REVUE INTERNATIONALE DE
COMMUNICATION ET SOCIALISATION

REGARDS CROISÉS SUR L'APPRENTISSAGE DES MATHÉMATIQUES À L'ÉDUCATION PRÉSCOLAIRE/MATERNELLE : PERSPECTIVES INTERNATIONALES

DIRECTION :

MANON BOILY
NATHALIE ANWANDTER-CUELLAR

Volume 10, numéro 1
2023

DIRECTEUR-ÉDITEUR : JEAN-CLAUDE KALUBI
CO-DIRECTRICE ÉDITRICE : NANCY GRANGER

***

©RICS - ISSN 2292-3667

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

CATÉGORISER DES FORMES GÉOMÉTRIQUES À L'ÉCOLE MATERNELLE, POUR LE DÉVELOPPEMENT GLOBAL DE L'ENFANT ET LES APPRENTISSAGES DE L'ÉLÈVE **

VALENTINA CELI, UNIVERSITÉ DE BORDEAUX, FRANCE[1]

Résumé

En France, le programme d'enseignement de l'école maternelle (3-5 ans) préconise la catégorisation parmi les problèmes permettant à l'élève d'explorer les formes géométriques. Dans ce cadre, en nous appuyant sur quelques données recueillies au cours d'une recherche collaborative, nous analysons qualitativement comment ces problèmes de catégorisation contribuent au développement global de l'enfant et sous quelles conditions ils peuvent aussi initier l'élève aux premiers apprentissages géométriques. Par des études de cas, nous montrons que, par la prise en compte des perceptions visuelle et haptique, l'enseignante peut aider l'élève à appréhender de manière séquentielle les formes et à compléter ainsi un traitement holistique avec un traitement analytique de celles-ci. En outre, si le développement des enfants s'opère dans ses différentes composantes, les apprentissages géométriques souffrent d'une prise en compte limitée du potentiel sémiotique du matériel en jeu.

Mots-clés

Appréhension séquentielle, apprentissages géométriques, développement global de l'enfant, école maternelle, formes géométriques, potentiel sémiotique, problèmes de catégorisation.

---

[1] Adresse de contact : valentina.celi@u-bordeaux.fr

**Pour citer cet article :

Celi, V. (2023). Catégoriser des formes géométriques à l'école maternelle, pour le développement global de l'enfant et les apprentissages de l'élève. *Revue internationale de communication et socialisation*, *10*(1), 61-83.

1. INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

En France, on nomme *école maternelle* l'institution qui accueille tous les enfants entre 3 et 5 ans. Son enseignement est régi par un programme national (Ministère de l'éducation nationale [MEN], 2021) qui s'organise autour de cinq domaines, dits d'apprentissage : mobiliser le langage dans toutes ses dimensions ; agir, s'exprimer, comprendre à travers l'activité physique ; agir, s'exprimer, comprendre à travers les activités artistiques ; acquérir les premiers outils mathématiques ; explorer le monde.

1.1 Une institution articulant disciplinaire et développemental

Chacun de ces domaines est considéré comme essentiel au développement global de l'enfant, dans ses diverses composantes motrice et psychomotrice, sociale, affective, langagière et cognitive (Bouchard, 2012). Le langage oral s'articule, par exemple, avec les composantes affective, sociale et cognitive, comme les intitulés de certains paragraphes le suggèrent : « oser entrer en communication », « comprendre et apprendre », « échanger et réfléchir avec les autres » (MEN, 2021, p. 5). Ou encore, à propos des activités physiques et artistiques, un lien fort avec le développement global de l'enfant est explicitement affiché : la pratique de ces activités « contribue au développement moteur, sensoriel, affectif, intellectuel et relationnel des enfants » (MEN, 2021, p. 10).

Dans le domaine mathématique, en citant la manipulation et le langage, les concepteurs de ce programme semblent en outre suggérer une articulation possible entre les premières connaissances sur les figures géométriques et les composantes motrice (motricité fine) et langagière du développement de l'enfant :

> Très tôt, les jeunes enfants discernent intuitivement des formes (carré, triangle, etc.). À l'école maternelle, ils construisent des connaissances et des repères sur quelques formes. L'approche des formes planes … se fait par la perception visuelle, la manipulation et la coordination d'actions sur des objets. Cette approche est soutenue par le langage : il permet de décrire ces objets et ces actions et favorise l'identification de premières caractéristiques descriptives (MEN, 2021., p. 16).

Plus loin, une attention particulière est portée sur les *problèmes*[2] de catégorisation d'objets :

> Très tôt, les enfants regroupent les objets. À l'école, ils sont incités à « mettre ensemble ce qui va ensemble » pour comprendre que tout objet peut appartenir à plusieurs catégories et que certains objets ne peuvent pas appartenir à celles-ci. Par des observations, des comparaisons, des tris, les enfants sont amenés à mieux distinguer différents types de critères (MEN, 2021, p. 17).

Convenablement structurés et proposés, les problèmes de catégorisation de *formes*[3] géométriques peuvent conduire l'enfant à agir, à interagir, à s'exprimer en échangeant avec l'adulte et ses pairs, à exercer son

[2] Dans ce texte, nous utilisons le terme *problème* au sens de Brun (1990) : « Un problème est une situation initiale avec un but à atteindre, demandant à un sujet d'élaborer une suite d'actions et d'opérations pour atteindre ce but. Il n'y a problème que dans un rapport sujet-situation où la solution n'est pas disponible d'emblée mais est possible à construire » (p. 2).

[3] Le terme *forme géométrique* peut désigner une abstraction géométrique ou un objet matériel de l'espace sensible (en carton ou en plastique, d'une certaine couleur, manipulables, dont on néglige l'épaisseur), représentant d'une famille d'objets qui ont la même forme (Perrin-Glorian, 2016). Dans ce texte, lorsque nous parlons de *formes*, nous référons à des objets matériels qui sont porteurs de propriétés et fonctionnent en tant que médiateurs vers les propriétés des figures géométriques qu'ils représentent.

raisonnement : en articulation avec les apprentissages[4], ces problèmes semblent ainsi pouvoir participer au développement global de l'enfant, dans ses diverses composantes.

1.2 Des constats

Dans un ouvrage de 1913, publié en français soixante ans plus tard, Maria Montessori nous raconte :

> … je demandais à une de mes institutrices d'enseigner par les emboîtements la différence entre le carré et le triangle. L'institutrice devait simplement faire emboîter un carré et un triangle de bois dans les vides correspondants, faire toucher par le doigt de l'enfant les contours des morceaux de bois et des vides et dire : « Ceci est un carré ! … ceci est un triangle ». L'institutrice, dès qu'elle toucha les contours, commença en disant : « Voilà une ligne, une autre, une autre, une autre ; ce sont quatre lignes ; compte-les avec ton doigt, en pressant dessus, il y en a quatre. Regarde bien : c'est le carré ». Je critiquai l'institutrice en lui disant que, de cette façon, elle n'enseignait pas à reconnaître une forme mais donnait l'idée des côtés, des angles, du nombre, chose bien différente de ce qu'elle devait enseigner. On pourrait avoir l'idée du carré sans savoir compter jusqu'à quatre et, par conséquent, sans considérer le nombre de côtés et d'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. Nous aurons beau croire enseigner les formes géométriques planes à l'enfant, parce que nous comprenons dans nos explications la conception mathématique, l'enfant ne sera réellement apte à apprécier que la simple *forme*. (Montessori, 1970, p. 59-60).

De nos jours, prenons l'exemple d'un jeune professeur des écoles qui enseigne dans une classe de maternelle. Afin de proposer une séance sur la reconnaissance et la catégorisation de formes géométriques à ses élèves de petite section (3 ans), il écrit ainsi dans ses notes de préparation de la séance :

> Expliquer aux petits le but de l'activité. Je donne des objets sans les nommer. Je leur demande de les décrire (triangle, rond et carré, voir dans la caisse jaune de la classe). Une fois que nous aurons abouti à une description par objet, leur demander quel tri nous pouvons faire. Les amener à faire un tri par forme (veiller lors de la description à introduire les termes « côtés », « sommets »).

Comme l'institutrice décrite par Maria Montessori, ce jeune enseignant croit que l'étude des figures géométriques doit commencer, dès la maternelle, par l'analyse de leurs propriétés, en se focalisant sur le nombre de « côtés » et de « sommets » et en introduisant alors rapidement un lexique formel. De surcroît, la reconnaissance et la catégorisation sont proposées en ne prenant que des formes *usuelles* : souvent, il s'agit du disque, du triangle équilatéral, du carré, du rectangle et de l'hexagone régulier.

Ces premiers constats nous ont encouragée à nous intéresser particulièrement aux problèmes de catégorisation et aux matériels mis en jeu pour les traiter. Quelles propriétés géométriques sont sous-jacentes à ces matériels ? Et réciproquement, quel matériel est le plus approprié pour faire émerger des propriétés géométriques qui soient en adéquation avec les apprentissages de l'école maternelle ?

---

[4] Par la suite, lorsque nous parlons d'*apprentissages*, nous faisons référence à des apprentissages liés à des contenus disciplinaires, en l'occurrence des contenus géométriques.

2. CADRE THÉORIQUE

Les premiers constats présentés plus haut nous conduisent, d'une part, à nous intéresser à la catégorisation comme activité cognitive fondamentale pour des jeunes élèves (Bonthoux et al., 2004) et, d'autre part, à comment accompagner ces derniers vers les premiers apprentissages géométriques, la prise en compte de quelques obstacles cognitifs propres de cet âge étant nécessaire (Celi, 2023).

2.1 Catégoriser pour conceptualiser

La pensée s'organise autour d'activités de classification, de regroupement, de recherche d'invariants, de recherche de points communs, de catégorisation (Lécuyer, 2014). La catégorisation est en effet un processus cognitif fondamental dès le plus jeune âge : il consiste à considérer de manière équivalente des objets, des personnes ou des situations qui partagent des propriétés communes ; il demeure fondamental dans la mesure où il permet de réduire la complexité du monde et de mettre de l'ordre dans les connaissances (Cèbe et al., 2004). Bonthoux et al. (2004) considèrent aussi la catégorisation comme un processus cognitif essentiel, aidant entre autres à l'acquisition du langage et au franchissement des spécificités au profit de la généralité :

> Si chaque objet ou événement nouvellement rencontré restait unique, il serait impossible de comprendre le monde, ni d'anticiper ses régularités (p. 6)…
> La catégorisation est une activité cognitive essentielle pour la compréhension du monde environnant. Elle permet, en effet, de simplifier le traitement, facilitant ainsi la perception, l'action, le stockage en mémoire et la récupération des objets et des événements. Elle aide à l'acquisition du langage et rend possible le raisonnement inductif (p. 177).

Dans la catégorisation, on peut distinguer les processus de traitement *analytique* et *holistique* :

> Deux types de processus nous intéressent ici : ceux où il y a extraction délibérée de propriétés nécessaires et suffisantes, indépendamment de la similitude entre objets, ce sont les *processus analytiques* … et ceux par lesquels les objets sont appréhendés dans leur totalité et groupés selon leur degré de ressemblance, ce sont les *processus holistiques* (Pacteau, 1995, p. 134).

Dans le premier cas, on porte une attention sélective sur les objets à catégoriser alors que, dans le second cas, on s'appuie sur leur similarité globale (Lautrey et al., 1996). Si une catégorie est un ensemble d'objets considérés comme équivalents d'un certain point de vue, la catégorisation permet de se forger une représentation mentale des catégories réalisées (Bonthoux et al., 2004). C'est alors, par la prise de conscience des modalités d'organisation mises en œuvre pour créer des catégories, que l'individu – en l'occurrence un élève de l'école maternelle – parvient à structurer les premiers concepts.

2.2 Appréhensions spontanées des formes géométriques : comment aider l'élève à les dépasser ?

En s'inspirant des travaux de Itard, de Fröbel et de Séguin, Maria Montessori (1970) réalise pour ses élèves des formes géométriques en bois, le travail sur celles-ci excluant explicitement l'entrée par leurs propriétés (voir la citation ci-dessus). De même plus tard et encore plus récemment, d'autres auteurs – Van Hiele (1959), Duval (1994), Rouche (1999) – confortent l'idée qu'un enfant reconnaît d'abord les formes en les saisissant intellectuellement de manière globale, nous disons selon une *appréhension globale*. Notamment, Van Hiele affirme que le jeune apprenant reconnaît les formes à leur aspect global et les classe de manière exclusive les unes par rapport aux autres : « Un enfant reconnaît un rectangle à sa forme et un rectangle lui semble différent d'un carré » (Van Hiele, 1959, p. 201). Selon l'approche piagétienne, la représentation de l'espace se construit en passant par trois stades : pendant le premier stade dit de l'espace topologique, l'enfant ne distingue pas aisément les formes à bords rectilignes des formes à bords curvilignes (Piaget et Inhelder, 1947). Lors du traitement d'un problème de catégorisation de formes géométriques, par exemple, un élève pourrait associer un triangle et un secteur angulaire (Figure 1)[5] ou bien un polygone régulier ayant beaucoup de côtés avec un disque (Figure 2). Nous parlons ainsi d'*appréhension topologique*.

Figure 1. Un triangle et un secteur angulaire

Figure 2. Un polygone et un disque

Comment alors aider l'élève à dépasser ces appréhensions spontanées ? Par la seule perception visuelle, toutes les propriétés d'une forme sont perçues simultanément : lors du traitement d'un problème de catégorisation, l'élève pourrait se contenter d'un traitement perceptif. Mais, lorsque les perceptions *haptique*[6] et visuelle sont associées, l'élève peut dépasser ses premières appréhensions pour commencer à appréhender les formes de manière plus analytique. Nous parlons alors d'*appréhension séquentielle* : l'élève qui *regarde* une forme et *touche* son contour conjugue les perceptions visuelle et haptique, il est ainsi amené à dépasser l'appréhension globale de la forme pour aller, par un traitement davantage analytique, vers une appréhension séquentielle.

Le langage peut aider l'élève à intérioriser les diverses natures des bords des formes qu'il manipule : lorsqu'il associe dans la même catégorie un triangle et un secteur angulaire (Figure 1), l'enseignant pourrait l'aider à corriger son erreur en lui suggérant de toucher les bords de ces formes et en l'accompagnant dans ces gestes pour apprendre à distinguer les bords droits des bords courbes. C'est ainsi que, lorsque l'élève est encouragé à mobiliser la perception haptique, il appréhende les formes qu'il manipule de manière séquentielle : il est ainsi aidé à modifier le regard qu'il porte sur celles-ci et à passer progressivement d'une vision *surface*, où l'appréhension globale peut suffire, vers une vision *contour de surface* (Mathé et al., 2020), plus analytique. Il entreprend ainsi un processus, dit de *déconstruction dimensionnelle*, qui le conduira plus tard à considérer les figures comme étant « constituées d'unités figurales de plus petites dimensions, mises en relation par des propriétés géométriques » (Mathé et al., p. 36).

2.3 Appréhensions et catégorisations de formes géométriques

Dans le cadre de notre recherche, les objets à catégoriser sont des formes géométriques, usuelles (disques, triangles équilatéraux, carrés, rectangles, hexagones) ou inusuelles (par exemple : formes aux bords arrondis,

[5] Les formes en Figures 1 et 2 sont extraites de « La Moisson des formes » (Bernard Bettinelli, http://moissondesformes.fr/).

[6] La perception haptique résulte de la stimulation de la peau provenant des mouvements actifs d'exploration de la main entrant en contact avec des objets. C'est ce qui se produit quand, par exemple, les doigts suivent le contour d'un objet pour en apprécier la forme (Gentaz, 2018, p. 9).

sans ou avec des points anguleux ; formes aux bords droits et arrondis ; formes polygonales autres que les formes usuelles). Leur *potentiel sémiotique*[7] est assujetti à leurs propriétés géométriques : ces propriétés, sur lesquelles vont se fonder les critères de catégorisation, émergent par la mobilisation de l'appréhension séquentielle, donc par une articulation entre les perceptions visuelle et haptique.

Les formes usuelles ont pour particularité d'avoir un nom associé de manière univoque à leur nature. Ainsi leur catégorisation peut-elle se faire en associant chaque forme à son nom puis en mettant ensemble les formes de même nom ; d'une autre façon, on peut mettre ensemble les formes qui sont de même nature et étiqueter ensuite chaque catégorie par leur nom. La catégorisation de diverses formes usuelles s'organise souvent selon un traitement holistique autour de la nature des formes en jeu : on met ensemble « ce qui va ensemble » – les formes qui sont pareilles, qui se ressemblent –, selon une appréhension globale. Afin d'affiner leur étude par un traitement analytique, on peut amener à créer des catégories en distinguant la nature de leurs bords (droits ou arrondis) ou encore la présence ou pas de points anguleux : dans chacun de ces cas, il y aurait deux catégories, disques et polygones. Un autre critère pourrait s'appuyer sur le nombre de bords droits, il y aurait alors quatre catégories : pas de bords droits, trois, quatre, six.

Dans le cas des formes inusuelles, aucun nom précis ne leur est associé : cela favorise alors la catégorisation s'appuyant sur les propriétés géométriques et celle-ci s'opère nécessairement selon un traitement analytique. L'étude de ces formes conduit donc naturellement à dépasser leur appréhension globale pour les appréhender de manière séquentielle en s'intéressant à la nature des bords ou à la présence ou non de points anguleux. On peut envisager une organisation par un traitement analytique en trois catégories selon la nature des bords (arrondis, droits, mixtes) ; en deux catégories selon la présence ou pas de points anguleux ; en deux catégories ou plus selon le nombre de points anguleux (aucun, un, deux, etc.) ; en deux catégories ou plus selon le nombre de bords (un, deux, etc.). Si l'on considère deux critères à la fois, à savoir la nature des bords et la présence ou pas de points anguleux, on parviendra alors à cinq catégories : formes arrondies sans point anguleux ; formes arrondies avec des points anguleux ; formes à bords droits avec des points anguleux ; formes à bords mixtes sans point anguleux ; formes à bords mixtes avec des points anguleux. Ce choix pourrait conduire progressivement à se focaliser sur la catégorie des formes polygonales.

Lors du traitement d'un problème de catégorisation, si ces réflexions font émerger l'importance de la nature des formes (usuelles ou inusuelles), de la nature et/ou du nombre de bords et de la présence ou pas de points anguleux, d'autres *variables didactiques* (Brousseau, 1982) sont aussi à considérer. Sans viser l'exhaustivité, nous citons notamment :

- la couleur et la taille relative des formes ;
- la présence ou pas d'axes de symétrie ;
- le nombre de formes ;
- la manière dont les formes sont proposées : toutes en une seule fois ; une à la fois ;
- la présence ou non de contenants préfigurant des potentielles catégories (par exemple, des barquettes) et, dans le cas de présence, la manière dont ils sont proposés : une pile de contenants ; le nombre de contenants et, dans ce cas, ils pourraient être vides ou contenir déjà chacun au moins une forme.

[7] La relation qui existe entre l'utilisation des matériels proposés et les connaissances mathématiques sous-jacentes constitue leur potentiel sémiotique (Bartolini-Bussi et Mariotti, 2008).

2.4 Une hypothèse

Le programme de l'école maternelle française (MEN, 2021) préconise des enseignements visant à la fois le développement global de l'enfant et l'accompagnement de l'élève dans ses premiers apprentissages. Les constats évoqués plus haut, la richesse en termes de potentiel sémiotique des matériels que l'on peut proposer à l'élève ainsi que les difficultés qu'il pourrait éprouver pour dépasser ses appréhensions spontanées nous conduisent alors à avancer l'hypothèse suivante : *le traitement de problèmes de catégorisation de formes permet de faire vivre les dimensions développementale et disciplinaire, à condition que l'enseignant qui les propose ait conscience du potentiel sémiotique des matériels choisis pour traiter ces problèmes.* Autrement dit, les dimensions développementale et disciplinaire ne peuvent vivre ensemble que si chacune d'elles est convenablement prise en compte par l'enseignant, selon les choix pédagogiques et didactiques qu'il opère.

Dans la suite de cet article, en nous appuyant sur des données recueillies au cours d'une recherche, nous exposons la méthodologie suivie. L'analyse de quelques études de cas nous permettra de mettre à l'épreuve cette hypothèse.

3. MÉTHODOLOGIE

Entre 2019 et 2022, nous avons piloté une recherche collaborative[8] visant à identifier la manière la plus idoine d'accompagner des élèves de l'école maternelle vers les premiers apprentissages géométriques – par quel matériel, par quels problèmes et à l'aide de quel lexique ? – et, par conséquent, à outiller les enseignants pour qu'ils prennent mieux en compte ces apprentissages dans leurs pratiques. Étaient impliqués dans cette recherche deux équipes d'enseignantes d'école maternelle expérimentées et leurs élèves de 3 à 5 ans habitant en milieu urbain (sud-ouest de la France), une professeure des écoles maîtresse formatrice expérimentée, un conseiller pédagogique polyvalent, un professeur des écoles à mi-temps enseignant référent aux usages du numérique et une chercheure, nous-même (Celi).

3.1 Le déroulement de la recherche

Lors de la première rencontre, la chercheure a présenté des apports théoriques (voir notamment la partie 2.2 de ce texte), montré divers matériels (formes emboîtables, assortiments de formes diverses et variées, des albums…) et fourni les grandes lignes d'une progression à mettre en œuvre au niveau concerné (Celi, 2021). La méthodologie mise en place a ensuite été organisée de manière spiralaire. Les enseignantes étudiaient et adaptaient, selon leurs besoins, des pistes suggérées par la chercheure, cela les amenant à proposer à leurs élèves une suite de problèmes. Des échanges avaient lieu entre la chercheure et les enseignantes, durant la phase de préparation et après chaque séance. À l'issue d'un cycle de séances, afin d'évaluer les effets des actions menées, des débriefings en plénière étaient organisées. Cette démarche a été complétée par la passation de questionnaires et d'entretiens dans le but d'approfondir la réflexion sur les apprentissages des élèves et sur les pratiques des enseignantes, les questions posées permettant notamment de revenir sur le potentiel des matériels exploités et sur l'importance des problèmes proposés. Les séances de classe ainsi que les entretiens

[8] Cette recherche a été financée par l'INSPÉ de l'Académie de Bordeaux (France) en partenariat avec le Conseil Académique Recherche Développement Innovation Expérimentation de la même académie. Nous considérons notre recherche comme étant collaborative car elle « renvoie plutôt à une démarche d'exploration d'un objet qui conduit à la co-construction de savoirs autour d'une pratique professionnelle » (Morrissette, p. 37).

étaient filmées afin de constituer une mémoire des actions menées et une aide pour les échanges ultérieurs. Les séances observées étaient comptées dans l'emploi du temps normal de classe et, hormis la présence des observateurs et du dispositif de captation vidéo, elles se déroulaient comme d'habitude : pendant environ trente minutes, les élèves travaillaient en petits groupes de quatre à six dont l'un était dirigé par l'enseignante, les autres fonctionnant en autonomie.

Avant la mise en œuvre de séances, lors des échanges entre enseignantes et chercheure, nous avons proposé de leur fournir des matériels différents de ceux qu'elles avaient dans leurs classes : c'est le cas, par exemple, pour le traitement de problèmes de catégorisation où nous avons encouragé les enseignantes à se servir de formes inusuelles. La prise en compte des autres variables, l'organisation pédagogique et les interventions des enseignantes étaient laissées à leur discrétion, cela afin d'avoir accès à des éléments de leurs pratiques « ordinaires ». Cette manière de procéder nous a ainsi permis d'explorer au fur et à mesure divers types de problèmes sur les formes géométriques et de revenir sur les pratiques des enseignantes observées. Les données recueillies ont fait l'objet d'analyses qualitatives et interprétatives, en nous servant notamment des apports théoriques exposés dans cet article.

4. RÉSULTATS

Nous nous proposons ici d'analyser quelques extraits de séances observées au cours des phases expérimentales de notre recherche collaborative. Nous nous focalisons sur des épisodes où deux des enseignantes qui y étaient impliquées ont proposé à leurs élèves des problèmes de catégorisation convoquant des formes géométriques usuelles et non usuelles. Dans le tableau 1, nous résumons les diverses variables didactiques mises en jeu par les enseignantes lors des épisodes que nous allons décrire et puis analyser.

Tableau 1. Synthèse sur les diverses variables didactiques mises en jeu dans les trois épisodes

	ÉPISODE 1 (Prisca)	**ÉPISODE 2 (Nina)**	**ÉPISODE 3 (Nina)**
Couleur des formes	Trois **couleurs**	Une **couleur**	Une **couleur**
Taille des formes	Deux **tailles** pour chaque type de forme	Deux **tailles** pour chaque type de forme	Les formes sont de **taille** similaire
Nature des formes	**Usuelles** : disque, triangle, carré, rectangle, hexagone	**Usuelles** : disque, triangle, carré, rectangle, hexagone	**Inusuelles** : à bords droits ; à bord arrondi sans points anguleux ; à bords mixtes avec points anguleux
Axes de symétrie	Toutes les formes ont des axes de symétrie	Toutes les formes ont des axes de symétrie	Une seule forme n'a pas d'axe de symétrie
Nombre de formes	60	20	9
Distribution des formes	Toutes en une seule fois	Toutes en une seule fois	Toutes en une seule fois
Barquettes	**Cinq** barquettes vides posées sur la table ; ensuite, c'est l'adulte qui commence à remplir une barquette	**Une pile** de barquettes vides	**Trois** barquettes vides posées sur la table

4.1 Trois épisodes sur la catégorisation de formes en classe de maternelle

Dans cette partie, nous présentons trois épisodes, extraits de trois séances différentes et qui voient comme protagonistes deux des enseignantes impliquées dans la recherche ainsi qu'une partie de leurs élèves. À l'aide de ces trois exemples, nous montrons la manière dont les élèves organisent leurs catégories et l'éventuel étayage dont ils bénéficient pour les réaliser. Plus loin, nous analyserons quelques choix des enseignantes lorsqu'elles provoquent des critères de catégorisation, en mettant en exergue le potentiel sémiotique des matériels exploités.

4.1.1 Avec des formes usuelles

Dans sa classe, Prisca propose à cinq de ses élèves (4-5 ans) un assortiment de formes usuelles en plastique incluant des disques, des triangles équilatéraux, des carrés, des rectangles, des hexagones réguliers ; ces formes sont bleues, rouges ou jaunes et, selon la nature, de deux tailles différentes[9] (Figure 3). Cinq barquettes sont aussi fournies, posées au centre de la table où les élèves sont en activité.

Figure 3. Les formes proposées dans la classe de Prisca (épisode 1)

Au début de ce premier épisode, on voit qu'un seul élève (Thiebaud) semble vouloir organiser les formes selon leur nature mais que les autres ne le suivent pas et préfèrent les organiser selon leur couleur :

Épisode 1

Prisca : tous ensemble, je vous demande de trier *[elle pose sur la table cinq barquettes]*
Les élèves prennent chacun un tas de formes et commencent à réaliser des catégories.
Prisca : toi, tu prends
Léo : les bleus
Nicolas : moi je prends les bleus avec les rouges
Prisca : je pense que vous n'êtes pas d'accord sur la façon de trier / toi tu tries quoi ? Qu'est-ce que tu as pris là ?
Léo : moi j'ai pris les bleus
Prisca : toi tu prends les bleus / que les bleus
Nicolas : les bleus après je prends les rouges
Prisca : et toi qu'est-ce que tu fais ? Tu vas faire comme Léo tu ne tries que les couleurs ?

[9] Nous réservons ici la relation « de même taille » à des figures mathématiquement isométriques.

Les élèves poursuivent à séparer les formes sur la table, seulement deux boîtes ont été remplies, une avec des formes rouges et l'autre avec des formes bleues.

Prisca : regardez je vous ai mis des boîtes / Léo regarde, il y a des boîtes pour trier

Un élève (Nicolas) pose un tas de formes rouges dans une boîte, différente de celle déjà remplie par des formes de cette couleur. Un élève (Thiebaud) pose des carrés bleus et jaunes dans une boîte vide mais aussitôt un autre élève (Maé) enlève les carrés bleus et ajoute d'autres formes jaunes. Le travail terminé, les catégories réalisées sont celles que l'on voit dans la Figure 4.

Figure 4. Premières catégories réalisées dans la classe de Prisca (épisode 1)

Prisca pense qu'un élève (Gabin) s'est rendu compte d'une autre manière d'organiser les catégories et lui laisse la parole. En réalité, ce n'est pas le cas :

Prisca : c'est bon c'est terminé / écoutez, Gabin a quelque chose à vous dire

Gabin : ils se sont trompés ils n'ont pas mis dans la bonne barquette il y a la barquette des bleus, des jaunes et les jaunes c'est ici.

Un observateur (c'est le conseiller pédagogique qui est là pour filmer la séance) intervient et, dans une même barquette (Figure 4, en haut à gauche), prend un triangle jaune et un triangle bleu, les deux formes étant de la même taille.

Observateur : regardez ce qu'ils ont fait
Prisca : qu'est-ce qu'ils ont mis ensemble ?
Gabin : ils ont mis ensemble les rou …
Prisca : non regarde qu'est-ce qu'ils ont mis ensemble ? *[en pointant du doigt les deux triangles]*
Observateur : la couleur est différente / jaune et bleu
Prisca : mais qu'est-ce qui est pareil ?
Thiebaud : les triangles sont pareils
Prisca : oui il a mis les triangles ensemble / le triangle jaune / le bleu mais il les a mis ensemble
Observateur : alors il faut continuer allez-y
Prisca : alors on recommence / là Léo tu vas continuer tu mets les triangles alors *[elle vide entre temps toutes les barquettes en déposant les formes sur la table]*
Observateur : les enfants regardez je commence la boîte des triangles *[en posant dans une barquette vide les triangles bleu et jaune]* ça c'est la boîte des …
Prisca : regarde Nicolas ça c'est la boîte des …
Nicolas : des rouges
Observateur et Prisca : Non

Maé : des jaunes et des bleus
Prisca : non, non
Léo : des jaunes

Thiebaud pose un grand triangle dans la barquette des triangles.

Observateur : regardez, regardez ce qu'il a fait le copain / ça c'est la boîte des … *[il prend la boîte et la montre aux élèves]*
Gabin : triangles
Prisca : triangles c'est la boîte des triangles / et toi tu fais la boîte des quoi ?
Nicolas : des rectangles […]

Les élèves poursuivent la catégorisation et, lorsqu'il reste peu de formes sur la table, c'est Gabin qui se charge de terminer (Figure 5) *en les déposant dans les barquettes correspondantes, sous la supervision de tous les autres.*

Figure 5. Nouvelles catégories réalisées dans la classe de Prisca (épisode 1)

À la fin de ce travail, selon les attentes de Prisca, cinq catégories ont été réalisées : disques, triangles, carrés, rectangles et hexagones. La séance se termine en nommant les formes contenues dans chaque barquette et sans qu'il y ait un retour sur les difficultés rencontrées.

Afin d'éviter une catégorisation par couleur, une autre enseignante – Nina – décide de travailler avec un assortiment de formes d'une même couleur. Dans l'épisode 2, décrit ci-après, quatre de ses élèves (3-4 ans) reçoivent des formes usuelles jaunes, chaque type de forme est présent dans deux tailles différentes et une pile de boîtes est posée sur la table au début de la mise en activité (Figure 6).

Épisode 2

Nina : je veux qu'ensemble vous trouviez un rangement regardez je vous donne plein de boîtes voyons ce que vous êtes capables de faire *[elle s'éloigne]*

Figure 6. Les matériels proposés dans la classe de Nina (épisode 2)

Les élèves transportent les formes de la boîte violette (Figure 6, gauche) vers la première de la pile de boîtes blanches (Figure 6, à droite). Lorsque Nina revient vers eux :

Nina : vous avez rangé là ?
Élèves : oui
Nina : ah oui mais c'est la même chose toutes les formes qui étaient dans cette boîte sont parties dans cette boîte vous avez rangé ?
Lena : oui
Nina : Bah non vous n'avez pas rangé / il faut trouver un rangement / comment on peut ranger ça ? vous n'avez pas rangé *[elle remet les formes dans la boîte violette]* on met ce qui est pareil ensemble et ce qui n'est pas pareil on ne le met pas / alors on y va *[elle pose sur la table diverses boîtes blanches]*.

La première consigne de Nina (« *je veux que vous trouviez un rangement »)* ne semble pas être claire pour les élèves. C'est lorsque Nina montre son insatisfaction et qu'elle suggère de mettre ensemble « *ce qui est pareil* » que les élèves se mettent à l'œuvre, sous le regard de l'enseignante.

Un élève (Matteo) met deux petits rectangles dans la boîte où il y en a déjà deux qui sont plus grands. Nina profite pour l'interroger.
Nina : pourquoi tu les as mis dans cette boîte qu'est-ce qui est pareil ? *[elle prend dans ses mains un petit rectangle et un grand rectangle]*
Matteo : non
Nina : qu'est-ce qui n'est pas pareil ?
Matteo : elle est grande et elle est petite
Nina : donc tu ne les mettrais pas dans la même boîte ? si tu dis que ce n'est pas pareil pourquoi tu les mets dans la même boîte ? est-ce que tu trouves qu'il y a quelque chose qui est pareil quand même ?
Matteo : oui
Nina : tu as dit que ça c'est grand et ça c'est petit / Lena tu l'aides
Lena : en fait le petit ne va pas
Nina : il ne va pas ? Pourquoi ? Il ne ressemble pas du tout à celui-ci ?
Lena : il est petit
Nina : est-ce que c'est le même en plus petit ?
Lena : non, non
Nina : ce n'est pas le même en plus petit ? Pas du tout ?
[…]
Matteo : là c'est petit là c'est grand
Nina : d'accord alors ce n'est pas pareil je mets ceux-là ici et ceux-là dans une autre *[elle pose les deux petits rectangles dans une boîte et les grands rectangles dans une autre]*.

La taille des formes semble avoir une prégnance non négligeable sur l'organisation de certaines formes : bien que, dans un premier temps, Matteo mette ensemble les rectangles indépendamment de leur taille, les questionnements de Nina font émerger l'incertitude cachée derrière son geste.

Le travail des élèves se conclut par la réalisation de huit catégories : les carrés, les disques, les petits rectangles, les grands rectangles, les petits triangles, les grands triangles, les petits hexagones et les grands hexagones.

Interrogés sur la catégorie des carrés, ils conviennent qu'ils sont tous dans la même boîte car « ce sont tous des carrés ». De même pour les disques.

Remarquons ici que, pour les carrés ou les disques, la nature de la forme est choisie comme critère et est spontanément associée au nom de la forme elle-même. Nina attire ensuite l'attention des élèves sur les autres catégories créées (Figure 7).

Figure 7. Quelques catégories proposées dans la classe de Nina (épisode 2)

Nina : est-ce qu'il y a des formes que vous pouvez mettre ensemble ? qui sont les mêmes ? regardez

Les élèves ne réagissent pas.

Nina : est-ce qu'il y a des grands qui peuvent aller avec des petits ?

Cette question suscite une réaction : Lena propose de mettre ensemble tous les triangles sans pourtant savoir exprimer les raisons de ce choix. C'est Nina qui encourage les élèves à compter les « pics » et conclure enfin avec eux que, puisque « ces formes ont toutes trois pics, on les met ensemble ».

Pour les rectangles, Nina parvient à faire remarquer aux élèves que, quelle que soit la taille, « dans un rectangle, il y a deux traits petits et deux traits grands ».

Pour les hexagones, c'est enfin un élève qui propose de les mettre tous ensemble. À la question de Nina : « pourquoi ? »*, Lena suggère de compter les « traits ». Ils conviennent alors que « ces formes vont ensemble car elles ont le même nombre de traits ».*

Dans la partie finale de cet épisode, on voit alors que l'étayage de Nina est fondamental pour amener les élèves à négliger la taille des formes en faveur de leur nature. Pour ce faire, elle les encourage à analyser certaines de leurs propriétés : le nombre de « pics » pour les triangles, le nombre de « traits » pour les hexagones, les dimensions pour les rectangles. Ces choix dévoilent les attentes de Nina de voir réaliser cinq catégories à partir de l'assortiment de formes proposé, nous y revenons plus loin.

4.1.2 Avec des formes inusuelles

Avant de proposer des formes usuelles, Nina a soumis à ses élèves un problème de catégorisation à partir d'un assortiment de formes inusuelles[10]. Nous présentons ici l'épisode 3 où c'est un groupe d'élèves de 4-5 ans qui traite le problème. Nina propose de catégoriser les neuf formes en Figure 8 (désignées ici par les lettres de l'alphabet afin de les évoquer plus facilement par la suite).

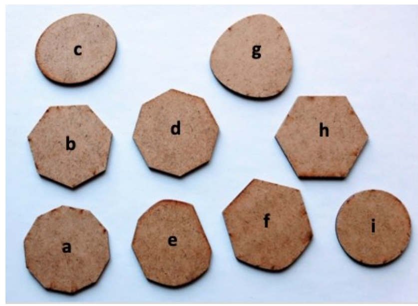

Figure 8. Les formes inusuelles proposées dans la classe de Nina (épisode 3)

Dans l'épisode 3, Nina propose à ses élèves neuf formes (voir Figure 8). Nous détaillons dans le tableau *2* certaines de leurs propriétés relativement aux bords et aux points anguleux ; nous listons ensuite les catégorisations qu'il serait possible de réaliser.

Tableau 2. Caractéristiques des formes inusuelles présentées dans la classe de Nina (épisode 3)

Forme	Nature des bords (et nombre)	Présence (et nombre) ou pas de points anguleux
a	Droits (10)	Oui (10)
b	Droits (7)	Oui (7)
c	Arrondi (1)	Pas de points anguleux
d	Droits (8)	Oui (8)
e	Mixtes (6 : 4 bords droits et 2 bords arrondis)	Oui (6)
f	Mixtes (5 : 4 bords droits et 1 bord arrondi)	Oui (5)
g	Arrondi (1)	Pas de points anguleux
h	Droits (6)	Oui (6)
i	Arrondi (1)	Pas de points anguleux

Relativement à la nature des bords, il est possible de réaliser TROIS catégories :
arrondis (c, g, i) ; droits (a, b, d, h) ; mixtes (e, f).

Relativement à la présence ou pas de points anguleux, il est possible de réaliser DEUX catégories :
pas de point anguleux (c, g, i) ; points anguleux (a, b, d, e, f, h).

Relativement au nombre de points anguleux, il est possible de réaliser SIX catégories :
aucun (c, g, i) ; cinq (f) ; six (e, h) ; sept (b) ; huit (d) ; dix (a).

Relativement au nombre de bords, il est possible de réaliser SIX catégories :

[10] Il s'agit de formes extraites d'un assortiment réalisé par Sylvia Coutat et Céline Vendeira-Maréchal (www.unige.ch/fapse/dimage/fr/recherche/reconnaissance-de-forme-geometrique/).

aucun (c, g, i) ; cinq (f) ; six (e, h) ; sept (b) ; huit (d) ; dix (a).

Si l'on considère à la fois la nature des bords ET la présence ou pas de points anguleux, il est possible de réaliser TROIS catégories :

- arrondis sans points anguleux (c, g, i) ;
- droits avec points anguleux (a, b, d, h) ;
- mixtes (arrondis et droits) avec points anguleux (e, f).

Remarquons que, parmi les neuf formes retenues par Nina, aucune n'a à la fois des bords arrondis et des points anguleux (voir Figure 11). C'est ainsi que, dans cet assortiment, une forme avec des points anguleux est nécessairement une forme à bords droits, à savoir un polygone.

Nous indiquons dans le tableau 3 les trois catégories de formes retenues par Nina (épisode 3) et les deux catégories qu'elle semble ignorer :

Tableau 3. Les catégories pouvant être réalisées avec des formes inusuelles

	Bords droits	**Bord(s) arrondi(s)**	**Bords mixtes**
Pointue	Polygones. Ex. : a, b, d, h. (« forme pointue », Nina)	Ex. : Fig. 11. (Pas envisagée par Nina)	Ex. : e, f . (« forme arrondie et pointue », Nina)
Pas pointue		Ex. : c, g, i. (« forme arrondie »)	Ex. :  Pas envisagée par Nina.

Épisode 3

Nina : on va essayer de les ranger et moi j'ai trois boîtes pour le rangement donc ces formes doivent aller dans trois boîtes / elles n'y vont pas n'importe comment il faut voir quelles sont les formes qui vont ensemble dans une boîte, dans une autre boîte et ainsi de suite *[elle montre les boîtes, une après l'autre]* d'accord on regarde quelles sont les formes qui peuvent aller ensemble pour les mettre dans les trois boîtes / vous réfléchissez entre vous et vous dites pourquoi

Un élève prend aussitôt les formes c et g, Nina l'interroge :
Nina : pourquoi tu les mets ensemble ?
Élève 1 : parce qu'elles sont un petit peu pareil
Nina : qu'est-ce que tu vois qui est pareil ?
Élève 1 : parce que ça on dirait un rond et ça on dirait un rond *[avec un doigt, il dessine deux cercles dans l'air, au-dessus de chaque forme]*
Nina : d'accord donc tu penses que ça va ensemble *[l'élève les dépose dans une boîte]* Rose tu es d'accord avec lui ?
Rose et d'autres élèves : non
Nina *[en sortant les formes de la boîte]* : pourquoi tu n'es pas d'accord qu'est-ce qu'il y a ?
Élève 2 : ici c'est un ovale *[en indiquant la forme c]* et ici ce n'est pas un ovale *[en indiquant la forme g]*

Nina : d'accord mais il ne t'a jamais dit qu'elles sont pareilles il a dit qu'elles se ressemblent en quoi elles se ressemblent alors *[en s'adressant à l'élève 1]* explique-leur un petit peu mieux car je crois qu'ils n'ont pas compris en quoi elles se ressemblent
Élève 1 : comme un rond
Nina : comme un rond ça veut dire quoi qu'est-ce que tu vois qui est comme un rond / montre avec le doigt ce qui est comme un rond
Élève 1 : ici *[il touche le bord de l'une des deux formes, posée sur la table]*
Nina : lève la forme et montre avec le doigt
L'élève parcourt le contour de la forme.
Nina : il dit que ça c'est comme un rond parce que *[elle touche aussi le contour de la forme]* ça c'est
Chloé : arrondi
Nina : arrondi tu te rappelles du mot que l'on avait dit la dernière fois c'est très bien Chloé *[elle prend l'une des deux formes]* il dit que c'est comme un rond parce que c'est *arrondi [elle prend l'autre forme et touche son contour]* et là tu trouves aussi *arrondi ?* partout c'est partout arrondi ?

L'élève acquiesce et les autres se montrent être d'accord. Suivant ensuite l'encouragement de Nina à vérifier s'il y a d'autres formes « qui sont *arrondies* », *l'élève 1 prend la forme i et parcourt son contour avec un doigt et puis il la dépose dans la boîte avec les deux autres.*

Nina : d'accord alors ensuite est-ce que quelqu'un a une autre idée ?

Une élève, Milena, prend dans ses mains les formes b et d qu'elle associe car « c'est pointu partout ».

Une autre élève, Aïcha, choisit les formes f et h, ce qui conduit les élèves à analyser davantage leurs contours pour en déduire que la forme h « est toujours pointue » et est associée aux formes b et d et puis a alors que la forme f va constituer avec la forme e une nouvelle catégorie car « pointues et arrondies ». Les neuf formes sont donc organisées en trois catégories : arrondies, pointues, pointues et arrondies (Figure 9, de la droite vers la gauche).

Figure 9. Les catégories de formes inusuelles réalisées dans la classe de Nina (épisode 3)

Par cet épisode, on voit que l'étayage de l'enseignante est moins conséquent, la nature du matériel proposé – formes inusuelles, de même couleur et de tailles similaires – conduit les élèves à regarder les formes autrement et à réaliser des catégories en s'intéressant spontanément à la présence de bords arrondis, de bords droits et de points anguleux.

5. DISCUSSION

Nous nous appuyons ici sur les trois épisodes, que nous venons de présenter, pour analyser les conduites enseignantes observées. Nous verrons que, si le développement des enfants s'opère dans ses différentes composantes, les enseignantes ont du mal à prendre en compte le potentiel sémiotique du matériel en jeu pour faire avancer les premiers apprentissages géométriques de leurs élèves.

5.1 Catégoriser pour le développement global de l'enfant

« À l'image d'un casse-tête composé de pièces qui s'encastrent les unes aux autres pour former un ensemble » (Bouchard, 2012, p. 9), le développement global de l'enfant s'articule notamment autour de cinq composantes majeures : motrice et psychomotrice, sociale, affective, langagière et cognitive. Nous mettons en exergue ci-après des moments qui montrent que, par les choix de Prisca et Nina, les enfants ont l'opportunité de se développer selon diverses composantes.

L'élève construit ses connaissances à travers les actions qu'il effectue sur les objets et sur son environnement : il a ainsi besoin de manipuler concrètement des objets pour apprendre. La manipulation des formes ainsi que la manière de les toucher (perception haptique) permet aux élèves d'exercer leur motricité fine. Dans le traitement de problèmes de catégorisation, les élèves partagent les diverses formes dans des barquettes selon des critères choisis ou suggérés par l'étayage des enseignantes, en se forgeant des représentations mentales des diverses catégories possibles. L'action motrice sur les formes accompagne ainsi le raisonnement de l'enfant et réciproquement : les composantes motrice et cognitive (composante psychomotrice) s'articulent et s'enrichissent mutuellement. Les deux enseignantes font travailler les élèves en petits groupes et les incitent à coopérer pour résoudre le problème proposé :

> « Tous ensemble, je vous demande de trier ».
> « Regardez ce qu'il a fait le copain ».
> « Je veux qu'ensemble vous trouviez un rangement ».
> « Vous réfléchissez entre vous et vous dites pourquoi ».

Les enfants agissent et interagissent avec les autres en commençant à remplir une barquette ou en continuant à la remplir ; ils proposent des façons de réaliser des catégories ou s'y opposent :

> « Moi je prends les bleus avec les rouges »
> « Ils se sont trompés » *(car des élèves ont mis des formes de couleurs différentes dans la même barquette)*
> « Ici c'est un ovale et ici ce n'est pas un ovale » *(réaction d'un élève au choix d'un autre élève qui met ensemble les formes c et g de la Figure 8)*

Dans les divers épisodes, les enfants se développent ainsi selon la composante sociale en cherchant une solution et en la partageant ; selon la composante affective en faisant valoir leurs idées ; et encore selon la composante cognitive en réfléchissant aux solutions possibles au problème posé. Ce n'est pas seulement par la manipulation et les actions sur les formes que les enfants parviennent à manifester leur pensée, mais aussi à travers les interventions spontanées ou pour répondre aux sollicitations des adultes (composante langagière). Ils expriment leurs choix en se servant de termes spécifiques : les noms des couleurs, les noms des formes, leurs propriétés (« pics », « traits », « comme un rond »). Des termes déjà partagés peuvent à nouveau apparaître pour aider l'élève à exprimer sa pensée :

> Nina : il dit que ça c'est comme un rond parce que *[elle touche aussi le contour de la forme]* ça c'est
> Chloé : arrondi
> Nina : arrondi tu te rappelles du mot que l'on avait dit la dernière fois c'est très bien Chloé [...]

5.2 Catégoriser pour les apprentissages des élèves

Nous prenons appui ici sur les diverses variables didactiques dans le Tableau 1 mises en jeu par les enseignantes observées, et sur la manière dont elles s'articulent afin de mener une analyse en termes d'appréhensions, de perceptions et de catégorisations (voir Tableau 4). Le potentiel sémiotique des matériels choisis nous conduit à interroger les motivations de certains choix des enseignantes et leurs effets sur les apprentissages.

Les formes géométriques ayant été distribuées de la même manière dans les trois épisodes, nous ne pouvons pas analyser l'influence possible des modalités de distribution sur l'activité de l'élève.

Tableau 4. Synthèse d'une analyse des épisodes en termes d'appréhensions, de perceptions et de catégorisations

	ÉPISODE 1 (Prisca)	**ÉPISODE 2 (Nina)**	**ÉPISODE 3 (Nina)**
Appréhension(s)	*Globale*	*Globale, séquentielle*	*Séquentielle*
Perception(s)	*Visuelle*	*Visuelle, haptique*	*Visuelle et haptique*
Organisation des catégories	*Holistique* par rapport à la **couleur** ou par rapport à la **nature** des formes	*Holistique* par rapport à la **nature** des formes (pour le carré et le disque) *Holistique*, par rapport à la nature de la forme ET à sa taille *Analytique* (pour les autres formes, **le nombre de sommets**, le **nombre de côtés** ou leur **dimensions**)	*Analytique* par rapport à la **nature des bords** (**arrondis ou droits**) et à la présence ou non de **points anguleux**

Dans les deux premiers épisodes précédemment décrits, les enseignantes ont choisi des formes usuelles, de natures différentes (disques, triangles équilatéraux, carrés, rectangles, hexagones réguliers), chacune en deux tailles différentes. Prisca a aussi mis en jeu la couleur : ces formes sont bleues, rouges ou jaunes.

Nous avons alors constaté qu'une manière spontanée de réaliser des catégories est celle qui prend en compte la couleur, cela est d'autant plus flagrant que le nombre d'objets est important (épisode 1, Prisca). Dans ce cas, par la seule perception visuelle des couleurs, les élèves catégorisent les objets selon un traitement holistique mais le problème ainsi traité n'a aucune visée géométrique. Le choix de plusieurs valeurs pour la variable « couleur » est fait dans l'intention de mettre en exergue que la nature d'une forme ne dépend pas de sa couleur. Les étayages de Prisca et de l'observateur sont alors nécessaires pour réorienter les élèves vers des critères géométriques. Abstraction faite de la variable « couleur », Prisca et Nina proposent des formes de même nature avec deux tailles différentes dans l'intention de vérifier dans quelle mesure les élèves reconnaissent la forme, indépendamment de la taille.

Dans la classe de Prisca (épisode 1), les étayages des adultes amènent les élèves à reconnaître l'apparence commune des formes de même nature, indépendamment de leur taille ; les formes étant usuelles et connues des élèves, ils sont amenés à les catégoriser selon leurs noms. Restant sur une appréhension globale, les élèves font toujours appel à un traitement holistique. La séance se termine par un rappel des noms des formes contenues dans les cinq barquettes ; le choix du critère qui a conduit à la catégorisation réalisée n'émerge toutefois pas clairement, ainsi nous ne savons pas ce que les élèves ont retenu de leur agir dans le traitement de ce problème. Les élèves (4-5 ans) de Prisca reconnaissent une même forme indépendamment de la taille, ce qui n'est pas le cas pour les élèves (3-4 ans) de Nina. Cela nous conduit à avancer l'hypothèse que l'appréhension opératoire selon des *modifications optiques*[11] s'affine avec le développement de l'enfant, notamment dans sa composante cognitive. Le choix de Nina de ne proposer que des formes de même couleur rend inopérante la catégorisation selon ce critère, favorisant ainsi la nature géométrique du problème. Le traitement analytique des formes émerge lorsque, en suggérant de mettre ensemble des formes usuelles similaires mais de tailles différentes (épisode 2), Nina encourage ses élèves à appréhender certaines formes de manière séquentielle, par la perception haptique. Lorsqu'elle propose des formes inusuelles (épisode 3), l'impossibilité de leur associer des noms fait en sorte que le recours à un traitement analytique émerge spontanément de la part des élèves : les formes aux bords arrondis sont les premières à être identifiées, la perception haptique les aide à justifier leurs choix, ils les appréhendent encore ici de manière séquentielle.

Dans l'épisode 2, les élèves de Nina disposent de plusieurs barquettes. Selon un traitement holistique, ils mettent tous les disques ensemble dans une même barquette, indépendamment de leur taille, et ils font de même pour les carrés. Cependant, ils prennent en compte le critère « taille » pour les autres formes. Pour ces élèves, les images mentales du disque et du carré semblent déjà abouties. Cela conforte les résultats de Gentaz et al. (2009) qui ont prouvé que ces deux formes sont mieux reconnues que le rectangle et le triangle, quelles que soient leurs tailles. Dans les traitements analytiques des formes tant usuelles qu'inusuelles, les discours de Nina se fondent sur des ambiguïtés (épisode 2 ; propriété caractéristique du rectangle) et des approximations (épisodes 2 et 3 ; amalgames de critères), en montrant ainsi une connaissance limitée du potentiel sémiotique du matériel. En effet, dans l'épisode 2, Nina conduit les élèves à analyser le rectangle selon les longueurs de ses « traits » : « *deux traits grands et deux traits petits* ». Son choix des formes se focalise ici sur des propriétés qui ne sont pas exclusives et qui pourraient fonctionner en obstacle dans les apprentissages futurs. On peut se poser la question sur la manière dont l'enseignante aurait caractérisé le rectangle si, dans l'assortiment proposé, il y avait eu les formes de la Figure 10.

[11] L'appréhension opératoire est l'appréhension d'une figure donnée en ses différentes modifications en d'autres figures. Nous avons distingué ailleurs trois grands types de modifications … : les modifications méréologiques …, les modifications optiques consistant dans l'agrandissement, la diminution ou la déformation de la figure, et les modifications positionnelles. … (Duval, 1994, p. 126).

Figure 10. Deux formes, autres que le rectangle, ayant « deux traits grands et deux traits petits »

Selon un traitement holistique des formes, les élèves de cet âge créent spontanément la catégorie des carrés distincte de la catégorie des rectangles ; globalement ces formes ne se ressemblent pas et ne portent pas le même nom. Dans l'épisode 1, en fournissant cinq barquettes, Prisca espère par effet de contrat implicite (Brousseau, 2000) amener les élèves vers la réalisation de cinq catégories (disque, triangle, carré, rectangle, hexagone) ; bien que Nina propose un nombre non défini de barquettes, elle poursuit le même objectif (épisode 2), à savoir obtenir cinq catégories. Dans les deux épisodes, la possibilité de mettre ensemble les formes selon le nombre de bords droits n'est pas du tout envisagée, par exemple en ne fournissant que quatre barquettes. Ce choix serait néanmoins intéressant pour commencer à construire la catégorie des quadrilatères – « quatre bords droits et quatre pointes » – car il permettrait de rassembler le carré et le rectangle pour à terme y ajouter d'autres formes telles que le losange, le trapèze… et préparer ainsi le travail sur les quadrilatères particuliers dans la suite de la scolarité. Encore dans l'épisode 2, pour amener les élèves à négliger la taille des formes en faveur de nature, Nina les encourage à analyser certaines de leurs propriétés – le nombre de « pics » pour les triangles, le nombre de « traits » pour les hexagones, les dimensions pour les rectangles – et les conduit ainsi à identifier un nouveau critère pour chacune des paires de sous-ensembles qu'elle souhaite voir réunir par les élèves. Mais alors quelle signification l'enseignante attribue-t-elle à la tâche « mettre ensemble ce qui est pareil » : est-ce selon un critère ? deux ? plus ? lequel ? lesquels ?

Nous retrouvons ce flou dans l'épisode 3 où Nina propose neuf formes inusuelles à classer dans trois boîtes. Compte tenu du choix qu'elle opère sur la nature des formes à proposer, plusieurs catégorisations pourraient être réalisées en donnant lieu à deux, trois ou six catégories (voir Annexe). La catégorisation conduisant à trois catégories peut se réaliser en choisissant le critère « type des bords » ou en considérant à la fois la « type des bords » ET « la présence ou pas de points anguleux ».Les élèves justifient les catégories par le type des bords pour les formes arrondies et par la présence de points anguleux pour les formes polygonales. Nina renforce cela en acceptant que les trois catégories soient respectivement nommées « formes arrondies », « formes pointues » et « formes arrondies et pointues ». Ainsi, selon ces choix, une forme « pointue » est une forme aux « bords droits » et, par conséquent, une forme « arrondie et pointue » est une forme ayant « des bords arrondis et des bords droits ». Autrement dit, Nina laisse sous-entendre qu'une forme pointue est nécessairement une forme dont tous les bords sont droits (un polygone) et qu'une forme arrondie est nécessairement une forme qui n'a pas de point anguleux, ce qui est vrai dans le cas particulier de l'assortiment de formes qu'elle a choisi. Elle ne semble ainsi pas avoir conscience qu'une forme aux bords arrondis pourrait aussi être « pointue » (Figure 11)[12], cela n'étant pas une propriété exclusive des formes polygonales (voir Tableau 4, en annexe).

[12] Les formes en Figures 10 et 11 ont été réalisées par nous-même.

Figure 11. Des formes aux bords arrondis et « pointues »

Avant de s'impliquer dans cette recherche, Nina a toujours proposé à ses élèves des matériels pédagogiques commercialisés qui contiennent majoritairement des formes géométriques usuelles : disque, triangle, carré, rectangle et hexagone. Dans ce cas, la question des points anguleux ne reste associée qu'aux formes polygonales ; le disque étant la seule forme ayant d'une part un bord arrondi et étant d'autre part sans point anguleux, les deux critères opèrent de la même manière sur ce matériel.

6. CONCLUSION

Aussi bien dans la classe de Prisca que de Nina, les enfants cherchent ensemble une solution à un problème posé et la partagent ; ils manifestent leur pensée en agissant sur les formes qu'ils manipulent et en interagissant verbalement avec l'adulte et leurs pairs. Dans ce contexte, leur développement s'opère, selon les composantes cognitive, affective, sociale, motrice et langagière et cela semble se faire spontanément.

Quant au domaine mathématique, Prisca n'essaie pas de modifier ses pratiques habituelles ; elle semble vouloir rester dans une zone de confort en utilisant le matériel qu'elle a dans sa classe depuis toujours, à savoir des formes usuelles – de plusieurs couleurs et de diverses tailles – dont elle attend une catégorisation selon leurs noms. Elle cantonne ainsi ses élèves à un traitement holistique du problème : la mobilisation de l'appréhension globale pouvant leur suffire, elle n'aide pas les élèves à opérer un changement de regard nécessaire pour faire évoluer les apprentissages géométriques. Tout se passe comme si pour elle les problèmes de catégorisation ne servent que pour évaluer les connaissances des élèves sur la reconnaissance et la désignation de formes connues.

Quant à Nina, nous lui reconnaissons le mérite d'avoir essayé de faire évoluer ses pratiques et d'engager ainsi ses élèves dans un traitement analytique du problème par la mobilisation de l'appréhension séquentielle des formes – induit par son étayage, dans le cas des formes usuelles, et spontané, dans le cas des formes inusuelles. Dans ce sens, elle aide ses élèves à opérer un premier changement de regard qui les conduit à dépasser leurs appréhensions spontanées. Pour elle, les problèmes de catégorisation de formes aident les élèves à structurer les premiers apprentissages géométriques ; cependant, les ambigüités et les approximations présentes dans les discours de Nina pourraient à terme fonctionner en obstacle, être source de confusion dans le processus de structuration des propriétés des figures géométriques. Ces discours dévoilent une connaissance limitée du potentiel sémiotique du matériel mis dans les mains des élèves.

L'école maternelle française propose un programme d'enseignement qui vise à la fois le développement global de l'enfant et les premiers apprentissages de l'élève (MEN, 2021). Dans le domaine mathématique, nous nous sommes alors intéressés aux problèmes de catégorisation de formes géométriques dont l'importance pour aider de jeunes élèves à conceptualiser est reconnue en tant qu'activité cognitive fondamentale (Bonthoux et al., 2004). Nous avons ainsi avancé l'hypothèse que, lors du traitement de ce type de problèmes, le développement global et les apprentissages ne peuvent vivre ensemble que sous certaines conditions : notamment, les problèmes de catégorisation convoquant du matériel, la maîtrise par l'enseignant de son potentiel sémiotique est fondamentale afin de viser clairement des apprentissages. Sans la prise de conscience de ce potentiel, une sorte d'activisme risque de l'emporter sur l'activité intellectuelle qui pourrait être visée (Caffieaux, 2011).

Dans les divers épisodes présentés et analysés dans ce texte, nous avons montré que, par la prise en compte des perceptions visuelle et haptique, l'enseignante peut aider l'élève à appréhender de manière séquentielle les formes qu'il manipule et à compléter ainsi un traitement holistique avec un traitement analytique de celles-ci. Nous avons observé que ce traitement analytique est spontanément mobilisé par les élèves dans le cas de formes inusuelles alors qu'il nécessite un étayage de l'enseignant dans le cas de formes usuelles. Dans les deux classes observées, le développement des enfants s'opère selon les composantes cognitive, affective, sociale, motrice et langagière. Mais, dans les problèmes de catégorisation de formes tels qu'ils sont proposés par les enseignantes observées, les apprentissages géométriques souffrent d'une prise en compte limitée du potentiel sémiotique du matériel en jeu. Ceci nous renvoie à une nécessaire formation initiale mais aussi continue des enseignants de l'école maternelle : si les diverses composantes du développement global de l'enfant sont prises en compte, il reste nécessaire d'outiller davantage les enseignants pour qu'ils intègrent mieux dans leurs pratiques les enjeux des premiers apprentissages géométriques. Les échanges entre les divers acteurs qui ont contribué à la recherche collaborative évoquée dans ce texte nous ont montré l'efficacité d'un tel dispositif dont nous pourrions peut-être espérer un plus large développement.

7. RÉFÉRENCES

Bartolini-Bussi, M. et Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. Dans J. P., Ponte, O., Chapman, L. D., English, et D. Kirshner (dir), Handbook of international research in mathematics education (p. 746-783). Routledge.

Bonthoux, F., Berger, F. et Blaye, A. (2004). *Naissance et développement des concepts chez l'enfant*. Dunod.

Bouchard, C. (2012). Le développement global de l'enfant, au cœur de l'éducation au préscolaire. *Revue préscolaire*, 50(2), 9-14.

Brousseau, G. (1982). Les objets de la didactique des mathématiques. *Actes de la II école d'été de didactique des mathématiques*. IREM d'Orléans.

Brousseau, G. (2000). Éducation et didactique des mathématiques. *Educación matemática*, 12.1, 5-39.

Brun, J. (1990). La résolution de problèmes arithmétiques : bilan et perspectives. *Math-École*, 141, 2-15.

Caffieaux, C. (2011). *Faire la classe à l'école maternelle*. De Boeck.

Cèbe, S., Paour, J.-L. et Goigoux, R. (2004). *Grande section maternelle et début du cp. Phono : développer les compétences phonologiques*. Hatier.

Celi, V. (2021). N'oublions pas la géométrie. *Cahiers Pédagogiques*, 573, 28-29.

Celi, V. (2023). Early geometric learning in kindergarten: some sesults from collaborative research. Dans C. Guille-Biel Winder et T. Assude T. (dir). *Articulation between tangible space, graphical space and geometric space. Resources, practices and training* (p. 47-72). Iste Science Publishing.

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

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

Gentaz, É. (2018). *La main, le cerveau et le toucher. Approches multisensorielles et nouvelles technologies*. Dunod.

Lautrey, J., Bonthoux, F. et Pacteau, C. (1996). Le traitement holistique peut-il guider le traitement analytique dans la catégorisation de visage ? *L'année psychologique*, 96(2), 225-254.

Lécuyer, R. (2014). *La construction des premières connaissances*. Dunod.

Mathé, A.-C., Barrier, T. et Perrin-Glorian, M.-J. (2020). *Enseigner la géométrie élémentaire. Enjeux, ruptures et continuités*. Academia L'Harmattan.

Ministère de l'Éducation Nationale (2021, 2 juin). Programmes de l'école maternelle. *Bulletin officiel spécial*, 2. https://www.education.gouv.fr/bo/15/Special2/MENE1504759A.htm

Montessori, M. (1970). *Pédagogie scientifique*, Tome 1. ESF.

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.

Pacteau, C. (1995). Catégorisation : des processus holistiques et analytiques. Dans J. Lautrey (dirs.), *Universel et différentiel* (p. 131-157). Presses Universitaires de France.

Perrin-Glorian, M.-J. (2016). *Jouer avec des formes en maternelle : premiers pas vers la géométrie*. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01296515

Piaget, J., et Inhelder B. (1947). *La représentation de l'espace chez l'enfant*. Presses Universitaires de France.

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

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