CONFÉRENCE 2

TRAVAILLER AVEC LES FORMES EN MATERNELLE : PREMIERS PAS VERS DES CONNAISSANCES GÉOMETRIQUES ?

Valentina CELI
Maîtresse de Conférences, ESPE d'Aquitaine, Lab-E3D, Université de Bordeaux, COPIRELEM
valentina.celi@u-bordeaux.fr

Sylvia COUTAT
Chargée d'enseignement, Université de Genève, Équipe DiMaGe
Sylvia.Coutat@unige.ch

Céline VENDEIRA-MARÉCHAL
Chargée d'enseignement, Université de Genève, Équipe DiMaGe
Celine.Marechal@unige.ch

Résumé

En entrant dans une classe de maternelle, plusieurs sortes d'artefacts peuvent attirer notre attention : jeux d'emboîtement de formes, lots de formes isolées, assemblages de formes, crayons … En quoi ces artefacts usuels en classe de maternelle peuvent-ils devenir des instruments adaptés pour accompagner l'élève VERS ses premiers apprentissages géométriques ? C'est pour apporter des éléments de réponse à la question posée que nous verrons comment les modalités visuelle, haptique et verbale peuvent et doivent s'alterner ou s'articuler pour permettre à l'élève de construire et d'enrichir ses appréhensions des figures géométriques.
Un zoom sera ensuite fait sur un matériel original, constitué de trente-six formes non usuelles, qui permet un changement de regard sur les figures géométriques, dès le cycle 1. Ces formes, par leurs nature et variété, conduisent entre autres à travailler autour de caractéristiques telles que la convexité, la présence de bords droits ou courbes, de symétries, de côtés opposés parallèles. Quelques exemples significatifs seront présentés sur des manières dont les élèves agissent sur ce matériel et en parlent, ce qui est révélateur d'une évolution dans leur manière de penser les figures géométriques.

Dans un écrit de 1935, Vygotski affirme que « tout apprentissage suppose une période de développement embryonnaire, une période de pré-apprentissage, de préparation à l'apprentissage ». En nous posant la question « Travailler avec les formes en maternelle : premiers pas vers des connaissances géométriques ? », nous essayons de comprendre comment le travail avec les formes peut effectivement correspondre à cette période de préparation aux apprentissages géométriques.

Pour commencer, précisons la signification que nous attribuons à quelques termes utilisés par la suite et qui sont déjà présents dans le titre. En accord avec Perrin-Glorian (2015), les formes géométriques dont nous parlons sont des objets matériels de l'espace, en carton ou en plastique, manipulables, dont on néglige l'épaisseur ; ces objets (ou leur formes évidées), utilisés comme gabarits (ou pochoirs), permettent de tracer leurs contours et donc de dessiner des *figures matérielles*[44] simples.

Lorsque nous évoquons des connaissances géométriques, nous pensons à ces connaissances qui se distinguent (mais s'articulent avec) des connaissances spatiales, telles qu'elles sont définies par Berthelot et Salin (1993-1994) : elles permettent de résoudre des problèmes portant sur des objets dans l'espace physique ou dans l'espace graphique (Salin, 2008).

Enfin, « travailler avec des formes … », nous pensons notamment à l'activité de l'élève, au sens de Robert (2004), donc à ce qu'il pense, fait et dit.

[44] Nous parlons ici de *figure matérielle*, au sens de Celi et Perrin-Glorian (2014), à savoir de la représentation matérielle d'une figure géométrique, dessin particulier sur lequel on doit exercer un regard spécifique.

I - QUELQUES ÉCLAIRAGES ÉPISTÉMOLOGIQUES[45]

1 Le *potentiel sémiotique* d'un *artefact*

En entrant dans des classes de maternelle, nous trouvons de très nombreux *artefacts*[46] (Rabardel, 1995) : jeux d'emboîtement, lots de formes isolées, assemblages de formes (tels que les puzzles), gabarits et pochoirs de formes, crayons … (Figure 1). Ces artefacts, couplés à l'activité de l'élève (à ce qu'il en fait et ce qu'il en dit), deviendront ou pourraient devenir les *instruments* qui accompagnent l'élève VERS ses premiers apprentissages géométriques, si l'enseignant est ou était conscient de leur *potentiel sémiotique* (Bartolini Bussi et Mariotti, 2008). À savoir qu'il est crucial d'identifier la relation entre l'utilisation de l'artefact et les connaissances mathématiques sous-jacentes à son utilisation. Avoir conscience du potentiel sémiotique d'un artefact est alors une condition nécessaire pour que l'enseignant puisse faire évoluer les *significations personnelles* des élèves VERS des *significations mathématiques*[47].

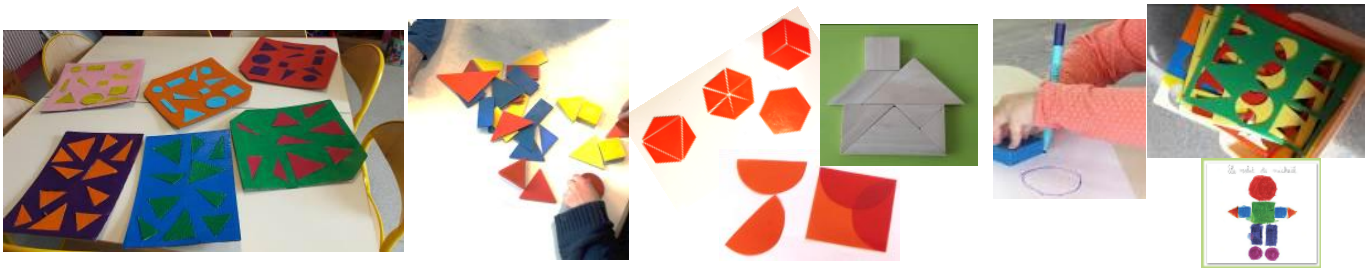

Figure 14. Des artefacts dans les classes de maternelle.

Prenons ici l'exemple d'un assemblage de formes et d'un enseignant qui propose à ses élèves de reproduire un modèle, à l'aide des sept pièces du Tangram, dans le cas où ce modèle est à une autre échelle que l'assemblage à réaliser (Figure 2).

Figure2. Reproduire un modèle à l'aide des sept pièces du Tangram.

Pour résoudre ce problème de reproduction, il ne suffit pas de reconnaître la nature des pièces et leur taille globale mais il faut s'intéresser à l'alignement éventuel de segments, au placement d'un côté par rapport à un autre. Finalement, il faut s'intéresser aux bords des pièces, comparer des bords pour reconnaître et produire des égalités et des inégalités de longueurs (Perrin-Glorian, 2015). Ici, il est alors important que l'enseignant soit conscient qu'un premier changement de regard s'opère sur les pièces du puzzle : des formes à leur bord. Nous reviendrons sur cela plus loin.

2 Modalités visuelle et haptique pour la perception et la mémoire des formes

En 1882, dans l'arrêté réglant l'organisation pédagogique des écoles maternelles publiques, dans la rubrique sur les *leçons des choses*, on prescrit l'étude de formes par le jeu et une première *éducation des sens* par des petits exercices dont, par exemple, faire discerner et comparer des formes[48]. Les formes géométriques sont aussi présentes depuis longtemps dans le discours de quelques spécialistes – tels que

[45] Cette partie est rédigée par Valentina Celi.

[46] « chose susceptible d'un usage, élaborée pour s'inscrire dans une activité finalisée […] nous utiliserons le terme d'instrument pour désigner l'artefact en situation, inscrit dans son usage » (Rabardel, 1995, p. 49).

[47] Les *significations personnelles* et les *significations mathématiques* pourraient correspondre respectivement aux *concepts quotidiens* et aux *concepts scientifiques*, au sens de Vygotski (1934-1990).

[48] https://www.persee.fr/doc/inrp_0000-0000_1982_ant_1_1_3578

des pédagogues, des didacticiens, des mathématiciens – qui se sont intéressés à l'éducation des enfants en âge préscolaire. Déjà au début du 20e siècle, en s'inspirant des travaux de Itard[49], de Fröbel[50] et de Séguin[51], Maria Montessori met au point des artefacts utiles pour ce qu'elle aussi appelle l'*éducation des sens*. À propos d'un travail sur la reconnaissance des formes, elle fait construire pour les enfants des emboîtements géométriques car, selon elle, l'association des sensations tactilo-musculaire et visuelle favorise la reconnaissance des formes : « Indubitablement, l'association du sens tactilo-musculaire au sens visuel aide beaucoup à la perception des formes et en fixe la mémoire » (Montessori, 1913?-1970[52], p. 110).

Ci-après, des images actuelles d'élèves travaillant avec un emboîtement de formes. Les photographies au centre (Figure 3b et Figure 3c) montrent l'utilisation qu'une petite fille fait de cet artefact et nous suggèrent quelques réflexions.

Figure 3a

Figure 3b

Figure 3c

Figure 3d

Par la nature même de cet artefact, la forme ne peut entrer que dans son cadre correspondant : l'enfant se trompe, elle change et semble procéder par tâtonnement. Montessori (1913?-1970) parlait d'*auto-correction*, on parle aujourd'hui de *rétroaction*[53] (Bessot, 2003) : l'artefact « contrôle chaque erreur […] l'action de se corriger soi-même concentre l'attention de l'enfant sur les différences » (Montessori, ib., p. 95) et donc sur la comparaison entre les formes en jeu.

Et cela nous renvoie alors à reconnaître quelques éléments du potentiel sémiotique de l'artefact. L'enfant manipule chaque forme en cherchant à l'ajuster dans l'espace évidé correspondant et chaque forme s'ajuste selon des conditions différentes. De son côté, l'enseignant associe à cet usage :

- la distinction de formes selon la nature du bord (droit ou courbe) ;
- la reconnaissance d'une forme, indépendamment de sa taille et de son orientation ;
- mais aussi la présence ou non d'axes de symétrie pour chaque forme[54].

---

[49] Médecin français (1774-1838).

[50] Pédagogue allemand (1782-1852).

[51] Pédagogue français (1812-1880).

[52] Nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage *Pédagogie scientifique*, tome 1, publié en 1970. Cet ouvrage est la traduction de *Il Metodo della pedagogia scientifica applicato all'educazione infantile nelle Case dei Bambini*, publié en italien en 1909, 1913, 1926, 1935 et 1950. Aucune indication n'étant présente dans la version française, à propos de l'édition originale, nous nous sommes adressée à Paola Trabalzini, enseignante-chercheure en histoire de la pédagogie à l'Université LUMSA (Rome) et auteure d'une étude comparative des cinq éditions italiennes de l'ouvrage de Montessori en question. Après avoir pris connaissance de l'édition en français, elle a ainsi répondu : « Il est traduit de l'édition anglaise de 1912 ou de l'édition italienne de 1913. La traductrice, Mary Cromwell, était originaire des États-Unis et je ne sais pas si elle connaissait l'italien ou non. J'exclus que le premier volume de 1970 puisse être la traduction de l'édition italienne de 1909 parce que l'édition française contient deux chapitres qui sont ajoutés par Montessori à partir de l'édition anglaise de 1912 et de l'édition italienne de 1913. De plus, les photographies contenues dans le premier volume de l'édition de 1970 sont toutes antérieures à 1915 et certaines d'entre elles sont présentes à la fois dans l'édition anglaise de 1912 et dans l'édition italienne de 1913 ».

[53] « information qui est reçue par l'élève comme une sanction, positive ou négative, relative à son action et qui lui permet d'ajuster cette action, d'accepter ou de rejeter une hypothèse, de choisir entre plusieurs solutions » (Bessot, 2003, p. 9).

[54] Selon Gentaz et al. (2009), la reconnaissance visuelle des formes est entre autres déterminée par leur nombre d'axes de symétrie, par l'orientation des axes de symétrie par rapport au corps du sujet. C'est donc un élément important à prendre en compte pour mieux identifier les difficultés des élèves. Cela semble d'ailleurs justifier la

Et toutes ces significations peuvent aider l'enseignant pour conduire l'élève à caractériser et à catégoriser des formes.

Parmi les idées que Maria Montessori a expérimentées et exposées dès le début du 20e siècle, certaines sont aujourd'hui confortées par des travaux en sciences cognitives. En partant du constat qu'une grande partie des apprentissages scolaires fondamentaux mobilisent seulement la modalité sensorielle visuelle des jeunes enfants (cf. Figure 4), Gentaz et al. (2009) montrent que, dans une activité destinée à préparer les apprentissages géométriques, la modalité haptique manuelle (le *sens tactilo-musculaire* de Montessori) permet aux enfants de mieux se représenter les figures planes élémentaires :

> *l'introduction de la modalité haptique, dans les exercices de reconnaissance de figures et d'utilisation du vocabulaire approprié, aiderait les enfants à mieux se représenter les figures planes élémentaires grâce à son traitement analytique et/ou à son double codage (visuel et moteur).* (Gentaz et al., 2009, p. 29).

Par ailleurs « percevoir manuellement une figure implique un traitement plus analytique de l'information, contrairement à la modalité visuelle impliquant un traitement plus global » (ibid, p. 31).

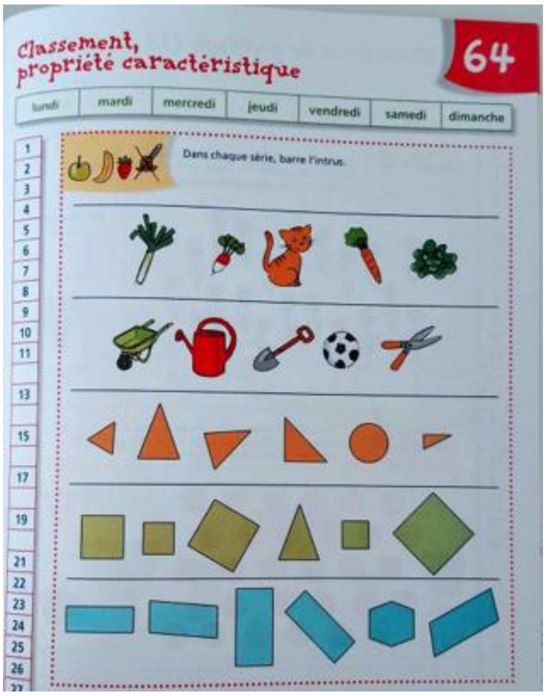

Figure 4. Un extrait de Pour comprendre les maths, GS *(Hachette, 2008) :*
pour accomplir la tâche, l'élève peut mobiliser seulement la modalité sensorielle visuelle.

Analysons alors un instant d'une séance de classe où deux élèves travaillent avec des formes et leur enseignante leur propose de les reconnaître, les désigner et les nommer. Un élève (E1) vient d'identifier une forme comme étant un rectangle. L'enseignante prend alors dans ses mains deux rectangles de taille et de couleur différentes et demande à un deuxième élève (E2) :

> ***Enseignante** : Moi, je ne comprends pas, ça aussi c'est un rectangle ? Ce sont les mêmes ?* [Elle a un rectangle bleu dans sa main gauche, elle prend un rectangle rouge plus petit dans sa main droite]
>
> E1 hoche la tête, il est d'accord.
>
> ***Enseignante** : Pourquoi c'est un rectangle et ça aussi ?*
>
> ***E2 :*** [il touche tout le bord du rectangle rouge (Figure 5)] *Parce que parce qu'il y a les différentes*
>
> ***Enseignante** : Qu'est-ce qui est différent ?*
>
> ***E2 :*** [il touche encore tout le bord du rectangle rouge] *Les rectangles*
>
> ***Enseignante*** : [à nouveau] *Qu'est-ce qui est différent ?*

---

difficulté qu'ont les élèves à reconnaître un carré quelle que soit sa position et, notamment, à la confusion qu'ils font entre le carré et le losange.

***E2** :* [il continue à toucher tout le bord du rectangle rouge] *Les rectangles* [il touche deux bords parallèles du rectangle rouge avec les deux mains]
***Enseignante** : Ce sont les mêmes ceux-là ?*
***E2** : Oui*

Figure 5. L'élève touche le contour du rectangle rouge.

À la question de l'enseignante, l'élève touche spontanément le contour de la forme (Figure 5). Il affine la perception de la forme mais il ne sait pas verbaliser ce qu'il perçoit par le toucher. Le traitement analytique fait par ses gestes ne trouve pas de correspondant dans ce qu'il dit. De son côté, l'enseignante semble avoir conscience du potentiel sémiotique de l'artefact qui est dans les mains de l'élève : en ayant fait preuve de la reconnaissance d'une forme, indépendamment de sa taille, elle voudrait conduire l'enfant à « décrire » la « catégorie » des rectangles. Nous reviendrons sur cet échange plus loin.

3 Des *croyances partagées*[55]

Dans leurs travaux, Gentaz et al. (2009) montrent aussi que le triangle est la figure la moins bien connue par des enfants entre 4 et 6 ans car les exemplaires non semblables d'une figure de même nature ne sont pas reconnus de façon équivalente et le triangle possède beaucoup de ces exemplaires (Figure 6).

Figure 6. Quelques exemplaires de formes triangulaires.

Ce résultat nous aide alors à réfuter des croyances partagée (Vause, 2011) par bon nombre d'enseignants, à savoir que « les enfants de PS ne peuvent pas reconnaître le carré ou le rectangle car ils ne savent pas compter jusqu'à quatre » et qu'il « vaut mieux commencer le travail de reconnaissance des formes par le disque et le triangle ». Mais ces croyances en cachent une autre, voire plusieurs. Ces enseignants croient que l'étude des formes, en maternelle, doit commencer par l'analyse de leurs *caractéristiques* (au sens de Vendeira et Coutat, 2017), en se focalisant sur le nombre de côtés et de sommets et en introduisant alors rapidement des termes « savants ». De surcroît, cette analyse se fait souvent en ne prenant que des formes usuelles, en les traitant isolément les unes des autres.

[55] « idées partagées par les membres d'un groupe (social, culturel, professionnel) et tenues pour vraies sans pour autant qu'elles aient été validées empiriquement » (Vause, 2011, p. 22).

La fiche de préparation (Figure 7) est un exemple assez représentatif de ce type de croyances : le jeune enseignant se propose de demander à ses élèves de petite section (PS) de « décrire » et puis de « trier » les formes mises à leur disposition ; il ne s'agit que de ronds, triangles et carrés et l'enseignant fera grande attention à introduire, lors de la phase de description, à introduire les termes « côtés » et « sommets ».

Niveau :	PS	**Géométrie : catégorisation des formes**	Séances 1/2/3
Discipline :	**Construire les éléments pour structurer sa pensée**		Durée : 30 minutes
Compétences :	Classer des objets en fonction de caractéristiques liées à leur forme. Savoir nommer quelques formes planes (carré triangle cercle ou disque rectangle) et reconnaitre quelques solides (cube, pyramide, boule, cylindre) -classer ou ranger des objets selon un critère de longueur ou de masse ou de contenance -reproduire un assemblage à partir d'un modèle (puzzle pavage assemblages de solides) -reproduire dessiner des formes planes - Identifier le principe d'organisation d'un algorithme et poursuivre son application		
Objectifs :	• Reconnaitre des formes • Classer des objets en fonction de leur forme		
Durée 5 min 15 min	Phase 1 : expliquer aux petits le but de l'activité. On donne des objets sans les nommer. On leur demand de les décrire (triangle, rond et carré voir dans les caisses jaunes de la classe). Une fois qu'on a abouti une description par objet, leur demander quel tri nous pouvons faire. Les amener à faire un tri par form (veiller lors de la description à introduire les termes « côtés » « sommets »). Phase 2 : Mise en atelier dirigé Les formes sont dispersées sur la table. Matérialiser les différents espaces par exemple une feuill blanche représente un espace sur lequel poser une forme. Laisser les élèves faire leur tri et en parler avec eux au fur et à mesure. Leur faire justifier leur choix de tr Consigne : fais un tri à partir des formes que tu as sur la table Phase 3 : Bilan de l'activité à l'oral	**Organisation** PS en atelier **Matériel :** Feuille blanche Formes géométriques : rond, triangle, carré	**Rôle du PE :** – Fait reformuler la consigne (ph.1) – Fait verbaliser les ritères de réussite et les pprentissages (ph.1) - Fait valider ou invalider par les élèves le respect des

Figure 7. Extrait d'une fiche de préparation d'un jeune enseignant de maternelle.

4 Appréhension globale des formes

Une autre approche émerge néanmoins et fait consensus dans le discours de spécialistes, et cela depuis longtemps, à savoir que la première perception d'une forme est globale.

Montessori (1913?-1970, p. 59) écarte tout à fait l'entrée par les caractéristiques d'une forme, cela pouvant se déduire notamment d'après un extrait qui fait écho aux croyances partagées encore de nos jours par des enseignants et auxquelles nous venons de faire allusion :

> *On pourrait avoir l'idée de la forme carrée, sans savoir compter jusqu'à quatre et, par conséquent, sans considérer le nombre de côtés et des angles. Les côtés et les angles ne sont que des abstractions, qui n'existent pas par elles-mêmes ; ce qui existe, c'est ce morceau de bois d'une forme déterminée.*

Selon Van Hiele (1959, p. 200), l'enseignant et l'élève « pensent [chacun] sur un niveau différent », ce qui le conduira à identifier cinq niveaux de conceptualisation de la pensée géométrique. Au niveau de base, l'élève reconnaît les formes à leur aspect global et il les classe de façon exclusive les unes par rapport aux autres : « Au niveau de base (niveau zéro) de la géométrie, les figures [formes] sont jugées d'après leur apparence. Un enfant reconnaît un rectangle à sa forme et un rectangle lui semble différent d'un carré » (*ibid*, p. 201).

Rouche (1999), convaincu que les concepts sont susceptibles d'être acquis jusqu'à des niveaux divers de sophistication, en distingue trois : les *préconcepts*, les *objets mentaux* et les *concepts formels*. Au niveau des préconcepts, « attribué à des jeunes enfants », on reconnaît les formes à travers une perception globale. En s'appuyant sur l'exemple du rectangle, Rouche (1999, p. 33) affirme :

> *On reconnaît les rectangles à travers une perception globale […] quelqu'un qui se trouve à ce stade de développement mental manie donc familièrement le rectangle et, éventuellement, le nomme. Mais il n'est guère capable d'en parler, d'expliquer certains de ses caractères.*

C'est le cas de l'enfant que nous avons vu tout à l'heure : il sait reconnaître et nommer le rectangle mais il ne parvient pas à le caractériser. Lorsque cet enfant saura nommer le rectangle et pourra parler de ses caractéristiques, il sera, selon Rouche, au niveau des objets mentaux.

À la fin des années 1950, Van Hiele avait mis en évidence que « le professeur et l'élève parlent [chacun] un langage différent » et « ils pensent [chacun] sur un niveau différent ». En 1994, le décalage constaté entre ce que montre une figure au regard d'un élève et au regard d'un enseignant conduit Duval à préciser qu'il y a plusieurs manières de regarder une figure géométrique dont la plus immédiate est l'appréhension perceptive. Appréhension qui est toutefois, selon Duval, « trop globale ».

5 Outre l'appréhension globale

Lorsque l'élève cherche un rectangle dans un lot de formes, il doit apprendre à le reconnaître indépendamment de sa taille et de sa position sur la table : il l'appréhende de manière perceptive mais aussi, selon Duval (1994), de manière opératoire. Et tout cela par la vue. Mais ce n'est pas tout car, lorsque l'élève tente de caractériser le rectangle par le toucher, les perceptions visuelle et haptique s'articulent : une *appréhension séquentielle*[56] s'ajoute. Comme le précisent Fernandes et Vinter (2009, p. 410) :

> *Perception tactile et perception visuelle se distinguent dans le traitement des différentes propriétés d'un objet. En effet, dans la vision, toutes les propriétés sont perçues quasi simultanément, ce qui n'est pas le cas dans la modalité haptique, en raison du mode d'exploration et des incompatibilités motrices rendant la perception très séquentielle.*

C'est ainsi que l'enfant modifie la connaissance qu'il a de l'objet (Duval, ib.), par un traitement plus analytique des informations sur la figure, avec la prise en compte de son contour.

6 Formes et langage

Dès l'école maternelle, le langage est essentiel pour le développement de l'enfant et pour ses apprentissages. Les programmes actuels (MEN, 2015), en liaison avec les formes géométriques, précisent que le langage doit permettre de décrire objets et actions, en favorisant les premières caractéristiques descriptives. Donc décrire et non pas définir.

Mais, quel lexique géométrique aborder à l'école maternelle ?

Lors d'un travail avec les formes où les modalités haptique et visuelle s'alternent, une enseignante demande à un élève comment il fait à reconnaître un carré : en faisant semblant de le dessiner sur la table (cf. Figure 8), il répond : « C'est un carré parce que je fais, je fais le tour avec ma main alors je dis que c'est un carré ». Cet enfant se trouve bien au niveau des préconcepts, au sens de (Rouche, 1999), niveau où « si, à propos d'un objet rectangulaire particulier, on lui demande "c'est quoi ?", il répond volontiers "c'est pour". Si on lui demande "c'est comment ?", souvent il mime le rectangle avec les mains ou dessine un rectangle » (Rouche, 1999, p. 33).

Mais comment l'aider à franchir ce niveau ?

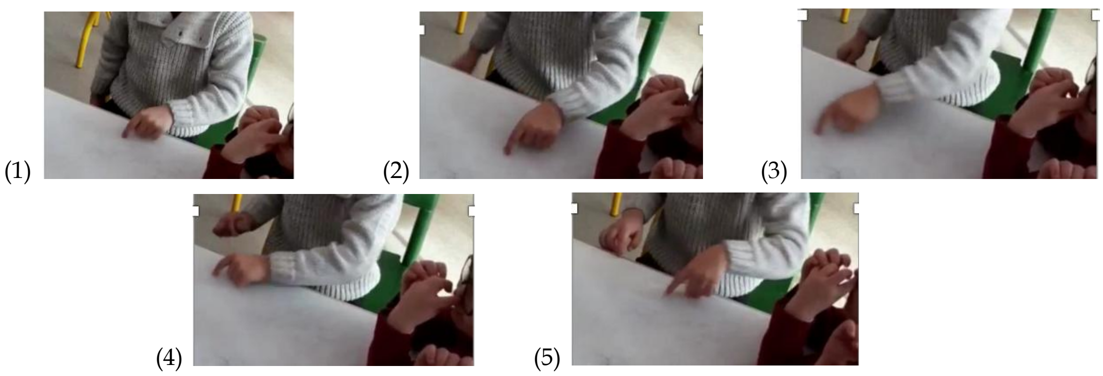

Figure 8. « C'est un carré parce que je fais, je fais le tour avec ma main alors je dis que c'est un carré ».

---

[56] Dans Duval (1994), l'auteur parle d'*appréhension séquentielle* pour signifier l'ordre de construction d'une figure, ordre qui dépend des propriétés géométriques de la figure ainsi que des instruments dont on dispose pour la construire. Dans le contexte de la maternelle, où les modalités visuelle et haptique jouent un rôle fondamental dans l'activité de l'enfant qui manipule des formes, cette appréhension séquentielle semble être plus proche de ce que Fernandes et Vinter (2009) nomment *perception séquentielle*, dans le but de mettre en évidence la distinction entre la perception tactile et la perception visuelle, cette dernière étant plus globale.

Lorsqu'un enseignant pense qu'il est judicieux de commencer par le triangle ou lorsqu'il prévoit d'introduire assez vite les termes « côté » et « sommet », il est évident qu'il est influencé par un regard trop « savant » sur le thème en question : le passage des significations personnelles de l'élève vers des significations mathématiques se construit progressivement, le langage qui l'accompagne aussi. Alors, il est souhaitable là aussi d'adopter un **principe de progressivité** : « en partant d'un lexique qui correspond à l'univers de l'école pour aller vers des champs lexicaux représentant le monde moins familier puis vers les éléments plus abstraits » (MEN, 2010). En d'autres termes, empruntés à Barth (2013, p. 78) :

> *Ne pas exiger certains termes avant que l'enfant ne sache ce qu'ils représentent. Cela ne veut pas dire qu'il ne faut pas exiger la dénomination correcte à un moment donné […] il y a un niveau d'acquisition qui précède l'abstraction et qu'il faut le respecter.*

7 L'emboîtement de formes et puis ?

Complétons cette première partie en faisons le point sur des artefacts à disposition d'un élève de maternelle, cela en faisant le choix de nous inspirer du programme de Montessori (1913?-1970 ; 1934-1911), qui débute avec les emboîtements géométriques[57]. Les variables didactiques à prendre en compte sont nombreuses : nous montrons ici quelques problèmes, sans toutefois passer en revue toutes les déclinaisons possibles que l'usage de ces artefacts suggère.

Avec la Figure 9 à l'appui, nous tentons alors de suivre un parcours qui démarre avec des jeux d'emboîtement de formes (Figure 9, en bas au centre) et, en passant par des lots de formes (Figure 9, en bas à gauche) et des assemblages de formes (Figure 9, en bas à droite), aboutit à des gabarits et des pochoirs (Figure 9, en haut). Ce parcours conduit entre autres l'élève à catégoriser et caractériser des formes ; à les reconnaître puis les reproduire ; à les désigner, les nommer, les décrire. Tout cela à travers une articulation de diverses appréhensions et modalités. Notamment, par le passage de la manipulation au traçage graphique, l'élève sera sensibilisé à passer d'une vision où c'est la surface qui prime vers une vision où il touche, aperçoit et puis trace le contour de celle-ci.

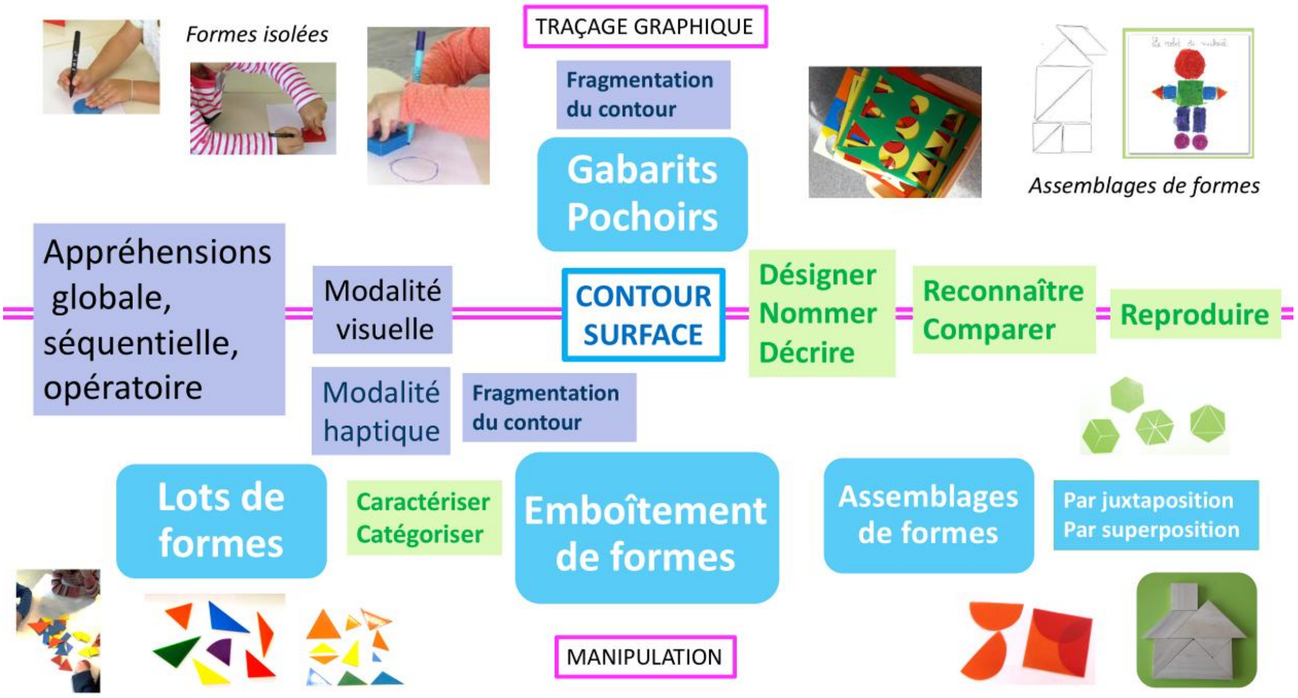

Figure 9. De l'emboîtement des formes aux gabarits et pochoirs.

[57] Bien sûr, cette entrée par les emboîtements n'est pas la seule possible.

7.1 *Jeux d'emboîtement de formes*

Avec la manipulation de jeux d'emboîtement de formes (Figure 9, en bas au centre), les modalités visuelle et haptique s'articulent permettant ainsi d'appréhender les formes de façon globale et opératoire (si l'artefact prend en compte l'orientation et la taille des formes) ; ils permettent aussi une appréhension séquentielle, en commençant à percevoir une fragmentation des bords, dans le cas de formes polygonales ou mixtes. Puisque chaque forme ne s'ajuste que dans son cadre correspondant et que les formes n'ont pas le même nombre de façons de s'ajuster à leur cadre (selon la présence ou non d'axes de symétrie), l'activité de l'élève le conduit à « une comparaison constante entre les formes » (Montessori, 1934-2011, p. 21) et puis aux premières catégorisations et caractérisations, par contraste et par analogie.

7.2 *Lot de formes*

Ces jeux d'emboîtement sont constitués des formes et de leurs espaces évidés. En mettant de côté ces derniers, les élèves pourront travailler avec des lots de formes (Figure 9, en bas à gauche). L'activité avec ces artefacts, par des modalités visuelles et/ou haptiques, renforce l'articulation entre les diverses appréhensions. Et, à nouveau, plusieurs compétences entrent en jeu : reconnaître et comparer les formes dans le but de les caractériser, de les catégoriser[58], par contraste et par analogie.

Outre des catégorisations libres (c'est à l'élève ou à un groupe d'élèves de choisir les critères de catégorisation), on pourrait demander aux élèves de catégoriser par noms de formes connus. Tous les triangles, par exemple : dans ce cas, il est intéressant de prendre en compte les choix des élèves, corrects ou erronés, afin de les conduire à caractériser les formes triangulaires.

Mais d'autres exercices peuvent être proposés dont voici quelques exemples :

- dans un lot de formes variées, l'enseignant pourrait demander à un élève de lui montrer une forme en particulier ou bien lui demander le nom d'une forme du lot ou encore de lui montrer une forme qui est « pareille » ou qui « n'est pas pareille » à celle qu'il a dans sa main ;
- dans un petit lot de formes de même nature, l'enseignant pourrait introduire un « intrus » et demander aux élèves de l'identifier. Par exemple, parmi des triangles variés, il pourrait introduire une portion de disque ou un losange « très allongé » ou encore un rhomboïde[59] ;
- dans un sac rempli de formes, l'enseignant pourrait demander à l'élève d'extraire une forme donnée ; ou bien de choisir une forme et de la nommer avant de l'extraire du sac.

Le travail sur le lexique prend tout son sens au cours de ces exercices où les élèves seront encouragés à désigner, à nommer et à caractériser les formes en jeu.

7.3 *Assemblages de formes*

En ne servant toujours que des formes des jeux d'emboîtement, on peut envisager un travail d'assemblage de celles-ci (Figure 9, en bas à droite) : libre ou pour reproduire un modèle, par juxtaposition ou par superposition, c'est encore l'occasion pour l'élève d'appréhender de façon opératoire mais aussi séquentielle, de le conduire à des observations plus analytiques des formes et de leurs bords. De même ici, un travail sur le lexique demeure essentiel.

En cas de reproduction d'un modèle, la situation peut se décliner de différentes manières : par exemple, les pièces pour le reproduire sont fournies ou bien c'est à l'élève de les reconnaître parmi celles qui sont à sa disposition ; ou bien, si les pièces sont à la même échelle que le modèle, l'enseignant pourrait permettre à l'élève de poser convenablement les pièces sur le modèle ou bien à côté de celui-ci.

7.4 *Gabarits et pochoirs de formes*

Emboîtement de formes, lots de formes, assemblage de formes mais ce n'est pas tout : si l'on prend à la fois la forme et son cadre évidé, avec l'ajout d'une feuille et d'un crayon, on obtiendra le gabarit et le

---

[58] Pour des exemples de problèmes de catégorisation, nous invitions le lecteur à consulter (Cèbe, Paour et Goigoux, 2004) où la transposition au contexte géométrique conduira à envisager un éventail de problèmes intéressant et riche.

[59] Un quadrilatère ayant un seul axe de symétrie.

pochoir (Figure 9, en haut). On passe alors d'artefacts permettant des manipulations matérielles vers des artefacts permettant un traçage graphique, ce qui constitue un saut cognitif important : on contrôle davantage la nature de la forme et le passage d'une vision « surface » à une vision « contour » de la forme s'accentue car, outre le geste, on produit une figure matérielle, un dessin sur la feuille. Par une appréhension séquentielle de la forme, la fragmentation du contour s'accentue aussi (Perrin-Glorian, 2015, p.13) :

> *Le tracé du contour de gabarits et de pochoirs permet de travailler l'affinement du regard que les enfants portent sur les formes : d'une vision globale, ils apprennent progressivement à distinguer le contour puis à le segmenter pour voir des points singuliers, les sommets, qui délimitent les côtés.*

Lorsqu'il trace plusieurs fois le contour d'un gabarit, en modifiant sa position, ou lorsqu'il vérifie avec un même gabarit que différents tracés conviennent à une même forme, l'élève travaille sur la reconnaissance d'une forme et de son dessin, indépendamment de leur position (Perrin-Glorian, 2015).

8 Conclusion de la première partie

Avec la franchise qui l'a toujours distingué, Grelier (2004, p. 3), a écrit :

> *Le matériel mettant en jeu des compétences géométriques ne manque pas : les armoires en sont pleines ! Le problème est que ce matériel, quand il est utilisé, l'est "en sensibilisation", comme une activité d'éveil, ou pire pour "occuper" les élèves, et que les concepts mathématiques restent la plupart du temps implicites.*

C'est sans détour mais il reprend bien le point de départ de mes réflexions. L'élève de maternelle affine son regard et ses gestes – en emboîtant des formes, en les touchant, en les assemblant, en traçant leurs contours –, il commence à les déconstruire en affinant sa pensée ; il entre ainsi « dans un processus cognitif fondamental pour les savoirs géométriques » qui suivront (Duval & Godin, 2005, p. 22). Dans la perspective d'accompagner l'élève VERS des connaissances géométriques, qu'il me semble alors important et essentiel :

- de mettre à sa disposition une grande variété de formes et d'assemblages de formes, car c'est à partir de contrastes que les représentations mentales s'affinent peu à peu ;
- d'avoir conscience du potentiel sémiotique des artefacts que l'on met dans ses mains ;
- de l'aider à aiguiser son regard, ses gestes et sa pensée à travers des problèmes variés où diverses modalités (visuelle, haptique et verbale) et diverses appréhensions (globale, séquentielle, opératoire) s'articulent ou s'alternent ;
- de ne pas oublier que l'introduction d'un lexique approprié, non nécessairement mathématique, doit se faire progressivement.

Ces points suggèrent à la fois des perspectives pour l'enseignement, la formation et la recherche.

II - EXEMPLE D'UNE RECHERCHE AUTOUR DE LA RECONNAISSANCE DE FORMES GÉOMETRIQUES EN MATERNELLE[60]

Nous poursuivons cet article en présentant une recherche menée dans des classes du cycle 1. La suite de notre texte sera constituée de deux parties. La première vise à justifier la création d'un artefact à utiliser avec des élèves de la maternelle et la seconde expose notre cadre d'analyse autour duquel nous présentons de nombreux exemples issus de nos interventions en classes. Nous pourrons dès lors conclure en mettant en évidence ce que notre recherche fait émerger de nouveau pour travailler la géométrie avec des élèves de la maternelle.

Tout d'abord, différents travaux de didactique des mathématiques pointent une rupture dans l'enseignement de la géométrie entre l'école primaire et le collège. Nous postulons qu'il est dès lors possible d'intervenir en géométrie dès la maternelle afin de réduire cette rupture. Pour ce faire, nous avons créé un artefact spécifique que nous présentons ci-dessous.

[60] Cette partie est rédigée par Sylvia Coutat et Céline Vendeira-Maréchal.

1 Création d'un artefact

L'hypothèse principale sur laquelle repose la création de cet artefact est qu'il permettrait un changement de regard sur les figures (Duval 2005), tel que présenté en première partie de cet article.

Nous nous appuyons également sur les travaux de Pinet et Gentaz (2007), dans lesquels ces chercheurs développent un entrainement multi sensoriel (modalités haptique et visuelle) pour la reconnaissance de formes géométriques simples (carrés, ronds, triangles) avec des élèves de 5-6 ans. Les résultats de cette étude montrent que des élèves ayant bénéficié de cet entrainement multisensoriel ont développé une meilleure reconnaissance des formes simples que ceux qui n'avaient bénéficiés que d'un entrainement visuel. Pour cette raison nous avons développé un artefact manipulable qui permet d'exploiter la modalité haptique.

Cet artefact se compose de pièces encastrables avec une partie pleine et une partie évidée.

Figure 10. Matériel constitué d'une partie évidée (à gauche) et pleine (à droite).

Dans ce qui suit, nous présentons trois expériences qui ont été décisives dans le développement de cet artefact.

1.1 Deux exemples autour de l'utilisation de formes usuelles prototypiques

Dans les classes, il est d'usage de faire travailler les élèves avec des formes dites usuelles, soit le carré, le triangle, le rectangle et le rond. En ce qui concerne le triangle, ce sont souvent les triangles isocèles ou équilatéraux qui sont massivement utilisés et qui deviennent, par conséquent, représentatifs de leur classe. Le premier exemple, illustré lors de la conférence à partir d'une vidéo, porte sur la non reconnaissance du triangle rectangle comme appartenant à la classe des triangles. Ci-dessous, nous tentons de décrire au mieux le déroulement d'un passage significatif lors d'une séance de classe avec un petit groupe d'élèves de 5-6 ans. Leur tâche consiste à classer des formes géométriques simples, soit des carrés, des ronds et des triangles rectangles selon un (ou des) critère(s) de leur choix. Les formes distribuées sont au nombre de douze avec quatre carrés, quatre ronds et quatre triangles rectangles de couleurs et tailles différentes (Figure 11).

Figure 11. Matériel mis à disposition des élèves.

Une discussion s'engage chez les élèves autour des triangles rectangles afin de décider s'ils sont ou non des triangles. Après l'échange de différents points de vues, un élève commente qu'il s'agit d'« un triangle mais seulement qu'il est tordu ». Il prend ensuite le triangle dans sa main et le dispose selon une orientation qui lui permet de reconstituer un triangle isocèle à partir de deux triangles rectangles (Figure 12).

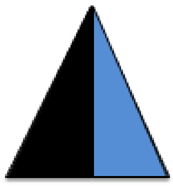

Figure 12. Reconstitution d'un triangle isocèle à partir de deux triangles rectangles.

Il explique alors avec des gestes de la main que (1) « c'est presque un triangle » (2) « seulement qu'il est coupé » (Figure 13). La chercheuse demande s'il s'agit finalement d'un triangle ou non. A cette question l'élève répond « oui, mais il manque l'autre bout » traduisant ainsi la confusion qui perdure quant à la reconnaissance de ce qu'est un triangle pourtant travaillé depuis les débuts de la scolarité. Ainsi, il semblerait que tout triangle qui diffèrerait trop du triangle prototypique ne serait pas considéré comme un triangle.

Figure 13. Gestes (1) et (2) qui accompagnent le discours de l'élève.

Le deuxième exemple concerne des tests passés dans des classes de CE2-CM1 avec des élèves de 8-10 ans. Dans l'un des exercices du test, les élèves doivent entourer tous les triangles et barrer les autres formes (Figure 14). Dans les quatre classes testées, des résultats relativement similaires sont obtenus, à savoir que les élèves de cet âge reconnaissent tous le triangle isocèle dans sa position prototypique (c'est-à-dire disposé sur sa petite base, soit le triangle n°1) et, quasiment tous, un triangle identique disposé sur l'un de ses sommets (triangle n°2). Les deux autres triangles (quelconque (triangle n°3) et rectangle (triangle n°4)) sont nettement moins fréquemment reconnus comme appartenant à la classe des triangles avec une reconnaissance encore moins fréquente pour le triangle rectangle. A plusieurs reprises la question de savoir si le triangle rectangle est un triangle nous a été explicitement posée par des élèves.

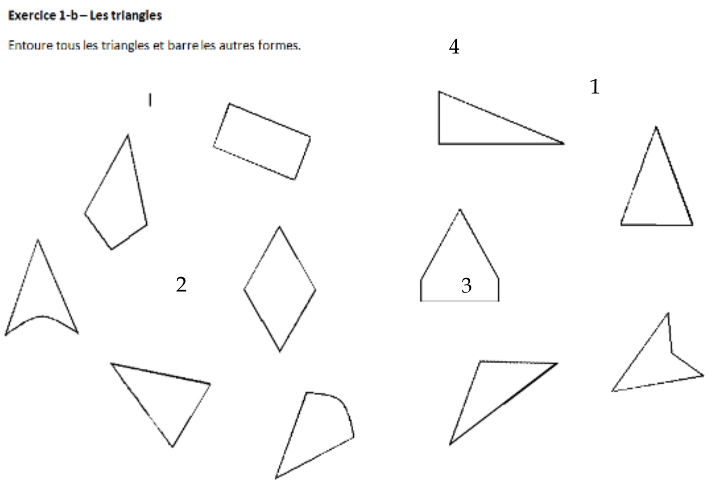

Figure 14. Partie du test concernant la reconnaissance des triangles.

Ces deux premiers exemples permettent de mettre l'accent sur le fait qu'il est nécessaire de présenter une variété de formes et pas seulement celles prototypiques.

1.2 Un exemple autour de l'utilisation de formes usuelles ou celle appariables à un objet connu

La troisième expérience s'est déroulée dans une classe de grande section (GS) avec des élèves de 5-6 ans. Nous leur avions proposé le jeu du « Qui est-ce ? » avec une planche plus ou moins classique pour travailler la géométrie.

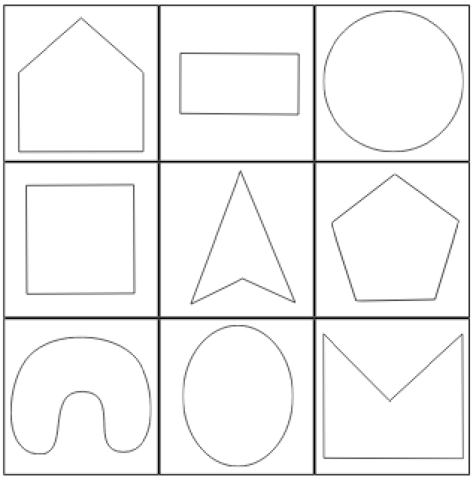

Figure 15. Planche caractéristique du « Qui est-ce ? » géométrique que l'on trouve dans divers manuels.

Avec le type de planche proposé en Figure 15, les élèves posent des questions comme « Est-ce que c'est le rond ? », « Est-ce que c'est la maison »?, « la flèche ? » Ne permettant d'éliminer qu'une forme après l'autre plutôt que de trouver une caractéristique permettant d'éliminer plusieurs formes simultanément. Ainsi, le fait de nommer les formes bloque l'entrée dans les caractéristiques. Dès lors, nous avons proposé une planche différente (Figure 16) pour laquelle l'usage d'un nom géométrique n'était pas possible et la ressemblance d'une forme à un objet connu ne suffisait plus. Par exemple, dans cette planche certains élèves reconnaissent plusieurs formes qui ressemblent à des ronds (c, e, f, voir aussi g et h) ou encore des montagnes (a, b et d). Les élèves sont ainsi contraints d'entrer dans les caractéristiques des formes ou alors sont bloqués et ne parviennent plus à jouer.

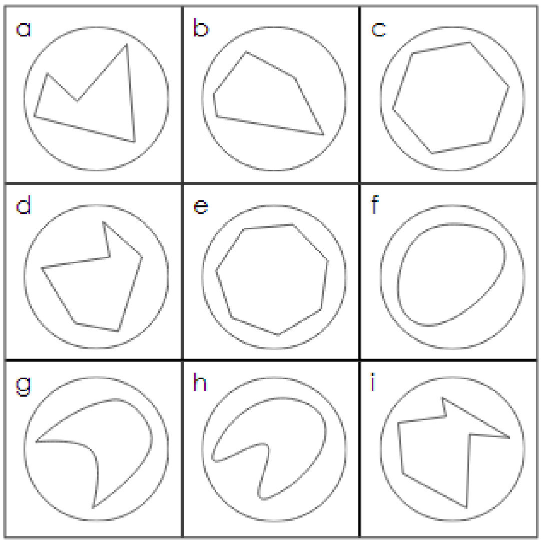

Figure 16. Nouveau type de planche proposé pour remédier aux constats précédents.

Cette dernière expérience a été décisive dans notre choix de travailler avec un artefact dans lequel les formes seraient différentes de celles utilisées d'ordinaire avec la particularité de ne pas pouvoir être nommées par les élèves.

2 Une collection de 36 pièces

Ces considérations ont donné lieu à la création d'une collection de 36 pièces représentées en Figure 17.

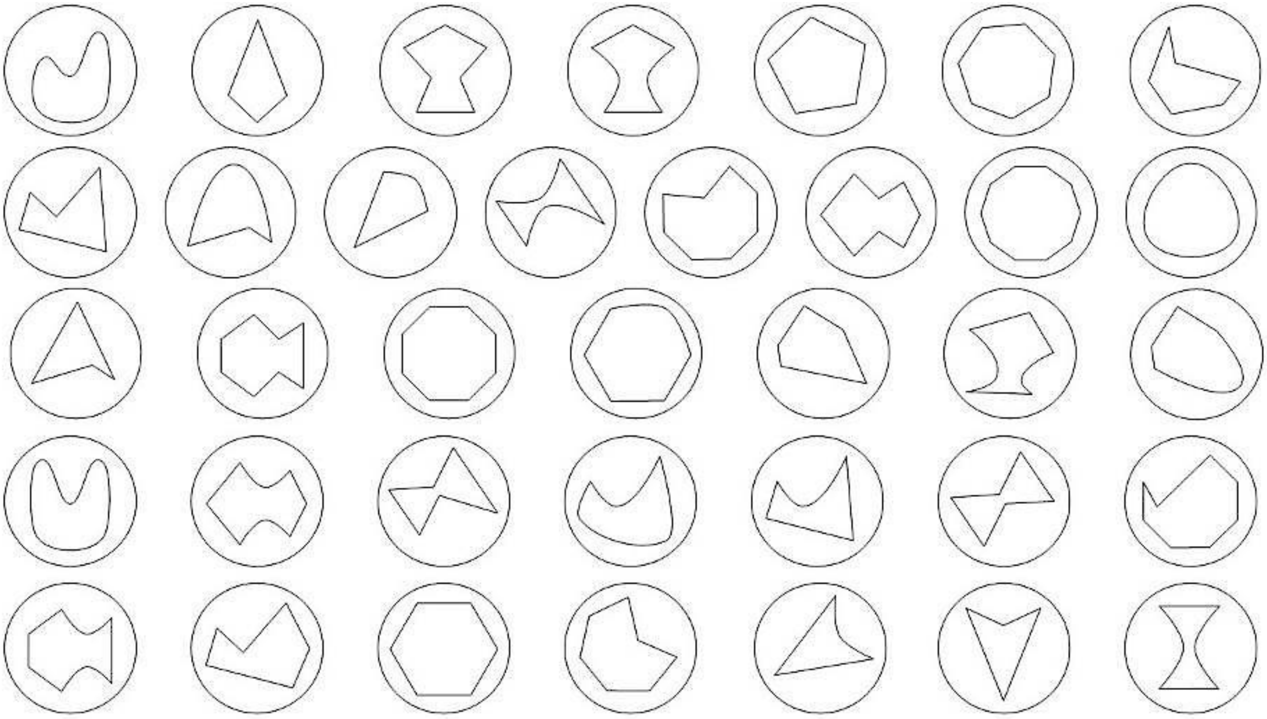

Figure 17. Assortiment des 36 pièces.

Elles sont toutes non nommables par des élèves de la maternelle qui ne connaissent pas les termes pentagone, hexagone, octogone ou encore cerf-volant ou fer de lance. De plus, si les élèves souhaitent identifier une forme à partir de sa ressemblance à un objet familier, comme « un poisson » ou « un vase », le fait que la collection en comporte plusieurs de ce type (présentés Figure 18), rend l'utilisation de ce terme non efficace selon les pièces à disposition des élèves dans la situation proposée.

Figure 18. Exemple d'un assortiment de pièces où toutes les formes sélectionnées pourraient ressembler à « un poisson ».

De plus, nous avons opté pour l'utilisation de disques comme support des formes afin qu'il n'y ait pas d'orientation favorisée.

Figure 19. Trois orientations différentes d'une même pièce.

3 De nombreux exemples issus de nos interventions en classes

Une fois la collection de pièces manipulables créée impliquant des formes non usuelles et non nommables, différentes tâches classiques ont été proposées dans des classes du cycle 1. Parmi les tâches, est proposée une tâche d'encastrement simple : les élèves doivent associer la pièce évidée à la pièce pleine correspondante. Cette tâche d'encastrement comporte de nombreuses variantes construites à partir d'un jeu sur les variables didactiques (le nombre d'essais possible, la rapidité ou non dans la recherche des formes, la vision simultanée ou non des différentes pièces…). Nous jouons notamment sur la modalité haptique en introduisant des pièces pleines dans un sac forçant l'élève à les découvrir par le toucher uniquement. Des tâches impliquant la communication sont également introduites, avec le jeu du « Qui est-ce ? » ainsi que des variantes selon les degrés scolaires concernés. Dans ces tâches les élèves doivent donner des informations à un autre joueur afin de trouver une forme particulière parmi un ensemble de formes.

Dans ce qui suit, nous présentons des observations de classes lorsque les élèves utilisent le matériel présenté ci-dessus. Afin d'interpréter ce qu'il se joue lors de ces séances en classe et démêler les nombreuses données récoltées, nous reprenons l'idée d'appréhension globale des formes (Duval, 2005), qui nous permet d'avoir une compréhension des *manières de voir* les objets géométriques chez des élèves de la maternelle. Nous empruntons aux travaux de Bernié (2002) les *manières d'agir*, *de parler* et *de penser* nécessaires à la notion de communauté discursive. En effet, l'apprentissage est associé à la construction collective d'une pratique sociale et culturelle reliée à des manières spécifiques d'agir, de parler, de penser, culturellement déterminées. Ci-dessous nous proposons un tableau (Figure 20) prenant en compte ces différents aspects auquel nous ajoutons les manières de voir empruntées à Duval (2005). Nous postulons qu'il existe un rapport direct entre les manières de voir/agir/parler et une manière de penser les objets géométriques par les élèves. L'idée étant de mieux appréhender vers quelle manière de penser les élèves doivent tendre afin d'éviter la rupture pointée dans l'enseignement de la géométrie entre l'école primaire et le collège.

Manière de voir	Vision iconique (10) (vision première de la surface)	Vision non iconique
Manière d'agir		
Manière de parler		
Manière de penser		

Figure 20. Les manières de voir, agir et parler sont constitutives d'une manière de penser les objets géométriques chez les élèves.

La manière de voir étant définie par Duval (2005), nous insérons dans le tableau les visions iconique et non iconique. Duval postule que pour entrer dans les propriétés géométriques il est nécessaire de changer de regard sur les figures impliquant un passage d'une vision iconique à une vision non iconique. La vision iconique correspond à une vision des formes par leur surface alors qu'elles s'en détachent dans la vision non iconique. Les manières d'agir, parler et penser restent à définir. Nous allons pour ce faire vous présenter des exemples de ces manières d'agir et parler observées chez des élèves dans le but de compléter progressivement le tableau de la Figure 20 ci-dessus.

3.1 *Premier exemple : les propriétés des figures géométriques*

Nous débutons avec un premier exemple classique en didactique des mathématiques. Il s'agit d'un problème géométrique dont l'énoncé est le suivant :

> *Une figure représentant un parallélogramme ABCD et un rectangle CDEF. Est-ce que les deux droites (AB) et (DE) sont perpendiculaires ?*

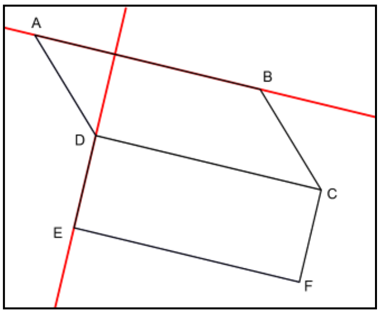

Figure 21. Exemple illustrant une manière de penser les objets géométriques par leurs propriétés (non caractéristique de l'école maternelle).

Il importe ici de démontrer que les droites rouges sont perpendiculaires. Pour cela il est nécessaire de s'appuyer sur les propriétés du parallélogramme (pour établir que (AB) est parallèle à (CD)) et les propriétés du rectangle (pour établir que (DE) est perpendiculaire à (CD)) puis utiliser la propriété impliquant que « si deux droites sont parallèles, toute perpendiculaire à l'une est aussi perpendiculaire à l'autre », permettant ainsi de conclure que les droites (AB) et (DE) sont perpendiculaires.

A partir de ce premier exemple, nous concluons que cette manière d'agir ne concerne pas vraiment les élèves de la maternelle qui ne se situent pas encore au niveau des propriétés des figures géométriques, que ce soit au niveau de l'action comme du langage. Toutefois, nous pouvons déterminer que le langage associé à cette manière de voir correspond à un lexique géométrique conventionnel (les termes) et formel (« si … alors ») et que les actions sont faites par démonstrations avec des propriétés géométriques.

Cette manière de penser les objets géométriques se fait par les propriétés, elle n'est pas celle visée à l'école primaire. Dès lors, il est nécessaire d'ajouter une nouvelle manière de penser non pas déjà par les propriétés mais par ce qu'on pourrait nommer « les caractéristiques » qui définissent ainsi plus finement l'état de conceptualisation des objets géométriques à cet âge-là. Nous qualifions de *globale* la manière de penser « associée à une vision des objets géométriques par leur surface (vision iconique). Ces nouvelles données sont introduites dans le tableau de la figure 22.

Manière de voir	Vision iconique (vision première de la surface)	Vision non iconique	
Manière d'agir			Démonstration à l'aide des propriétés géométriques
Manière de parler			Lexique géométrique conventionnel et formel

Manière de penser	**globale**	**par les caractéristiques**	**par les propriétés**

Figure 22. Mise en évidence des différentes manières de penser les objets géométriques dont celle non caractéristique de l'école maternelle impliquant les propriétés des figures.

3.2 *Deuxième exemple : langage associé aux manières de penser globale et par les caractéristiques*

L'exemple suivant permet d'illustrer le langage associé aux manières de penser globale et par les caractéristiques. Lors de la conférence un court extrait vidéo d'une tâche d'encastrement avec une élève de grande section (GS) a été projeté (Figure 23). On y entend une élève signaler la différence entre deux pièces afin d'expliquer son erreur d'encastrement « là elle est arrondie et là elle a des triangles ».

Figure 23. Encastrement erroné réalisé par l'élève dans l'extrait proposé.

Lorsque l'élève évoque les bords arrondis elle est clairement en train de convoquer des caractéristiques des formes. Par contre, lorsqu'elle évoque les triangles, il est fort possible que ce soit la vision de la surface triangulaire qui soit évoquée et non pas encore les caractéristiques.

Dans un second extrait vidéo, nous observons une mise en commun avec des élèves de grande section (GS) où deux codages différents sont discutés. Cette courte vidéo met en évidence la richesse et la variété du lexique utilisé par six élèves et donc la nécessité d'intégrer cette dimension langagière dans les analyses. Les élèves emploient, pour le premier codage du dé (à gauche dans la Figure 24) les termes « un trou », « une vague » et « arrondi » probablement pour signifier la courbure des bords et la non convexité de la forme. Pour le second codage (à droite dans la Figure 24) ils utilisent « des traits », « tout droit » et « c'est une ligne » pour signifier une droite ou un segment.

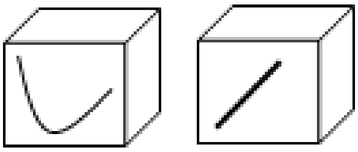

Figure 24. Codages discutés lors de la mise en commun.

Certains mots n'ont pas d'ambiguïté et nous assurent que les élèves sont sur les caractéristiques. D'autres sont plus ambigus. Est-ce que l'utilisation du terme « trou » pourrait se transformer en « bosse » si on lui fait subir une rotation? Et de même pour « une vague », est-ce que cela deviendrait plutôt « un nez » après une rotation de 90 degré ? Pour cette raison, ces deux termes sont plutôt représentatifs d'une manière de parler propre à une manière globale de penser, alors que les autres sont propres à une manière de penser par les caractéristiques, notamment parce qu'ils sont opérants quel que soit leur orientation.

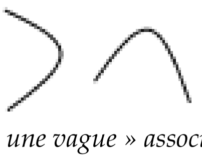

Figure 25. Est-ce que les termes « un trou » et « une vague » associés au codage gauche de la figure 24 pourraient devenir « un nez » et « une bosse » après avoir subi une rotation?

Nous pouvons donc déterminer que le lexique utilisé dans la manière globale de penser les objets géométriques est lié à l'apparence «ça ressemble à » alors que dans une manière de penser par les caractéristiques le lexique fait appel à des caractéristiques des formes avec un lexique courant et spontané.

3.3 *Troisième exemple : manières d'agir représentatives de manières de penser*

Dans l'exemple suivant, nous nous intéressons aux manières d'agir représentatives de manières de penser. Lors de la conférence nous avons proposé trois courts extraits vidéo avec un élève de grande section (GS) dans un jeu de reconnaissance de formes par encastrement le plus rapidement possible. Dans ces extraits nous voyons que l'élève a besoin de changer de point de vue afin de donner la même orientation aux deux pièces qu'il doit encastrer. Il bouge ainsi son corps et sa tête afin d'y parvenir. Un peu plus tard, ce même élève se permet de modifier l'orientation du gabarit et des pochoirs afin qu'elle coïncide. Nous pouvons conclure que cet élève ressent la nécessité de donner une orientation (soit en se déplaçant soit en déplaçant les formes) afin de faire correspondre et encastrer deux formes. Que ce soit pour trouver une pièce ou valider un choix, cette manière d'agir est représentative d'une manière de penser globale.

Dans l'exemple suivant, la tâche consiste toujours à associer une pièce pleine avec sa pièce évidée correspondante, mais se déroule cette fois-ci en salle de motricité avec des pièces grand formats (1,80 de diamètre). Dans l'extrait choisi, on voit un élève identifier une caractéristique qui diffère entre deux formes sélectionnées pour l'encastrement (Figure 25). Il pointe dès lors cette différence par un geste en suivant la ligne brisée avec sa main pour l'une des pièces et ensuite la ligne courbe pour l'autre. Ses gestes démontrent une prise en compte des bords droits ou courbes, représentatifs d'une manière de penser par les caractéristiques.

Figure 25. Activité d'encastrement en salle de motricité avec des pièces grand format.

Ces différents exemples permettent de caractériser ce qui constitue les différentes manières de voir, agir et parler représentatifs d'une manière de penser les objets géométriques à l'école, récapitulés Figure 26.

Manière de voir	Vision iconique (vision première de la surface)	Vision non iconique	
Manière d'agir	Nécessité de donner une orientation à la forme	Gestes liés à certaines caractéristiques des formes	Démonstration à l'aide des propriétés géométriques
Manière de parler	Lexique lié à l'apparence «ça ressemble à»	Lexique courant et spontané lié aux caractéristiques	Lexique géométrique conventionnel et formel
Manière de penser	**globale**	**par les caractéristiques**	**par les propriétés**

Figure 26. Récapitulatif des éléments constitutifs des différentes manières de voir, agir et parler représentatifs d'une manière de penser les objets géométriques.

À ce stade, il importe de préciser que, selon les situations, les élèves ne sont pas que dans une seule manière de penser les objets géométriques. Par exemple, concernant la pièce ci-dessous (Figure 27), il n'est pas rare d'entendre des descriptions de ce type :

> *Ca ressemble à un poisson avec un nez* [manière globale de penser] *plat* [manière de penser par les caractéristiques] *et un corps* [manière globale de penser] *arrondi* [manière de penser par les caractéristiques].

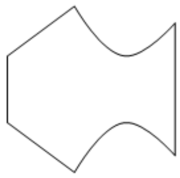

Figure 27. Pièce de la collection souvent identifiée comme ressemblant à un poisson.

On peut donc voir cet élève utiliser conjointement un lexique associé à deux manières distinctes de penser. Pour cette raison, il est nécessaire d'introduire une manière *hybride* de penser les objets géométriques où les élèves convoquent tour à tour différentes manières de penser selon les besoins de la situation.

4 Conclusion de la deuxième partie

L'objectif de notre recherche consistait à réduire la rupture pointée entre l'école primaire et le collège. Pour ce faire, nous prenons le pari qu'il est nécessaire d'agir dès l'école maternelle. A ce stade de notre recherche, nous ne pouvons pas mesurer les effets de nos interventions à long terme. Toutefois, nos expérimentations montrent qu'en nous appuyant sur un artefact spécifique qui se compose de formes non prototypiques et non nommables, les élèves développent une manière de penser par les caractéristiques peu représentatives ordinairement à cet âge-là. Nos observations permettent également de mettre en évidence que l'enjeu n'est pas dans le passage d'une manière de penser globale vers une manière de penser par les caractéristiques mais le développement d'une mobilité entre ces deux manières de voir pouvant se traduire par une manière de penser hybride.

BIBLIOGRAPHIE

Barth, B-M. (2013). *L'apprentissage de l'abstraction*. Retz.

Bartolini Bussi, M. et Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. *Handbook of international research in mathematics education*. New York. 746-783.

Bernié, J.-P. (2002). L'approche des pratiques langagières scolaires à travers la notion de « communauté discursive » : un apport à la didactique comparée ?. *Revue française de pédagogie*, *141*, 77-88.

Berthelot, R. et Salin, M.-H. (1993-1994). L'enseignement de la géométrie à l'école primaire. *Grand N*, *53*, 39-56.

Bessot, A. (2003). *Une introduction à la théorie des situations didactiques*. Les cahiers du laboratoire Leibniz, 91.

Blanc, J.-P., Blanc, N., Bramand, P., Lafont, É., Maurin, C., Peynichou, D. & Vargas, A. (2008). *Pour comprendre les mathématiques GS*. Hachette Éducation

Cèbe, S., Paour, J.-L. et Goigoux, R. (2004). *Catégo*, Hatier.

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 recherche en éducation*, *54*, 151-174.

Duval, R. (1994). Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique. *Repères-IREM*, *17*, 121-138.

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.

Fernandes, M. et Vinter, A. (2009). Développement des représentations graphiques réalisées par des enfants à partir d'une exploration tactile ou visuelle de formes bidimensionnelles. *L'année psychologique*, *109*(3), 407-429.

Gentaz, É., Bara, F., Palluel-Germain, R., Pinet, L. et Hillairet De Boisferon, A. (2009). Apports de la modalite haptique manuelle dans les apprentissages scolaires. *Cognito*, *3*(3), 1-38.

Grelier, J.-F. (2004). *Apprentissages géométriques*. Scérén, CRDP Midi-Pyrénées.

MEN (2010). *Ressources pour enseigner le vocabulaire à l'école maternelle*. http://cache.media.eduscol.education.fr/file/vocabulaire_maternelle/03/4/Ecole_Ressources_VocabEcoleMaternelle_Lexique_153034.pdf

MEN (2015). Programmes de l'école maternelle. *Bulletin officiel spécial du 26 mars 2015*, *2*.

Montessori, M. (1913?-1970). *Pédagogie scientifique, Tome 1*. Les éditions ESF.

Montessori, M. (1934-2011). *Psychogéométrie*. AMI Desclée de Brouwer.

Perrin-Glorian, M.-J. (2015). *Jouer avec des formes en maternelle : premiers pas vers la géométrie.* <hal-01296515>.

Pinet, L. et Gentaz, E. (2007). La reconnaissance de figures géométriques planes (cercle, carré, rectangle et triangle) chez des enfants de cinq ans. *Grand N, 80*, 17-24.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, une approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Robert, A. (2004). Une analyse de séance de mathématiques au collège à partir d'une vidéo filmée en classe. *Petit x*, *65*, 52-79.

Rouche, N. (1999). *Formes et mouvements. Perspectives pour l'enseignement de la géométrie*. CREM.

Salin, M.-H. (2008). Enseignement et apprentissage de la géométrie à l'école primaire et au début du collège : le facteur temps. *Bulletin Vert de l'APMEP*, *478*, 647-671.

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

Vause, I. (2011). *Des pratiques aux connaissances pédagogiques des enseignants : les sources et les modes de construction de la connaissance ouvragée*. Thèse de doctorat en éducation. Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve.

Vendeira, C. et Coutat, S. (2017), « C'est une montagne ou une trompette ? » entre perception globale et caractéristiques des formes au cycle 1 et 2. *Grand N*, *100*, 79-104.

Vygotski, L. S. (1934-1990). *Pensiero e Linguaggio*. Laterza.

Vygotski, L. S. (1935-1995). Apprentissage et développement à l'âge préscolaire. *Société française*, 2(52), 36-45.