

NATACHA DUROISIN, ROMAIN BEAUSER, JESSICA LUCCHESI

NATACHA DUROISIN

Ecole de Formation des Enseignants, Université de Mons

Natacha.Duroisin@umons.ac.be

ROMAIN BEAUSER

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'éducation, Université de Mons

Romain.Beauser@umons.ac.be

JESSICA LUCCHESI

Université de Mons

Jessica.Lucchese@alumni.umons.ac.be

FAVORISER LE PASSAGE À LA VISUALISATION NON ICONIQUE PAR LE RECOURS À UNE INGÉNIERIE DIDACTIQUE POUR FACILITER LA TRANSITION PRIMAIRE/SECONDAIRE EN GEOMETRIE

Abstract. Promoting the passage to non-iconic visualization by using didactic engineering to improve transition primary/secondary education in geometry. There is a rupture of didactic contract about the visualization learning during the transition from primary to secondary (Perrin-Glorian & Godin, 2018). If iconic visualization is exercised in primary education, the acquisition of non-iconic visualization – which is fundamental – is left to the learners at the beginning of secondary school. This article describes the results of a belgian study, based on quasi-experimentation plan in Belgium, which is part of the didactics of mathematics and cognitive sciences. The aim of the authors is to evaluate the implementation of a didactic engineering based on dimensional deconstruction allowing the progressive development of non-iconic type visualization in learners at the end of primary education. The results are used to guide the work of mathematics teachers.

Résumé. Il existe une rupture de contrat didactique lors de la transition primaire-secondaire concernant l'apprentissage de la visualisation (Perrin-Glorian & Godin, 2018). Si la visualisation iconique est exercée durant le primaire, l'acquisition de la visualisation non iconique – pourtant fondamentale – est laissée à la seule charge de l'élève dès le début du secondaire. Cet article présente les résultats d'une étude belge, menée selon un plan quasi expérimental, s'inscrivant dans les domaines de la didactique des mathématiques et des sciences cognitives. L'objectif des auteurs est d'évaluer une ingénierie didactique basée sur

ANNALES de DIDACTIQUE et de SCIENCES COGNITIVES, volume 25, p. xx - yy.
© 2020, IREM de STRASBOURG.

la déconstruction dimensionnelle pour permettre le développement progressif de la visualisation de type non iconique en fin de primaire. Les résultats orientent le travail des enseignants de mathématiques.

Mots-clés. Mathématiques, géométrie, déconstruction dimensionnelle, visualisation, ingénierie didactique, apprentissages, transition primaire-secondaire, groupe contrôle, pratiques enseignantes.

La géométrie est décrite, par Duval (2005), comme « le domaine le plus difficile à enseigner et l'un de ceux où, même lorsque les objectifs restent très modestes, les résultats atteints sont décevants » (p. 6). Duval (2005) et aussi Bulf (2019) l'expliquent notamment par le fait qu'elle exige une activité cognitive complète sollicitant simultanément la visualisation, mais aussi le geste (activité matérielle) et le langage : « là, il faut construire, raisonner et voir, indissociablement » (Duval, 2005, p. 6). D'ailleurs, des difficultés résistantes concernant l'usage des figures dans la résolution des problèmes de géométrie ont été repérées depuis longtemps chez les élèves du collège¹. C'est le cas par exemple dans la construction de figures mais aussi dans la démonstration de propriétés géométriques (Duval, Godin & Perrin-Glorian, 2005).

On peut définir la visualisation comme une habileté spatiale qui résulte d'un apprentissage conduisant le sujet à anticiper l'apparence d'objets complexes et à effectuer des opérations mentales (i.e. rotations, transformations, manipulations) sur des objets en deux ou trois dimensions lorsqu'ils sont visuellement perçus (Barisnikov & Pizzo, 2007).

Les recherches menées en didactique de la géométrie ces quinze dernières années, en relation avec les travaux de Duval (2005), ont permis de relever une rupture dans l'enseignement-apprentissage concernant la visualisation de figures. Elles ont également rendu possible le développement d'une mobilité du regard chez les élèves pour favoriser un passage progressif d'une visualisation iconique à une visualisation non iconique. L'enjeu premier pour entrer dans une démarche géométrique est, en effet, le passage du regard habituel et intuitif que les élèves portent sur un dessin (aussi appelé le mode de visualisation iconique) au regard géométrique (faisant référence au mode de visualisation non iconique) qu'il est essentiel de porter sur une

¹ Soit le début de l'enseignement secondaire en Belgique francophone.

figure (Duval, 2011). Le mode de visualisation non iconique apparaît donc comme la manière pertinente de voir. Ce mode est nécessaire à l'acquisition de propriétés géométriques comme les propriétés d'incidence, dont la maîtrise ne semble pas ou semble peu acquise (Mangiante-Orsola & Perrin-Glorian, 2014), mais également au développement des capacités à démontrer (Duval, 2005 ; Perrin-Glorian, 2012 ; Barrier, Hache & Mathé, 2014). Duval et Godin (2005) affirment, en ce sens que, sans ce changement de regard, « toutes les formulations de propriétés géométriques risquent d'être des formulations qui tournent à vide » (p. 8), ce qui constitue un obstacle à la poursuite de l'apprentissage.

Cette rupture au niveau de la visualisation de figures est également relevée dans le curriculum belge francophone (contexte dans lequel se déroule la présente étude). Alors que l'apprentissage explicite de la visualisation n'est objet d'étude qu'à de rares occasions et ne fait l'objet que de consignes floues aux enseignants (Duroisin & Demeuse, 2016), il est attendu des élèves de l'enseignement secondaire qu'ils se situent dans le mode de visualisation non iconique. Or, dans l'enseignement primaire, l'organisation des objectifs d'enseignement en géométrie plane amène d'abord les élèves à développer des connaissances sur les propriétés des objets à une dimension (droites, les relations qu'entretiennent les droites entre elles et leurs propriétés). Elle invite ensuite à travailler sur les formes familières à deux dimensions (carré, rectangle, triangle...), de manière assez scindée, sans établir suffisamment de liens entre les configurations à une dimension et celles à deux dimensions (Duroisin, 2015). Une telle organisation ne correspond pas au mode non iconique. Le changement de mode de visualisation est ainsi laissé à la charge des élèves alors qu'il ne se fait pas naturellement chez ces derniers et nécessite un travail de la part des enseignants (Duval & Godin, 2005 ; Mathé, 2008 ; Bulf & Celi, 2015). Alors que le développement de la visualisation non iconique lors de l'enseignement primaire apparaît indispensable pour organiser une progression cohérente vers le secondaire et, ainsi, éviter la rupture de contrat didactique existant actuellement entre ces deux niveaux (Mathé, 2012), il s'avère que les enseignants ont du mal à se constituer des outils qui peuvent leur permettre d'enrichir leurs pratiques en géométrie (Bulf & Mathé, 2018).

Sur la base de ces éléments contextuels, le but de cette étude est d'observer si des séquences d'apprentissage qui proposent des activités de type résolution de problèmes en géométrie nécessitant le recours à la déconstruction dimensionnelle permettent aux élèves de changer de regard pour effectuer l'analyse de figures. Autrement dit, il est question de mesurer les effets, sur quelques élèves, des suggestions d'enseignement proposées par Duval et Godin (2005) et enrichies par de nombreux auteurs à l'instar de Mathé (2008) ou de Perrin-Glorian et Godin (2014).

L'hypothèse posée est qu'une ingénierie didactique centrée sur le développement de la déconstruction dimensionnelle permettrait aux élèves de fin de l'enseignement

primaire² d'entrer progressivement dans une visualisation de type non iconique. La variable indépendante de l'étude concerne donc le changement de regard des élèves dans l'analyse des figures au travers du suivi d'un parcours de formation développant la pratique de la déconstruction dimensionnelle. La variable dépendante, qui va faire l'objet d'observations, concerne les performances des élèves et en particulier l'enrichissement de la visualisation des figures.

Plusieurs questions sont ainsi à l'origine de la présente étude : comment assurer une transition plus efficace du primaire au secondaire en géométrie ? Quels types d'activités concrètes peut-on proposer en ce sens ? Comment permettre à l'élève de passer d'un regard centré sur les surfaces et les segments qui les composent (regard naturel que l'homme exerce en dehors des mathématiques) à un regard faisant apparaître des réseaux de droites et de points nécessaires à l'analyse des figures étudiées ? L'objectif poursuivi est donc de proposer et de valider des activités permettant de faire évoluer le regard que les élèves portent sur la figure et plus particulièrement de travailler la mobilité du regard pour favoriser un passage progressif d'une visualisation iconique à une visualisation non iconique.

1. Eléments théoriques : de la perception spontanée à la déconstruction dimensionnelle

² 5e et 6e grade (10-12 ans).

- 1.1. La perception spontanée**
- 1.2. La déconstruction dimensionnelle : déconstruire pour mieux appréhender les relations entre unités figurales**
- 1.3. La déconstruction dimensionnelle : déconstruire pour mieux appréhender les relations entre unités figurales**
- 1.4. Dépasser la visualisation iconique pour ouvrir le champ des possibles**
- 1.5. Miser sur des activités spécifiques pour permettre le changement de regard**
- 2. Éléments méthodologiques, échantillon et présentation des séquences d'enseignement-apprentissage**
- 3. Résultats**
 - 3.1. Analyse des résultats relatifs aux performances des apprenants**
 - 3.2. Illustration du processus à partir de quelques-unes des productions des apprenants**
- 4. Discussion et conclusion**

Bibliographie

BARISNIKOV, K. & PIZZO, R. (2007). L'examen des compétences visuo-spatiales. Dans M.-P. Noël (Eds.), *Bilan neuropsychologique de l'enfant* (pp. 139-170), Wavre : Mardaga.

BARRIER, T., HACHE, C. & MATHÉ, A.-C. (2014). Droites perpendiculaires au CM2 : restauration de figure et activité des élèves. *Grand N*, **93**, 13-37.

- BOULEAU, N. (2001). Reproduction de figures et géométrie en cycle 1 et 2. *Grand N*, **67**, 15-32.
- BULF, C. & CELI, V. (2015). Des problèmes de reproduction aux problèmes de restauration de figures plane : quelles adaptations pour la classe ? *Actes du 41e Colloque COPIRELEM, Mont-de-Marsan 2014*, 86-102.
- BULF, C. & CELI, V. (2016). Essai d'une progression sur le cercle pour l'école primaire - une articulation clé : gabarit-compas. *Grand N*, **97**, 21-58.
- BULF, C. & MATHE, A.-C. (2018). Agir-parler-penser en géométrie. Un point de vue sémiotique sur l'enseignement et l'apprentissage de la géométrie à l'école primaire. *Actes du 44e Colloque COPIRELEM, Epinal 2017*, 29-56.
- BULF, C. (2009). Analyses en termes d'espaces de travail géométrique sur l'enseignement français de la symétrie en début de collège. *Actes du Premier colloque franco-chypriote de Didactique des Mathématiques*, 51-70.
- BULF, C. (2019). Professional actions of novice teachers in the context of teaching and learning geometry. *Proceedings of the Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME11)*.
- CHEUNG, A. & SLAVIN, R. (2013). The effectiveness of educational technology applications for enhancing mathematics achievement in K-12 classrooms : A meta-analysis. *Educational Research Review*, **9**, 88-113.
- CLEMENT, E. (2009). *La résolution de problème*. Paris : Armand Colin.
- COMMISSION DE REFLEXION SUR L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES (2002). L'enseignement des sciences mathématiques. Dans J.P. KAHANE (dir.), *L'enseignement des sciences mathématiques : Rapport au Ministre de l'Education nationale*. Paris : Odile Jacob.
- D'HAINAUT, L. (1985). *Des fins aux objectifs de l'éducation* (4è éd.). Bruxelles : Labor-Nathan.
- DELPLACE, J.-R., KESKESSE, B. & PERRIN-GLORIAN, M.-J. (2007). Géométrie plane et figures au cycle 3. Une démarche pour élaborer des situations visant à favoriser une mobilité du regard sur les figures de géométrie. *Grand N*, **79**, 33-60.
- DUROISIN, N. (2015). *Quelle place pour les apprentissages spatiaux à l'école ? Etude expérimentale du développement des compétences spatiales des élèves âgés de 6 à 15 ans*. Thèse de doctorat, Université de Mons.
- 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(1)**, 1-15. <http://dx.doi.org/10.1080/2331186X.2015.1049846>

DUROISIN, N. & DEMEUSE, M. (2016). Le développement de l'habileté de visualisation spatiale en mathématiques chez les élèves âgés de 8 à 14 ans. *Petit x*, **102**, 5-25.

DUROISIN, N., TEMPERMAN, G. & DE LIÈVRE, B. (2015). Restrict or Share the Use of the Interactive Whiteboard? The Consequences on the Perception, the Learning Processes and the Performance of Students within a Learning Sequence on Dynamic Geometry. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, **14(2)**, 144-154.

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. (2011). Idées directrices pour analyser les problèmes de compréhension dans l'apprentissage des mathématiques. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, **11**, 149-161.

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

DUVAL, R., GODIN, M. & PERRIN-GLORIAN, M.-J. (2005). Reproduction de figures à l'école élémentaire. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques 2004*, 5-89.

GODIN, M. & PERRIN-GLORIAN, M.-J. (2009). De la restauration de figures à la rédaction d'un programme de construction. Le problème de l'élève, le problème du maître. *Actes du XXXVe Colloque COPIRELEM, Bombannes 2008*, 1-19.

GRENIER, D. (1988). *Construction et étude du fonctionnement d'un processus d'enseignement sur la symétrie orthogonale en sixième*. Thèse de doctorat, Université de Grenoble.

KOFFKA, K. (1935). *Principles of gestalt psychology*. N.Y. : Harcourt, Brace.

KÖHLER, W. (1929). *Gestalt psychology*. N.Y. : Liveright.

MANGIANTE-ORSOLA, C. & PERRIN-GLORIAN, M.-J. (2014). Géométrie en primaire : des repères pour une progression et pour la formation des maîtres. *Grand N*, **94**, 47-79.

MANGIANTE-ORSOLA, C. (2013). Etude d'un dispositif articulant production de ressources et formation continue en géométrie. Communication présentée au séminaire de didactique, Besançon 2013.

MATHE, A.-C. (2008). Confrontation aux objets et processus de conceptualisation en géométrie plane à la fin de l'école primaire, rôle des interactions langagières. *Actes de la Conférence internationale « Efficacité et équité en éducation »*, 1-14.

MATHE, A.-C. (2012). Jeux et enjeux de langage dans la construction de références partagées en géométrie. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **32(2)**, 195-228.

MINISTERE DE LA COMMUNAUTE FRANÇAISE (2019). Décret définissant la formation initiale des enseignants, Administration Générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique, Service général des Affaires pédagogiques, de la Recherche en Pédagogie et du Pilotage de l'Enseignement organisé par la communauté française.

MITHALAL, J. (2010). *Déconstruction instrumentale et déconstruction dimensionnelle dans le contexte de la géométrie dynamique tridimensionnelle*. Thèse de doctorat, Université de Grenoble.

MITHALAL, J. (2011). Vers la mobilisation d'une géométrie axiomatique et de la déconstruction dimensionnelle : intérêt de la géométrie dynamique tridimensionnelle. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*, 114-128.

MITHALAL, J. (2014). Voir dans l'espace: est-ce si simple ? *Petit x*, **96**, pp.51-73.

PERRIN-GLORIAN, M.-J. (2012). La géométrie (plane) du CP à la 5ème. Quelques réflexions pour le comité scientifique des IREM. Communication présentée au comité scientifique des IREM. http://www.univ-irem.fr/IMG/pdf/Annexe_2-CS-IREM-8_juin_2012.pdf

PERRIN-GLORIAN, M.J. & GODIN, M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments vers leur caractérisation par des énoncés. *Math-école*, **222**, 26-36.

PERRIN-GLORIAN, M.J. & GODIN, M. (2018). Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège. *Concertum de la CORFEM*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01660837v2>

PERRIN-GLORIAN, M.-J., MATHE, A.-C. & LECLERCQ, R. (2013). Comment peut-on penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? Le jeu sur les supports et les instruments. *Repères IREM*, **90**, 5-41.

