



# Problèmes de reproduction de figures en fin d'enseignement primaire : quels avis de la part des enseignants?

**Romain BEAUSER**

Service d'Éducation et des Sciences de l'Apprentissage (EDUSA), Université de Mons  
(Belgique)

[romain.beauser@umons.ac.be](mailto:romain.beauser@umons.ac.be)

**Natacha DUROISIN**

Service d'Éducation et des Sciences de l'Apprentissage (EDUSA), Université de Mons  
(Belgique)

[natacha.duroisin@umons.ac.be](mailto:natacha.duroisin@umons.ac.be)

**Résumé :** Les problèmes de reproduction de figures géométriques constituent des pistes didactiques revendiquées dans de nombreuses recherches (p. ex. Mangiante-Orsola et Perrin-Glorian, 2014; Duroisin et al., 2020), notamment parce qu'elles sont susceptibles de développer le regard porté par les élèves sur les figures géométriques. L'article tente d'identifier les avis que portent les enseignants sur ces activités d'enseignement-apprentissage. Pour y arriver, une recherche collaborative a été menée avec une équipe d'enseignants belges francophones. Plusieurs groupes de discussion (*focus groups*) ont permis de relever leurs avis à l'égard de ces problèmes avant et après les avoir intégrés à leurs pratiques. Cette recherche vise ainsi la compréhension des pratiques enseignantes et permet in fine de formuler des recommandations à destination de différents acteurs (auteurs de prescrits, auteurs de manuels, formateurs...) en vue d'encourager l'instauration de telles pratiques dans la durée.

*Mots-clés : géométrie, reproduction de figures, visualisation iconique et non iconique, perceptions enseignantes, recherche collaborative*

**What do teachers think about geometric teaching activities of figure reproductions?**

**Abstract:** Numerous studies highlight the learning potential of activities involving reproducing geometric figures (e.g., Mangiante-Orsola and Perrin-Glorian, 2014; Duroisin et al., 2020), particularly since they allow students to develop an understanding of geometric figures. The purpose of this Belgian collaborative research project was to

Revue québécoise de didactique des mathématiques, 2023, vol 4, p. 37-75.

<https://doi.org/10.71403/c87x1t91>

identify what teachers think about such pedagogical activities. We conducted several focus groups to identify teachers' perceptions before and after integrating these practices in classroom. This article aims to understand their pedagogical practices and identify recommendations for different actors (curriculum designers, textbook authors, teacher educators, etc.) to encourage implementing the practices.

*Keywords: geometry, geometric figure reproduction, iconic and non-iconic visualisation, teacher perceptions, collaborative research*

## Introduction

Dans l'enseignement de la géométrie, l'utilité des problèmes de reproduction de figures n'est plus à démontrer. En effet, ces problèmes, qui consistent à faire reconstruire une figure modèle donnée, sont recommandés dans la littérature pour permettre le développement de la visualisation des élèves en incitant ces derniers à poser un regard géométrique sur les figures (Keskessa et al., 2007; Mangiante-Orsola et Perrin-Glorian, 2014; Duroisin et al., 2020; etc.). Ce regard implique une décomposition des figures et l'exploitation des propriétés de celles-ci. Cette manière de voir les figures et d'opérer sur ces dernières permet de préparer les élèves à la suite des apprentissages en géométrie, notamment pour les apprentissages de la démonstration, et favorise donc la transition vers l'enseignement secondaire, tout en développant des connaissances attendues à l'école primaire (Godin et Perrin-Glorian, 2009).

Pourtant, ces problèmes ne sont pas explicitement recommandés dans les prescrits en Belgique francophone (Duroisin, 2015; Duroisin et Demeuse, 2016) malgré leur présence dans certaines épreuves externes (p. ex. Certificat d'études de base [CEB], épreuve de 2014). Par ailleurs, ils sont souvent sous-estimés par les enseignants, qui les utilisent le plus souvent uniquement dans une visée d'amélioration du maniement des instruments (Bulf et Celi, 2015a). Ces problèmes risquent alors d'être proposés aux élèves sans prendre en compte certaines variables essentielles (instruments, etc.) pour encourager le développement du regard géométrique.

Au travers d'une recherche collaborative menée en Belgique francophone avec une équipe constituée de quatre enseignants de 6<sup>e</sup> année de l'enseignement primaire (6<sup>e</sup> année) et d'un enseignant prestant au premier degré de l'enseignement secondaire (7<sup>e</sup> et 8<sup>e</sup> année), un dispositif d'enseignement intégrant des problèmes de reproduction de figures a été mis en place et testé. Les divers temps d'échanges collectifs menés entre le chercheur et les enseignants impliqués dans la recherche ont permis de récolter des informations sur les habitudes et avis des enseignants à l'égard des problèmes de reproduction de figures, avant et après leur mise en œuvre dans leur classe. L'objectif de cet article est de présenter les contenus des échanges. En prenant appui sur les témoignages de praticiens, l'article tentera

d'apporter des réponses à plusieurs questions : quelles sont les raisons qui encouragent ou non les enseignants à proposer des problèmes de reproduction de figures? Quelles sont leurs craintes et réticences par rapport à la mise en œuvre de tels problèmes? Ces craintes sont-elles confirmées ou non après leur mise en œuvre?

La récolte des avis d'enseignants à l'égard des problèmes de reproduction de figures peut ainsi permettre, d'une part, une meilleure compréhension des pratiques enseignantes actuelles. D'autre part, elle permet d'identifier les freins et les leviers à leur instauration dans les pratiques enseignantes. Les éléments mis en évidence conduiront ainsi à enrichir la réflexion et à identifier des recommandations relatives à la formation des enseignants ou au contenu des programmes scolaires et des manuels. Cet article s'inscrit dans une perspective plus générale visant à souligner l'importance de mettre en relation les résultats de recherche en didactique des disciplines scolaires et en psychologie cognitive avec les pratiques enseignantes.

## **1. Les manières de voir les figures en géométrie**

Les recherches menées en didactique de la géométrie ont permis d'identifier une rupture entre l'enseignement primaire et l'enseignement secondaire en ce qui concerne la manière de voir les figures géométriques (Duval et Godin, 2005; Perrin-Glorian et Godin, 2018). Au cours de l'enseignement primaire, les élèves conservent un mode de visualisation iconique (Duval, 2005). Ce mode considère que la reconnaissance des figures s'appuie sur la ressemblance que l'objet peut avoir avec une forme type (la figure 1 en est l'exemple puisqu'on y voit que l'apprenant associe la figure à un objet de son répertoire, en l'occurrence une étoile). Alors que ce mode est présent naturellement chez les élèves (Mangiante-Orsola et Perrin-Glorian, 2014), celui-ci apparaît néfaste pour l'apprentissage de la discipline (Duval, 2005). Il empêche par exemple l'élève de mettre en place un raisonnement géométrique logique utile pour la démonstration et la résolution de problèmes. Au contraire du mode iconique, les élèves doivent se situer dans un mode qualifié de non iconique pour poursuivre les apprentissages en géométrie au secondaire. Ce mode implique que la reconnaissance des figures passe par l'utilisation de propriétés, ce qui est rendu possible grâce à la mise en place d'une séquence d'opérations se rapportant à l'ajout de tracés réorganisateurs sur la figure (Duval, 2005). Dans l'exemple donné en figure 1, l'élève va pouvoir, en mettant en œuvre des tracés supplémentaires de prolongements de côtés, associer la figure à un assemblage de triangles, voire de segments (ou droites) et de points, possédant certaines propriétés que l'élève pourra exploiter dans son raisonnement. Il pourra, par exemple, en étant capable

de dépasser la forme globale étoilée, identifier la configuration de droites sécantes et parallèles apparaissant dans la figure pour ainsi pouvoir ensuite exploiter des propriétés de cette configuration (p. ex. application du théorème de Thalès).

Ce mode est essentiel pour la compréhension des propriétés incontournables de la discipline telles que les propriétés d'incidence (Barrier et al., 2014; Perrin-Glorian et Godin, 2018; Bulf et Mathé, 2018).

Le changement de mode de visualisation ne se fait cependant pas naturellement chez les élèves (Laborde, 1994; Duval, 1995; Duroisin et al., 2020). Il nécessite, comme illustré précédemment, de voir émerger chez ces derniers des processus de décomposition des formes en unités figurales de dimensions égales ou inférieures (Duval et Godin, 2005) permettant au sujet de faire apparaître et de prendre appui sur des propriétés de la figure.

Afin d'atténuer la rupture entre les deux niveaux d'enseignement, intégrer dans les apprentissages en géométrie des activités pédagogiques dès l'enseignement primaire qui permettront d'accompagner les élèves dans ce changement semble être une piste (Duval et Godin, 2005; Mathé, 2008; Bulf et Celi, 2015a; Duroisin et al., 2020; Beuset et Duroisin, 2021a). C'est dans cette visée que s'inscrivent notamment les problèmes de reproduction de figures (Keskessa et al., 2007; Mangiante-Orsola et Perrin-Glorian, 2014) qui sont un type d'activités (parmi d'autres) pouvant, s'il est relié aux contenus étudiés, permettre de construire les connaissances attendues à l'école primaire, tout en participant au développement de la visualisation non iconique nécessaire pour les futurs apprentissages du secondaire (Godin et Perrin-Glorian, 2009).

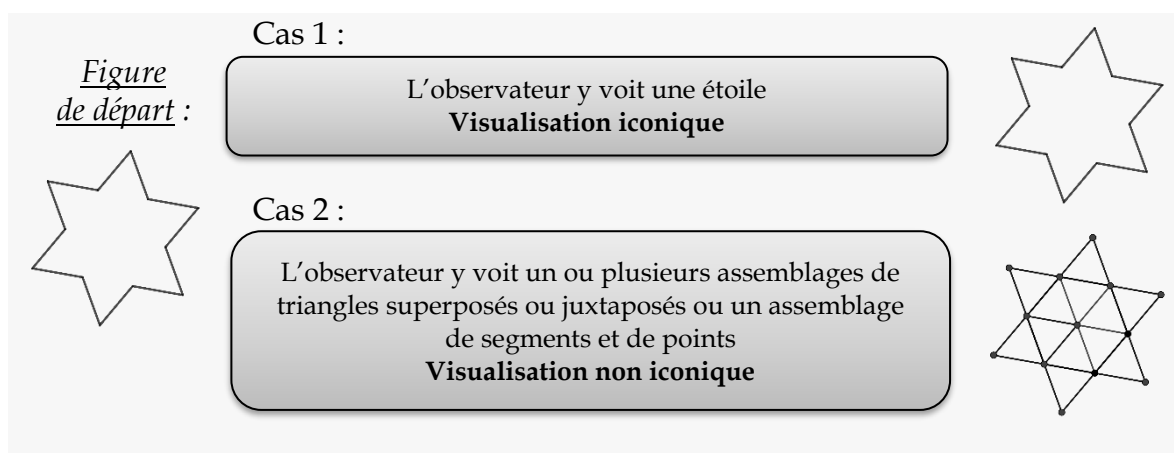
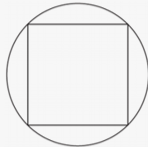


Figure 1. Illustration des modes de visualisation iconique et non iconique


## 2. Les problèmes de reproduction de figures et le cas particulier des restaurations de figures

Comme l'illustre la figure 2, les tâches de reproduction de figures sont des tâches dans lesquelles il est demandé à l'élève de reconstruire une figure imposée que l'on met à sa disposition, appelée modèle. Pour y arriver, plusieurs démarches peuvent être mises en œuvre en fonction de la manière dont l'élève entame la reconstruction et des propriétés qu'il utilisera. L'élève pourrait évoquer différentes propriétés que chaque figure possède (côtés, angles, diagonales, axes de réflexion perpendiculaires, etc.). Par exemple, pour l'exercice 1 de la figure 2, l'élève pourrait construire un carré, y tracer ses diagonales et prendre pour centre du cercle l'intersection des diagonales. Il pourrait aussi décider de tracer deux droites perpendiculaires, un cercle dont le centre est l'intersection des droites, et enfin le carré obtenu à partir de l'intersection des droites et du cercle.

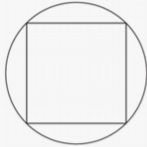

1) Problème de reproduction :  
Reproduis à l'identique la figure suivante (modèle).  
**Modèle :**



Exemple de résolution : Construction d'un carré et exploitation des médianes ou diagonales pour déterminer le centre du cercle.



2) Problème de restauration :  
Reproduis à l'identique la figure suivante (modèle) à partir de l'amorce donnée.  
**Modèle :** **Amorce :**

Exemple de résolution : Achèvement de la construction du carré et exploitation des médianes ou diagonales pour déterminer le centre du cercle




Figure 2. Exemples de problèmes de reproduction et de restauration de figures

La restauration de figures constitue un cas particulier de la reproduction dans la mesure où il s'agit d'une reproduction pour laquelle un point de départ est donné. En effet, dans les problèmes de restauration, la reconstruction de la figure doit se faire au départ d'une partie de la figure donnée à l'élève, appelée amorce, ou à partir d'instruments qui lui sont mis à disposition et qui permettent de transporter des informations à deux dimensions sur la figure, comme des calques (Mangiante-Orsola, 2013). Des divergences apparaissent tout de même dans les définitions accordées à ce qui doit ou non être considéré comme des problèmes de restauration. Si, pour Mangiante-Orsola (2013), la restauration implique de

demander aux élèves de construire une figure à la même échelle que la figure initiale, d'autres auteurs, à l'instar de Barrier et al. (2014), considèrent qu'une restauration peut se faire à une autre échelle et qu'il s'agit d'ailleurs d'une variable qu'il est possible de prendre en compte.

Bulf et Celi (2015b) ont constaté un foisonnement de recherches portant sur l'intérêt des problèmes de restauration, ou plus largement de reproduction de figures. S'ils servent à développer l'usage des instruments, ils sont surtout utiles pour la mise en jeu des propriétés connues des figures (Mangiante-Orsola, 2013). En effet, les reproductions peuvent nécessiter la mise en évidence de relations géométriques sur les figures observées, telles que les relations d'alignement. Ils servent également à faire émerger des processus de décompositions des formes. Les résolutions proposées au sein de la figure 2 en sont d'ailleurs les illustrations. Dès lors, ces tâches constituent des moyens de développer chez les élèves le regard adéquat à porter sur les figures, c'est-à-dire le mode de visualisation non iconique (Keskessa et al., 2007; Mangiante-Orsola et Perrin-Glorian, 2014; Duroisin et al., 2020).

Plusieurs variables didactiques interviennent dans la mise en œuvre des problèmes de reproduction de figures (le choix des instruments, les règles de résolution de problèmes, le choix des figures « modèles » et des amorces).

## 2.1 Le choix des instruments

Offre et al. (2006) mais aussi Perrin-Glorian et al. (2013) ont relevé que les instruments utilisés dans les tâches de construction sont liés au regard porté sur les figures, notamment puisqu'ils sont porteurs de propriétés géométriques et graphiques de ces figures (Barrier et al., 2014). Cette variable peut ainsi, dans les problèmes de reproduction de figures, permettre d'inverser la prédominance de la perception sur l'analyse géométrique (Duval et Godin, 2005). D'après Perrin-Glorian et al. (2013), les instruments comme les règles, qui produisent des formes à une dimension et permettent de mettre en relation des éléments à une dimension (droites, segments) ou zéro dimension (points), doivent être privilégiés pour le développement de la visualisation non iconique. En effet, ceux-ci accompagnent les apprenants vers la déconstruction des figures en un assemblage de lignes et de points possédant des propriétés (propriétés d'alignements, etc.). Cette action de déconstruction d'une figure en unités figurales de dimension inférieure, nommée déconstruction dimensionnelle (Duval, 2005), constitue la manière de voir requise en géométrie et peut être associée au mode de visualisation non iconique.

Par ailleurs, il est recommandé de privilégier des instruments non gradués afin d'éviter la prise de mesures physiques (Bulf et Celi, 2015a; Barrier et al., 2014).

De cette façon, l'attention des apprenants peut se poser sur les propriétés géométriques de la figure sans être détournée par des nombres et des calculs qui viendraient neutraliser l'aspect visuel des figures. On évite ainsi que les procédures numériques (p. ex. mesure des côtés, d'angles, etc.) ne prennent le dessus sur les procédures géométriques (p. ex. utilisation des propriétés d'alignement, etc.) (Duval et Godin, 2005) puisque si des procédures numériques peuvent permettre de résoudre les problèmes proposés, elles n'incitent pas à entrer dans une démarche de raisonnement géométrique.

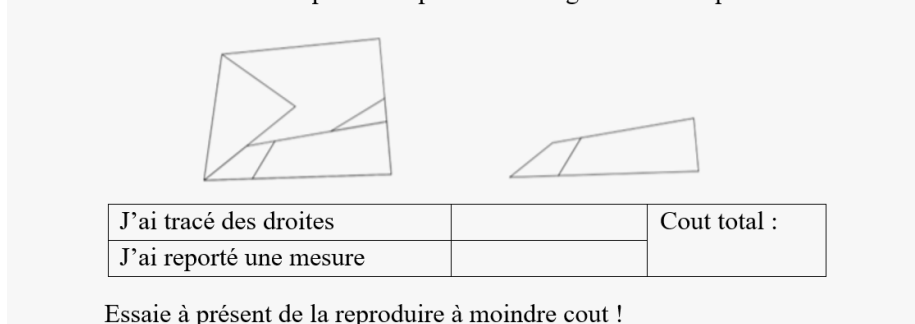
Enfin, l'importance de faire varier les instruments a été relevée par plusieurs auteurs à l'instar de Mathé (2008). Afin de permettre un développement de la visualisation non iconique, Duval et Godin (2005) préconisent ainsi d'instaurer une progression spécifique au niveau des instruments proposés aux élèves : gabarits et/ou pochoirs déchirés, gabarits déchirés et plusieurs règles non graduées, gabarits déchirés et une seule règle non graduée, surface quelconque et une seule règle non graduée, uniquement des règles non graduées, une règle non graduée et un gabarit d'angle droit. À cette progression, Duroisin et al. (2020) suggèrent d'ajouter le compas en tant qu'outil permettant le report de mesures lorsqu'on travaille avec des élèves de fin d'enseignement primaire.

## 2.2 L'intégration d'un système de cout des instruments

Au-delà du fait de varier les instruments, il est possible d'inclure des règles au sein des problèmes proposés. C'est ce que mettent en avant, entre autres, Mathé (2008), Perrin-Glorian et al. (2013) ou encore Barrier et al. (2014) en suggérant l'instauration de « cout » aux instruments ou aux types de tracés réalisés, illustré par exemple dans la figure 3.

Par ce système, l'élève est amené à calculer le cout de la méthode de résolution en fonction des procédés et/ou des outils qu'il a utilisés, chaque procédé valant un cout différent. La consigne donnée aux élèves est de réaliser l'exercice en tentant d'obtenir la méthode la moins couteuse, ce qui permet de développer une réflexion chez les élèves quant à la méthode de résolution à utiliser et de les inciter à l'utilisation de certaines techniques plutôt que d'autres. Par exemple, dans la figure 3, le tracé de droites est encouragé, parce que moins couteux, en comparaison au report de mesure. Barrier et al. (2014) suggèrent de rendre gratuite l'action « tracer un trait » afin de favoriser cette dernière pour ainsi inciter à la décomposition des formes.

Voici une construction. Reproduis-la à l'aide d'une règle informable et d'une règle plastifiée. Trace une barre verticale dans le tableau ci-dessous dès que tu traces une droite ou que tu reportes une mesure. A la fin de la construction, calcule le cout de celle-ci. Tracer une droite coûte 1 point et reporter une longueur coûte 5 points.



J'ai tracé des droites		Cout total :
J'ai reporté une mesure		

Essaie à présent de la reproduire à moindre cout !

Figure 3. Exemple de problèmes<sup>1</sup> de restauration avec échelle de gain (repris de Duroisin et al., 2020, inspiré de Keskesa et al., 2007).

### 2.3 Le choix des figures « modèles » et/ou des amorces

Les figures à reproduire (« modèle ») constituent également une variable importante dans les problèmes de restauration ou de reproduction (Duval et Godin, 2005; Perrin-Glorian et al., 2013). Puisqu'elles sont porteuses de caractéristiques visuelles, l'élève pourra s'appuyer sur ces caractéristiques pour retrouver des propriétés à l'aide des instruments et s'en servir dans la résolution du problème (Perrin-Glorian et al., 2013). Par exemple, il va pouvoir, à l'aide de la règle non graduée, observer des propriétés d'alignements (de segments, de points) sur le modèle, qu'il pourra ensuite utiliser afin de reconstruire correctement la figure. Les auteurs mettent en évidence plusieurs conditions dans le choix du modèle pour espérer se voir développer la visualisation non iconique. D'abord, il faut privilégier des figures composées, c'est-à-dire obtenues par l'assemblage de figures simples. Ce choix permettra d'inciter l'élève à passer par une décomposition des formes. La figure à reproduire doit être suffisamment complexe pour nécessiter une analyse chez les apprenants, sans l'être trop sous peine de voir un découragement s'installer dans le chef des élèves (Venant et Venant, 2014). Il faut par ailleurs que l'assemblage de formes respecte des alignements. Enfin, il faut évidemment que ce choix se fasse en symbiose avec le choix des instruments.

En outre, dans le cas particulier de la restauration de figure, l'amorce donnée constitue également une variable intéressante (Perrin-Glorian et al., 2013; Bulf et Mathé, 2018). D'après Bulf et Celi (2016), proposer un changement d'échelle de

<sup>1</sup> La règle informable est une bande de papier sur lesquelles on peut inscrire des marques ou des plis pour reporter des longueurs.



l'amorce par rapport au modèle inciterait davantage à dépasser la perception première. Modifier l'orientation de l'amorce par rapport à celle du modèle est également une possibilité. Le changement d'orientation et de taille de l'amorce permet de se focaliser sur des méthodes de résolution permettant le développement de la visualisation non iconique. En effet, dans ce cas de figure, l'utilisation de techniques de résolution telles que la translation point à point, qui n'ont pas d'intérêt pour le développement de la visualisation, n'est plus possible.

### **3. Les prescriptions et pratiques habituelles des enseignants pour le développement de la visualisation non iconique**

En Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB), on retrouve peu, voire pas, d'injonctions ou de recommandations destinées aux enseignants dans les prescrits légaux en ce qui concerne le développement de la visualisation non iconique. La progression des objectifs d'apprentissage dans l'enseignement primaire, prévoyant d'abord, de manière dissociée, d'abord des connaissances sur les propriétés des objets à une dimension (droites et segments, les relations qu'entretiennent ces éléments entre eux et leurs propriétés) puis sur les formes familières à deux dimensions (carré, rectangle, triangle, etc.), ne favorise pas le passage à la visualisation non iconique (Duroisin et al., 2020). Toutefois, à l'issue de l'enseignement primaire, il est attendu que les élèves puissent prendre appui sur les propriétés des figures simples pour les reconnaître, comparer, classer, différencier mais aussi pour les tracer au moyen de la règle graduée, de l'équerre et du compas. Il est également attendu qu'ils connaissent et énoncent les propriétés des côtés et des angles des quadrilatères et triangles, utiles pour leur construction, et enfin qu'ils soient sensibilisés aux propriétés des diagonales des quadrilatères (Ministère de la Communauté française, 1999). La prise d'appui sur les propriétés des figures semble donc être incontournable, ce qui semble en totale cohérence avec le développement de la visualisation non iconique.

Par ailleurs, concernant les problèmes de reproduction de figures, qui sont l'objet central de cet article, si le référentiel belge évoque les compétences susmentionnées et la compétence « construire des figures et des solides simples à l'aide de matériels variés » à développer au primaire et à certifier en fin d'enseignement primaire, aucune précision supplémentaire n'est donnée sur la manière de faire construire aux élèves ces figures. Les activités de reproduction ne sont donc pas explicitement encouragées même si elles ne semblent pas incompatibles avec les prescriptions. Néanmoins, certaines informations présentées dans les prescrits ne semblent pas correspondre aux recommandations issues de la recherche en didactique et citées préalablement, et risquent donc d'être insuffisantes. On observe notamment une incitation à se focaliser sur la construction des figures

simples alors que la littérature évoque le potentiel des figures complexes, et sur l'utilisation de certains instruments uniquement (règle graduée, équerre, compas). Par exemple, aucune référence aux instruments non gradués n'apparaît.

En ce qui concerne les pratiques enseignantes, les résultats de recherches en France affirment que les enseignants proposent un enseignement de la géométrie principalement ostensif : « On montre des objets, on les fait reconnaître, mais ils interviennent rarement pour apporter des réponses à des problèmes » (Perrin-Glorian, 2005, p. 7). Par ailleurs, une enquête menée auprès d'enseignants francophones belges et français (Beauset et Duroisin, 2021b) a mis en évidence que la plupart des enseignants du primaire et secondaire inférieur déclare mettre peu souvent ou jamais en œuvre des activités permettant de développer la visualisation.

Plus spécifiquement, par rapport aux activités de reproduction et de restauration, Bulf et Celi (2015a) relèvent que ces activités sont souvent sous-estimées par les enseignants puisqu'elles ne sont pas envisagées comme un outil de développement du regard géométrique.

#### **4. Méthodologie : la mise en place de la recherche collaborative**

Au travers d'une recherche collaborative organisée en plusieurs étapes qui seront décrites ci-après, différents temps de discussion collectifs ont été mis en place avec les participants et ont permis de récolter l'avis de ces derniers par rapport aux problèmes de reproduction (et notamment de restauration) de figures. Par le biais de verbatims, l'objectif de cet article est la présentation de ces avis. Plus précisément, l'article présente d'abord les résultats relatifs aux pratiques enseignantes habituelles concernant les problèmes de reproduction de figures. Deuxièmement, il présente ensuite l'avis a priori à l'égard des problèmes de reproduction de figures (recommandées au sein des recherches). Enfin, il se focalise sur l'avis des enseignants après avoir intégré les problèmes de reproduction à leur pratique. De cette façon, les raisons qui encouragent ou non les enseignants à proposer des problèmes de reproduction de figures ainsi que les craintes et réticences de ces derniers avant et après leur mise en œuvre sont investiguées. Ces éléments permettent d'enrichir la compréhension des pratiques enseignantes actuelles, l'identification de freins et leviers à leur instauration dans les pratiques enseignantes, et donc la formulation de recommandations diverses (au niveau de la formation des enseignants, au niveau du contenu des prescrits et manuels, etc.).

## 4.1 Échantillon

Pour cette recherche, l'équipe collaborative est constituée de cinq enseignants volontaires encadrés par un chercheur : quatre des enseignants sont titulaires d'une classe de 6<sup>e</sup> primaire (élèves de 11-12 ans) et le dernier est enseignant de mathématiques en 1<sup>re</sup> année de l'enseignement secondaire (élèves de 12-13 ans). De cette façon, en intégrant des enseignants des deux niveaux scolaires, le travail envisagé prend en compte la transition entre l'enseignement primaire et l'enseignement secondaire, comme le suggèrent Bednarz et al. (2009). Tous les enseignants impliqués dans la recherche exercent au sein d'un même établissement<sup>2</sup> de la Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB) dont l'indice socio-économique est de 10/20<sup>3</sup>, ce qui correspond à un niveau socio-économique moyen (entre 6 et 13 sur 20). Ils ont tous au moins neuf années d'expérience dans l'enseignement et ont pour formation initiale un bachelier pédagogique (titre requis en Belgique). Précisons qu'aucun des cinq enseignants n'avait suivi de formation en didactique incluant la thématique de la recherche (mode de visualisation en géométrie, activités de reproduction de figure) préalablement à cette dernière. Le tableau 1 décrit brièvement l'expérience de chacun des enseignants.

Tableau 1 : Descriptif des enseignants impliqués (niveaux d'enseignement et années d'expérience)

	Niveaux actuels	Années d'expérience	Autres niveaux d'enseignement passés
Enseignant 1 (E1)	6 <sup>e</sup> primaire	9 ans dont 4 en 6 <sup>e</sup> primaire	5 <sup>e</sup> primaire
Enseignant 2 (E2)	6 <sup>e</sup> primaire	18 ans dont 11 en 6 <sup>e</sup> primaire	Tous les niveaux du primaire
Enseignant 3 (E3)	6 <sup>e</sup> primaire	9 ans dont 2 en 6 <sup>e</sup> primaire	5 <sup>e</sup> primaire
Enseignant 4 (E4)	6 <sup>e</sup> primaire	18 ans dont 12 en 6 <sup>e</sup> primaire	Tous les niveaux du primaire
Enseignant 5 (E5)	1 <sup>re</sup> secondaire	26 ans	Toutes les années du 1 <sup>er</sup> degré secondaire

<sup>2</sup> Établissement proposant une section d'enseignement primaire et une section d'enseignement secondaire.

<sup>3</sup> Indice attribué par l'arrêté du Gouvernement de la FWB du 24 mars 2011.

## 4.2 Déroulement des temps d'échanges

La recherche collaborative a été menée pendant six séances collaboratives d'environ 50 minutes réalisées durant les périodes de concertation<sup>4</sup> et réparties sur six mois au travers de quatre phases. Les trois premières phases de recherche collaborative sont reprises des travaux de Morrissette (2013). Il s'agit des phases de cosituation, de coopération et de coélaboration. Une quatrième phase a été ajoutée au dispositif. Intitulée phase de retour, celle-ci est prévue après un temps d'expérimentation par certains enseignants. La figure 4 présente l'organisation de ces différentes phases et leur contenu.

Au travers de ces phases, différents temps d'échanges entre les enseignants et le chercheur ont été organisés par ce dernier. Après la phase de cosituation qui a notamment servi à la définition du projet par le chercheur avec l'équipe enseignante, la phase de coopération a d'abord permis au chercheur de présenter les concepts théoriques et didactiques indispensables aux enseignants pour familiariser ces derniers avec la thématique de la recherche<sup>5</sup>. Le chercheur y aborde d'abord le modèle théorique développé par Duval (2005) en présentant les deux modes de visualisation (iconique et non iconique) et les quatre approches (botaniste, arpenteur-géomètre, constructeur, inventeur-bricoleur). Il explique ensuite aux enseignants en quoi le mode iconique représente une impasse pour l'apprentissage et en quoi le mode non iconique constitue la manière requise de voir en géométrie. Le chercheur présente également le principe de déconstruction des figures en se focalisant particulièrement sur la déconstruction dimensionnelle. Enfin, il présente le principe des problèmes de reproduction de figure, leur intérêt pour le passage à un mode de visualisation non iconique ainsi que les variables didactiques importantes dans ces problèmes. À l'issue de cette présentation, un premier groupe de discussion (*focus group*) a été réalisé pour donner la parole aux enseignants à propos de leurs pratiques habituelles en ce qui concerne le développement de la visualisation non iconique de leurs élèves. Ils ont notamment été interrogés sur leurs habitudes à l'égard des activités de reproduction et de restauration de figures et sur les raisons justifiant leurs habitudes.

---

<sup>4</sup> Période au cours desquelles les enseignants d'une même équipe sont amenés à interagir, qui font l'objet d'une obligation légale en Belgique francophone (Décret « organisation » du 13 juillet 1998).

<sup>5</sup> Le support utilisé pour la présentation des concepts théoriques est accessible dans l'annexe 3 de Beauset (2019).

## Problèmes de reproduction de figures en fin d'enseignement primaire...

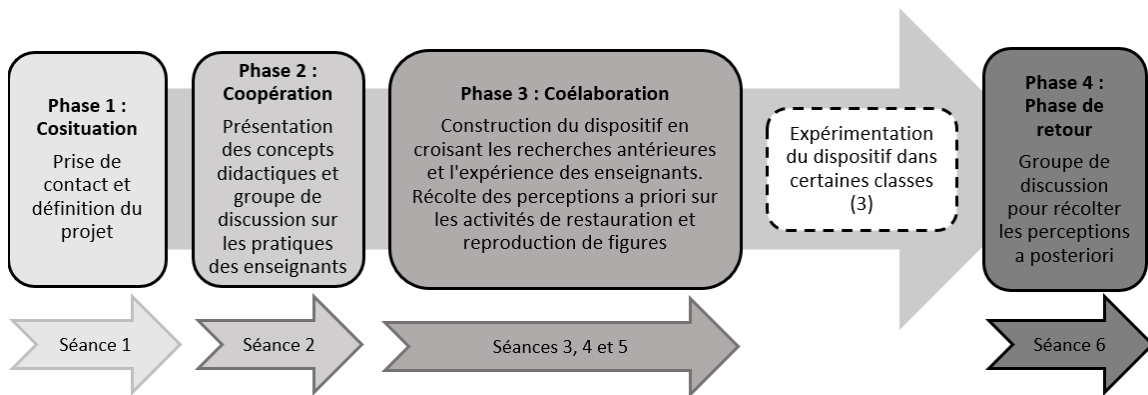


Figure 4. Répartition des séances et des phases de la recherche collaborative

Ensuite, la phase de coélaboration a permis, toujours par le biais de groupes de discussion, de récolter l'avis a priori des enseignants par rapport aux pistes didactiques liées aux problèmes de reproduction de figures concrètes suggérées au sein de la littérature. Ils ont notamment pu interagir au regard de leur expérience pour mettre en évidence leurs réticences, leurs suggestions d'adaptation ainsi que leurs doutes à leur égard. Cette phase a débouché sur la coélaboration d'un dispositif pédagogique prenant appui sur des recherches antérieures (Duval et Godin, 2005; Mathé, 2008; Mithalal, 2010; Perrin-Glorian et al., 2013; Barrier et al., 2014; Mangiante-Orsola et Perrin-Glorian, 2014; Duroisin et al., 2020) croisées avec les perceptions des enseignants.

Trois des quatre enseignants de 6<sup>e</sup> primaire (enseignants 1, 2 et 3) ont ensuite expérimenté dans leur classe le dispositif didactique coconstruit. Ce dernier, résumé en annexe, est constitué de dix séances de 50 minutes réparties sur six séquences d'enseignement et d'apprentissage centrées sur la résolution de problèmes de reproduction. Ce dispositif d'enseignement-apprentissage a été testé sur une durée de deux mois à raison d'environ deux périodes de 50 minutes par semaine (Beauset et Duroisin, 2021a).

Finalement, après l'expérimentation dans les classes, la quatrième phase, nommée phase de retour, a permis de réaliser un débriefage avec les enseignants, prenant également la forme d'un groupe de discussion. Ce temps d'échange a été l'occasion notamment de récolter l'avis a posteriori des enseignants à l'égard du dispositif testé et donc, plus largement, concernant les problèmes de reproduction de figures (points forts, points faibles, difficultés rencontrées, confirmation ou non des doutes mis en évidence a priori, etc.).

### 4.3 Données exploitées

Chacune des séances de la recherche collaborative a été enregistrée (enregistrement audio) et les discours ont été retranscrits. De cette façon, le chercheur dispose des verbatims des enseignants qui seront ici analysés selon une approche qualitative et utilisés pour illustrer les perceptions des enseignants à différents moments :

- d'abord, dans le groupe de discussion mené en phase de coopération pour interroger les enseignants sur leurs pratiques habituelles,
- ensuite, au cours de la phase de coélaboration, lorsque le chercheur a confronté les enseignants aux pistes didactiques proposées au sein des recherches et a ainsi récolté les perceptions a priori des enseignants à l'égard de telles activités,
- enfin, dans le groupe de discussion mené lors de la phase de retour, lorsque les enseignants ont été invités à échanger cette fois leurs perceptions a posteriori.

L'analyse descriptive menée se focalise sur ces trois temps d'échanges, les autres temps d'échanges étant davantage des temps de présentation d'informations de la part du chercheur.

## 5. Présentation des résultats

En prenant appui sur les verbatims des enseignants issus des différentes étapes de la recherche collaborative, leur avis à l'égard des activités de reproduction de figure est ici présenté. Ces résultats permettent notamment l'identification de freins et de leviers relatifs à l'instauration de telles activités et débouchent ainsi sur la formulation de recommandations diverses.

### 5.1 Pratiques enseignantes habituelles concernant les problèmes de reproduction de figures

Lors du premier groupe de discussion, les enseignants ont mentionné qu'habituellement, ils ne réalisaient pas de problèmes de reproduction de figures dans une visée de développement de la visualisation non iconique. Ils ne perçoivent d'ailleurs pas l'intérêt de telles activités pour l'apprentissage de la discipline. Il leur arrive parfois de proposer des activités au cours desquelles les élèves doivent reproduire ou restaurer une figure qui leur est donnée, notamment dans les activités liées aux transformations du plan et aux homothéties. Dans ces chapitres d'enseignement, les élèves sont chargés de reconstruire une figure après qu'elle ait subi une transformation du plan, un agrandissement ou une réduction.

## Problèmes de reproduction de figures en fin d'enseignement primaire...

Chercheur : Donc, au niveau des exercices de restauration, est-ce que vous proposez ou pas des exercices de ce style dans vos classes?

E3 : Non...

E2 : Non jamais...

[...]

E1 : Mais ils ne doivent pas ... euh ... reproduire bêtement quelque chose à part en...

E3 : En symétrie.

[...]

E1 : En symétrie ou en homothétie...

En s'appuyant sur la définition donnée au sein du cadrage théorique, il est possible de considérer ces activités de transformation de figures comme des problèmes de reproduction de figures. Néanmoins, la méthode apprise aux élèves pour résoudre ces problèmes ne fait pas appel au développement de la visualisation non iconique puisque les apprenants doivent appliquer à chacun des sommets de la figure la transformation, point par point, pour former ainsi la nouvelle figure. Il n'est pas attendu de leur part qu'ils utilisent de tracés réorganisateur permettant l'exploitation des propriétés des figures à reconstruire. Par ailleurs, lorsqu'ils proposent ce genre d'exercice, les enseignants attendent le plus souvent des élèves qu'ils utilisent l'équerre graduée (ou éventuellement le compas) pour tracer des parallèles, des perpendiculaires, de mesurer des longueurs et de les reporter pour ainsi résoudre les tâches. De plus, les figures à reproduire que proposent les enseignants sont principalement des figures simples (triangles, quadrilatères et polygones réguliers), comme recommandé dans les prescrits. Les variables didactiques choisies par les enseignants, que ce soit au niveau des figures à reproduire ou au niveau du matériel, ne semblent donc pas aller dans le sens des recommandations données dans la littérature pour développer la visualisation non iconique des élèves.

E1 : Matériel libre, oui, mais souvent c'est essentiellement l'équerre.

[...]

E3 : Le compas, oui...

E1 : Quand on fait les rotations.

[...]

Chercheur : ...Les figures, du coup, ça reste des figures simples?

E1 : Oui.

Chercheur : Donc des quadrilatères ou triangles?

E1 : Triangles, oui.

Chercheur : Ça ne va pas plus loin que cela?

E1 : On fait un peu les polygones réguliers...mais, euh, on n'en fait pas beaucoup.

[...]

E4 : Après, on ne fait jamais un carré avec un triangle accroché...

Les enseignants ne semblent donc pas proposer de problèmes de reproduction qui s'inscrivent dans une visée de développement, chez les apprenants, du regard adéquat à porter sur les figures.

Pour justifier l'absence de telles activités dans leurs pratiques, ils évoquent l'absence d'information à ce sujet au sein des prescrits légaux. Ils relèvent que par manque de temps, ils se focalisent sur ce qui est clairement explicité dans ces derniers. Dans le groupe de discussion, les enseignants ont d'ailleurs souhaité consulter les programmes et référentiels pour confirmer ce qu'ils affirmaient.

Chercheur : Pourquoi vous n'en proposez pas?

E2 : Parce que ce n'est pas dans notre programme déjà.

[...]

E1 : Mais tu sais, on a tellement de trucs dans le programme en math... que ce genre de choses... ne nous semblent pas prioritaires.

[...]

E4 : Ça, on n'a pas ça dans notre programme.

Dans le groupe de discussion, les enseignants ont également souhaité passer en revue quelques anciennes épreuves du CEB<sup>6</sup>, considérant que la présence régulière de problèmes faisant appel à la visualisation non iconique au sein des épreuves pourrait les inciter à proposer en classe des activités développant ce mode de visualisation. Ils admettent que les épreuves certificatives contiennent quelques problèmes de ce type, et cela leur semble être de plus en plus le cas. De plus, le fait de recevoir une formation de la part du chercheur expliquant les enjeux et les intérêts de telles activités pour la transition vers l'enseignement secondaire semble encourager les enseignants à proposer de telles activités. Le manque de formation des enseignants à ce sujet semble donc être un facteur permettant d'expliquer l'absence des activités de reproduction dans les activités d'enseignement des

---

<sup>6</sup> Certificat d'études de base : Evaluation externe nationale certificative réalisée à l'issue de l'enseignement primaire en FWB.



enseignants. Précisons que les enseignants ont avoué ne jamais avoir été formés à ce sujet avant la recherche collaborative.

E1 : Quand on lit le programme, ce n'est pas présent, mais...quand on regarde les CEB on se rend compte qu'il faut quand même qu'on le fasse parce que...parce qu'il commence à y avoir de plus en plus d'exercices là-dessus.

E3 : C'est surtout qu'ils en ont besoin en secondaire après... [...] Alors ça vaut la peine de l'amorcer.

Les enseignants confirment avoir le sentiment d'être confrontés à des élèves qui se situent dans un mode de visualisation iconique. Pour illustrer cela, ils évoquent que les élèves réalisent les constructions en accordant plus d'importance à leur perception visuelle qu'aux propriétés des figures, ce qu'ils perçoivent maintenant comme problématique grâce à la formation reçue et ce qui renforce l'intérêt qu'ils accordent aux activités de reproduction de figures.

Chercheur : Quand vous leur donnez un dessin ou une figure géométrique, comment est-ce qu'ils identifient la figure?

E3 : D'un premier abord, plutôt l'approche du botaniste...

E1 : Oui

E3 : ...ils regardent et puis c'est ...même s'il y a un peu de décalage...tant pis...si ça a l'air, c'est que c'est bon.

[...]

E3 : C'est rare qu'ils sortent leurs outils pour être sûrs et certains...

Après la discussion avec le chercheur, les enseignants sont donc enclins à l'idée de pratiquer de telles activités avec les élèves, tout en veillant à conserver une durée raisonnable pour ce type d'activités afin de ne pas empiéter sur d'autres apprentissages de mathématiques attendus au sein des prescrits.

## **5.2 Avis a priori à l'égard des problèmes de reproduction de figures (recommandés au sein des recherches)**

Certains problèmes de reproduction, et plus spécifiquement de restauration, sont décrits par les enseignants comme étant trop complexes. Ils mentionnent donc l'importance de proposer des activités avec une complexité progressive afin d'accompagner l'élève, sans quoi il n'arrivera pas à développer et maintenir le mode non iconique

E1 : C'est quand même vachement, enfin, il y a des trucs, oui, qui seront compliqués.

[...]

E3 : Ça dépend, la complexité, elle va dépendre des figures qu'on choisit au départ, et des...du nombre d'alignements etc.

E2 : Et des élèves aussi.

E3 : Moi, je pense qu'il vaut mieux commencer comme ça ...peut-être accélérer si à un moment il y a ...ça va bien.

Les enseignants relèvent que les activités intégrant du matériel de type « gabarits » ou « pochoirs », comme le recommandent au sein de la progression des instruments proposée, devraient plutôt être réservées aux classes inférieures. Ils sont en effet réticents quant à l'utilisation de tels matériels avec les élèves de 6<sup>e</sup> primaire, estimant que cela représente un retour en arrière par rapport au travail mené sur les instruments avec les élèves jusqu'alors puisqu'à ce niveau scolaire, les élèves ont déjà appris à utiliser tous les instruments. De manière générale, ils considèrent que le travail de reproduction avec du matériel divers devrait être proposé plus tôt, par exemple à partir de la 3<sup>e</sup> primaire. Ce sentiment est renforcé par le fait qu'ils considèrent qu'il n'y a pas ou peu de manipulations pendant ces années.

E1 : Je te dis, le gabarit, en troisième, pour l'angle droit, mais à part cela il n'y a aucun autre gabarit.

[...]

E4 : Il n'y a pas de manipulations.

[...]

E1 : Après, est-ce que c'est utile de leur faire, euh... utiliser des gabarits parce que c'est quand même quelque chose qu'on n'utilise jamais, ni avant ni pendant... et en secondaire je ne suis pas sûr qu'il... y ait des gabarits qui soient utilisés.

[...]

E1 : Mais le problème c'est que le travail de la latte [l'enseignant utilise le terme « latte » pour évoquer la règle graduée] et de l'équerre il est quand même déjà là.

E5 : Oui, en fait, ça...il faudrait faire ça en 3<sup>e</sup> primaire.

Une autre réticence pour les enseignants concerne l'utilisation d'outils non gradués. Bien qu'ils comprennent l'intérêt de pouvoir détourner l'attention de la mesure au profit de l'exploitation d'autres propriétés, ces derniers considèrent que proposer un travail avec de tels outils va à l'encontre de ce qu'ils enseignent puisqu'à leur niveau scolaire, les élèves ont déjà découvert les différents instruments. Ils craignent qu'inciter à l'utilisation de tels outils risque de faire valider des comportements inadaptés de la part des élèves, notamment lorsqu'il s'agira plus tard de construire des figures sans faire attention aux respects des

mesures et propriétés ou de la précision (c'est-à-dire lorsqu'il sera demandé aux élèves de construire des droites perpendiculaires, ils craignent que les élèves ne le fassent qu'approximativement).

E1 : Ça va quand même à l'encontre de ce qu'on leur enseigne...

[...]

E3 : Tu les forces à révérifier l'angle... à regarder que ce soit vraiment bien isométrique.

E1 : Oui, c'est ça, parce que... ils tracent un carré sans vérifier les angles droits... Ils vont te faire un côté... puis ils vont te faire l'autre, bah, parce que ça va être plus ou moins droit, mais sans utiliser l'angle droit de l'équerre, quoi... et ça, mais ça leur pose plein de problèmes... surtout en 5<sup>e</sup>... moins en 6<sup>e</sup> parce qu'on les a ... drillé à ça.

E3 : Mais l'objectif ne sera pas le même ici.

Ces réticences dans le chef des enseignants peuvent constituer le reflet de leurs attentes implicites (précision, mesure). De telles attentes inciteraient davantage les élèves à rester dans un mode iconique. Elles permettent d'illustrer une absence de conscience et de connaissance des modes de visualisation, voire de suspecter que les enseignants se situent eux-mêmes dans le mode iconique.

Toujours par rapport au matériel, les enseignants semblent défavorables quant à l'utilisation d'un gabarit d'angle droit, en remplacement de l'équerre. L'intégration d'un tel instrument s'inscrit pour eux à l'encontre de ce qu'ils proposent habituellement. En effet, ils sont déjà confrontés à des difficultés à faire utiliser la ligne de perpendicularité de l'équerre<sup>7</sup> aux élèves. Ils craignent qu'intégrer le gabarit ne les encourage pas à utiliser à l'avenir la ligne de perpendicularité, mais plutôt l'angle droit de l'équerre, ce qu'ils considèrent comme problématique, toujours pour une question de précision.

E2 : On veut... on veut qu'ils utilisent la ligne ... Enfin, l'équerre, euh... voilà...

E5 : Non, on veut qu'ils utilisent le 0-90 au lieu du bord de l'équerre quoi.

Malgré les quelques réticences, les enseignants semblent globalement intéressés par la réalisation de problèmes de reproduction comme ceux recommandés au sein des recherches, pour des raisons qui ont pu être mises en évidence plus tôt (perception de l'utilité à la suite de la formation reçue, présence dans les épreuves certificatives). Les enseignants sont notamment enthousiastes par rapport à

---

<sup>7</sup> Terminologie utilisée par les enseignants du primaire, au même titre que la terminologie « le 0-90 » utilisée par l'enseignante du secondaire.

l'utilisation d'un système de cout des instruments et trouvent qu'intégrer ce système permettrait de pousser davantage les élèves à la réflexion.

E3 : Ce genre d'exercice là, par contre, je le vois bien ...

[...]

E4 : C'est intéressant.

[...]

E1 : C'est vrai que ça les oblige à réfléchir et c'est quelque chose qu'on ne fait pas...nous, le but c'est d'y arriver...

En outre, cette piste didactique met les élèves en situation de recherche et peut constituer, d'après les enseignants, une source de motivation pour les élèves. Néanmoins, cette piste implique selon eux de prévoir l'usage de relances individuelles pour remettre en recherche les élèves ainsi que des temps collectifs pour que ces derniers puissent positionner leur travail par rapport à la solution la moins couteuse.

E3 : Je pense que pour les élèves, tu en as qui voudront savoir comment va être le moins couteux et savoir s'ils ont bien réussi ou pas.

De plus, les enseignants trouvent qu'il est, de manière générale, nécessaire d'insister auprès des élèves sur l'importance de prendre le temps de l'observation, de la prise de recul ou encore de la réflexion avant de résoudre les problèmes. Cette attitude transversale est encouragée par l'usage des problèmes de reproduction, notamment puisque ceux-ci exigent une observation du modèle. Cette caractéristique semble donc être un atout de ce type d'activité.

Les enseignants trouvent intéressant d'inclure le compas comme outil de report de mesure en fin de progression des instruments. En effet, pour les enseignants, son utilisation représente une difficulté pour les élèves et il apparaît donc intéressant de l'exploiter, notamment parce que cette utilité n'est pas perçue par les élèves.

E3 : Ça, ça peut être... ça c'est super intéressant.

[...]

E1 : C'est vrai que c'est quelque chose qu'on ne fait pas du tout ...on n'utilise pas beaucoup le compas comme euh...pour tracer des cercles et puis c'est tout, hein.

[...]

E1 : Ils ont du mal à gérer le compas en fait.

Au-delà des points forts et des réticences, les enseignants relèvent plusieurs points d'attention à l'égard des problèmes de reproduction. Un premier point d'attention concerne les différences de rythme entre élèves. En effet, les enseignants

## Problèmes de reproduction de figures en fin d'enseignement primaire...

suspectent que de telles activités pourraient provoquer de fortes différences de rythmes entre élèves. Ils précisent d'ailleurs que ce ne sera pas forcément les élèves les plus « forts » habituellement qui s'en sortiront le mieux dans les activités de reproduction. Ils font également une analogie avec les activités liées aux homothéties et transformations, ou aux perspectives isométriques, pour lesquelles est relevé le même point d'attention.

E3 : Parce que moi je vois très bien ceux qui vont prendre ce genre d'exercice et qui vont y aller...euh... ils vont manger les cinq, six exercices en dix minutes.... Et tu as ceux qui vont chercher... et poser leur latte et pendant une heure tourner pour être sûr que ça va être bon à tracer...ou que ça ne va pas être un truc, euh...

[...]

E1 : C'est les plus forts qui vont, euh...

E5 : Qui vont se planter.

[...]

E4 : ...Moi j'avais ça ... quand ils font transformations, agrandissements et tout ça... les plus forts ils y arrivent moins bien.

Ces probables différences de rythme incitent les enseignants à planifier de la différenciation au cours des séances. Il est pour eux nécessaire de prévoir des aides et des relances, en veillant toutefois à ne pas trop les guider et à les laisser faire leur choix de résolution puisque tous ne vont pas opter pour la même méthode.

E1 : Mais, euh, par contre, leur mettre des petites astuces... dire, enfin genre « voilà attention, tous les points ne sont pas présents ...re passe-les peut-être en couleur, repère ceux qui ne sont pas présents. »

Prévoir des exercices de dépassement pour les élèves plus rapides est également considéré par les enseignants comme important dans une optique de prise en compte des rythmes. Par ailleurs, pour les élèves qui sont plus en difficulté, il semble nécessaire d'inclure des exercices facultatifs de niveaux intermédiaires avant de passer à des exercices plus complexes.

E1 : Peut-être en rajouter un du niveau 1 avant de passer au niveau 2.

[...]

E3 : Et moi je dirais même après, en rajouter des plus compliqués... en dépassement... la base c'est ça et en remettre derrière...

Un autre point d'attention relevé par les enseignants concerne le droit à l'erreur. En effet, ils estiment important de laisser aux élèves l'occasion de se tromper et de pouvoir recommencer dans de bonnes conditions l'activité. C'est pourquoi les enseignants estiment nécessaire de prévoir, dans le cas des problèmes de

restauration, plusieurs exemplaires de la même amorce afin que l'élève puisse, si nécessaire, recommencer avec soin la résolution du problème.

E3 : C'est peut-être une fois la forme et la remettre une deuxième fois...tu vois. Qu'ils puissent faire une sorte de brouillon sur lequel ils vont gommer au début, essayer...

L'importance de l'instauration de temps pour la verbalisation apparaît également comme un point d'attention pour les enseignants. Les enseignants estiment donc important de prévoir de nombreux temps de confrontation, de mises en commun et de synthèses collectives. De cette façon, les élèves seront forcés d'utiliser le vocabulaire adéquat et de faire preuve de métacognition, notamment pour mettre en avant les bons réflexes à avoir en géométrie. Les élèves plus en difficulté pourraient ainsi être guidés.

### **5.3 Avis a posteriori à l'égard des problèmes de reproduction de figures (à la suite de l'expérimentation)**

L'avis des enseignants a posteriori, c'est-à-dire après avoir presté le dispositif centré sur les problèmes de reproduction de figures, semble, pour un certain nombre d'aspects, s'inscrire dans la continuité de l'avis a priori. D'une part, les enseignants confirment l'existence de différences marquées de rythmes entre élèves. Cela renforce l'idée de prévoir de la différenciation. Les activités de dépassement sont notamment apparues utiles pour les élèves plus rapides.

E1 : Il y a ceux qui le voient direct...ils n'ont même pas besoin de tracer ils voient avant de commencer...même sans tracer...et tu en as d'autres, ils ne voient rien...et même s'ils tracent ils ne voient toujours rien.

E2 : Même quand tu expliques, ils ne voient toujours rien.

[...]

E1 : Et c'était mes bons élèves, hein, qui avaient du mal.

[...]

E1 : C'était important d'avoir des dépassements.

E1 : Il y en a qui se seraient tourné les pouces sinon.

D'autre part, l'importance d'accorder une place à l'erreur en prévoyant plusieurs exemplaires pour les activités de restauration a également été perçue comme pertinente par les enseignants, particulièrement pour les élèves en plus grande difficulté.

En outre, après avoir expérimenté des problèmes de reproduction de figures, les enseignants semblent considérer que ces activités favorisent la transition vers

l'enseignement secondaire, et ce, pour plusieurs raisons. D'abord, ils ont le sentiment que ces problèmes ont bel et bien permis d'atteindre l'objectif fixé, c'est-à-dire le passage, au moins partiel, à une manière plus géométrique de voir les figures. Ils estiment que cela pourra les aider dans la pratique de la démonstration au cours de l'enseignement secondaire puisqu'ils observent des modifications dans la manière dont les élèves raisonnent sur celles-ci. Ils relèvent, par exemple, que lors des premières séquences, les élèves semblaient utiliser des arguments perceptifs (p. ex. « ça se voit que je dois tracer comme ça »), plus que des propriétés, ce qui avait tendance à s'estomper au fur et à mesure des séances. Ce changement dans les modes de raisonnement utilisés par les élèves a permis de résorber la crainte d'augmentation des imprécisions, présente chez certains enseignants. D'ailleurs, pendant les temps d'échanges collectifs qui ont permis la prise de connaissances du dispositif, les enseignants ont instinctivement voulu tester les exercices.

- Verbatims a priori :

E5 : Faut d'abord le faire soi-même, hein.

[...]

E4 : On verra plus clair en le faisant soi-même.

- Verbatims a posteriori :

Chercheur : Est-ce que vous avez trouvé qu'il était facile d'enseigner ce dispositif?

E1 : C'était quand même assez compliqué ...euh...

E2 : Oui, Je n'irai pas jusqu'à dire que c'était facile.

E1 : J'ai quand même dû prendre du temps aussi...

[...]

E2 : Moi aussi j'ai tout refait.

E1 : ...en mettant mes annotations pour savoir ce que je devais dire, comment faire...

[...]

E1 : Et c'est pas du tout quelque chose qu'on fait en classe. Donc, c'est vrai que pour les élèves c'était quelque chose de difficile aussi ...et donc c'est vraiment une double difficulté... c'était difficile pour nous et en plus pour eux, vraiment...

Les enseignants témoignent également de la condition sine qua non de leur accompagnement préalable afin de leur permettre de bien percevoir l'enjeu des activités, notamment grâce à la présentation des concepts didactiques importants. Ils estiment qu'il était essentiel de savoir pourquoi ces activités étaient importantes

à réaliser en classe. L'importance de la formation proposée dans le cadre de cette recherche est donc à nouveau mise en évidence.

E2 : Bah, il faut expliquer pourquoi...

[...]

E3 : Il faut d'abord avoir vu la partie théorique avant de ... pour savoir où est l'intérêt.

E2 : Oui c'est ça.

[...]

E3 : Par contre, au niveau de... heureusement qu'on avait tout refait avant ensemble.

Bien qu'ils soulignent que les activités testées étaient intéressantes, notamment le système de cout qui a bien fonctionné dans les classes dans lesquelles il n'y a pas de compétition, les enseignants estiment tout de même que les conditions d'expérimentations n'ont pas été des plus favorables. En effet, le dispositif a été mis en place sur une courte période. Dès lors, ils estiment qu'il est approprié de répartir les activités incluant des problèmes de reproduction de figures sur l'ensemble de l'année et non de les réaliser sur une période condensée. Cela rejoint d'ailleurs l'idée précédemment évoquée de plutôt intégrer ces activités lors des apprentissages et d'ainsi considérer ces problèmes comme des moyens plus que comme des objets d'apprentissage. Cette solution pourrait permettre de diminuer le caractère répétitif, voire rébarbatif, des activités, que ce soit dans le chef de l'enseignant ou dans celui des élèves. Les enseignants vont même plus loin en relevant que certaines activités pourraient être intéressantes à proposer dans les années antérieures, avec moins de complexité, pour envisager une progression dans le parcours au niveau de cet apprentissage. C'est le cas notamment des activités avec matériels non gradués à l'égard desquelles ils étaient, au départ, plutôt réfractaires, mais qui leur paraît désormais pertinentes.

E1 : Moi, j'ai trouvé ça intéressant...juste que, c'est ce que je disais à P\*\*\*\* juste avant, je pense le fait de l'avoir fait sur un court laps de temps c'était franchement lourd, quoi.

[...]

E1 : Et c'est vrai que...il y a ...même pour moi pour l'enseigner, c'était lourd et pour eux aussi, quoi.

[...]

E2 : Maintenant, c'est vrai que ce serait à recommencer ...l'étaler vraiment sur l'année...



[...]

E3 : Et comme on le disait tout à l'heure, peut-être même le commencer dans les autres années...

Les conditions d'expérimentation sur une courte durée laissent croire aux enseignants que certaines habitudes inadéquates en termes de regard porté sur les figures resteront persistantes chez certains élèves, particulièrement chez ceux en difficulté. Ainsi, ils se questionnent sur la durabilité de l'acquisition du mode de visualisation non iconique et confirment donc que le travail à mener pour faire acquérir ce mode est un travail long et complexe. S'ils voulaient, au départ, expérimenter le dispositif sur un temps court, les enseignants semblent finalement avoir pris conscience de l'intérêt de la séquence qui dépasse l'échelle de la séquence d'enseignement pour être plus transversal aux apprentissages géométriques.

E1 : Je ne sais pas si...je refais l'activité aujourd'hui, je ne suis pas sûr qu'ils aient vraiment retenu, euh...

E3 : Sans leur annoncer que c'est la même chose que...il y en a qui reprendraient des mauvais travers...

[...]

E3 : Mais c'est parce que ...

E1 : Ça a été fait sur un court laps de temps.

[...]

E3 : Il faudrait le travailler depuis...

E1 : Oui c'est ça.

E3 : Pas que ça non plus ...il faut travailler aussi la mesure...mais il faudra travailler...les deux depuis beaucoup plus de temps, pour que ce soit un réflexe.

[...]

E1 : Maintenant si on le fait peut-être tous les mois...il y a peut-être moyen que...mais juste quelques séances d'apprentissage comme ça je ne suis pas sûr que ce soit suffisant.

## 6. Discussion des résultats

Pour que l'élève puisse acquérir des savoir-faire et compétences en géométrie lors de l'enseignement secondaire, il est nécessaire de l'accompagner, dès l'enseignement primaire à poser un regard géométrique approprié sur les figures. Ainsi, il s'agit d'amener progressivement l'élève à pouvoir dépasser le mode de visualisation iconique au profit d'un mode de visualisation non iconique.

Toutefois, mettre en place un tel travail apparaît complexe pour les enseignants. La complémentarité des recherches issues de différents domaines (psychologie des apprentissages, psychologie cognitive, didactique des mathématiques) a permis de mieux comprendre le fonctionnement de la visualisation des figures en géométrie chez les élèves, de percevoir l'impact de cette dernière sur l'apprentissage, mais également de suggérer des pistes d'activités d'enseignement-apprentissage permettant de mettre en œuvre un accompagnement des élèves et ainsi de faciliter la poursuite des apprentissages. Les problèmes de restauration et reproduction de figures constituent, d'après de nombreuses recherches (p. ex. Keskesa et al., 2007; Mangiante-Orsola et Perrin-Glorian, 2014), l'une des pistes pour mettre en œuvre cet accompagnement lors de l'enseignement primaire.

La recherche collaborative menée ambitionne de mettre en relation cette piste didactique issue de recherches en didactique de la géométrie avec les pratiques professionnelles. En effet, elle vise à identifier, en récoltant les perceptions d'enseignants à différents moments, les leviers et freins à la mise en place d'activités de développement de la visualisation non iconique dans les classes de la fin de l'enseignement primaire, et plus spécifiquement les problèmes de reproduction de figures. Ce travail permet ainsi de questionner l'appropriation que les enseignants se font de ces outils, ce qui constitue un objet de recherche essentiel d'après Berthelot et Salin (1992). Il permet ainsi de fournir certaines recommandations à l'égard de plusieurs acteurs pour encourager à la mise en œuvre de telles pratiques : les auteurs des prescrits, les formateurs des enseignants, les concepteurs de manuels ou encore les enseignants eux-mêmes.

### **6.1. Recommandations à destination des auteurs des prescrits (référentiels/programmes et épreuves externes)**

L'explication principale relevée par les enseignants pour justifier la non-mise en œuvre d'activités de développement de la visualisation non iconique comme les problèmes de reproduction/restauration concerne l'absence de recommandations au sein des prescrits légaux belges francophones. On ne retrouve dans les référentiels aucune indication quant aux difficultés dans le chef des élèves en lien avec la manière dont ils posent un regard sur les figures. De plus, dans les programmes, il n'y a pas de piste d'activités didactiques concrètes, comme le sont par exemple les problèmes de reproduction pour développer le regard géométrique des apprenants. Les recommandations mises en évidence au sein des différentes recherches en didactique sur le sujet semblent également absentes. À l'heure de la définition des nouveaux référentiels et de l'élaboration des programmes scolaires belges francophones, s'inscrivant dans le cadre de la

réforme du Pacte pour un enseignement d'excellence, il apparaît essentiel que les futures prescriptions relatives à l'enseignement-apprentissage de la géométrie tiennent compte des résultats de recherche en didactique. Autrement dit, il s'agit pour eux de faire en sorte que les programmes mettent en avant l'importance de développer le regard géométrique chez les élèves tout en proposant des exemples concrets d'activités permettant aux enseignants d'y arriver. Il s'agit d'une condition institutionnelle, présentée par Berthelot et Salin (1992), nécessaire, bien que non suffisante, pour espérer voir l'émergence de telles pratiques chez les enseignants.

Plus particulièrement, cette recherche a permis de souligner des réticences des enseignants à l'égard de certaines pistes didactiques issues de la littérature, principalement celles qui concernent les instruments géométriques à utiliser. Les enseignants de 6<sup>e</sup> primaire semblent peu enclins à utiliser des outils non gradués et des gabarits (p. ex. gabarit d'angles droits). S'ils ne réfutent pas l'intérêt et l'utilité de ces outils, les enseignants estiment qu'en fin d'enseignement primaire, ces pratiques s'apparentent à un retour en arrière pour les élèves. De plus, ils craignent que ces instruments occasionnent des imprécisions de tracés chez les élèves. D'après les enseignants, il faut suggérer de tels outils plus tôt dans le parcours des élèves puisqu'en 6<sup>e</sup> primaire, certains matériels sont à privilégier (l'équerre et le compas). L'intégration d'une progression des outils utilisés dans le parcours scolaire est donc à prendre en compte dans les prescriptions à fournir aux enseignants. Cette idée semble être en adéquation avec l'idée de Van Hiele (1959) selon laquelle la mise en place d'une progression dans le développement de la pensée géométrique est nécessaire, notamment dans la démarche de construction. Au vu des retours obtenus, il apparaît nécessaire de proposer une progression qui soit en adéquation avec les apprentissages et les propriétés des figures déjà maîtrisées par les élèves.

Malgré l'absence de prescriptions et recommandations au sein des prescrits actuels, la présence d'activités proches, ou du moins nécessitant d'utiliser des procédés se rapportant au mode de visualisation non iconique, dans les évaluations externes certificatives menées en Belgique francophone semble également constituer un argument qui encourage les enseignants à accepter de mettre en place des activités de reproduction. Rozenwajn et Dumay (2014) ont aussi relevé que le contenu des évaluations peut influencer les pratiques pédagogiques des enseignants. Il s'agit donc pour les concepteurs de telles épreuves d'y maintenir la présence de tels problèmes.

## 6.2. Recommandations à destination des formateurs

Pour encourager les enseignants à intégrer dans leurs pratiques un accompagnement du développement de la visualisation non iconique des élèves, une condition complémentaire à la condition institutionnelle concerne la formation (initiale et/ou continue) des enseignants. En effet, la recherche menée permet de relever l'importance de l'accompagnement des enseignants, en l'occurrence ici par le chercheur, pour l'instauration des problèmes de reproduction de figures dans leurs pratiques. Les formateurs, que ce soit en formation initiale ou continue, peuvent occuper également ce rôle d'accompagnateur en prenant en compte les recommandations suivantes.

Il apparaît d'abord essentiel de fournir un accompagnement aux (futurs) enseignants pour que ces derniers puissent comprendre et percevoir les enjeux de telles activités. En ce sens, un accompagnement théorique est indispensable. Les participants avaient d'ailleurs souligné que l'étape de présentation théorique des concepts didactiques importants était essentielle, car il s'agissait de concepts inconnus pour eux. Taveau (2014) précise d'ailleurs qu'avoir des connaissances disciplinaires, mais aussi didactiques, en géométrie est une condition nécessaire pour pouvoir enseigner cette discipline de manière efficace. Cette formation doit pouvoir montrer aux enseignants les enjeux didactiques de telles activités afin que ceux-ci puissent comprendre le sens et l'importance de leur mise en œuvre, notamment pour la suite des apprentissages, d'autant que Bulf et Mathé (2018) ont souligné la présence d'une difficulté, chez les enseignants de primaire, à percevoir les enjeux et finalités de la géométrie. Proposer un accompagnement aux enseignants constitue notamment une occasion de contourner la sous-estimation de ces activités mise en évidence par Bulf et Celi (2015a). Dans notre cas, après avoir présenté aux enseignants les concepts didactiques de visualisation iconique et non iconique, avoir mis en évidence des obstacles liés à la visualisation iconique et des intérêts de développer la visualisation non iconique, ces derniers ont accepté de mettre en place des activités pour favoriser le développement de la visualisation auprès des élèves. Dans cette recherche, les enseignants ont relevé que cet accompagnement était à prévoir afin que leurs homologues mettent en œuvre de telles activités. En effet, ils relèvent que les outils didactiques doivent obligatoirement être accompagnés d'explications permettant de comprendre leur sens, sans quoi les futurs utilisateurs risquent de ne pas les exploiter, voire de les exploiter de manière non pertinente.

Néanmoins, outre l'accompagnement théorique, un temps plus pratique semble également être important, notamment au cours duquel les enseignants vont pouvoir vivre les problèmes de restauration pour comprendre les subtilités de ces problèmes. Ce temps d'appropriation a été décrit comme indispensable par les

enseignants avant de proposer ces problèmes en classe. Cela est d'autant plus important que les enseignants ont estimé que ces activités ne sont pas faciles à utiliser et demandent un temps assez important d'appropriation, notamment pour comprendre leurs subtilités. Cet élément est donc déterminant pour initier et pérenniser les pratiques.

Par ailleurs, les résultats nous incitent à penser qu'il serait nécessaire d'accompagner les enseignants dans un changement de posture mettant davantage l'accent sur la justesse des raisonnements plutôt que sur la précision des tracés. Il faut pour cela les inciter à modifier leurs attentes implicites qui peuvent s'avérer néfastes pour le passage des élèves à un mode non iconique. Un tel changement de posture pourrait, par exemple, inciter les enseignants à devenir moins réfractaires à l'égard du matériel non gradué.

En outre, il apparaît également important de conscientiser les enseignants sur la complexité du défi que constitue l'accompagnement des élèves vers un mode de visualisation non iconique. En effet, les habitudes des élèves concernant la manière instinctive dont ils regardent les figures et raisonnent sur ces dernières s'avère persistantes, comme l'ont observé Duroisin et al. (2020). Un travail long et complexe est nécessaire pour modifier certaines habitudes qui parfois peuvent s'avérer insuffisantes et non pertinentes pour la suite des apprentissages, c'est pourquoi il est nécessaire d'y aller progressivement.

La mise en œuvre de recherches collaboratives constitue une piste chronophage mais intéressante. Elle implique les enseignants dans la réflexion à l'égard de telles activités et permet de les accompagner avant, et même après, leur mise en œuvre. Dans cette démarche, le rôle du chercheur en tant que formateur et accompagnateur des enseignants est essentiel. D'ailleurs, Galand et Dellisse (2021) relèvent les insuffisances d'une approche dans laquelle les enseignants seraient amenés à travailler ensemble uniquement, en communauté d'apprentissage professionnelle. Par ailleurs, la constitution de l'équipe composée d'enseignants aux profils variés et complémentaires, avec notamment l'intégration d'un enseignant de l'enseignement secondaire, constitue une force de la recherche menée. En effet, une collaboration entre les enseignants des deux ordres, par le partage d'expertises pédagogiques et didactiques, est perçue comme un levier puissant pour le développement professionnel (Larose et al., 2006), et ce regroupement apparaît particulièrement adéquat lorsque la recherche porte sur la transition primaire-secondaire (Bednarz et al., 2009), comme c'est le cas ici.

### **6.3. Recommandations à destination des concepteurs de manuels et/ou des enseignants concevant et mettant en œuvre leurs activités d'enseignement-apprentissage**

Même en cas d'absence de recommandations explicites dans les prescrits, l'une des pistes pour encourager les enseignants à intégrer des problèmes de reproduction de figures consiste à mettre en évidence que ces derniers, bien qu'ils ne soient pas directement attendus dans les prescrits, permettent d'aborder de nombreux contenus qui, eux, sont attendus au sein des prescrits légaux des enseignants. Il s'agit donc de considérer ces activités non pas comme un objet d'apprentissage (Duroisin et al., 2021) à part entière mais comme un moyen pertinent d'aborder les attendus des prescrits. C'est d'ailleurs ce qu'ont pu relever a posteriori les enseignants, relevant que les activités proposées ont permis d'aborder ou de rappeler de nombreux apprentissages attendus. Godin et Perrin-Glorian (2009) le confirment également puisqu'ils soulignent que de telles activités sont l'occasion de construire les connaissances attendues à l'école élémentaire tout en étant plus conforme à ce qui est attendu en secondaire. Une piste permettant une meilleure intégration de ces problèmes dans les pratiques enseignantes pourrait donc être d'intégrer directement dans les chapitres abordant les notions des prescrits des problèmes de reproduction/restauration en lien avec ces notions. Par exemple, lorsqu'il est question d'aborder avec les élèves les propriétés des diagonales des quadrilatères, il pourrait s'agir de proposer des problèmes de restaurations dans lesquels l'élève devra prendre appui sur de telles propriétés pour réussir la restauration. Par ailleurs, le fait qu'a posteriori, les enseignants considèrent qu'il est finalement plus intéressant de répartir de telles activités toute l'année plutôt que de les aborder spécifiquement à un moment précis, comme ça a été ici le cas, va également dans ce sens. Il s'agit ainsi d'éviter la crainte d'empiètement sur le programme, évoquée par les enseignants. Par ailleurs, d'après les enseignants, les activités de reproduction de figures semblent également constituer des activités de rappels/révision intéressantes. Elles pourraient donc être intégrées dans cette visée en fin de chapitre ou en fin de manuel.

En expérimentant de telles activités, les enseignants ont confirmé l'existence de différences de rythmes marquées entre les élèves dans la modification de la manière de voir les figures. La différenciation apparaît nécessaire pour combler ces différences de rythme (EDUSA, 2019). Lors de la mise en place d'activités, les enseignants recommandent donc de penser à différencier les apprentissages, notamment en prévoyant des activités de dépassement pour les élèves plus rapides. Le développement de la visualisation non iconique est un travail de longue haleine qui ne doit pas consister en une série d'activités réalisées sur une courte période. Il doit plutôt s'agir d'un travail mené sur le plus long terme,

notamment pour permettre un maintien de la capacité à faire preuve de visualisation non iconique et pour éviter que ces activités ne soient trop répétitives pour les élèves et pour les enseignants. Ce travail pourrait même, d'après eux, être entamé plus tôt dans le parcours scolaire, comme l'ont mis en évidence Bulf et Celi (2015a) ou encore Keskessa et al. (2007). En effet, les enseignants affirment qu'un travail peut être mené avec les apprenants de niveaux inférieurs pour déjà les sensibiliser à l'importance de poser un regard géométrique sur les figures. Il s'agirait alors de proposer aux élèves un réel parcours d'apprentissage en géométrie au cours de l'enseignement primaire qui s'inscrit dans l'accompagnement des élèves vers un mode de visualisation non iconique. Il sera alors notamment possible de neutraliser les craintes et réticences des enseignants de fin de primaire à l'égard de certains matériels de construction comme les gabarits.

Par ailleurs, les enseignants ayant participé à la recherche ont confirmé le lien existant entre développement de la visualisation et développement du langage. Duval (2005) relevait déjà la complémentarité entre le langage et la visualisation dans l'apprentissage de la géométrie. Les enseignants ont estimé essentiel de prévoir des temps au cours desquels les élèves étaient amenés à expliciter leur raisonnement, notamment lors de moments de confrontation ou de mises en commun. C'est également ce que recommandent Keskessa et al. (2007), Mathé (2008), Mithalal (2010) ou encore Celi et Perrin Glorian (2014). Par ailleurs, les enseignants ont eu le sentiment a posteriori que ces temps étaient bénéfiques pour les élèves.

Si certaines pistes, comme l'exploitation de certains instruments, semblent ne pas faire l'unanimité auprès des enseignants, d'autres sont jugées nettement plus positivement par les enseignants, que ce soit a priori ou a posteriori. C'est le cas des activités intégrant le système de cout des instruments. Ces activités sont jugées intéressantes par les enseignants car elles sont motivantes et permettent de placer les élèves en situation de recherche. Par ailleurs, utiliser ce système permet d'initier une réflexion chez les apprenants sur les démarches de résolution pertinentes, ce que les enseignants estiment ne pas assez faire dans leur pratique quotidienne. Les recherches antérieures ont également confirmé que l'instauration du système de cout permet d'introduire une réflexion chez l'apprenant (Duval et Godin, 2005). Il permet à la fois de développer l'autonomie des élèves, de l'entraîner à observer ses procédures et de l'inciter à choisir les procédures les plus pertinentes (Duval et Godin, 2005; Mangiante-Orsola et Leclercq, 2013). Les enseignants semblent également intéressés par l'idée d'inclure le compas comme outil de report de mesure, comme suggéré par Duroisin et al. (2020). Ils le justifient par le fait que l'utilisation de cet outil pose des difficultés pour les élèves

de 6<sup>e</sup> primaire et que ces derniers ne perçoivent pas cette utilité que peut avoir l'instrument.

#### **6.4. Limites et perspectives**

Si des avantages relatifs à la recherche collaborative ont préalablement pu être identifiés, des limites à la démarche de recherche peuvent également être relevées. Malgré l'identification de plusieurs freins, leviers et pistes pour l'installation des problèmes de reproduction de figures dans la pratique enseignante, les éléments sont le reflet du travail spécifique mené avec une équipe de cinq enseignants belges francophones (quatre de 6<sup>e</sup> primaire et une du premier degré secondaire) travaillant au sein d'un même établissement. Il s'avérerait donc intéressant de mener des recherches à plus large échelle, sur un nombre plus important d'enseignants issus de contextes scolaires divers, pour pouvoir, d'une part, généraliser les constats mis en évidence dans cette recherche et pour compléter, d'autre part, la liste certainement non exhaustive des freins, leviers et recommandations ici relevés.

Une autre limite relève du fait d'avoir choisi de se focaliser sur les problèmes de reproduction/restauration de figures. Ces derniers ne constituent pas la seule piste pour encourager le développement de la visualisation non iconique. Par exemple, les activités s'appuyant sur les logiciels de géométrie dynamique semblent permettre de déstabiliser la visualisation iconique (Mithalal, 2010; Coutat, 2014). Il apparaît intéressant de poursuivre la recherche menée en se focalisant sur d'autres pistes, ou en essayant de créer des outils complémentaires intégrant plusieurs pistes.

Enfin, lors de la mise en œuvre des problèmes de restauration par les enseignants collaborateurs, des différences de rythme marquées entre élèves ont pu être observées par ces derniers et permettent de souligner l'importance de prévoir la différenciation. Toutefois, cette recherche n'a pas inclus une réflexion avec les enseignants sur les outils diagnostiques permettant d'identifier le niveau de développement du mode de visualisation non iconique et les difficultés rencontrées par les enfants. Une perspective consisterait ainsi à mettre en place un outil de diagnostic efficace et ainsi proposer une réflexion de différenciation approfondie.

#### **Conclusion**

En s'intéressant aux développements de pistes didactiques au sein des pratiques enseignantes, il apparaît primordial de récolter les avis des enseignants pour pouvoir identifier les freins, les leviers à leur appropriation et leur mise en place et ainsi formuler des recommandations à destination de différents acteurs. C'est



l'objectif de la recherche par rapport aux activités didactiques que sont les problèmes de reproduction de figures. Ces activités, pourtant sous-estimées (Bulf et Celi, 2015a) offrent l'opportunité de développer un regard géométrique chez les élèves. Elles apparaissent donc pertinentes pour la fin de l'enseignement primaire afin d'atténuer la rupture relevée par Duval et Godin (2005) entre les deux niveaux d'enseignement.

La recherche collaborative menée s'est donc inscrite dans la volonté d'un rapprochement entre les savoirs savants et les savoirs pratiques. Elle questionne les raisons qui poussent les enseignants à exploiter ou non en classe le potentiel des problèmes de reproduction de figures, et les arguments qui pourraient les inciter à le faire davantage. Elle a permis notamment de révéler l'enjeu important de la formation des enseignants en didactique de la géométrie. Berthelot et Salin (1992) relevaient d'ailleurs déjà que la formation des enseignants et la mise à disposition d'outils pour ces derniers constituaient des pistes pour pouvoir faire émerger des changements dans les pratiques en géométrie. On suspecte ici, au vu de la recherche collaborative menée et des retours obtenus de la part des enseignants impliqués, que pour un sujet aussi spécifique la seule mise à disposition d'outils destinés aux enseignants apparaît insuffisante pour exploiter pleinement le potentiel des pistes didactiques. La recherche menée a également permis de voir comment des enseignants qui ne mettent habituellement pas en place de telles pratiques perçoivent ces activités, notamment pour identifier leurs craintes et réticences. Enfin, elle a permis de relever l'avis de ces mêmes enseignants, après avoir mis en œuvre de telles pratiques. Ces éléments constituent des informations importantes pour enrichir la manière d'envisager l'accompagnement et la formation des enseignants.

## Remerciements

Nous souhaitons remercier l'ensemble des enseignants de l'équipe collaborative pour leur partage d'expérience et l'intérêt qu'ils ont porté à ce projet de recherche. Beuset Romain bénéficie du financement d'un mandat d'Aspirant F. R. S. - FNRS (Fonds De La Recherche Scientifique - FNRS - Belgique).

## Références

Barrier, T., Hache, C. et Mathé, A.-C. (2014). Droites perpendiculaires au CM2 : restauration de figures et activité des élèves. *Grand N*, 93, 13-37.

Beuset, R. (2019). Passage à la visualisation non iconique au 4ème cycle primaire par l'usage de la déconstruction dimensionnelle : Adaptation et validation d'un dispositif pédagogique. [Mémoire de maîtrise, Université de Mons]. ORBi. <https://orbi.umons.ac.be/handle/20.500.12907/12811>

Beuset, R. et Duroisin, N. (2021a). Développement de la visualisation non iconique à l'école primaire : mise à l'épreuve d'un dispositif d'enseignement et d'apprentissage. *Petit x*, 115, 63-89.

Beuset, R. et Duroisin, N. (2021b). *La géométrie 3D : quels enjeux pour la formation des enseignants ? Identification des conceptions et pratiques déclarées des enseignants du primaire et du secondaire inférieur* [communication orale]. Colloque AUPTIC 2021, Sierre, Suisse.

Bednarz, N., Auclair, M., Lafontaine, J., Leroux, C. et Morelli, A. (2009). Pour une plus grande harmonisation dans la transition du primaire au secondaire en mathématiques. *Bulletin AMQ*, XLIX(1), 7-18.

Berthelot, M. et Salin, H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire. Mathématiques* [thèse de doctorat, Université Sciences et Technologies - Bordeaux I]. HAL. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00414065/document>

Bulf, C. et Celi, V. (2015a). *Des problèmes de reproduction aux problèmes de restauration de figures plane : quelles adaptations pour la classe?* [communication orale]. 41<sup>e</sup> Colloque COPIRELEM, Mont-de-Marsan.

Bulf, C. et Celi, V. (2015b). Une étude diachronique de problème de reproduction de figures géométriques au cycle 3. *Grand N*, 96, 5-33.

Bulf, C. et 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. et Mathé, 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*. [communication orale]. 44<sup>e</sup> Colloque COPIRELEM, Épinal.

Celi, V. et Perrin-Glorian, M.-J. (2014). Articulation entre langage et traitement des figures dans la résolution d'un problème de construction en géométrie. *Spirale. Revue de recherches en éducation*, 54, 151-174. <https://doi.org/10.3406/spira.2014.1041>

Coutat, S. (2014). *Enrichissement d'une vision non iconique avec un logiciel de géométrie dynamique et prémises d'une géométrie axiomatique naturelle (GII)* [communication orale]. 40<sup>e</sup> Colloque COPIRELEM, Nantes.

Duroisin, N. (2015). *Quelle place pour les apprentissages spatiaux à l'école? Étude expérimentale du développement des compétences spatiales des élèves âgés de 6 à 15 ans* [thèse de doctorat, Université de Mons]. HAL. <https://hal.science/tel-01152392>

Duroisin, N. et 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., Beuset, R. et Lucchese, J. (2020). Favoriser le passage à la visualisation non iconique par le recours à une ingénierie didactique pour faciliter la transition primaire / secondaire en géométrie. *Annales de didactiques et de sciences cognitives*, 25, 151-182.

Duroisin N., Simon L. et Tanghe C. (2021). Le radar de compétences. *Cahiers pédagogiques*, 568, 51-52.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine : Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Peter Lang.

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

EDUSA (2019). *La différenciation*. <https://www.edusa.be/la-differenciation/>

Galand, B. et Dellisse, S. (2021). Comment former les enseignants en cours de carrière pour améliorer les apprentissages des élèves? Dans B. Galand et M. Janosz (dir.), *Améliorer les pratiques en éducation. Qu'en dit la recherche?* (p. 57-66). Presses universitaires de Louvain.

Godin, M. et 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 35<sup>e</sup> Colloque COPIRELEM*, 83.

Keskessa, B., Perrin-Glorian, M.-J. et Delplace, J.-R. (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.

Laborde, C. (1994). Enseigner la géométrie : permanences et révolutions. *APMEP*, 396, 523-548

Larose, F., Bédard, J., Boutet, M., Couturier, Y., Dezutter, O., Hasni, A., Kalubi, J.-C., Lebrun, J., Lenoir, Y. et Morin, M.-P. (2006). *L'impact de la coopération pédagogique en contexte de projet sur la réussite éducative d'élèves de milieu socioéconomique faible lors de la transition primaire secondaire* [Rapport final FQRSC n° 2003-PRS-8436]. Fonds québécois de recherche sur la société et la culture, programmes d'actions concertées sur la persévérance et la réussite scolaire.

Mangiante-Orsola, C. (2013). *Étude d'un dispositif articulant production de ressources et formation continue en géométrie* [communication orale]. Séminaire de didactique, Besançon.

Mangiante-Orsola, C. et Leclercq, R. (2013). *Étude d'un dispositif articulいた production de ressources et formation continue en géométrie : quels effets sur les pratiques des enseignants?* [communication orale]. 40<sup>e</sup> Colloque COPIRELEM, Nantes.

Mangiante-Orsola, C. et Perrin-Glorian, M.-J. (2014). Géométrie en primaire : des repères pour une progression et pour la formation des maîtres. *Grand N*, 94, 47-83.

Mathé, 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 », Université de Rennes 2*, 1-14.

Ministère de la Communauté française. Administration générale de l'Enseignement et de la Recherche scientifique (1999). *Socles de compétences. Enseignement fondamental et premier degré de l'enseignement secondaire*.

Mithalal, J. (2010). *Déconstruction instrumentale et déconstruction dimensionnelle dans le contexte de la géométrie dynamique tridimensionnelle* [thèse de doctorat, Université de Grenoble, Grenoble]. HAL. <https://theses.hal.science/tel-00590941/>

Morrisette, J. (2013). Recherche-action et recherche collaborative : Quel rapport aux savoirs et à la production de savoirs? *Nouvelles pratiques sociales*, 25(2), 35-49. <https://doi.org/10.7202/1020820ar>

Offre, B., Perrin-Glorian, M.-J. et Verbaere, O. (2006). Usage des instruments et des propriétés géométriques en fin de CM2. *Grand N*, 77, 7-34.

Perrin-Glorian, M.-J. et Godin, M. (2018). Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège. HAL. <https://hal.science/hal-01660837v2>

Perrin-Glorian, M.-J., Mathé, A.-C. et 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.

Perrin-Glorian, M.-J. (2005). Des situations pour apprendre à regarder les figures. Quelques résultats et perspectives. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques 2004*, 71-89.

Rozenwajn, E. et Dumay, X. (2014). Les effets de l'évaluation externe sur les pratiques enseignantes : une revue de la littérature. *Revue française de pédagogie*, 189, 105-138. <https://doi.org/10.4000/rfp.4636>

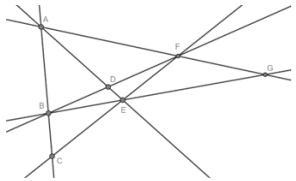

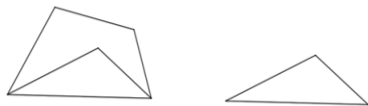


Taveau, C. (2014). *Analyser la pertinence d'une ressource pour la construction de modules de formation dans le domaine de la géométrie plane* [communication orale]. 40<sup>e</sup> Colloque COPIRELEM, Nantes.

Van Hiele P.M. (1959). La pensée de l'enfant et la géométrie. *Bulletin de l'APMEP*, 198, 199-205.

Venant, F. et Venant, P. (2014). La technologie au service d'une situation-problème : exemple de la rosace à huit branches. *Grand N*, 93, 59-91.

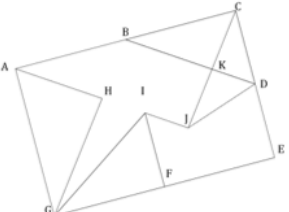
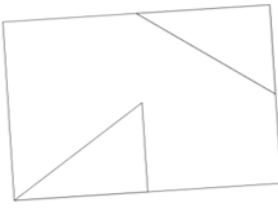
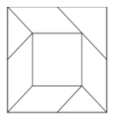

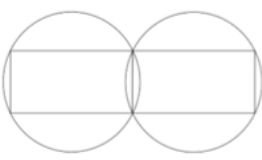
## Annexe

Tableau de présentation du dispositif<sup>8</sup>

Séquence 1	<b>Nom et explicatif</b>	Durée	Contenu					
	<b>Faisceaux de traits</b> Restauration de configurations de droites sécantes à partir de points donnés pour développer le repérage d'alignements	1 séance de 50'	- Activité 1 : Défi - Bilan de l'activité 1 - Activité 2 : Exercices de niveaux variés - Activité de dépassement					
	Exemple illustratif d'une des activités de la séquence							
	Activité 1 – Défi : Observe la construction ci-dessous. Tente de la reproduire à l'aide des points qui te sont donnés.							
								
	<i>Problème inspiré de Duroisin et al. (2020)</i>							
Séquence 2	<b>Nom et explicatif</b>	Durée	Contenu					
	<b>Jouons avec les instruments</b> Initiation à l'utilisation de divers instruments permettant la reproduction d'une figure : gabarit, règle non graduée, règle informable (bande de papier sur lequel on peut inscrire des marques ou des plis pour reporter des longueurs), surface libre (morceau de papier sans bord rectiligne sur lequel on peut tracer des marques), équerre, compas	2 séances de 50'	- Activité 1 : Défi avec gabarits et règle non graduée - Activité 2 : Défi et exercice de dépassement avec règle non graduée et règle informable - Activité 3 : Défi avec surface libre et règle non graduée - Activité 4 : Défi et exercice de dépassement avec règle non graduée, règle informable et équerre - Activité 5 : Défi et exercice de dépassement avec règle non graduée et compas - Bilan des activités					
	Exemple illustratif d'une des activités de la séquence							
	Activité 2 – Défi : Voici une construction, reproduis-la avec uniquement la règle non graduée et la règle informable. La construction a déjà été entamée.							
								
	<i>Problème inspiré de Duval et Godin (2005)</i>							
Séquence 3	<b>Nom et explicatif</b>	Durée	Contenu					
	<b>Notions d'alignement, droite et point</b> Situations de restauration de figure complexe à l'identique.	2 séances de 50'	- Activité 1 : Défi et exercice - Activité 2 : Défi et exercice - Bilan des activités					
	Exemple illustratif d'une des activités de la séquence							
	Activité 1 – Défi : Regarde la figure de départ. Que peux-tu en dire? Reproduis la figure à l'aide d'une règle non graduée, d'une règle informable et d'un compas. Trace une barre dans le tableau situé ci-dessous dès que tu traces une droite dans l'espace de reproduction ou dès que tu y reportes une longueur. À la fin de ta construction, calcule le cout de celle-ci : Tracer une droite dans l'espace de reproduction coûte 1 point et reporter une longueur coûte 5 points.							
			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>J'ai tracé une droite dans l'espace de reproduction</td> <td style="width: 40px;"></td> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Total :</td> </tr> <tr> <td>J'ai reporté une longueur (compas ou règle informable)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	J'ai tracé une droite dans l'espace de reproduction		Total :	J'ai reporté une longueur (compas ou règle informable)	
J'ai tracé une droite dans l'espace de reproduction		Total :						
J'ai reporté une longueur (compas ou règle informable)								
	Essaie à présent de la restaurer à moindre cout ! <i>Problème inspiré de Keskesa et al. (2007)</i>							

<sup>8</sup> Pour une présentation complète, voir Beuset et Duroisin (2021a).

## Problèmes de reproduction de figures en fin d'enseignement primaire...

	Nom et explicatif	Durée	Contenu					
	<b>Travail de restauration de figures</b> Situations de restauration de figures complexes à l'identique ou non	1 séance de 50'	- Activité 1 : Défi (restauration à l'identique) - Activité 2 : Défi (restauration avec agrandissement) - Bilan des activités - Exercice de dépassement					
Séquence 4	Exemple illustratif d'une des activités de la séquence							
	<p>Activité 2 - Défi : Observe bien cette figure complexe. Quels points de paraissent alignés? Vérifie-le avec ta règle. Reproduis la figure pour qu'elle soit semblable à la figure de départ. Ensuite, calcule le cout de ta production. Tracer une droite dans l'espace de reproduction coute 1 point et reporter une longueur coute 3 points. Pour rappel, tracer des droites dans le modèle ne te coute rien !</p>							
			<table border="1"> <tr> <td>J'ai tracé une droite dans l'espace de reproduction</td> <td></td> <td rowspan="2">Total :</td> </tr> <tr> <td>J'ai reporté une longueur (compas ou règle informable)</td> <td></td> </tr> </table>	J'ai tracé une droite dans l'espace de reproduction		Total :	J'ai reporté une longueur (compas ou règle informable)	
J'ai tracé une droite dans l'espace de reproduction		Total :						
J'ai reporté une longueur (compas ou règle informable)								
	Essaie de diminuer le cout de ta restauration !							
	Problème inspiré de Duroisin et al. (2020)							
	Nom et explicatif	Durée	Contenu					
	<b>Observer, repérer, reporter, tracer pour restaurer</b> Situations de restauration de figures construites à partir d'une trame quadrillée avec utilisation des alignements et des milieux	2 séances de 50'	Activité 1 : Défi Activité 2 : Suite du défi Bilan des activités Exercices de dépassement					
Séquence 5	Exemple illustratif d'une des activités de la séquence							
	<p>Activité 1 - Défi : Reproduis la figure dans le grand carré à l'aide de ton équerre (ligne de perpendicularité<sup>9</sup>) et d'une règle non graduée.</p>							
			<p>Problème inspiré de Keskessa et al. (2007) et de Barrier et al. (2014)</p>					
	Nom et explicatif	Durée	Contenu					
	<b>Je trace des cercles / Restaurer et construire des figures</b> Situations de reproduction de figures contenant des cercles ou arcs de cercles	2 séances de 50'	Activité 1 : Défi Activité 2 : Bilan sur le tracé de cercles Activités de dépassement Activité artistique					
Séquence 6	Exemple illustratif d'une des activités de la séquence							
	<p>Activité 1 - Défi : Poursuis le tracé de cette figure à l'aide du compas, de la règle non graduée et de la règle informable.</p>							
			<p>Problème inspiré de Duroisin et al. (2020)</p>					

<sup>9</sup> Terminologie utilisée par les enseignants impliqués dans la recherche.