pédagogique, il faut donc entendre qu'est pensé et favorisé, de la maternelle à la fin du premier degré de l'enseignement secondaire, la continuité des apprentissages. Si les documents qui servent à fournir des cadres légaux (décrets, contrat pour l'Ecole…) préconisent ce continuum pédagogique, force est de constater que, dans les programmes d'études, la continuité des apprentissages entre l'enseignement primaire et secondaire n'est pas forcément pensée de façon adéquate. La prise en considération des modèles de développement a permis de mettre à jour des incohérences dans la progression entre les contenus devant être dispensés durant l'enseignement primaire et l'enseignement secondaire. Quelques-unes des incohérences relevées dans les parties « solides et formes » (pour l'enseignement primaire), ou « géométrie » (pour l'enseignement secondaire) des programmes d'études sont reprises dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4 – Exemples incohérences issus des programmes d'études (primaire et 1ère année secondaire)

ens. primaire, 8 à 10 ans	ens. primaire, 10 à 12 ans	ens. secondaire, 1ère année
« **Tracer** des développements de solides (cube, parallélépipède rectangle) sur papier quadrillé ou non »	« **Tracer** des développements de solides (cube, parallélépipède rectangle) sur papier quadrillé ou non »	« **Reconnaitre** un développement d'un cube, d'un parallélépipède rectangle, d'un prisme droit »

Tableau 5 – Exemples incohérences issus des programmes d'études (primaire et 2e année secondaire)

ens. primaire, 8 à 10 ans	ens. primaire, 10 à 12 ans	ens. secondaire, 2e année
« **Utiliser** la translation, la rotation, la symétrie dans des activités concrètes d'expression ; éducation physique, peinture… »	« **Déplacer** des figures planes et distinguer la translation, la rotation, la symétrie orthogonale, la symétrie centrale » « **Comparer** et **classer** des figures planes en prenant comme critères ; le nombre de côtés et d'angles ; les relations entre les côtés ; les relations entre les angles ; la présence d'axes de symétrie »	« **Découvrir** dans une figure un axe de symétrie » « **Découvrir** des symétries et des rotations dans des polygones réguliers ».

La lecture de ces tableaux permet de remarquer que si la progression des contenus proposés dans l'enseignement primaire est globalement correcte, il n'en est pas de même pour la transition primaire/secondaire. En effet, il semble que les contenus des programmes de l'enseignement secondaire font abstraction des acquis dispensés lors des années antérieures.

8. Discussions et conclusions, pour une complémentarité des modèles de développement

La prise en considération de modèles de développement permet d'effectuer un travail important sur les programmes d'études, aussi bien lors de leur conception que de leur évaluation. C'est dans la seconde perspective que s'est inscrite l'étude menée.

Globalement, les programmes d'études qui ont été examinés se basent sur des théories développementales relativement anciennes et peu spécifiques en privilégiant de manière quasi-exclusive, durant l'enseignement primaire, le travail sur des objets concrets. Or, de récentes recherches mettent en évidence l'intérêt de débuter le processus d'abstraction dès le troisième cycle de l'enseignement primaire. Il apparait également que les programmes négligent l'apprentissage multi-modal et multi-sensoriel (en d'autres termes, les apprentissages pratiques) dans l'enseignement secondaire. En créant des représentations avec les mains-corps-esprit, en réalisant des expériences multisensorielles, avec des matériaux appropriés, le langage et les symboles adaptés, l'apprentissage peut favoriser le processus d'abstraction et peut aider à représenter des idées plus abstraites. Pour les futurs programmes d'études, il parait utile de penser, *a priori*, lors de la rédaction des programmes, à intégrer les apports de ces nouvelles recherches (Duval, 2005 ; Mathé, 2008 ; Perrin-Glorian, Mathé & Leclercq, 2013).

Concernant l'intégration du modèle spécifique développé par Van Hiele, il convient d'être plus nuancé. Globalement, les cycles d'enseignement coïncident avec les niveaux de développement de la pensée géométrique. Toutefois, l'accent n'est pas suffisamment mis sur les stades intermédiaires qui devraient permettre aux élèves d'atteindre plus facilement les compétences ciblées dans la suite du cursus.

La prise en considération des théories développementales a également permis de remettre en question la progression des apprentissages lors du passage primaire/secondaire. Si bon nombre de documents cadres décrets, Contrat pour l'école…) et de nombreuses recherches cherchent à solutionner les difficultés rencontrées lors de la transition primaire/secondaire, il semble aussi nécessaire de ré-écrire les programmes en étant attentif aux acquis antérieurs, favorisant ainsi le développement d'un continuum cohérent. Cette exigence est d'autant plus importante, si on souhaite construire un véritable curriculum, qu'il n'existe, en Belgique francophone, aucun manuel officiel, commun à tous les enseignants, ni même une certification identique, en dehors de celles qui interviennent en fin d'enseignement primaire et après le premier cycle de l'enseignement secondaire. C'est d'ailleurs la différence de résultats entre ces deux épreuves qui a, notamment, conduit à s'interroger sur l'existence d'un réel curriculum cohérent en géométrie (Houdement, 2007 ; Usiskin, Andersen & Zotto, 2010).

En outre, cette étude a permis de rendre compte des difficultés de classement, dans un niveau donné, d'un certain nombre d'intitulés, fort imprécis et permettant de nombreuses opérationnalisations différentes. Si cette difficulté de classement remet en question la reproductibilité de notre étude et globalement les résultats obtenus, elle conduit surtout à se questionner sur les difficultés que peuvent éprouver les enseignants lorsque ceux-ci doivent préparer leur cours et enseigner les contenus prescrits. En effet, le manque de précision dans la rédaction des items et/ou le manque d'illustrations peut rendre ardue la tâche de l'enseignant et la dérive curriculaire, en fonction du niveau des élèves, fort importante. Difficulté encore plus importante pour les enseignants du secondaire étant donné que ces derniers ne sont pas forcément formés pour enseigner les matières dont ils ont la charge (ce qui pose également la question de la formation enseignante). Étant donné les contraintes auxquelles les enseignants doivent faire face, une des solutions est de retravailler les programmes d'études en prenant en considération la transition primaire/secondaire, en évitant les redites, en respectant la progression des apprentissages et en s'inspirant des récentes recherches menées en psychologie du développement.

Enfin, notons que, pour cette étude, seuls les programmes d'études rédigés par le réseau officiel ont été étudiés. Un travail similaire pourrait être mené sur les documents proposés par les autres réseaux d'enseignement afin de vérifier la cohérence interne des programmes d'études.

9. Acknowledgements

Natacha Duroisin bénéficie du financement d'un mandat d'Aspirante F. R. S. - FNRS (Fonds De La Recherche Scientifique – FNRS - Belgique).

10. Bibliographie

Barth, B. M. (2001). *L'apprentissage de l'abstraction*, Paris : Éd. Retz.

Belkhodja, M. (2007). *La visualisation en géométrie dans trois et deux dimensions en tant que compétence à développer à l'école*. Tome 1. Published Thesis. Québec : Université de Laval.

Chaoued, A. (2006). *L'enseignement scientifique à l'école de base. Approches didactique, anthropo-culturelle et épistémologique des curricula scientifiques de l'enseignement de base en Tunisie*. Tome 1. Thèse de doctorat, Université de Rennes II – Haute Bretagne.

Chevallard, Y. and Julien, M. (1991). Autour de l'enseignement de la géométrie au collège. *Petit x*, 27, 41-76.

Clermont, G., Desbiens, J.-F., Malo, A., Martineau, S., & Simard, D. (1997). *Pour une théorie de la pédagogie. Recherches contemporaines sur le savoir des enseignants*. Quebec: les Presses de l'Université de Laval.

Colignatus, T. (2014). *Pierre van Hiele and David Tall: Getting the facts right*. In ARXIV, USA : Cornell University Library, 1-24.

Crowley, M. (1987). The Van Hiele Model of the Development of geometric thought. *Learning and teaching geometry*, K-12, 1-16.

D'Hainaut, L. (1985). *Des fins aux objectifs de l'éducation* (4è éd.). Bruxelles: Labor-Nathan.

De Landsheere, G. (1979). *Dictionnaire de l'évaluation de la recherche en éducation*. Paris: Presses universitaires de France

Demeuse, M., Duroisin, N., & Soetewey, S. (2012). Implications du choix des référentiels dans les évaluations nationales et internationales. Le cas de l'enseignement des sciences dans l'enseignement belge francophone. *Education comparée*. Revue de recherche internationale et comparative en éducation, 7, 123–154.

Demeuse, M., & Strauven, C. (2006). *Développer un curriculum d'enseignement ou de formation*. Bruxelles: De Boeck. http://dx.doi.org/10.3917/dbu.demeu.2006.01

Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2004). Children with mathematics learning disabilities in Belgium. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 50–61. http://dx.doi.org/10.1177/00222194040370010601

Duroisin, N. (2013, Oct.). *La place de la géométrie dans les programmes d'études de mathématiques*. Paper presented in Journées scientifiques. Cclépodi. Changements dans les curricula et reconfigurations des disciplines scolaires, ESPE Toulouse, France.

Duroisin, N., Soetewey, S. & Canzittu, D. (2013). *On the Importance to Consider Developmental Psychology in the Process of Writing A Curriculum*. Paper presented in European Conference on Educational Research, Istanbul, Turkey.

Duroisin, N., Soetewey, S. & Demeuse, M. (2013). Concevoir un programme d'études et ancrer ce travail de conception sur des propositions théoriques et méthodologiques, une tâche difficile ? *Mesure et évaluation en éducation*, vol. 36, 3, 109-137. http://dx.doi.org/10.7202/1025742ar

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*, vol. 10, 5–53.

Emprin, F., Douaire, J. & Rajain, C. (2009). L'apprentissage du 3D à l'école, des situations d'apprentissage à la formation des enseignants. *Repères*, 77, 23-52.

Forsten, C., Grant, J., & Hollas, B. (2002). *Differentiated instruction. Different strategies for different learners*. Peterborough: Crystal Springs Books.

Fuys, D. (1985). Van Hiele Levels of Thinking in Geometry. *Education and Urban Society*. Vol.17(4), 447-462.

Fuys, D., Geddes, D., & Tischler, R. (1988). The Van Hiele model of thinking in geometry among adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education*, 3, 1–7.

Gutierrez, A. (1992). Exploring the Links Between Van Hiele and 3-dimensional Geometry. *Topologie Structurale*, 18, 31-47.

Hemmi, K., Lepik, M. & Viholainen, A. (2013). Analysing proof-related competences in Estonian, Finnish and Swedish mathematics curricula—towards a framework of developmental proof. *Journal of Curriculum Studies*, 45, 354–378. http://doi:10.1080/00220272.2012.754055

Houdé, O. (2011, 5e éd.). *La psychologie de l'enfant*. Coll. « Que sais-je ? ». Paris : Presses universitaires de France.

Houdé, O. & Leroux, G. (2013). *Psychologie du développement cognitif*. Paris : Presses universitaires de France.

Houdement, C. (2007). A la recherche d'une cohérence entre géométrie de l'école et géométrie du collège. *Repères*, 67, 69–84.

Knight, K. (2006). *An Investigation Into the Change in the Van Hiele Levels of Understanding Geometry of Pre-service Elementary and Secondary Mathematics Teachers*. Published Thesis. USA : University of Maine.

Lehalle, H. & Mellier, D. (2013). *Psychologie du développement : Enfance et adolescence, cours et exercices*. Paris : Dunod.

Lunkenbein, D. (1982). Géométrie dans l'enseignement au primaire. *Instantanés mathématiques*, 5-15.

Marchand, P. (2009). Le développement du sens spatial au primaire. *Bulletin AMQ*, Vol. XLIX, 3, 63-79.

Mathé, A. – C. (2008). Confrontation aux objets et processus de conceptualisation en géométrie à la fin de l'école primaire, rôle des interactions langagières (contribution 3). *Efficacité et équité en éducation*. 1-14.

Ministère de la Communauté française de Belgique. (1997). *Décret définissant les missions prioritaires de l'enseignement fondamental et de l'enseignement secondaire et organisant les structures propres à les atteindre*. [Online]. Retrieved 29 octobre 2014 from http://www.gallilex.cfwb.be/document/pdf/21557_004.pdf

Montangero, J. (2001). Pourquoi tant de critiques à l'œuvre de Piaget ? *Intellectica* (2), 33, 245-273.

Nadeau, M. (1988). *L'évaluation de programme: Théorie et pratique*. Québec: Presses de l'Université Laval.

Perrin-Glorian, M. – J., Mathé, A.-C., Leclercq, R. (2013). Comment peut-on enseigner la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? Le jeu sur les supports et les instruments. *Repères*, 90, 5-41.

Piaget, J. (1947). *La psychologie de l'intelligence*. Paris : Armand Colin.

Roegiers, X. (1997). *Analyser une action d'éducation ou de formation*. Bruxelles: De Boeck.

St-Pierre, M.-C., Dalpé, V., Lefebvre, P. & Giroux, C. (2010). Difficultés de lecture et d'écriture. Prévention et évaluation orthophonique auprès des jeunes. Presses de l'Université du Québec.

Sivesind, K. (2013). Mixed images and merging semantics in European curricula. *Journal of Curriculum Studies*, 45, 52–66. http://dx.doi.org/10.1080/00220272.2012.757807

Soetewey, S., Duroisin, N., & Demeuse, M. (2011). Le curriculum oublié: Analyse comparée des programmes de sciences en Belgique francophone. *Revue Internationale d'Education de Sèvres*, 56, 123–134. http://dx.doi.org/10.4000/ries

Thomas, M. & Michel, C. (1994). Théories du développement de l'enfant : Études comparatives. Bruxelles : De Boeck.

Tomlinson, C. (2001). *How to differentiate instruction in mixed-ability classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Usiskin, Z. (1982). Van Hiele Levels and Achievement in Secondary School Geometry. Thèse de doctorat. University of Chicago.

Usiskin, Z., Andersen, K., & Zotto, N. (2010). Future curricular trends in school algebra and geometry. In Proceedings of a Conference. *Research in Mathematics in Education*. Iowa State University, Iowa.

Van Hiele, P. M. (1959). The Child's Thought and Geometry. *Classics in Mathematics Education Research*, 61-65.

Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and Insight : a Theory of Mathematics Education*. Orlando : Academic Press.

Vygotski (1986). *Thought and langage* (revisited edition). Cambridge, Mass : MIT Press.

Vygotski (2012). *Thought and langage. Revised and expanded Edition*. Cambridge, Mass : MIT Press.

Westbury, I. (2007). Making curricula: Why states make curricula, and how. In F. M. Connelly (Ed.), *The SAGE handbook of curriculum and instruction* (pp. 45–65). Toronto: Sage.

Wirszup, I. (1976). Breakthroughs in the Psychology of Learning and teaching Geometry. In Martin, J. I. & Bradbard, D. A. *Space and geometry: Papers from a research workshop*, Mathematics and Environment Education ERIC Center for Science. Columbus, Ohio.

Yildiz, C., Aydin, M. & Kogce, D. Comparing the Old and New 6^{th} – 8^{th} grade Mathematics on Curricula in Terms of Van Hiele Understanding Levels for Geometry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol.1(1), 731-736.

Biographie des auteurs

Natacha Duroisin est Aspirante F. R. S. – FNRS (Fonds National de la Recherche scientifique) dans le service Méthodologie et formation, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education, à l'Université de Mons, 18 Place du Parc, Mons, Belgique. Ses travaux de recherche portent sur les processus cognitifs appliqués à la spatialité en lien avec l'enseignement et les programmes d'études.

Marc Demeuse est professeur ordinaire et chef du service Méthodologie et formation, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education à l'Université de Mons, 18 Place du Parc, Mons, Belgique. Il est docteur en sciences psychologiques et statisticien. Ses travaux portent principalement sur l'analyse des politiques éducatives et l'évaluation des apprentissages scolaires. Il est rédacteur en chef de la Revue Evaluer. Journal international de recherche en éducation et formation.