

LACUNES DES ELEVES ET FUTURS ENSEIGNANTS EN FORMATION ET DES ELEVES DANS L'APPRENTISSAGE DE LA GÉOMÉTRIE.

Par

KOKA WALENDUA Philippe **

KIKOMBA KAHUNGU Michael *, **

* Département de Mathématique Informatique, Section de sciences exactes, ISP/Gombe, R.D. Congo

** Centre de Recherche sur l'Enseignement de la Mathématique « CREM »

RESUME

L'enseignement de la géométrie à l'école primaire exige de l'enseignant la mise en œuvre d'une multitude de connaissances susceptibles de développer les aptitudes et les connaissances spatiales des élèves. Pour pouvoir atteindre ces objectifs, l'enseignant lui-même doit posséder ces aptitudes et avoir connaissance de cet environnement. Des recherches portant sur les difficultés en apprentissage de la géométrie nous montrent l'importance du développement progressif et harmonieux de la visualisation, du langage géométrique et du raisonnement, lesquels participent à la construction des concepts géométriques et à la résolution des problèmes.

Mot clés : Enseignement, géométrie, élèves et difficultés.

INTRODUCTION

L'enseignement des Mathématiques ayant pour objectif l'apprentissage d'un ensemble de résultats et de méthodes spécifiques portant sur des objets mathématiques tels que les nombres, les figures, les fonctions, on s'accorde généralement à considérer qu'il réponde à trois finalités principales.

La première de ces finalités est professionnelle : les connaissances mathématiques acquises dans la scolarité obligatoire et au-delà doivent permettre à l'individu de construire et d'atteindre un objectif de professionnalisation.

La seconde est sociale : pour sa vie de citoyen, l'homme moderne doit acquérir et maîtriser certains concepts mathématiques qui lui permettent d'agir dans la société actuelle.

Enfin, la troisième de ces finalités est culturelle : les mathématiques, comme les autres disciplines, sont une construction historique issue des civilisations dont notre culture a hérité, et à ce titre, elles peuvent contribuer à l'élaboration de notre personnalité, à la structuration de notre pensée.¹

Dans nos sociétés modernes, les mathématiques sont enseignées à tous les niveaux : de la maternelle à l'université. Au-delà, la plupart des formations intègrent plus ou moins de mathématiques. Sur l'importance supposée démesurée des mathématiques et leur omniprésence vue comme source d'échec scolaire et comme instrument de sélection discriminative, nous suggérons que soit donné, à défaut d'une référence, des éléments probants. Si dans les contenus mathématiques de certaines filières de formation l'on trouve des excès réels, ils doivent être reconnus et corrigés pour que les mathématiques trouvent leur vraie place dans l'enseignement.

Plusieurs recherches rapportent des difficultés éprouvées par des enseignants de l'éducation de base et des humanités sur certains contenus mathématiques enseignés (Mayberry, 1983 ; Graeber, Tirosh, Glover, 1986 ; Ginther, Pigge et Gibney, 1987 ; Porter, 1989 ; Brown, Cooney et Jones, 1990 ; Fennema et Franke, 1992 ; Bauersfeld, 1994). Et en géométrie, ces difficultés concernent autant **la visualisation** et **le raisonnement** que l'organisation des concepts géométriques (Clements et Battista, 1992 ; Bishop, 1989 ; Hershkowitz, 1989).

Le présent article consacre particulièrement ses lignes, à la lumière de recherches antérieures sur les difficultés éprouvées par les apprenants dans l'apprentissage de la géométrie, au développement progressif et harmonieux de la visualisation, le langage et raisonnement ainsi que leur emploi dans la résolution des problèmes. En effet, le non développement des aptitudes de visualisation de l'espace, la non maîtrise des éléments tant du langage que du raisonnement empêchent l'apprenant d'appréhender et d'interpréter les constructions géométriques rendant du même coup difficile la résolution, par ce dernier, des problèmes. C'est à ces paradigmes que se situent les lacunes observées dans l'apprentissage de la géométrie.

Chapitre 1. Difficultés en apprentissage de la géométrie

En apprentissage, une difficulté est une condition, un caractère d'une situation qui accroît de façon significative la probabilité de non réponse ou de réponse erronée des sujets actants impliqués dans cette situation. Cet actant peut être un élève, mais aussi le professeur qui peut éprouver une difficulté à obtenir les résultats qu'il projette.

¹ ENCARTA SENIOR, 2017, consulté le 02/09/2021.

Des recherches sur les obstacles et les difficultés des élèves dans l'apprentissage de la géométrie et dans la résolution des problèmes géométriques ont montré que les difficultés se situent dans **la visualisation, le langage, le raisonnement et leur emploi dans la résolution de problèmes** [1], [8],[9] et [14]. Dans cette partie, nous allons utiliser ce repérage des difficultés afin de décrire les conceptions et les comportements des élèves, futurs enseignants (étudiants aux ISP), que nous avons pu observer et identifier lors de notre enseignement et formation.

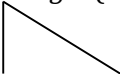
1.1. Difficultés visuelles

Le terme « visualisation » est employé dans la littérature didactique en lien aux images visuelles, à la capacité spatiale, à la mémoire visuelle, au traitement visuel, aux rapports visuels, à l'attention visuelle et l'imagination visuelle. Ce terme réfère à deux aspects différents : le produit, l'objet, ou le « quoi » de la visualisation appelé « image visuelle » et le processus ou le « comment » du fait de visualiser².

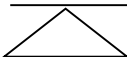
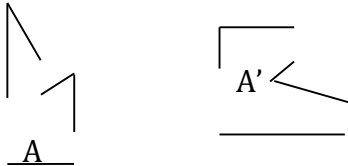
Autre aspect renvoie aux traits éducatifs de visualisation - les activités mathématiques spécifiques et leur rôle dans le développement de processus permettant la construction des images visuelles.

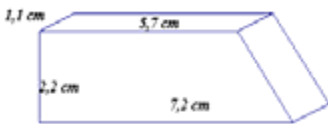
La « visualisation » en tant que processus fait recours aux activités soit de la construction de l'image visuelle de la figure soit de son emploi. En ce qui concerne la construction de différentes représentations de la figure et de relations entre les éléments de la figure, on retrouve dans les recherches didactiques des références aux processus d'observation, de comparaison (recherche des ressemblances, des différences, des éléments congrus, d'un élément commun à deux figures, *etc.*), de représentation(graphique ou à l'aide des outils physiques ou informatiques), de transformations(pliage, découpage et composition), *etc.* qui permettent de réfléchir sur les informations visuelles et de décrire les propriétés de la figure. Quant à l'emploi des images visuelles, on réfère plus aux activités de reconnaître, d'identifier, d'évoquer les figures et les relations entre les éléments de la figure à partir de l'observation de la figure ou de la description de ses propriétés.

Dans le tableau ci-après, nous donnons quelques exemples des difficultés éprouvées par les apprenants, difficultés que nous associons plus particulièrement au type « visuel ». Il s'agit de l'identification de la figure à partir de sa représentation graphique ou discursive, de la représentation graphique des éléments de la figure et de l'évocation de plusieurs figures correspondant à la description.

Difficultés observées	Exemples
1. Reconnaissance de plusieurs caractéristiques particulières dans l'identification des figures	- <i>Triangle rectangle</i> (triangle rectangle isocèle), 

² BISHOP, A.J. (1989), Review of visualization in mathematics education, Focus on Learning Problems in Mathematics, 11(1), 7–16.

(et pas seulement de la plus Marquante).	- <i>Triangle isocèle</i> (triangle rectangle isocèle). 
2. Reconnaissance des figures dans des positions inhabituelles.	- Personne n'a reconnu le triangle isocèle ainsi représenté,  - A la demande de donner les noms les plus précis de certaines figures planes, le « parallélogramme » a été identifié dans la seconde représentation et le « quadrilatère » dans la dernière (les réponses attendues étaient : « losange » et « trapèze rectangle »).  
3. Reconnaissance de transformations géométriques dans la représentation de deux figures (initiale et image) disposées inhabituellement.	A à la question « <i>De quelle transformation géométrique s'agit-il ?</i> », une partie considérable d'étudiant ne reconnaît pas la réflexion (mais la réflexion et la rotation). 
4. Reconnaissance de certains axes de symétrie des figures (axes obliques ou dans des figures disposées inhabituellement)	Dans 75 % des réponses, la figure ci-dessous n'est pas reconnue comme symétrique.

	
5. Reconnaissance et représentation de figures obtenues par projection de solides ou de figures vues lorsque l'on observe un solide sous différents angles (vue de droite, de gauche, de haut, du bas).	À la demande de « <i>Tracer le dessin de ce qu'on voit lorsqu'on observe un solide de gauche, de droite, de haut</i> », certains tracent des parallélogrammes. Souvent, seule est représentée la face supérieure dans la vue de haut et dans la vue de droite, le rectangle représentant la face droite. 
6. Reconnaissance des figures selon la description de leurs propriétés visuelles marquantes.	À la question « Qui suis-je ? Je suis un polygone ayant 3 côtés, dont 2 sont isométriques et ayant un angle droit », nous avons obtenu seulement 5 réponses complètes (parmi 50 participants) : triangle rectangle isocèle. La répartition des autres réponses obtenues a été la suivante. Triangle rectangle : 24, triangle isocèle : 6, triangle : 5, 10 sans réponse. D'après ces résultats, il semble que, dans la détermination du nom d'un triangle, la caractéristique locale d'« avoir un angle droit » domine par rapport à celle plus globale d'« avoir deux côtés de mesure égale ».
7. Reconnaissance de la figures (de plusieurs figures) correspondant à la description	– À la question « De quels solides s'agit-il ? J'ai au moins une surface courbe » qui prévoit la recherche de différents solides ayant cette caractéristique (cône, cylindre, sphère), 33 apprenants présentent seulement un solide,

	12 réponses sont erronées et 5 autres sans réponse.
--	---

La lecture des éléments exposés dans le tableau ci-dessous renseigne que les apprenants manifestent une incapacité à coordonner des données visuelles avec les propriétés du concept en jeu ou avec le contenu de la consigne donnée. La reconnaissance des formes des figures et des propriétés géométriques soulève une difficulté lorsqu'il s'agit d'une représentation inhabituelle d'une figure ou simplement d'une orientation inhabituelle de la représentation.

1.2. Difficultés langagières

Dans le tableau ci-après, nous disons que le langage et l'intuition géométriques sont des éléments fondamentaux dans l'acquisition de nombreux concepts et beaucoup d'échecs en mathématiques, s'expliquent par l'incapacité à lire correctement, à comprendre l'énoncé, à justifier la démarche, *etc.*[4] Dans le tableau ci-après, nous donnons quelques exemples des difficultés langagières éprouvées par les apprenants. Il s'agit de l'emploi du langage géométrique dans l'identification des figures (de dimensions 2 et 3), des éléments de la figure et de leurs relations, dans l'interprétation des énoncés et des consignes et dans la description des démarches.

Difficultés observées	Exemples
1. Manque de connaissance de certains termes géométriques.	– Parmi les droites remarquables du triangle (hauteur, bissectrice, médiane et médiatrice), seule la « hauteur » est bien connue, – La liste des polygones se termine par « hexagone ». Les termes « solide tronqué », « parallélépipède », « polyèdre », « corps rond », « secteur circulaire » (qui représente le développement de la surface latérale du cône) ne sont pas connus dans le vocabulaire des apprenants.
2. Emploi de termes imprécis dans l'identification, la description ou dans la définition des figures.	– Dans les définitions du polygone (et du cercle) en tant que figure plane fermée composée de segments de droite (composée

	d'une ligne courbe ...), les étudiants oublient le terme « fermé », – Le qualificatif « régulier » n'accompagne pas le terme pentagone, hexagone, <i>etc.</i> dans la détermination du nom du polygone régulier, Dans la description des étapes de construction de figures planes, les incorrections langagières principales portaient sur l'emploi des termes géométriques pour : - Identifier par exemple, « ligne » (au lieu de « segment », de « corde » ou de « diamètre »), « cercle » au lieu de « disque », «circonférence» au lieu de « cercle » (circonférence est la mesure de la longueur du cercle et pas le contour). - Par exemple, à la question de trouver le centre du cercle, le quart des 88% qui ont réussi utilise dans la description des procédures l'expression suivante : <i>Tracer les perpendiculaires aux milieux des segments</i> (l'expression attendue était « médiatrices des cordes »), - Décrire les procédures (par exemple, « reporter la mesure d'angle A» au lieu de « mesurer l'angle A »), et sur l'absence d'étapes nécessaires (par exemple, il faut trouver le milieu avant de tracer la hauteur du triangle isocèle), <i>etc.</i>
--	---

Les apprenants manifestent une incapacité à coordonner des données visuelles avec les propriétés du concept en jeu ou avec le contenu de la consigne donnée. La reconnaissance des formes des figures et des propriétés géométriques soulève une difficulté lorsqu'il s'agit

d'une représentation inhabituelle d'une figure ou simplement d'une orientation inhabituelle de la représentation.

1.3. Difficultés à raisonner

Dans le tableau ci-après, nous disons que le raisonnement est l'un des éléments fondamentaux dans la construction de concepts géométriques et son emploi est un indicateur de la progression conceptuelle de l'élève (van Hiele, 1959/1984, p. 246). En ce sens, la géométrie constitue un lieu privilégié, car elle « *entraîne les élèves au raisonnement mathématique, c'est-à-dire à un mélange de raisonnement déductif et d'imagination inductive, activé par une manipulation familière des images* » et « *prépare les élèves à aborder d'autres théories mathématiques* »[10]. Notons d'emblée, à l'instar de[10] , que la tendance des « mathématiques modernes » à assimiler le raisonnement mathématique au raisonnement déductif a contribué fortement« [...] à dévaluer la partie du « raisonnement » qui, à l'école primaire consistait à ordonnancer, à annoncer et à justifier un ensemble de tâches, ou un calcul... » (p. 2).

Difficultés observées	Exemples
1. Détermination des figures selon la description de leurs propriétés (définitions constructives).	En demandant de déterminer le quadrilatère défini par des énoncés du genre suivant « <i>Mes diagonales sont perpendiculaires et se coupent en leur milieu</i> », etc., nous avons observé les difficultés chez presque la moitié du groupe (qui a répondu le carré au lieu du losange).
2. Distinction entre une définition et une description.	Les apprenants font peu de distinction entre une définition et une description. Pour eux, « définir » signifie souvent nommer une propriété ou plusieurs appartenant à la figure

3. Classification des figures géométriques.	– La classification des triangles fait appel aux quatre classes suivantes : isocèles, équilatéraux, scalènes et rectangles. (Les critères de classification selon les côtés et selon les angles ne sont pas utilisés), – Les étudiants ont une représentation erronée des relations entre les classes de triangles : les « triangles isocèles » et « triangles équilatéraux » sont vus comme deux classes distinctes, les triangles isocèles sont vus comme une sous-classe des « triangles scalènes ».
4. Connaissance de propriétés des transformations.	À la question : « <i>Dans cet encadrement, on a dessiné un objet qui a ensuite été déplacé. Quelle transformation a été effectuée ? Indiquer les propriétés de cette transformation</i> », la rotation (ou la rotation et la translation) a été facilement reconnue. 
5. Conversion des unités de mesure.	À la question : « <i>Combien y a-t-il de mètres carrés dans 2 kilomètres carrés ? dans 1 centimètre carré ?</i> », les taux de réussite ont été respectivement de $\frac{5}{50}$ et $\frac{4}{50}$.
9. Justification des résultats.	– À la question « Vrai ou Faux ? Justifier la réponse. » <i>Si on double les côtés d'un rectangle, son aire aussi double, 74% (soit 37 sur 50) répond à la</i>

	question sans justification. (Les justifications données contiennent des exemples concrets.)
--	--

Le phénomène de la non-reconnaissance d'une figure dans une de ses représentations dessinées appelée « dessin ou figure », « figural concept », etc. ([4], p. 265) est dû au traitement théorique du dessin et dépend du niveau conceptuel de l'apprenant. Viner et Hershkowitz (1980) déclarent qu'en pensant à des objets géométriques, les apprenants n'emploient pas des définitions de concepts, mais plutôt des images, des combinaisons de toutes les images mentales et des propriétés qui ont été associées au concept.

Chapitre 2. Préparation mathématique des enseignants, compte tenu des lacunes observées

Dans leur étude de 1989, BROWN, S.I., COONEY, T.J. & JONES, D faisant le bilan d'un ensemble d'études en formation initiale des maîtres, rapportent qu'en général les enseignants du primaire aux États-Unis ne possèdent pas un niveau suffisant de compréhension des mathématiques pour enseigner cette discipline[7] . Ceux derniers ont des difficultés dans le choix des opérations appropriées pour résoudre les problèmes mathématiques. Les conclusions de cette étude associent les difficultés des enseignants aux erreurs que font les élèves du primaire[12], [13] et [14].

Ainsi, par la description des erreurs des enseignants en résolution de tâches mathématiques, on peut conclure que la responsabilité des enseignants est engagée dans les difficultés observées chez leurs élèves ou apprenants dans l'apprentissage des mathématiques[9] .

L'analyse des recherches portant sur les difficultés en apprentissage de la géométrie nous montre l'importance du développement progressif et harmonieux de la visualisation, du langage géométrique et du raisonnement, lesquels participent à la construction des concepts géométriques et à la résolution de problèmes. Quant à la performance de nos apprenants (élèves ou étudiants) au niveau de la visualisation, de l'identification des propriétés géométriques, de la conceptualisation, de l'imagination spatiale, de l'abstraction et de la résolution de problèmes géométriques, elle n'est certes pas élevée, surtout en début de la formation. Les activités telles que la classification de figures ou la résolution de problèmes continuent de constituer un obstacle chez certains même à la fin de la formation.

L'enseignement de la géométrie à l'école primaire exige de l'enseignant une mise en œuvre d'une multitude de connaissances susceptibles de développer les aptitudes et les connaissances spatiales des élèves. Pour pouvoir atteindre ces objectifs, l'enseignant lui-même doit posséder ces aptitudes et avoir connaissance de cet environnement. Pour ce qui est des objectifs géométriques de la formation didactique à l'enseignement primaire, nous pensons qu'elle doit présenter une organisation qui mette l'accent sur la « manière » d'apprendre et dans laquelle les étudiants seront amenés à revivre le développement progressif de concepts géométriques. En formation, la focalisation sur des contenus géométriques particuliers posant problème aux élèves s'avère insuffisante compte tenu du faible niveau de préparation géométrique des futurs maîtres. Pour être à l'aise dans leur

enseignement, les futurs enseignants ont besoin d'un système cohérent de connaissances géométriques et non d'une collection de savoirs géométriques particuliers.

2.1. Quelles compétences doivent acquérir les enseignants des mathématiques ?

La première compétence disciplinaire dont doivent faire preuve tous les enseignants, en fonction ou en formation quelle que soit l'orientation choisie, est la maîtrise de la langue d'enseignement. Elle est la base de tout message d'enseignement et de tout processus d'apprentissage.

Loin de se limiter à la matière qui est au programme des élèves, les enseignants doivent avoir également une connaissance assez approfondie des concepts mathématiques enseignés. Ils doivent valoriser la dimension interdisciplinaire lors de la manipulation dans la classe de ces concepts. La connaissance des disciplines doit absolument être reliée à celle des outils didactiques, spécifiques à la discipline ou au champ disciplinaire leur permettant, non seulement, de transmettre des connaissances, mais d'accompagner activement l'apprentissage de leurs élèves. Poser un diagnostic rapide en situation scolaire, initier, gérer et réguler des situations d'apprentissage, choisir une méthode d'enseignement, planifier une action pédagogique sur une certaine durée, identifier les obstacles, ... sont autant de tâches qui demandent à l'enseignant un grand savoir pédagogique et didactique centré à la fois sur l'apprenant et sur le contenu disciplinaire.

Les cinq compétences suivantes sont indispensables pour les enseignants de l'école de base et notamment lorsqu'il s'agit d'enseigner un concept mathématique.

1. Maîtriser le savoir mathématique en jeu dans les différents niveaux ;
2. Maîtriser certains concepts de la didactique des mathématiques afin de guider l'action pédagogique ;
3. Concevoir des dispositifs d'enseignement, les tester, les évaluer et les réguler ;
4. Entretenir un rapport critique et autonome avec le savoir scientifique passé et à venir ;
5. Planifier, gérer et évaluer des situations d'apprentissage. Tout ceci n'exclut aucunement la nécessité de compléter cette formation par d'autres types de formation étant donné la complexité de la réalité de la classe.

Préparer les activités mathématiques pour ses élèves exige en fait la réponse aux questions suivantes :

- ✓ Quelle compétence terminale vise cette leçon ? Quels sont les socles de compétence en jeu qui permettent d'atteindre cette compétence terminale ?
- ✓ Comment relier le savoir mathématique passé avec le savoir à introduire ?
- ✓ Quelle (s) situation (s) didactique faut-il construire et mettre en place et quel dispositif matériel faut-il utiliser ?
- ✓ Comment tester, évaluer et éventuellement réguler la situation et les dispositifs prévus ?
- ✓ Comment gérer la situation ?

- ✓ Comment ne rien oublier ?
- ✓ Quelle part laisser à l'imprévu ?
- ✓ Comment gérer l'inattendu ?
- ✓ Comment évaluer les élèves en fonction des objectifs, préalablement fixés, de la leçon?

Le traitement de ces questions par rapport à un contenu mathématique bien déterminé se fait à deux niveaux :

- Le premier se place avant le commencement de l'activité dans la classe et
- Le deuxième se place au cours de l'activité avec les élèves dans la classe.

2.2. Résolution de problèmes

La résolution de problèmes se situe parmi les activités les plus complexes et exige beaucoup d'autonomie, d'initiative intellectuelle et de compréhension de la part du sujet. L'analyse de recherches portant sur les difficultés des apprenants dans la résolution de problèmes géométriques qui emploient le dessin démontre que la démarche de recherche de la solution dépend du niveau de visualisation et de conceptualisation[6]. Il s'agit de la reconnaissance et de l'identification des éléments (indiqués ou supposés) nécessaires à la résolution d'un problème géométrique, de la capacité de tirer des informations supplémentaires de l'observation visuelle (visualiser les éléments non-tracés et les procédures permettant la résolution d'un problème) et de déterminer les conséquences logiques de certaines données.

La relation entre l'espace physique et l'espace géométrique est entretenue, notamment par les problèmes de constructions qui mettent en jeu les instruments de tracé (règle, compas, etc.) constituant des contraintes particulières. Pourtant, les rationalités mises en œuvre dans l'espace physique et dans l'espace géométrique sont très différentes : la problématique pratique et la problématique géométrique conduisent même parfois à des résultats contradictoires. L'activité de représentation des figures planes et des solides de l'espace est une activité qui favorise la distinction entre les propriétés des objets représentés et les propriétés des représentations car elles sont parfois incompatibles. Les difficultés des élèves (apprenants) en géométrie se rencontrent souvent dans le passage de cette première phase de l'apprentissage qu'on appelle géométrie d'observation où les objets sont concrets et où les raisons sont pratiques, à la seconde phase qu'on appelle géométrie déductive où les objets sont théoriques (même s'ils sont représentés) et où les raisons sont validées par des énoncés de la théorie et reliées par les règles de la logique (même si la théorie et la logique ne sont pas enseignés).

Conclusion

L'analyse des recherches portant sur les difficultés en apprentissage de la géométrie nous montre l'importance du développement progressif et harmonieux de la visualisation, du langage géométrique et du raisonnement, lesquels participent à la construction des concepts géométriques et à la résolution de problèmes. Quant à la performance de nos

étudiants au niveau de la visualisation, de l'identification des propriétés géométriques, de la conceptualisation, de l'imagination spatiale, de l'abstraction et de la résolution de problèmes géométriques, elle n'est certes pas élevée, surtout en début de la formation. Les activités telles que la classification de figures ou la résolution de problèmes continuent de constituer un obstacle chez certains même à la fin de formation.

L'enseignement de la géométrie à l'école primaire et du secondaire exige de l'enseignant une mise en œuvre d'une multitude de connaissances susceptibles de développer les aptitudes et les connaissances spatiales des élèves. Pour pouvoir atteindre ces objectifs, l'enseignant lui-même doit posséder ces aptitudes et avoir connaissance de cet environnement. Pour ce qui est des objectifs géométriques de la formation didactique à l'enseignement primaire, nous pensons qu'elle doit présenter une organisation qui mette l'accent sur la « manière » d'apprendre et dans laquelle les étudiants seront amenés à revivre le développement progressif de concepts géométriques.

Cet article a mis en exergue les lacunes des apprenants, futurs enseignants, en géométrie ; lacunes que nous avons décrites sur la base des observations et que nous avons pris soin de regrouper suivant trois aspects, à savoir difficultés de visualisation, de langage et de raisonnement. Il va sans dire que lesdites observations ont révélé des lacunes réelles de la part des futurs enseignants, non seulement au début mais aussi en fin de formation. Et considérant la responsabilité de ces derniers au regard des élèves au primaire et au secondaire, nous estimons qu'il est nécessaire de solutionner, du moins au plan didactique, le problème posé par les activités telles que la classification des figures, la résolution des problèmes et autres en géométrie.

En formation, la focalisation sur des contenus géométriques particuliers posant problème aux élèves s'avère insuffisante compte tenu du faible niveau de préparation géométrique des futurs maîtres. Pour être à l'aise dans leur enseignement, *les futurs enseignants ont besoin d'un système cohérent de connaissances géométriques et non d'une collection de savoirs géométriques particuliers.*

Comment organiser la formation didactique à l'enseignement de la géométrie de telle sorte qu'il y ait chez les futurs enseignants une progression de niveaux de la pensée géométrique et une appropriation et mise en œuvre des concepts didactiques?

D'une part cette question suppose la recherche d'un équilibre dans l'articulation entre *les savoirs géométriques et les activités géométriques* et entre *les savoirs géométriques et la pratique enseignante d'autre part.*

Bibliographie

- [1]. BISHOP, A.J. (1980), spatial ability and mathematics education, *Studies in Mathematics Education*, 11, 257–269.
- [2]. GRAEBER, A., TIROSH, D. & GLOVER, R. (1986), Perservice teachers' beliefs and performance on measurement and partitive division problems, In G. Lappan & R Even (Eds.), *Proceedings of the Eighth Annual Meeting of the North American Chapter of the International*

- Group for the Psychology of Mathematics Education, East Lansing, MI : Michigan State University, 262–267.
- [3]. GINTHER, J.L., PIGGE, F. & GIBNEY, T.C. (1987), Three decade comparison of elementary teachers' mathematics courses and understandings, *School Science and Mathematics*, 587–597.
- [4]. FISCHBEIN, E. (1987), *Intuition in Science and Mathematics*, Dordrecht, The Netherlands: D. Reidel Publishing Company.
- [5]. BISHOP, A.J. (1989), Review of visualization in mathematics education, *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(1), 7–16.
- [6]. BROWN, S.I., COONEY, T.J. & JONES, D. (1990), Mathematics teacher education, In W. Robert Houston (ed.), *Handbook of Research on Teacher Education*, 1990, New York: Macmillan, 639–657.
- [7]. FENNEMA, E. & FRANKE, M.L. (1992), Teachers' knowledge and its impact, In D.A. Grows (ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and learning*, New York: The National Council of Teachers of Mathematics, 147–164.
- [8]. CLEMENTS, D. & BATTISTA, M. (1992), Geometry and Spatial Reasoning, In D. Grows, (ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, New York: Macmillan Publishing Co., 1992.
- [9]. LACUNES GÉOMÉTRIQUES DES FUTURS ENSEIGNANTS, R. (1992), cognitive Pag, 31, IREM de Grenoble, 37–61. Argumenter, démontrer, expliquer : continuité ou rupture.
- [10]. BAUERSFELD, H. (1994), Réflexions sur la formation des maîtres et sur l'enseignement des mathématiques au primaire, *Revue des sciences de l'éducation*, 20(1), 175–198.
- [11]. CAPPONI, B. et LABORDE, C. (1995), Modélisation à double sens, Dans R. Noirfalise et M.-J. Perrin-Glorian, *Actes de la VIIIe École didactique d'été*, Saint- Sauves d'Auvergne, France, 265–272.
- [12]. BURTON, J., DETHEUX-JEHIN, M. et FAGNANT, A. (1997), Comment les enseignants évaluent-ils la géométrie au premier degré secondaire ?, Liège : Service de Pédagogie expérimentale de l'Université.
- [13]. BROUSSEAU, G. (2000), Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire : l'étude de l'espace et de la géométrie, [En ligne http://dipmat.math.unipa.it/~j. Grimm/brousseau_geometrie_03.pdf]. 8 (Page consultée le 15 mai 2015).
- [14]. EKIMOVA, E. et PORTUGAIS, J. (2001), L'emploi de manuels scolaires et du référentiel des compétences par de futurs enseignants en enseignement de la géométrie au primaire, *Actes du colloque de GDM*, Montréal, 94–119.
- [15]. EKIMOVA, E. (2005), Une approche de formation didactique à l'enseignement de la géométrie au primaire, Thèse de Doctorat, Université de Montréal.