



HAL
open science

Comment aborder dès le cycle 1 l'enseignement des formes pleines pour inciter les élèves à passer d'une version prototypique à non prototypique ?

Céline Delcroix

► To cite this version:

Céline Delcroix. Comment aborder dès le cycle 1 l'enseignement des formes pleines pour inciter les élèves à passer d'une version prototypique à non prototypique ?. Education. 2022. dumas-03813411

HAL Id: dumas-03813411

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03813411v1>

Submitted on 13 Oct 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MASTER 2 MEEF

Métiers de l'Enseignement, de l'Education et de la Formation

Mention **Premier degré**

Année universitaire 2021 - 2022

Mémoire de recherche

Semestre 4

**Comment aborder dès le cycle 1 l'enseignement des formes planes pour inciter les élèves
à passer d'une vision prototypique à non prototypique ?**

Prénom et Nom des étudiants : Céline Delcroix

Site de formation : Arras

Section : 2

Nom de l'enseignant : Mme Mangiante

REMERCIEMENTS

J'adresse mes premiers remerciements aux personnes ayant contribué de près ou de loin à la concrétisation de mon mémoire. Les aides, faits et conseils apportés durant cette année de master m'ont permis de prendre du recul sur mon travail et m'ont été bénéfiques.

Je souhaite ensuite exprimer ma gratitude à l'ensemble du personnel de l'école primaire Basly de Bruay-la-Buissière m'accueillant en stage tous les lundis depuis le mois de septembre, et notamment à ma tutrice de stage Madame V. LAMBADARIS qui grâce à sa confiance et son implication, j'ai pu mettre en place mon expérimentation en classe.

Pour terminer, je remercie Madame Christine MANGIANTE, directrice de mon mémoire, pour son accompagnement et ses conseils avisés durant l'accomplissement de mon projet.

RÉSUMÉ

Dès l'école maternelle les élèves se familiarisent avec les formes géométriques (carré, rectangle, cercle et triangle). Il est cependant fréquemment constaté que les élèves acquièrent une vision prototypique de ces formes. Cette vision entraîne des ruptures durant les cycles suivants (2 et 3) de l'école élémentaire et ne permet pas une reconnaissance parfaite de ces figures, notamment lorsqu'elles se présentent sous une forme non prototypique. Ce mémoire de recherche présente comment éviter ces ruptures amenant les élèves à rencontrer des difficultés en géométrie.

Mots-clefs : Figures planes, cycle 1 , forme prototypique, manipulation, langage

SOMMAIRE

| | |
|---|----|
| Introduction générale | 1 |
| Partie I - Cadre théorique | 3 |
| 1. Qu'est-ce que la géométrie ?..... | 3 |
| 2. La géométrie dans les programmes d'enseignement..... | 3 |
| 3. Pourquoi enseigner la géométrie ? | 7 |
| 4. L'enseignement des figures géométriques au cycle 1 | 9 |
| 5. La structuration géométrique chez l'enfant | 10 |
| 6. Les situations propices à l'apprentissage de la géométrie..... | 13 |
| Partie II - Cadre pratique | 18 |
| 1. Problématique | 18 |
| 2. Hypothèses | 19 |
| 3. Recueil de données | 19 |
| 4. Présentation des séances et analyse de données | 26 |
| 5. Analyse a posteriori des séances | 35 |
| 6. Synthèse des résultats | 44 |
| Conclusion générale | 45 |
| Bibliographie | 47 |
| Annexes | 49 |

INTRODUCTION GENERALE

Actuellement étudiante en seconde année de master MEEF, j'effectue un stage filé tous les lundis dans une classe de grande section composée de 24 élèves à l'école primaire Basly de Bruay-la-Buissière. J'ai eu la chance cette année d'être affectée dans un niveau correspondant à la première phase de recherche réalisée en première année de master. En effet, l'année dernière, j'avais l'intention de porter mon mémoire sur l'apprentissage de la géométrie à l'école maternelle.

Lorsque j'ai commencé mes recherches, il me semblait important de choisir un sujet qui m'intéresse, me permettant de rendre un dossier qui retrace ma motivation et ma volonté de construire un dossier qui va concrétiser la fin de mon cursus scolaire. J'ai également pu constater au cours de ma formation que la géométrie est un domaine des mathématiques parfois sous-estimé. C'est une branche des mathématiques souvent redoutée par les élèves. Ces éléments m'ont amenés à repenser l'enseignement de la géométrie à l'école. A l'école maternelle, la première transmission des savoirs géométriques repose essentiellement sur les figures planes (carré, triangle, cercle ou disque, rectangle). Il me semblait donc pertinent de m'intéresser aux premiers apprentissages géométriques que l'élève se constitue. C'est pour cela que j'ai choisi de travailler sur la reconnaissance des formes géométriques au cycle 1.

Ce choix résulte également de motivations personnelles. J'ai durant ma scolarité éprouvé des difficultés dans la compréhension et la résolution d'exercices concernant la géométrie. Les difficultés rencontrées dès l'école primaire, m'ont entraîné au collège et lycée avec un niveau assez faible en géométrie et généralement en mathématiques. J'ai en quelque sorte rapidement "décroché" et arrêté de faire des efforts lorsque mes difficultés se sont intensifiées. J'aimerais comprendre pourquoi j'ai été en conflit avec cette discipline, car j'ai à ce jour une vision totalement différente. Réaliser un mémoire autour de la géométrie me permettrait d'élargir mes connaissances, trouver des réponses à mes questions et entrer dans le métier en ayant les idées claires à ce sujet. De plus, les difficultés rencontrées dès mon plus jeune âge, ont continué jusqu'à l'obtention de mon baccalauréat. Je me suis rendu compte qu'il est nécessaire de chercher à comprendre pourquoi les élèves, et cela, dès le cycle 1, ont des problèmes au niveau de la reconnaissance des formes géométriques afin de ne pas provoquer des difficultés qui les suivront sur le long terme. Selon les chercheurs, les

problèmes constatés en géométrie au cycle 2 et 3 proviennent du début de la scolarisation des élèves. Il me semble donc primordial en tant que future professeure des écoles, d'aménager mon enseignement, me permettant de ne pas entraîner une rupture de la vision des formes géométriques entre un cycle et un autre. Les élèves doivent modifier leur regard envers les figures géométriques afin d'éviter certaines difficultés pouvant arriver par la suite. Comment en tant qu'enseignant, pouvons-nous faire évoluer les regards ? Comment les élèves reconnaissent les formes planes qui leur sont présentées ?

Au cycle 2 et 3 et durant le reste de la scolarité, les élèves sont sensibilisés à la notion de propriété. Les élèves travaillent à partir de démonstration et non plus de l'observation comme il est fait au cycle 1. Au cycle 1, la géométrie est empirique, elle repose sur la perception. Mais comment passer d'une vision qui repose uniquement sur la perception à une conscientisation des propriétés géométriques ? Les élèves du cycle 1 en sont-ils capables au niveau de leur développement cognitif ? Peut-on en tant qu'enseignant empêcher la rupture envers l'apprentissage des figures géométriques s'établir d'un cycle à un autre ?

Dans une première partie, nous allons nous pencher sur les différents concepts et notions pouvant nous apporter de précieuses informations sur le sujet et nous permettant d'entrer dans la recherche. Nous allons pour cela établir un cadre théorique prenant en compte les programmes scolaires officiels, des articles scientifiques et des travaux de chercheurs s'étant intéressés sur le sujet. Nous exposerons ensuite la problématique et les hypothèses qui en découlent. Dans une seconde partie, nous présenterons l'expérimentation conduite en classe afin de tenter de répondre à la question générale de ce mémoire. Dans une dernière partie, nous analyserons les démarches mises en place dans la seconde partie, nous établirons un lien avec les hypothèses présentées puis nous établirons une conclusion répondant aux hypothèses formulées.

PARTIE 1 : CADRE THÉORIQUE.

Afin d'entrer dans la recherche et mieux comprendre les concepts et l'apprentissage des formes géométriques, je vais premièrement dresser dans cette première partie un état de l'art concernant la géométrie à partir de travaux de chercheurs, d'articles scientifiques et de documents officiels fournis par le ministère de l'éducation nationale. Cela me permettra ensuite d'orienter mon questionnement.

1. Qu'est-ce que la géométrie ?

Le terme *géométrie*, d'origine grecque, signifie "*la science qui mesure la terre*". Selon le dictionnaire Larousse, la géométrie est expliquée à partir de deux auteurs. La géométrie est selon Euclide "*la science des figures de l'espace*" et selon Klein, comme "*l'étude des invariants d'un groupe de transformations de l'espace*". C'est la partie des mathématiques étudiant les figures de l'espace. La géométrie est une modélisation permettant de passer de ce que nous voyons (l'environnement concret) à un monde qualifié de géométrique (l'environnement représenté en un espace abstrait). A l'école, on ne s'intéresse qu'à la géométrie euclidienne, qui permet de prendre appui sur le monde qui nous environne. Les concepts de la géométrie euclidienne sont développés à partir de l'exploration des objets qui nous entourent. Ils sont issus de l'ouvrage le plus connu d'Euclide, Les éléments, recueil de 13 volumes prouvant des théorèmes à partir de 5 postulats et axiomes. La géométrie non euclidienne quant-à-elle, rejette le dernier postulat rédigé par Euclide.

2. La géométrie dans les programmes de l'enseignement.

2.1 L'apparition de la géométrie dans le milieu scolaire

La transmission des connaissances géométriques est très ancienne. Cette transmission des savoirs n'était pas au début ouverte à tout le monde. Dans le milieu scolaire, la géométrie a été introduite de manière progressive malgré quelques irrégularités. Elle apparaît officiellement au sein de l'enseignement au XIXème siècle par la loi Guizot de 1833 sous la monarchie de Juillet. La loi Falloux de 1850 entraîne rapidement la disparition de la matière au sein des programmes pour privilégier l'enseignement des fondamentaux : le français et le calcul. La loi sur l'instruction primaire de 1882 abroge la distinction d'enseignement entre matières fondamentales comportant le français et le calcul et les matières facultatives telles que la géométrie. Cela permet de retrouver la géométrie en tant que domaine ordinaire.

Depuis, la manière de constater l'enseignement de cette branche des mathématiques a grandement évolué. Emma Castelnuovo, mathématicienne, s'est intéressée au cours de sa carrière d'enseignante en 1945, sur la façon d'enseigner la géométrie. Lors de son entrée dans les programmes, la géométrie était nettement amenée par une approche abstraite et intuitive. L'enseignement magistral de la géométrie ne porte, selon Emma Castelnuovo, pas un grand intérêt. La manipulation et le passage par des situations concrètes permettraient d'ancrer beaucoup plus facilement les élèves dans l'apprentissage de la géométrie. Il serait donc pertinent de se demander si la manipulation est donc un appui considérable dans l'enseignement de la géométrie ? La manipulation peut-elle contribuer de manière positive à l'enseignement des formes planes ? Je reviendrai sur ce sujet un peu plus tard dans le mémoire.

A partir de la fin des années 70, les activités géométriques se concentrent sur l'étude des objets géométriques et notamment sur la reproduction, la description, la représentation et la construction des figures.

Ce qui va suivre, s'intéresse particulièrement à l'école maternelle. Nous retrouvons systématiquement dans les programmes du cycle 1 plus ou moins récents d'éducol, la notion de figures géométriques. Le programme de 1995 évoquait déjà l'intérêt de désigner certaines figures, les construire, les tracer et les nommer. Cependant, le vocabulaire mathématique n'est pas une priorité au sein des programmes de 1995 et 2002. Le fait de ne pas accorder d'importance au vocabulaire associée à la géométrie est-il dû à une incompatibilité avec les capacités cognitives des élèves du cycle 1 ?

Le programme de 2008 demande aux élèves de fin de cycle 1 d'être capable de "*dessiner un rond, un carré, un triangle*". Les compétences géométriques attendues sont très peu développées. Les attendus de fin de cycle du programme de 2015 sont beaucoup plus explicites et montrent la volonté de faire évoluer les apprentissages concernant les formes planes : "*Classer des objets en fonction de caractéristiques liées à leur forme. Savoir nommer quelques formes planes (carré, triangle, cercle ou disque, rectangle)*" et "*Reproduire, dessiner des formes planes.*" Ici, on parle de **caractéristiques** qui pourraient s'apparenter à certaines propriétés géométriques concernant les figures, que je développerai dans une prochaine partie.

Nous pouvons retenir que certaines notions appartenant à la géométrie ont été améliorées depuis leur introduction dans les programmes scolaires, renouvelées et les activités proposées à conduire en classe se sont multipliées.

2.2 La géométrie dans les programmes actuels.

A. La géométrie au cycle 1.

Le cycle 1 regroupe les classes de TPS/PS , MS et GS de l'école maternelle. C'est le cycle des apprentissages premiers. Au cycle 1, on constate que l'enseignement de la géométrie n'est pas brute. Elle s'inscrit dans le domaine 4 du programme "*Acquérir les premiers outils mathématiques*" notamment le 4.2 "*Explorer des formes, des grandeurs, des suites organisées*". En maternelle, les élèves entrent essentiellement dans la géométrie à travers les formes qu'ils rencontrent. Le programme du cycle 1 a évolué et a connu un changement en juin 2021 (BO n° 25 du 24 juin 2021). En effet, j'ai remarqué que l'attendu de fin de cycle se reliant aux formes géométriques a été modifié. On ne demande plus aux élèves à la fin du cycle 1 de "*Savoir nommer quelques formes planes (carré, triangle, cercle ou disque, rectangle)*" mais de "*Savoir nommer quelques formes planes (carré, triangle, cercle ou disque, rectangle) et ce dans **toutes leurs orientations et configurations.***" L'ajout de "*toutes leurs orientations et configurations*" montre bien la volonté de la part de l'éducation nationale de faire changer les regards des élèves, en étant capables dès le cycle 1 de reconnaître les figures planes représentés dans différents sens possibles. Jusqu'à maintenant, le cycle 1 repose en règle générale sur la géométrie perceptive. Les élèves s'interrogent sur ce qu'ils voient mais n'ont pas de moyen d'argumenter : "*C'est un carré car je le sais*". Les élèves reconnaissent donc les formes planes intuitivement entraînant dans une majorité des cas, des erreurs, lorsque celles-ci sont présentées d'une différente manière. Cela mène à penser que la perception des figures géométriques ne suffit pas dans l'analyse de ceux-ci.

B. La géométrie au cycle 2

Le cycle 2, cycle des apprentissages fondamentaux, regroupe les classes de CP, CE1 et CE2. Au cycle 2, l'enseignement de la géométrie repose sur le domaine "*Espace et géométrie*" du programme. L'attendu de fin de cycle qui nous intéresse est le suivant "*Reconnaître, nommer, décrire, reproduire, construire quelques figures géométriques.*" La géométrie est ancrée dans l'espace, car en effet, il existe une corrélation entre les deux notamment au niveau des connaissances spatiales induites. Les élèves commencent à travailler sur des grandeurs, à mesurer et abordent quelques relations géométriques de quelques objets (les solides et figures planes). L'espace est mis en relation avec des représentations géométriques. Les élèves reconnaissent certaines formes, les nomment, les trient et sont capables de les tracer. A partir de la fin du cycle 2, les élèves commencent à utiliser la géométrie instrumentée. Celle-ci passe par la vérification des propriétés d'une

figure et de sa reconnaissance, par les instruments géométriques. Cependant, la reconnaissance des figures avec des instruments géométriques passe également par l'usage des propriétés géométriques.

C. La géométrie au cycle 3

Le cycle 3, cycle de consolidation, concerne les classes de CM1, CM2 et 6ème. Le cycle 3 inscrit directement les compétences relatives à la géométrie "*Espace et géométrie*" dans le domaine **Mathématiques**. Il se distingue des deux autres cycles par une utilisation de figures plus complexes, par les activités de tracés géométriques (et non plus de dessin ou reproduction) puis par les relations géométriques et propriétés que l'élève doit mobiliser. Les élèves réfléchissent et raisonnent à l'aide des figures géométriques.

Cependant, grâce à des recherches effectuées, j'ai pu constater que la géométrie est en quelque sorte délaissée dans les programmes (également des programmes du collège et lycée) puisque certaines notions ont été au fur et à mesure des années supprimées ou déplacées dans un niveau supérieur, engendrant une baisse des niveaux notables des élèves sur une dizaine d'années. La géométrie analytique créée par Descartes est une approche des objets à partir d'outils algébriques (équations, inéquations, système de coordonnées...). Elle est majoritairement présente au sein des programmes de lycée, laissant de côté la géométrie synthétique, étudiant les objets et figures sans utiliser des formules ni de système de coordonnées. C'est celle qui nous intéresse dans le cadre de ce mémoire.

La géométrie est également présente dans d'autres domaines de l'enseignement. En effet, certaines activités de l'éducation physique et sportive demandent aux élèves de se repérer dans l'espace par rapport à quelqu'un ou à un objet. La géographie peut également demander aux élèves de se repérer sur un plan ou une carte. D'autres activités mathématiques comme le quadrillage demande également de la part des élèves de construire des repères spatiaux. Le développement de la latéralisation, se déplacer et se situer dans l'espace, être capable d'utiliser des marqueurs spatiaux (à gauche, à droite, en dessous, au-dessus, derrière, devant...) sont donc des connaissances attendues de la part des élèves.

Cependant, une question que je me pose en tant que future professeur des écoles, est en quoi la géométrie participe à la construction de l'espace chez les élèves ? En dépit de mon parcours scolaire, peu favorable à porter un grand intérêt à ce domaine des mathématiques, je n'ai pas développé une conception claire à ce sujet.

Il me semble donc plus qu'important à mon niveau de m'y pencher et comprendre dans le but de ne pas provoquer les mêmes sensations à mes futurs élèves, que j'ai vécu durant ma scolarité. Je répondrai donc à cette question dans la prochaine sous-partie.

3. Pourquoi enseigner la géométrie ?

La géométrie est un enseignement ambitieux, qui ne doit pas être négligé. Nous allons comprendre son importance durant cette partie.

3. 1 La géométrie et la notion d'espace.

A leur entrée à l'école maternelle, les élèves possèdent déjà quelques repères spatiaux. En effet, Jean Piaget, connu pour ses travaux en psychologie du développement de l'enfant, défend l'idée que les enfants construisent l'espace à partir d'actions réalisées sur l'environnement. Par conséquent, les activités géométriques réalisées à l'école permettent de compléter les repères acquis en dehors du temps scolaire, insuffisants pour la suite de leur scolarité et de leur développement. Cependant, peu d'attention est portée dans les programmes de la scolarité obligatoire, sur les objectifs des connaissances spatiales à acquérir.

Cependant, tout au long de la vie, l'homme utilise des connaissances "*spatio-géométriques*" terme défini par René Berthelot et Marie Hélène Salin dans une thèse soutenue en 1992 et portant sur l'enseignement de la géométrie dans la scolarité obligatoire. En effet, que ce soit dans la vie professionnelle ou tout simplement dans la vie quotidienne, nous avons besoin de connaissances issues de la géométrie afin de répondre à des problèmes concernant l'espace. Par exemple, les formes qui nous entourent (formes des objets, structures..) et leurs propriétés permettant différents calculs qui pourront être utiles (calculs d'aires, volumes..) dans la vie future. De plus, selon Yves Chevallard, didacticien des mathématiques, la géométrie "*part du monde sensible pour le constituer en monde géométrique, celui des points, des droites, des cercles, des sphères, des courbes, des surfaces et des volumes, etc..*". L'espace (*le monde sensible*) et la géométrie (*le monde géométrique*) sont donc étroitement liés. Pour que les élèves puissent passer de leur propre représentation de l'espace à une conceptualisation géométrique du monde, il est nécessaire de développer des connaissances spatiales et inversement.

Lorsque l'on veut travailler sur les formes planes en maternelle, les élèves doivent comprendre que quelle que soit l'orientation et la position d'une figure dans l'espace, cette figure est toujours la même si elle répond toujours à certaines propriétés. Par exemple, sur

une feuille, un triangle peut se positionner de différentes manières (dans l'exemple 1 le triangle est sous sa forme prototypique et se situe au milieu de la feuille et dans l'exemple 2 le triangle est positionné de façon non prototypique et se situe à gauche de la feuille), tout en restant un triangle. Pour pouvoir analyser la figure de l'exemple 1 et 2, l'élève doit réaliser une opération mentale de rotation ou de translation de la figure géométrique. Cela montre bien que les connaissances spatiales et géométriques s'assemblent.



Exemple 1



Exemple 2

Les élèves doivent accumuler des expériences dans l'espace leur permettant d'obtenir au fur à mesure une vision géométrique de l'espace qui les entoure. C'est pour cela, que dès le cycle 1, il est primordial de s'intéresser aux concepts géométriques et de ne pas les négliger.

3.2 La structuration de l'espace selon Guy Brousseau.

Pour rejoindre la sous-partie précédente et comprendre comment les élèves réfléchissent et pensent les figures géométriques, centre de notre sujet, nous allons nous intéresser à la vision de Guy Brousseau, didacticien des mathématiques. Selon des travaux de Guy Brousseau, *“enseigner l'espace et enseigner la géométrie sont, pour l'école élémentaire et secondaire, deux projets didactiques complémentaires. Aucun ne peut remplacer l'autre, même s'ils ont des relations évidentes”*.

Il existe selon lui, 3 types d'espace :

-Le **micro espace** : c'est l'espace proche de l'élève. Il est à l'extérieur de celui-ci (par exemple l'espace de la table de l'école). L'élève peut toucher cet espace et le bouger sans le conceptualiser.

-Le **meso espace** : l'élève se trouve à l'intérieur de cet espace et peut s'y déplacer (par exemple la salle de classe). Il peut observer les objets de cet espace selon diverses perspectives. Il est souvent nécessaire de conceptualiser cet espace pour en avoir une meilleure vision.

-Le *macro espace* : l'élève se trouve également à l'intérieur mais ne peut pas voir cet espace de façon globale, mais partielle (par exemple le quartier où habite l'élève). Pour se rendre compte de cet espace, l'élève doit obligatoirement passer par la conceptualisation.

4. L'enseignement des figures géométriques au cycle 1

Au cycle 1, les élèves découvrent quelques formes planes : le carré, le cercle, le triangle et le rectangle. J'ai constaté dans certains articles de recherche (de Sylvia Coutat-Gousseau et Céline Vendaïra-Maréchal et dans le plan d'étude romand (PER qui définit ce que les élèves étudient), est mis en avant l'augmentation des difficultés scolaires en géométrie entre le cycle 1 et le cycle 2. Selon le PER *“Les élèves s'appuient sur un espace physique où « la forme est liée à la perception d'ordre visuel d'un objet », puis, peu à peu, au cycle 2, sur un espace conceptualisé où les objets sont représentés par des figures”*. La transition effectuée entre le cycle 1 et 2 montre de grandes fragilités en termes de reconnaissance des formes géométriques. En effet, les élèves ont tendance à associer ce qu'ils voient à ce qu'ils connaissent. Présenter un carré sous forme de représentations géométriques, des objets connus de la vie quotidienne et personnelle de l'enfant, ne permet pas un travail optimal sur l'analyse de ces figures. L'élève relie systématiquement la forme à un objet (par exemple les élèves assimilent le carré à une maison), et induit dans sa mémoire une catégorisation stricte de ses figures. La mémoire enregistre la vision “iconique” et entraîne des difficultés pour se détacher de cette représentation.

La reconnaissance des formes planes (le carré, le rectangle, le cercle et le triangle) pose problème chez les élèves lorsque les formes se positionnent originalement. En effet, au cycle 1, les élèves découvrent les formes géométriques de façon empirique. Ils enregistrent les figures prototypiques et ont du mal à se détacher de ces représentations. Par exemple, le triangle vu dans sa forme originale ne posera pas de problème aux élèves (*figure 1*). Cependant, la reconnaissance du triangle, lorsque celui-ci est désorienté, perturbe les élèves. (*figure 2*)



Figure 1



Figure 2

Laetitia Pinet et Edouard Gentaz (*La reconnaissance des figures géométriques planes par les enfants de 5 ans*) nous confirment cela en s'appuyant sur des expériences. Selon eux, les élèves sont influencés par *“le rapport entre les différentes longueurs des côtés et l'orientation spatiale par rapport au sujet de certains côtés. Ces caractéristiques permettent*

de définir “l'exemplaire prototypique d'une figure”. Les élèves conservent un représentant type de chaque figure plane (**le prototype**) et celui-ci est assimilé comme le point de référence. “Les connaissances géométriques s'organiseraient ainsi autour de « noyaux de sens », représentés par des éléments prototypiques.”.

Ces analyses marquent le manque d'une étape intermédiaire entre le cycle 1 et le cycle 2 qui permettrait aux élèves de travailler sur le passage d'une vision de la forme à travers sa surface, à une vision plus experte à partir des éléments qui la composent (passer à une vision non-iconique des formes dès le cycle 1). Cette étape manquante pourrait expliquer la fixation des attributs caractéristiques des figures prototypiques bloquant la reconnaissance et l'analyse des autres figures de la même catégorie (sous une forme non prototypique). Être capable de reconnaître une figure orientée différemment demande une opération mentale de rotation de la figure cible. Par conséquent, il faudrait selon Raymond Duval passer d'une **visualisation iconique** (ressemblance des contours d'un objet réel) des figures à une **visualisation non-iconique** (assemblage des sous-constituants pour identifier les objets).

L'enseignant ayant un rôle primordial dans l'évolution des regards, je me suis demandée comment pousser les élèves à aller plus loin dans leur représentation. Cependant, avant de chercher comment pallier ses difficultés, il faut s'intéresser à la structuration et la perception des formes géométriques chez les élèves à l'école maternelle.

5. La structuration de la géométrie chez l'enfant selon quelques spécialistes.

5.1 Les 5 niveaux de pensées en géométrie

Pierre-Marie et Dina Van Hiele, chercheurs hollandais, ont établi 5 niveaux consécutifs dans la progression du raisonnement géométrique des élèves.

- **Niveau 1: Identification-visualisation** : La reconnaissance des figures se fait à partir de l'aspect global. La reconnaissance est perspective et non conceptualisée. Les élèves font généralement référence à des objectifs connus de la vie quotidienne..
- **Niveau 2 : Analyse** : Les élèves pensent les figures à partir de leurs propriétés.
- **Niveau 3: Déduction informelle**
- **Niveau 4 : Déduction formelle**
- **Niveau 5 : Rigueur**

Ce sont les deux premiers niveaux qui nous intéressent. Le niveau 1 est celui présent à la maternelle. Pour passer du niveau 1 au niveau 2 il faut selon Van Hiele multiplier les images mentales.

Selon Burger W.F et Shaughnessy J.M, chercheurs et professeurs américains (1986), 70% des élèves entrant au lycée sont encore au niveau de l'identification-visualisation. Peu d'entre eux réussiront ensuite à dépasser ce stade pour obtenir les outils nécessaires afin de justifier leur raisonnement. Ces difficultés s'expliquent par une expérience géométrique insuffisante. En effet, à l'école maternelle, les élèves rencontrent dans de nombreuses situations les formes géométriques. Cependant, ils sont souvent conditionnés par certaines activités présentant le carré, le triangle ou encore le rectangle sous une position "stricte". Les activités ne permettent pas de dépasser les conceptions initiales des élèves. L'utilisation systématique de figures prototypes pour distinguer toute autre figure présentée entraîne une représentation mentale des formes erronées. Pour contrer cela, il faut intensifier les expériences géométriques en classe et les varier. L'élève ne peut pas spontanément évoluer dans son raisonnement géométrique s'il n'y est pas influencé.

5.2 Une évolution des regards les figures géométriques à accompagner

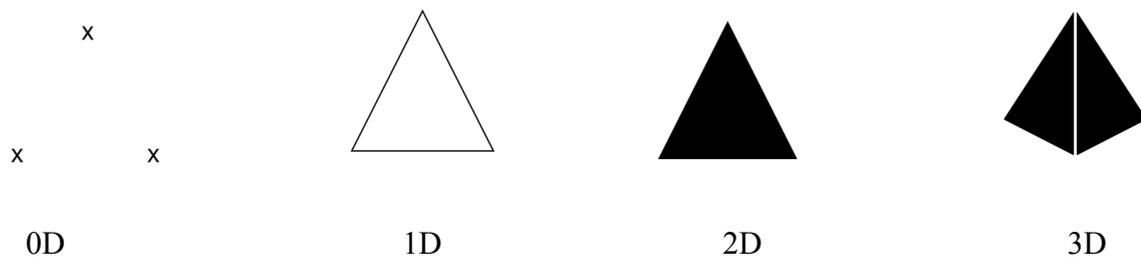
En tant que psychologue, Raymond Duval s'intéresse à la manière dont les élèves appréhendent les formes géométriques. Il existe une évolution naturelle des regards de la part des élèves mais un accompagnement reste nécessaire. Les travaux de Perrin-Glorian et de M.Godin distinguent trois visions des figures suivant les visions que les humains sont capables de porter :

- La vision "surfaces" des figures : l'individu voit la figure comme un assemblage de surfaces qui se juxtaposent ou se chevauchent (un assemblage de figures). Des lignes et des points peuvent apparaître lorsque cette vision est activée mais ce sont les surfaces qui permettent de les définir.
- La vision "lignes" des figures : les lignes ont une existence propre. Elles définissent les surfaces et les points. Des points peuvent apparaître mais ce sont des extrémités de lignes déjà tracées.
- La vision "points" des figures : les points ont une existence propre. Ils définissent des surfaces et des lignes. On peut créer des points par intersection de deux lignes.

L'objectif est d'accompagner les élèves dans les apprentissages pour activer les trois visions. La vision surface s'enrichit de la vision ligne qui elle-même va s'enrichir de la vision point. Chaque vision englobe la précédente. Les élèves doivent être capables de passer de l'une à l'autre. Pour dépasser l'analyse des figures par la perception et arriver à une analyse géométrique les élèves doivent réaliser une déconstruction dimensionnelle afin de favoriser le passage d'une vision à une autre (par exemple vision surface à en lignes).

La notion de déconstruction dimensionnelle évoquée par R. Duval et M. Godin, ne serait pas un phénomène naturel car celle-ci "va à l'encontre des processus spontanés d'identification visuelles des formes". Lorsqu'un élève appréhende une figure plane et qu'il la désigne dans son ensemble, il reste dans une analyse perceptive. Il nomme la forme car il le sait, c'est un encrage automatique ne permettant pas de reconnaître le carré placé dans une autre position. Lorsque l'élève devient capable de décomposer la figure et à en faire le contour, il passe à l'analyse des différents éléments qui la composent. Il déconstruit la figure.

Lorsqu'un élève a un cercle devant lui, il va être capable de l'identifier grâce aux tracés du cercle qui correspondent à un "rond". C'est la **dimension 1 (1D)** (D correspondant à dimension). **La dimension 2 (2D)** correspond quant à elle à une représentation de la figure par sa surface et les traits qui délimitent celle-ci. **La dimension 3 (3D)** est une représentation de la figure en volume. Il existe également la **dimension 0 (0D)** qui est la représentation par des points de la figure (qui présente donc les sommets des figures qu'il faut ensuite tracer).



Lorsqu'un élève est confronté à une figure géométrique, la première perception est la perception 2D, perception par la surface de la figure. Comment parvenir plus facilement à cette déconstruction dimensionnelle des formes géométriques afin de passer d'une perception à une autre ? Quels principes didactiques utiliser ? Nous allons répondre à cette question dans la partie suivante.

6. Les situations pédagogiques propices à l'apprentissage de la géométrie

De nombreux spécialistes se sont intéressés et s'intéressent encore aujourd'hui à une période sensible de la vie : l'enfance. J'ai donc décidé de me pencher sur quelques recherches effectuées afin de mieux comprendre les besoins et le fonctionnement des élèves face au domaine de la géométrie.

6.1. La période sensible chez les élèves

Maria Montessori publie un livre en 1934 "Psycho Géométrie" dénonçant *“la capacité des élèves de 4-6 ans (durant la période pré-élémentaire) à acquérir par expérience, l'intuition des caractéristiques analytiques des figures, côtés, angles”*. Cela nécessite des expériences répétées se conjuguant à la sensibilité psychique et l'intérêt de l'enfant. La pédagogie de Maria Montessori plaide l'éducation multisensorielle visant à stimuler plusieurs sens primaires. La main est par exemple considérée chez Montessori comme *l'organe exécutif de l'intelligence*. Pour découvrir un endroit et s'y développer, l'enfant va utiliser la main pour entrer en contact avec le monde qui l'entoure. Lorsqu'un élève touche un objet, il le manipule et s'engage activement dans la construction de savoirs sans même s'en rendre compte. L'élève donne du sens à ses actions lorsque celles-ci sont concrètes, il les représente visuellement, cherche et tâtonne. Il devient acteur de ses apprentissages.

6.2 La manipulation : un levier dans l'apprentissage des figures ?

Le programme d'enseignement du cycle 1 précise que l'école doit favoriser les expériences motrices et sensorielles. Ce qui est le cas lorsque l'enfant manipule. Manipuler est un acte permettant de sentir les choses par le toucher. Les élèves découvrent le monde qui les entoure par la manipulation.

Pour Catherine Berdonneau, un élève manipule durant une activité lorsque le geste s'applique sur un objet beaucoup plus petit par rapport à sa taille. Il peut le prendre dans ses mains et réaliser différentes actions dessus (toucher, le retourner, l'orienter d'une certaine manière...). Lorsque l'élève manipule un objet, il le déplace. Percevoir un objet de différentes manières permet l'élargissement des perceptions visuelles des élèves. Catherine Berdonneau insiste sur l'aspect essentiel du geste dans l'apprentissage de la géométrie. En effet, la manipulation permet de ne pas engendrer des visions stéréotypées des figures car elle permet *“l'élaboration de représentations mentales dynamiques et non la simple constitution d'un fichier d'images fixes”*.

Dans le cas de la reconnaissance des formes planes au cycle 1, observer les élèves lorsqu'ils manipulent les formes est un très bon outil pour repérer les difficultés. Si nous présentons un carré en relief à un élève et nous lui demandons de le toucher, nous pourrions voir s'il déconstruit mentalement la figure. Lorsque l'élève est capable de glisser le doigt et toucher le contour de la forme en affirmant que c'est une figure à 4 côtés, il entre dans la déconstruction dimensionnelle. L'élève a, à partir de ce moment-là, enregistré une partie des propriétés de la figure. L'analyse d'une figure par la construction d'une image visuelle ne permet pas aux élèves d'attirer leur attention sur la structure et la construction de la figure.

De plus, la stimulation multisensorielle est depuis de nombreuses années présentée comme un outil d'apprentissage non négligeable. En 1978, G. Prigge montrait déjà dans une étude que l'utilisation de la manipulation dans les activités géométriques permettait d'obtenir de meilleurs résultats en géométrie. Non seulement la manipulation donne du sens aux apprentissages, mais elle permet également d'automatiser certaines procédures. La manipulation donne la liberté aux élèves de toucher l'objet autant de fois qu'ils le souhaitent, répéter le mouvement et y trouver des variables lors de sa découverte.

Une recherche plus récente de Laetitia Pinet et Edouard Gentaz de 2007, portant sur les figures géométriques, nous permet d'instaurer la notion du système haptique dans la reconnaissance des formes géométriques. L'apprentissage est plus rapide et efficace lorsque l'entraînement visuo-haptique prend le dessus à l'entraînement perceptif. Edouard Gentaz, chargé de recherches au CNRS et professeur de psychologie du développement à Genève, s'est notamment intéressé au rôle du toucher dans le développement des élèves. Avec leurs mains, les personnes sont capables de déceler certaines propriétés des objets que la vision ne permet pas dans certains cas.

La manipulation permet deux types de perception : la perception **cutanée** et la perception **haptique**.

- La perception cutanée est la stimulation d'une partie de la peau (une couche superficielle de la peau) entrant en contact avec un objet de façon involontaire. L'individu n'effectue aucun mouvement.
- La perception haptique (tactilo-kinesthésique) est selon G. Revesz, la stimulation de la peau par des mouvements actifs de la main entrant en contact avec des objets. Le mouvement d'exploration est volontaire. Cette perception entre parfaitement dans

mon sujet puisque les élèves peuvent mieux apprécier les contours des formes géométriques en les touchant (suivre du doigt le contour des formes).

Nous pouvons conclure cette partie en mettant en avant l'importance de la méthode haptique dans la reconnaissance des formes géométriques. La manipulation et la perception sont complémentaires. Il est selon Edouard Gentaz "*logique d'observer des relations entre les particularités de l'exploration manuelle, le mode de traitement des propriétés des objets et les capacités perceptives*". Les élèves extraient des propriétés par un processus de traitement analytique. Le toucher permet aux élèves de différencier les propriétés communes à chaque catégorie de figures. De plus, la connaissance sensori-motrice de ces propriétés (la méthode haptique) permettrait une meilleure mémorisation des figures géométriques.

Edouard Gentaz et son équipe ont également précisé que pour la reconnaissance des figures géométriques il est encore plus efficace d'utiliser la méthode visuo-haptique. Cette méthode regroupe la vision et le toucher. Il est, selon eux, intéressant de laisser les élèves découvrir les figures géométriques par la vision et leur apporter ensuite la possibilité de manipuler. Il est également important que l'enseignant intervienne afin d'amener un vocabulaire géométrique adapté. L'usage de plusieurs sens en même temps stimule les représentations mentales des élèves. L'entraînement multi-sensorielle visuo haptique est recommandé. Les sensations kinesthésiques et la perception visuelle agissent donc sur la qualité de l'apprentissage.

Je retiens la nécessité de faire manipuler les élèves au cours des apprentissages (notamment par le jeu, le tangram, les activités sensorielles par le toucher..) que je développerai plus tard dans ce mémoire. Une partie du programme d'enseignement du cycle 1 insiste sur la vision et la manipulation : "*L'approche des formes planes, des objets de l'espace, des grandeurs, se fait par la **perception visuelle, la manipulation** et la coordination d'actions sur des objets.*". Cependant, il est également indiqué que "*Cette approche est soutenue par **le langage** : il permet de décrire ces objets et ces actions et favorise l'identification de premières caractéristiques descriptives.*" A ce stade de ma recherche, je me demande donc s'il est possible pour les élèves du cycle 1 d'associer du vocabulaire géométrique à des propriétés qu'ils ont discernées par la méthode haptique/visuo-haptique. C'est ce que nous allons voir plus en détail dans la sous-partie suivante.

6.3 La place du langage dans l'apprentissage des figures géométriques

Le langage est au cœur des apprentissages de l'école primaire. Au cycle 1, le premier domaine d'apprentissage "*Mobiliser le langage dans toutes ses dimensions*", présente l'acquisition de la langue française comme l'un des principaux objectifs de l'école maternelle.

Durant une activité géométrique, l'élève utilise un langage mixte regroupant un vocabulaire expert, dit "géométrique" (par exemple utiliser le mot "*côté*" en maternelle), des mots plus ordinaires pour lutter contre son manque de vocabulaire géométrique (utiliser le mot "*pointe*" ou "*pic*" pour faire référence à un "*sommet*"). Le langage géométrique des élèves et notamment au cycle 1 est souvent elliptique. Ils utilisent régulièrement les gestes afin de mieux se faire comprendre (c'est un carré car il est "*comme ça*" (tout en représentant le carré avec le doigt). Le dernier exemple représente le niveau des préconcepts de Nicolas Rouche (1999). J'en conclus qu'introduire un langage explicite permettrait de dépasser plus facilement ce niveau. Les élèves auraient le moyen d'exprimer ce qu'ils visualisent.

Plusieurs recherches nous montrent le rôle du langage dans l'institutionnalisation des savoirs géométriques. Une première recherche de Coulange Lalina nous indique que la posture de l'enseignant durant la phase d'institutionnalisation est primordiale. En effet, celui-ci se doit de pratiquer l'étayage en amenant les élèves à formuler et reformuler ce qui a été fait précédemment afin d'utiliser un langage décontextualisé. Le langage décontextualisé, contrairement au langage en situation, demande aux élèves des opérations cognitives fortes.

D'autres recherches, notamment celles de Valentina Celi et Marie-Jeanne Perrin Glorian, ont évalué à partir des travaux pionniers de Laborde sur le langage en géométrie, l'importance du langage dans la compréhension et la résolution de problèmes géométriques. Le langage est désigné comme "*support de la pensée*". La communication entre élèves favoriserait la conceptualisation des concepts géométriques, sans pour autant oublier l'importance du geste (notamment les gestes déictiques complétant "*les éléments langagiers lacunaires*").

De plus, selon Raymond Duval, la géométrie est une activité cognitive dense et complète. "*Elle sollicite le geste, le langage et le regard*". L'oralisation des propriétés géométriques facilite la compréhension de l'activité en temps réel. Le langage en **situation** (l'élève décrit l'action qu'il est en train de réaliser) et **d'évocation** (l'élève parle d'une

activité passée par exemple pour reprendre ce qu'il a appris sur le rectangle) est un support de la pensée qu'il faut par conséquent mobiliser dès la première année de scolarisation. Anne Cécile Mathé et Joris Mithalal Le Doze, se sont également intéressés à la place du langage dans les activités géométriques. Ils ont basé leur raisonnement à partir des travaux de Duval de 1995. Selon eux, pour construire un langage susceptible de rendre compte de l'analyse des figures géométriques il faut être capable de :

1. *Nommer les objets géométriques mobilisés, unités figurales de dimensions 2, 1 ou 0 du dessin complexe mis à l'étude.*
2. *Nommer des relations entre ces objets géométriques indépendamment des instruments qui les portent.*
3. *Articuler discours mathématique et organisation de l'analyse géométrique.*
4. *Passer d'une description pragmatique d'une figure à une analyse qui permette de la caractériser (de la définir) géométriquement.*

Ils en concluent que construire un lexique géométrique permet de rendre compte des objets manipulés et à les caractériser théoriquement. L'objectif n'est pas de construire un lexique spécifique à la géométrie, mais d'utiliser le langage comme un moyen essentiel de la cognition pour conceptualiser les objets géométriques. Allier les différentes composantes que sont le langage, le toucher et la vision permettrait de mieux s'ancrer dans l'apprentissage des figures géométriques.

PARTIE 2 : CADRE PRATIQUE

1. Elaboration de la problématique

La lecture des articles scientifiques et ouvrages théoriques et didactiques mobilisés dans mon cadre théorique m'ont amené à m'intéresser au passage entre la géométrie **perceptive** qui se rapporte à la perception globale des figures géométriques et la géométrie **instrumentée** qui se rapporte à l'utilisation d'instruments, mais surtout de propriétés.

J'ai remarqué principalement que les élèves du cycle 1 se concentrent essentiellement sur les figures prototypiques qui sont les figures "modèles" assimilées dans la mémoire à long terme. Ayant simplement mémorisé une forme type, sans avoir conscientisé les propriétés qui découlent de chaque figure, les élèves rencontrent des difficultés lorsqu'ils sont face à des figures non prototypiques (figures géométriques se positionnant dans une forme inhabituelle). Cependant, les élèves sont amenés à rencontrer quotidiennement ce genre de forme durant leur vie et notamment dans la suite de leur scolarisation. Ce qui explique les difficultés rencontrées par les élèves entre un cycle et un autre et notamment entre l'école maternelle et l'école élémentaire.

Ayant constaté le rôle primordial de l'enseignant dans l'apprentissage des formes géométriques, il est nécessaire d'établir un cadre et une progression géométrique stable et propice à la réussite de tous.

Tous ces éléments m'amènent à formuler la problématique suivante : **Comment aborder dès le cycle 1 l'enseignement des formes planes pour inciter les élèves à passer d'une vision prototypique à non prototypique ?**

Cela me permet d'élaborer plusieurs questions sous-jacentes à la problématique :

Comment aménager son enseignement pour que les élèves reconnaissent les figures non prototypiques ? Comment faire conscientiser les propriétés géométriques des figures afin que le passage d'une vision à une autre s'opère plus facilement ? Il y a-t-il des critères pour faciliter la reconnaissance des figures ?

2. Emission d'hypothèses

Pour répondre à la problématique, la première hypothèse retenue consiste à penser qu'aborder les formes planes par la manipulation et notamment par la perception haptique (tactilo-kinesthésique) permettrait de mieux identifier les propriétés géométriques, car elle permet de compléter la perception visuelle qui est présentée comme insuffisante. L'identification des propriétés géométriques permettrait aux élèves de dépasser leur conception erronée des figures planes intégrées (un carré est un carré seulement lorsqu'il est dans sa forme "habituelle" : sa forme prototypique). Ils pourraient donc reconnaître l'ensemble des figures enseignées au cycle 1 quelles que soient leurs positions.

Ma seconde hypothèse repose sur les activités langagières et l'utilisation d'un langage géométrique permettant de mieux identifier les formes planes et de verbaliser les procédures d'identifications. Le langage complète l'aspect sensoriel (la manipulation) et la perception visuelle.

Pour tester mes hypothèses, je vais me concentrer sur des activités de manipulation en mobilisant le sens du toucher. Chaque activité mobilise également le langage oral (activités d'échanges, apprentissage du vocabulaire géométrique permettant de mettre des mots sur ce qui est perçu).

3. Recueil de données

3.1 Profil de la classe participant à l'expérimentation

Cette classe est composée de 24 élèves (9 garçons et 15 filles). Les élèves ont actuellement entre 5 et 6 ans (à l'exception d'une élève âgée de 4 ans). La classe se divise en 4 groupes de travail de 5 ou 6 élèves (groupes de couleurs; rose/orange/jaune/violet). En ce qui concerne le niveau général de la classe, celui-ci est très variable d'un enfant à l'autre. En effet, certains élèves ont encore un niveau de PS/MS au niveau du langage, de l'écriture et du comportement. A l'inverse, d'autres sont avancés par rapport aux attentes de fin de grande section. L'enseignante a donc réalisé des groupes de niveaux permettant de rassembler les élèves éprouvant de grosses difficultés dans un groupe commun. Le groupe rose, orange et violet ont un bon niveau général. Le groupe des jaunes rassemble les élèves faisant l'objet d'une demande d'aide spécialisée au RASED. Dans ce groupe, un élève ne parle pas du tout

(ou 2 ou 3 mots par jour). Cet élève est suivi par un AESH (accompagnant des élèves en situation de handicap). Les 4 élèves ont de très grosses difficultés dans les fondamentaux.

Pour mon expérimentation, j'ai eu l'opportunité chaque lundi, de 15h20 à 15h50 de prendre en charge un groupe d'élèves. L'école étant très grande, chaque enseignant de l'école maternelle possède deux classes pour enseigner. Pour réaliser au mieux mes séances d'apprentissage et notamment dans le calme, car je sollicite le langage oral, j'ai eu la chance de pouvoir me positionner dans une de ses deux salles de classe, seule avec les élèves. Cela a permis aux élèves d'être plus concentré et d'obtenir un cadre propice au travail.

Pour l'expérimentation, j'ai choisi de travailler avec 6 élèves en difficulté face à la reconnaissance des figures planes. Pour repérer ces élèves, j'ai réalisé en amont une évaluation diagnostique me permettant au mieux d'identifier les difficultés. C'est ce que je vais présenter ci-dessous.

3.2 Evaluation diagnostique

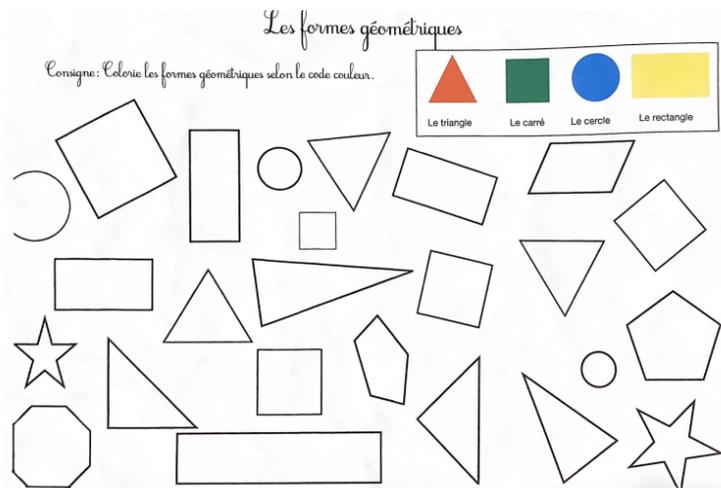
Pour réfléchir à ma future séquence d'apprentissage, j'ai réalisé en fin de période 2 une évaluation diagnostique afin de repérer les difficultés chez ces élèves à reconnaître les formes géométriques positionnées de façon non prototypique. C'était un moyen pour moi de recueillir les premières données de mon mémoire. J'avais besoin de savoir, si la reconnaissance de ces formes planes posait réellement problème et surtout à quel niveau afin de réfléchir dans quelle mesure, j'allais organiser mon mémoire.

L'objectif de cette évaluation diagnostique est :

- *Évaluer les compétences des élèves dans la reconnaissance des formes géométriques non prototypiques.*

Pour ne pas induire en erreur les résultats de cette évaluation, j'ai réalisé un exercice sur fiche ne permettant pas aux élèves de manipuler les formes et les déplacer (ce qui aurait certainement faussé les données puisqu'ils auraient pu reconnaître les formes en les plaçant dans différents sens, ce qui n'est pas voulu ici). Sur cette fiche d'exercice, on y trouve les formes géométriques suivantes : le triangle, le carré, le cercle et le rectangle. Elles sont toutes orientées de différentes manières. La consigne est la suivante "*Colorie les formes géométriques selon le code couleur*".

J'ai inséré 7 triangles (1 positionné de façon prototypique, 6 non prototypique) , 5 carrés (2



prototypiques, 3 non prototypiques), 3 cercles, 4 rectangles (1 prototypique, 3 non prototypiques). J'ai également mis des pièges (2 étoiles, 1 parallélogramme, 1 pentagone , 1 hexagone et une forme ressemblant à un pentagone). J'ai expliqué au coin regroupement l'atelier, en leur indiquant que j'y

avais ajouté des pièges. Les élèves ont eu environ 20 minutes pour réaliser l'activité.

23 élèves ont participé à l'activité. Cependant, je ne prendrai en compte que les résultats de 21 élèves. Un élève est suivi par une AESH qui a tendance à sur-étayer ses actions. En effet, elle s'immisce certainement un peu trop dans les activités et veut absolument que celles-ci soient réalisées parfaitement et non à la hauteur de l'élève. J'ai donc constaté durant mon évaluation diagnostique, qu'elle indiquait à l'élève ses erreurs afin qu'il les corrige (alors que ce n'était pas le but d'une évaluation diagnostique). Ensuite, une élève à commencé l'activité, mais elle n'a pas pu la terminer. Je ne souhaite donc pas prendre en compte les données de l'évaluation étant donnée qu'elle n'a été faite qu'à 50%.

3.3 Résultat de l'évaluation diagnostique

Je vais présenter et analyser les résultats obtenus par groupe de niveaux. Pour garder l'anonymat des élèves, j'ai utilisé des lettres pour les identifier (A,B,C..). J'indique dans chaque tableau (**voir annexe 1**) le nombre total de formes planes reconnues pour chaque élève. Lorsque l'élève a réussi à 100% l'exercice (reconnaissance de toutes les formes et n'est tombé dans aucun piège) je surligne la ligne en vert. Lorsqu'une erreur est détectée la ligne est en rouge.

Le groupe "rose" (**annexe 1**) composé de 6 élèves, est un groupe possédant un très bon niveau général dans les fondamentaux. Je remarque cependant, que pour le triangle 3 élèves sur 6 n'ont pas réussi à percevoir la figure dans sa forme non prototypique, pour le carré 2 élèves sur 6 n'ont pas réussi à percevoir la figure dans sa forme non prototypique et pour le rectangle, 1 élève sur 6 n'a également pas réussi. L'élève noté "F" dans le tableau n'a

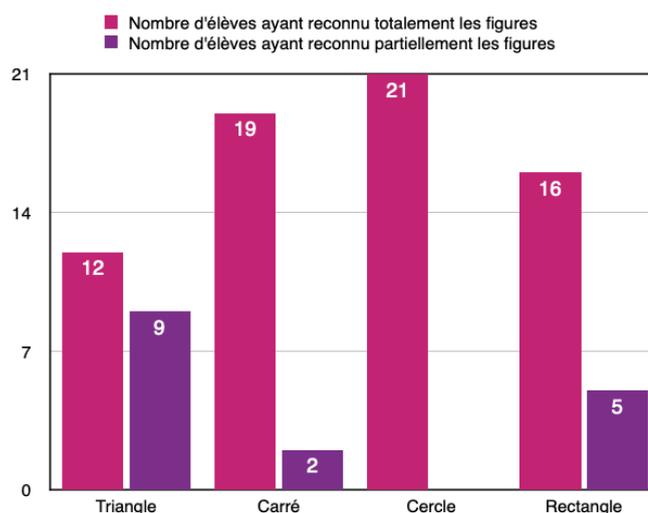
reconnu que le cercle dans sa totalité. En effet, l'élève n'a colorié seulement les figures se rapprochant le plus des figures ayant la forme "prototype". Cependant, pour le carré, il a colorié les trois carrés de la même taille, mais n'a pas colorié le plus gros carré, qui pourtant, est dans une position très similaire aux quatre autres. Je me suis donc demandée si ce n'est pas la taille des carrés qui l'aurait induit en erreur. J'ai pu constater la même chose pour le rectangle. L'élève a colorié trois rectangles ayant à peu près la même taille, mais pas celui positionné de façon prototypique, mais étant plus long que la normale. **(annexe 2)**

Le groupe "orange" **(annexe 1)** composé de 6 élèves possède un bon niveau général dans les fondamentaux. Dans ce groupe, seulement un élève n'a pas réussi à percevoir l'intégralité des triangles et des rectangles dans leur forme non prototypique (élève F). Un élève est tombé dans certains pièges et a notamment associé un pentagone et un hexagone au cercle **(annexe 3)**. Il me semble donc nécessaire tout de même, de reprendre les caractéristiques du cercle tout en soulignant que c'est une figure qui ne possède pas de côté (en comparant avec le triangle, le carré, le rectangle). L'élève D n'a pas eu le temps de terminer son activité (RDV médical). Je ne prendrai donc pas en compte son résultat dans l'analyse.

Le groupe "jaune" **(annexe 1)** composé de 5 élèves, rassemble les élèves en difficulté. Dans ce groupe, un seul élève a réussi à identifier correctement l'intégralité des figures planes (que ce soit dans leur forme prototypique ou non prototypique). L'élève "C" est l'élève accompagné par l'AESH, je ne prendrai donc pas en compte ses résultats dans mon analyse.

Le groupe "violet" **(annexe 1)** composé de 6 élèves, possède un bon niveau général dans les fondamentaux. Tous les élèves ont identifié l'ensemble des figures planes. Cependant, c'est le groupe d'élèves qui a colorié le plus de figures pièges. J'intégrerai également en annexe une production sans erreur détectée. **(Annexe 3)**.

Voici les résultats obtenus présentés sous forme de diagramme :



Ce diagramme en colonne permet de nous montrer qu'il n'y existe aucune difficulté pour les élèves à reconnaître le cercle puisqu'il admet un taux de reconnaissance complet de 100% (21 élèves sur 21). En effet, on peut comprendre ce résultat par le fait que tous les cercles sont des prototypes. Il n'existe pas différentes manières de représenter un cercle. C'est donc la forme la plus facile à identifier.

Nous pouvons également remarquer, que le carré est une forme également très bien identifiée par les élèves avec un taux de reconnaissance d'environ 90,5% (19 élèves sur 21). Les écarts commencent à se creuser avec le rectangle, qui obtient un taux de reconnaissance d'environ 76,20% (16 élèves sur 21). Le triangle est la figure la moins bien reconnue par les élèves. En effet, son taux de reconnaissance s'élève à 57,14%.

6 élèves sur 21 ont colorié au moins une figure distractive soit 28,57% des élèves.

En général, seulement 8 élèves sur 21 ont reconnu l'entièreté des formes géométriques sous tous leurs angles et ne sont tombés dans aucun piège. Ce qui équivaut à 38,09% des élèves de cette classe.

On peut donc conclure que l'analyse de cette évaluation diagnostique confirme la problématique de mon mémoire portant sur la rupture de la vision des formes géométriques lorsque celles-ci ne sont pas dans une position dite "originale" (prototypique). Même si en moyenne, les résultats sont loin d'être catastrophiques, il y a tout de même un besoin chez ces élèves de modifier leur regard envers les figures pour qu'ils puissent les reconnaître à 100%.

J'en déduis que les élèves doivent apprendre à identifier les figures à partir de leurs caractéristiques géométriques afin d'être capable de les reconnaître dans n'importe quelle disposition.

3.4 Formation du groupe d'élèves pour l'expérimentation

Pour la séquence d'apprentissage, j'ai décidé de sélectionner 6 élèves. Ayant le statut d'étudiante "stagiaire", je ne pouvais pas faire le choix de travailler en classe entière ou avec l'ensemble des élèves n'ayant pas eu 100% de bonnes réponses à l'évaluation diagnostique.

L'évaluation diagnostique m'a permis de repérer les élèves ayant une vision erronée des figures planes. Ne pouvant pas sélectionner l'intégralité des élèves en conflit avec la reconnaissance des figures non prototypiques, j'ai décidé de réaliser une seconde séance de test réalisé à l'oral me permettant de choisir 6 élèves sur l'ensemble des élèves ayant eu des difficultés durant l'évaluation diagnostique.

Le test (résultats en **annexe 4**) est réalisé à l'oral et a comme supports des figures plates en plastique. Le test a pour objectif de présenter une seconde fois les figures géométriques (carré, triangle, cercle et rectangle) dans des formes prototypiques et non prototypiques. L'objectif est de voir si l'élève reconnaît la figure. Suite au test, j'ai sélectionné 6 élèves. Je vais vous présenter rapidement les profils de ceux-ci. Pour des raisons d'anonymat, les prénoms des élèves ont été modifiés.

- **Romane** : C'est une élève de moyenne section arrivée au mois de janvier. Elle a intégré la classe de grande section au vu de ses compétences avancées. J'ai choisi de travailler avec elle, car cela pourrait être enrichissant d'avoir une élève plus jeune dans mon groupe.
- **Mila** : C'est une très bonne élève. Néanmoins, elle possède une vision erronée des figures planes. Cette élève n'apprécie pas les activités d'assemblage, les puzzles et le tangram. Ces activités sont étroitement liées avec le repérage dans l'espace. J'en déduis que la relation que possède Mila avec ces activités est liée aux difficultés qu'elle a face à la reconnaissance des formes géométriques.
- **Clara** : Elle possède un bon niveau général. C'est une élève qui parfois se renferme sur elle-même et refuse de parler.
- **Louanne** : Elle a un niveau assez faible en "mathématiques" et "français". Elle a des difficultés de concentration et se démotive rapidement. Elle ne sait pas encore nommer certaines figures géométriques.
- **Mathias** : Il a un bon niveau général. J'ai remarqué que cet élève n'arrive pas à justifier ses choix, car il ne mobilise pas les propriétés des figures : "C'est un carré car je le sais".
- **Nolan** : Il possède un bon niveau général et s'intéresse avec facilité aux activités proposées.

Je vais vous présenter dans une prochaine sous-partie, une vue d'ensemble de la séquence d'apprentissage mise en place en classe.

3.5 Présentation de la séquence d'apprentissage

Lorsque j'ai construit la séquence d'apprentissage, j'avais pour objectif la conscientisation des propriétés géométriques de la part des élèves par la manipulation et le langage oral afin de modifier leur regard envers les figures planes. Si les élèves acquièrent un

bagage lexical suffisant pour expliciter ce qu'ils voient, ils auront la capacité d'utiliser les propriétés induites pour se rendre compte qu'une figure géométrique n'est pas définie par son positionnement, mais par ses caractéristiques.

- **Séance 0 : Évaluation diagnostique (présentée dans le 3.2)**
- **Séance 1 : Découverte/redécouverte des propriétés de chaque figure plane**
Séance détaillée dans une prochaine sous-partie
- **Séance 2 : Assemblage de formes par l'utilisation du Tangram**
Séance détaillée dans une prochaine sous-partie
- **Séance 3 : Le jeu du “kim du toucher”**

Objectifs :

- Reconnaître les figures géométriques par le toucher
- Utiliser les propriétés géométriques pour repérer les figures

Présentation :

Les formes géométriques sont mises dans un sac opaque. Chacun leur tour, les élèves doivent retrouver dans le sac, les yeux fermés, la forme que je leur demande. “*J'aimerais que tu me trouves un carré*”. L'élève va devoir analyser par la manipulation les propriétés de chaque forme, pour trouver la bonne. Cette activité permet un travail cognitif fort, car il demande à l'élève d'établir mentalement la forme qu'il recherche, mobiliser ses propriétés puis par le toucher, la trouver. Lorsque l'élève a trouvé, il sort la forme du sac et nous vérifions tous ensemble si c'est celle demandée. L'élève verbalise l'action en m'expliquant comment il a fait pour trouver la forme correcte.

- **Séance 4 : Le jeu du “portrait”**
Séance détaillée dans une prochaine sous-partie
- **Séance 5 : Utilisation du géoplan pour dépasser la perception globale des figures**

Objectifs :

- Mobiliser les propriétés géométriques pour former une figure
- Dépasser la vision non prototypique des figures

Présentation :

Suite à l'appropriation du matériel durant d'autres séances d'apprentissage en autonomie (reproduction de modèles sur le géoplan avec plusieurs élastiques), les élèves reproduisent un modèle / une forme dictée avec un seul élastique. J'ai choisi de réaliser l'activité avec un seul

élastique afin que les élèves ne réalisent pas un simple découpage de la figure en utilisant plusieurs élastiques. Cela renforce la difficulté d'autant plus que les élèves ne peuvent plus s'appuyer sur la vision globale comme il est fait durant la reproduction de modèles. Les élèves doivent produire les figures en respectant les propriétés géométriques. On peut amener les élèves à produire des formes sur le géoplan qui ne ressemble pas aux formes prototypiques qu'ils connaissent parfaitement.

➤ **Séance 6 : Reproduire un assemblage à l'aide de gabarits**

Objectifs :

- Reproduire et dessiner des formes planes
- Emettre un message à l'oral en utilisant un langage géométrique adapté
- Recevoir un message oral, le comprendre et l'utiliser
- Mobiliser les propriétés géométriques
- Utiliser un vocabulaire géométrique et spatial adapté

Présentation

Les élèves sont en binôme. Les élèves de chaque binôme sont assis face à face et séparés par un objet (classeur..) pour qu'ils ne voient pas l'un et l'autre ce qu'ils font. Un élève est émetteur, l'autre récepteur. L'émetteur réalise un assemblage de trois formes avec les formes du tangram. Il indique ensuite au récepteur l'assemblage qu'il a produit en décrivant sa production. L'émetteur va d'une part mobiliser les propriétés géométriques pour décrire son assemblage et pour indiquer l'orientation de chaque forme par rapport à une autre. Le récepteur va tenter de reproduire l'assemblage sur une feuille à l'aide de gabarits. Une fois terminée, les élèves comparent les productions et valident ou non. Une fois terminée, les élèves changent de rôle.

➤ **Séance 7 : Evaluation sommative** (développée plus tard).

4. Présentation des séances clés et traitement des données recueillies

Je vais vous présenter dans cette partie les séances les plus pertinentes à analyser (séance 1, 2 et 4). J'effectuerai une analyse à priori et à posteriori. Ces données auront pour objectif de répondre à ma problématique et de vérifier mes hypothèses.

4.1 : Séance 1: Découverte/redécouverte des propriétés de chaque figure plane

La séance 1 a pour objectif l'acquisition et l'assimilation des propriétés des figures. Les élèves doivent apprendre à reconnaître les figures par le raisonnement et l'utilisation des propriétés. Durant les trois premières étapes de la séance, j'utilise la maison des formes, des blocs asco et des figures plastifiées. La dernière phase de la séance mobilise des feuilles de papiers (maisons des formes) et étiquettes de formes géométriques à coller. Les prérequis nécessaires à cette séance sont la connaissance des 4 formes géométriques (carré, rectangle, triangle et cercle), être capable de les nommer.

Étape 1 : La première étape de la séance, est la présentation du carré et du rectangle. Les élèves ont dans un premier temps en main un carré, afin de le manipuler et expliciter ce qu'ils voient. Durant cette première phase, j'observe les élèves afin de constater s'ils utilisent la vision surface ou ligne des figures. Les gestes utilisés me permettent de voir s'ils déconstruisent mentalement la figure. Afin de mobiliser le langage, je pose des questions aux élèves "*Que remarquez-vous ?*" "*Comment peut-on décrire le carré ?*" "*Comment savez-vous que c'est un carré?*". J'introduis ensuite le rectangle, dans les mêmes modalités. Les élèves sont amenés à constater les différences entre le carré et le rectangle. Suite aux hypothèses formulées par les élèves et une verbalisation effectuée par chacun d'entre eux sur les caractéristiques des deux figures, je mets en place une phase d'institutionnalisation mêlant les échanges langagiers entre élèves, confrontation des avis divergents des élèves et apports des notions géométriques de ma part. Nous concluons tous ensemble que le carré possède 4 côtés, 4 côtés de même longueur et 4 sommets.

Durant la phase d'institutionnalisation, j'amène les élèves à toucher les figures afin qu'ils puissent mêler verbalisation des propriétés et gestes par le déplacement des doigts sur la figure, et pour chaque caractéristique (4 côtés : l'élève contourne la figure avec le doigt pour montrer les 4 côtés, l'élève comprend que la figure se déconstruit et est composée de 4 côtés.). Nous concluons de la même manière, que le rectangle possède 4 côtés, 4 côtés avec 2 plus grandes longueurs et 4 sommets.

Les affirmations "*le carré possède 4 côtés de même longueur*" ainsi que "*le rectangle possède 4 côtés de différentes longueurs*" ne sont pas forcément claires pour des élèves du cycle 1. Il est certainement difficile pour eux de comprendre réellement ce que cela implique. J'ai donc réalisé la maison du carré et la maison du rectangle (**annexe 5**). L'objectif est que chaque élève manipule chacun leur tour les maisons des formes afin de comprendre que

lorsque l'on met le carré dans sa maison et qu'on le tourne, il reste dans sa maison et ne dépasse pas les extrémités. Je demande aux élèves de tourner la forme 4 fois. Lorsqu'on le manipule, le carré reste dans sa maison et chaque sommet en rejoint un autre. Les bords coïncident. Cela est expliqué par le fait qu'il possède 4 côtés de même longueur.

Concernant le rectangle, lorsqu'on le fait pivoter, il sort de sa maison. Il est important à ce moment de la séance de faire verbaliser les élèves *“Pourquoi le rectangle sort de sa maison?” “Combien de fois le triangle sort de sa maison ? Comment peut-on expliquer cela ?”*. Ils sont amenés à se rendre compte que le rectangle possède 2 côtés plus grands que les deux autres côtés.

Suite à ces constatations je demande aux élèves : *“Que pouvez-vous dire de ces deux formes? Comment les distinguer? Comment ne pas confondre le carré et le rectangle? Quels sont leurs points communs et différences ?”*. Les élèves se rendent finalement compte que ce qui différencie le carré et le rectangle est la longueur des côtés (*nous mettons de côté au cycle 1 que le carré est un rectangle particulier*).

Étape 2 : La deuxième étape de la séance est la présentation du triangle. Le déroulement est le même. Cependant, je prends soin de présenter aux élèves différents types de triangle (isocèle, équilatéral, rectangle..) sans pour autant le signifier. Les élèves sont amenés une nouvelle fois à manipuler et à retenir qu'un triangle est composé de 3 côtés et de 3 sommets.

La maison des formes permet également aux élèves de comprendre que si une forme respecte les caractéristiques générales (par exemple pour le triangle : 3 côtés et 3 sommets), peu importe son positionnement, elle reste un triangle. Durant ce moment de la séance, il est important d'insister là dessus et de reprendre les caractéristiques des formes à chaque position nouvelle que les élèves me proposent.

Étape 3 : Présentation et manipulation du cercle (mêmes modalités). Nous avons travaillé sur d'autres formes pouvant être confondues avec le cercle (octogone, décagone..).

Étape 4 : Après avoir fait un rappel sur ce que nous venons de voir et de notamment reprendre les caractéristiques de chaque forme présentée, nous entrons dans la dernière phase de la séance. Les élèves réalisent par groupe de 2 un classement des formes géométriques (**annexe**). Les élèves doivent coller au bon endroit les formes géométriques (la maison du

triangle, carré..). J'ai fait le choix d'y introduire des pièges et des figures essentiellement sous leur forme non prototypique. Je précise aux élèves qu'il est nécessaire de mobiliser les propriétés pour savoir à quelle maison chaque forme appartient. J'ai choisi de mettre les élèves en binôme, car ils apprennent mieux lorsqu'ils échangent leurs avis. Ici, les élèves vont pouvoir se remémorer des propriétés vues durant la phase précédente et verbaliser l'un envers l'autre leur choix "je pense que cette forme se place ici car..". Lorsque le travail est terminé je demande aux élèves de me justifier leur classement "*Pourquoi as-tu placé cette figure à cet endroit?*".

Les connaissances acquises au cours de cette séance (les propriétés des figures) devront être réinvesties au début des séances suivantes.

4.1.1 Analyse a priori de la séance 1

A. Procédures possibles pour l'analyse des figures (utilisation des propriétés des figures)

Pour caractériser les figures lors de la phase de recherche, je peux m'attendre à ce que les élèves utilisent le nombre de côtés des figures (vision 1D). En grande section, face à des figures, les élèves sont dans la capacité d'utiliser le dénombrement pour quantifier le nombre de côtés de chaque figure. Ils peuvent également utiliser le nombre de sommets de chaque figure pour les désigner "*le carré à 4 sommets*" (dans ce cas, la dimension OD est mobilisée). Ils peuvent également mobiliser des objets de la vie quotidienne pour caractériser une figure "*je sais que c'est un rectangle, car il ressemble à une porte*" , "*je sais que c'est un carré car il ressemble à une maison*". De plus, je peux m'attendre à ce que les élèves me disent "*c'est un carré, car c'est un carré*" ; l'élève ne va pas au-delà de la perception et de ce qu'il voit et connaît. Concernant le cercle, je pense que les élèves n'auront aucune difficulté à l'identifier, le reconnaître et le caractériser. L'enjeu sera ici certainement la mobilisation d'un vocabulaire géométrique.

Pour comparer le carré et le rectangle, je peux m'attendre à ce que les élèves mobilisent la longueur des côtés. Les élèves sont-ils capables de percevoir les proportions régulières ou non des longueurs des figures ?

Les procédures utilisées pour différencier le carré et le rectangle peuvent être les suivantes :

- Superposition des deux formes géométriques (observer que le rectangle dépasse).

- Manipuler et positionner le carré et le rectangle l'un en dessous de l'autre.
- Utiliser la perception kinesthésique pour repérer les points communs et différences.
- Utilisation de la perception visuelle uniquement.

Durant l'étape une et le reste de la séance, je distribue aux élèves des blocs asco (des formes géométriques). Je peux m'attendre à ce que certains élèves n'utilisent peu ou pas du tout les blocs asco pour analyser les figures. Certains, vont simplement "observer" et donc utiliser la perception visuelle pour m'indiquer oralement que "cette figure est un carré". Ils n'iront pas plus loin dans leur démarche. D'autres élèves, manipuleront l'objet simplement par automatisme. Ils ne se serviront pas de l'objet pour identifier ses caractéristiques. On peut cependant s'attendre à ce que certains élèves reproduisent avec le doigt le contour de la figure. Analyser la forme par la perception kinesthésique prouverait que l'élève a déconstruit mentalement la figure et qu'il a pris conscience de la dimension de l'objet (objet 1D). La conscientisation des propriétés serait à ce stade en cours d'acquisition voir acquis.

B. Analyse du langage utilisé au cours de la séance

Pour identifier et nommer les figures, les élèves doivent avoir acquis un vocabulaire spécifique se rapportant au domaine de la géométrie. N'ayant pas encore institutionnalisé le vocabulaire à mobiliser, il est intéressant de voir si les élèves utilisent un langage courant pour décrire les figures géométriques.

Je peux imaginer une liste de vocabulaire utilisable par les élèves pour décrire les figures présentées et répondre à la question suivante : "*Comment sais-tu que cette figure est un ... ? Comment pourrais-tu me le décrire?*"). Je présente ci-dessous un tableau reprenant les mots de références à utiliser pour décrire les propriétés des figures ainsi que les mots potentiellement mobilisables par les élèves.

| Figures | Vocabulaire mathématiques attendu | Vocabulaire utilisé par les élèves |
|------------------|---|---|
| CARRÉ | 1. 4 côtés 2. 4 sommets | 1. 4 traits / bords 2. 4 pointes / pics 3. Ressemble à une maison. 4. Ressemble à un carré |
| RECTANGLE | 1. 4 côtés 2. 2 grands côtés et 2 petits côtés 3. 4 sommets | 1. 4 traits / bords 2. Carré allongé 3. 4 pointes/ pics 4. Ressemble à un rectangle |

| | | |
|-----------------|--|--|
| TRIANGLE | <ol style="list-style-type: none"> 1. 3 côtés 2. 3 sommets | <ol style="list-style-type: none"> 1. 3 traits/bords 2. 3 pointes/pics 3. Ressemble à un triangle |
| CERCLE | Ne possède pas de côté ni de sommet | Ressemble à un rond |

C. Analyse des difficultés possibles des élèves

Pour la comparaison entre le carré et le rectangle :

- Les élèves s'intéressent seulement à la différence de taille entre les deux figures (la vision 2D prime sur la vision 1D).

Pour l'identification du nombre de côtés des figures, les élèves utilisent le dénombrement (notamment ceux qui n'avaient pas encore perçu que le nombre de côtés de chaque figure relevait d'une caractéristique). Les élèves en difficulté (je pense à Louanne qui possède un faible niveau en mathématiques), le risque est de faire des erreurs lors du comptage-dénombrement. En fonction de la procédure utilisée (tourner la forme pour compter chaque côté ou compter les côtés sur une figure fixe), des erreurs de dénombrement sont possibles. Les élèves peuvent compter plusieurs fois le même côté (lorsqu'ils tournent la figure), ou faire des erreurs lors du comptage (ce qui est souvent le cas pour l'élève Louanne lors d'activités mathématiques). Cela pourrait induire en erreur les élèves et ne pas réussir à comprendre et à mémoriser à quoi correspond les côtés et leur nombre.

Au niveau du langage, les difficultés que je peux anticiper se situent lors de la phase d'institutionnalisation. En effet, les élèves ont un langage référent, qu'ils utilisent depuis un moment pour décrire les figures et cela peut être difficile pour eux d'associer le langage géométrique introduit par l'enseignant et le langage mémorisé certainement dans la mémoire à long terme. Il faudra donc, pour ma part, insister sur ces points.

Pour terminer, la dernière étape de la séance est le classement de formes géométriques. Les pièges peuvent être source de difficultés ainsi que les figures non prototypiques. Nous sommes en début de séquence, les élèves n'auront pas encore pris les bonnes habitudes et les bonnes procédures à utiliser pour réaliser un classement efficace.

D. Analyse des variables didactiques

Pour la première partie de la séance (étape 1 à 3), il est possible de mettre en binôme les élèves pour réfléchir dès la première étape en groupe. Le langage des uns et des autres pourrait les amener à utiliser un vocabulaire correct. Cependant, laisser les élèves en situation

de recherche et leur donner à chacun des formes géométriques me permet de voir, pour chaque élève, leur perception et la construction mentale des figures qu'ils réalisent.

Pour éviter l'analyse et la comparaison des carrés et triangles par les longueurs (l'aire des deux figures), il faudrait proposer aux élèves un carré d'une aire supérieure afin de rejoindre le rectangle au niveau de sa longueur. Le carré serait plus grand mais les élèves ne pourraient plus les comparer par la longueur (il faudrait indiquer aux élèves que la taille des figures n'influence pas les caractéristiques, pour cela il faudrait proposer pour chaque figure différentes tailles pour chaque).

La seconde variable didactique que je peux mettre en place est la nature des figures. Durant la séance, les élèves manipulent un carré, un rectangle, un cercle et plusieurs triangles (différents types de triangles). Pour obliger les élèves à constater les figures par les caractéristiques, il est possible de travailler sur des figures non nommables. En effet, lorsque les élèves voient un carré, certains attribuent la forme à une maison. Si on présente aux élèves une forme méconnue, ils ne pourront pas utiliser cette procédure d'identification (associer une figure à un objet connu). Ils seraient donc obligés, de définir les figures et de les identifier par leurs propriétés. Cela travaillerait également le langage géométrique.

4.2 Séance 2 : Assemblage de formes par l'utilisation du Tangram

La séance 2 porte sur l'utilisation du tangram. Le tangram est un puzzle chinois composé de 7 pièces. Ce jeu permet de familiariser les élèves avec les figures positionnées de manière non prototypique. L'objectif de cette séance est de passer de l'analyse de la surface des figures à une analyse des contours. Les élèves de cette classe utilisent régulièrement le tangram de façon autonome durant les temps libres, afin de réaliser des assemblages. Je n'utilise donc pas une séance complète pour les faire découvrir ou redécouvrir le matériel.

Durant la séance, les élèves commencent par assembler des formes librement. Je demande ensuite aux élèves de verbaliser les productions en les comparant avec ceux des camarades. Chaque élève analyse sa production en me désignant les formes géométriques. Chaque figure reconnue sous sa forme prototypique est manipulée et tournée par les élèves lors de la production de l'assemblage. Ils identifient les points communs et différences qu'il puisse exister. Ensuite, (deuxième phase), j'impose un assemblage en le décrivant verbalement. J'annonce aux élèves "*Vous allez prendre 3 figures différentes, et j'aimerais que vous me fassiez une forme où il y a un sommet qui touche un côté*". "*Maintenant, un côté qui touche un autre côté*". Les élèves réalisent plusieurs fois l'activité: "*Utiliser toutes les pièces pour réaliser une figure où toutes les pièces se touchent par un sommet*". Je propose la même

chose, mais cette fois-ci je souhaite que toutes les pièces se touchent par un côté. Puis en fin de séance, nous réalisons un jeu avec les pièces du tangram, le jeu “domino des longueurs”. L’objectif est de réaliser des formes en assemblant plusieurs pièces par les côtés de même longueur. Les élèves identifient, comparent et conscientisent la régularité des longueurs. La verbalisation est importante.

4.2.1 : Analyse a priori de la séance 2

A. Procédures possibles

Lors de la verbalisation et la comparaison des différentes productions (phase 1 de la séance, assembler les formes librement), les procédures utilisées peuvent être les suivantes :

- Utilisation d’un langage non géométrique (les élèves n’utilisent pas le langage géométrique introduit).
- Les élèves associent les productions à des objets connus (j’ai reproduit une maison) : utilisation d’une vision globale et non pas des constituants des figures.
- Pour décrire une forme, l’élève modifie son assemblage et le positionne sous sa forme prototypique (pour ensuite pouvoir lui donner un nom ; c’est un rectangle).
- Utilisation du vocabulaire géométrique.

Durant la deuxième phase (lorsque j’impose l’assemblage), les procédures utilisées sont :

- Les élèves identifient les côtés/sommets par la perception visuelle avant d’assembler les formes.
- Les élèves identifient les côtés/sommets par la modalité haptique (manipulation).

Durant la dernière phase (domino des longueurs), les procédures utilisées sont :

- Superposition des formes pour comparer les longueurs (utiliser la manipulation)
- Alignement des formes pour comparer les longueurs (utiliser la manipulation)
- Utilisation de la perception visuelle (les élèves voient globalement si les longueurs sont les mêmes ou différentes)

B. Analyse des difficultés possibles des élèves :

- Les élèves n’ont pas encore acquis un vocabulaire assez riche pour définir leur production et l’expliquer à un autre élève.

- Les élèves n'ont pas acquis le vocabulaire géométrique et ne l'utilisent donc pas (sommets..) et ne sont donc pas capable de réaliser l'assemblage imposé.
- Les élèves n'ont pas acquis le vocabulaire géométrique ou n'arrivent pas à situer chaque partie énoncé (un sommet , un côté..) à une partie de la figure qu'ils ont face à eux (à quoi correspond le sommet ?..).

C. Analyse des variables didactiques

Lorsque j'impose l'assemblage, les élèves sont libres de choisir les figures du tangram. En variable didactique, je pourrais imposer également le type de figure pour les obliger d'autant plus à former des assemblages de différentes orientations: "*avec un triangle et un rectangle j'aimerais que vous me fassiez...*". Pour renforcer le travail sur les figures non prototypiques je pourrais utiliser plusieurs tangram pour chaque élève afin d'imposer le nombre et le type de forme. Si je demande aux élèves de réaliser un assemblage avec seulement des triangles (assembler 4 triangles qui se touchent seulement par les sommets). Les élèves verront automatiquement les 4 triangles dans des positions différentes. De plus, lors de la description de leur production, je peux obliger les élèves à analyser les figures par les propriétés et non pas par la vision globale (donc les analyser sous leurs formes non prototypiques) afin de les empêcher de les repositionner dans des positions habituelles (prototypiques).

4.3 Séance 4 : Le jeu du portrait

Pour la première phase de cette séance, j'ai réalisé des cartes représentant des bonhommes robots à l'aide de figures géométriques. Les robots sont de différentes formes (la tête, les bras, les mains, le ventre, les jambes, les pieds..). Les élèves sont par groupe de deux. Chaque binôme est constitué d'un élève émetteur d'un message et un élève récepteur du message. Les deux élèves de chaque binôme reçoivent l'intégralité de la collection de cartes de robots. L'émetteur choisit une carte et doit faire deviner au récepteur du message la carte sélectionnée sans nommer les formes qui constituent le robot et sans lui montrer la carte. L'élève doit faire deviner la carte choisie à l'aide des propriétés. Une fois devinée, les élèves changent de rôle.

Pour la seconde phase, j'ai décidé de faire manipuler les élèves. Cette fois-ci ,le jeu se réalise avec des figures manipulables : la moisson des formes. Les élèves vont travailler avec des figures non prototypiques ce qui est intéressant dans cette séquence. J'exclus pour cette

partie les figures méconnues que l'on peut retrouver dans la moisson des formes. Cette phase de la séance permet à l'émetteur d'utiliser le sens du toucher lorsqu'il reçoit les informations afin d'associer les gestes, le langage oral reçu et la perception visuelle globale qui est sollicitée chez les élèves.

Les objectifs généraux de cette séance sont de comprendre qu'utiliser les propriétés d'une figure pour la décrire permet de la reconnaître parmi d'autres figures et identifier les figures quelles que soient leurs orientations.

4.3.1 : Analyse à priori de la séance 2

A. Procédures possibles

Les procédures que les élèves peuvent utiliser sont :

- Mobiliser les propriétés géométriques.
- Manipuler pour reconnaître la carte choisie (associer langage et manipulation: possible durant la phase 2).
- Utiliser la perception visuelle pour reconnaître la carte choisie (associer langage et vision: possible durant la phase 1 et 2).

B. Analyse des difficultés possibles des élèves :

- Difficultés pour décrire le robot (vocabulaire géométrique difficile à mobiliser).
- Ne reconnaît pas les figures non prototypiques.

C. Analyse des variables didactiques

Il est possible d'ajouter des figures totalement méconnues des élèves pour une nouvelle fois les pousser à les voir par leurs propriétés ainsi qu'augmenter le nombre de robots / figures manipulables. Pour les séances que je n'ai pas analysées (séance 3 , 5 et 6) les procédures et difficultés des élèves à prévoir sont vraisemblablement les mêmes que celles présentées ci-dessus.

5. Analyse a posteriori des séances

5.1 Séance 1 : Découverte/redécouverte des propriétés de chaque figure plane

L'une des premières choses pertinentes à analyser de cette séance est la réponse à la question posée pour chaque figure : "Comment savez-vous que c'est un carré/rectangle/triangle/cercle" ? J'ai pris soin de poser la question à chaque élève. La réponse experte est une réponse comportant les propriétés géométriques. Pour analyser les réponses obtenues, j'ai établi 5 niveaux :

Niveau 1 : L'élève ne sait pas décrire la figure géométrique (ne dit rien).

Niveau 2 : L'élève utilise le geste pour pallier un manque de vocabulaire (présente la forme).

Niveau 3 : L'élève associe la figure géométrique à un objet connu de la vie quotidienne (le carré : une maison..).

Niveau 4 : L'élève utilise un vocabulaire transitoire (n'a pas acquis un vocabulaire géométrique) : (la pointe, pointue, le pic, les traits..).

Niveau 5 : L'élève utilise un vocabulaire géométrique (les sommets, les côtés).

Voici les résultats obtenus pour chaque élève et pour chaque figure géométrique avant la phase institutionnelle (et donc durant la phase de recherche). Le tableau indique les niveaux.

| | Carré | Rectangle | Triangle | Cercle |
|---------|-------|-----------|----------|--------|
| Romane | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Mila | 4 | 2 | 4 | 3 |
| Clara | 1 | 1 | 4 | 3 |
| Louanne | 4 | 1 | 4 | 3 |
| Mathias | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Nolan | 2 | 1 | 4 | 3 |

Romane manque de vocabulaire géométrique. Ce qui est également le cas pour Mila sauf pour le rectangle. Pour deux figures, Louanne utilise un vocabulaire transitoire. Cependant, sa réponse m'indique qu'elle ne s'intéresse pas aux propriétés des figures. Elle décrit simplement ce qu'elle voit sans réellement comprendre à quoi cela correspond : *“c'est un carré car il y a des traits” ; “c'est un triangle car il y a des traits”*. La justification donnée ne suffit pas et ne suffira pas à Louanne quand elle se retrouvera face à des figures plus complexes. Elle ne reconnaît pas le rectangle (prérequis pourtant attendu).

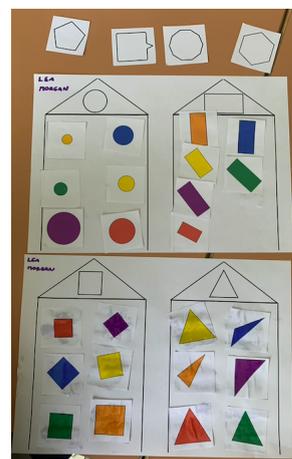
Mathias n'a obtenu que des “Niveau 1” car il ne sait pas expliquer ses réponses. L'élève reconnaît les figures, mais n'a pas du tout compris la notion de propriété. On voit bien par ici que l'élève a acquis des repères visuels qui ne sont en rien, des connaissances géométriques.

Nolan n'a également pas été capable pour le carré et le rectangle de se justifier. Pour le carré il a utilisé le geste dans l'espace en me formant un carré avec ses mains.

Les résultats pour le cercle me montrent bien que les élèves n'ont pas totalement compris quelle vision utiliser pour analyser les figures (la vision contour).

Au niveau du langage, durant la séance je ressens de la frustration de la part de certains élèves, car ils n'arrivent pas toujours à verbaliser ce qu'ils observent. Leurs pensées sont donc réduites à des gestes ou à du silence. Si nous reprenons le tableau présenté durant l'analyse à priori de la séance 1, je peux remarquer qu'aucun élève n'a utilisé le vocabulaire mathématique attendu. De nombreuses fois, les élèves (notamment Mathias et Nolan) m'ont donné comme justification "c'est un cercle, car c'est un rond" ; "c'est un carré, car c'est un carré"... Les élèves ayant le plus de difficultés à mettre des mots sur leurs pensées sont les élèves qui ont le moins mobilisé d'éléments proches des propriétés. Je mets en lien cela avec l'hypothèse 2 de mon mémoire, qui implique la maîtrise du vocabulaire géométrique.

En ce qui concerne la dernière étape de la séance (le tri des formes), le travail en binôme a réellement été bénéfique. En effet, l'ensemble des élèves ont réussi à classer l'intégralité des figures qui étaient pour la majorité, non prototypiques. Je les ai observés et j'ai écouté les échanges entre les élèves. Ils se reprenaient régulièrement l'un et l'autre lorsqu'ils n'utilisaient pas le vocabulaire géométrique énoncé juste avant. Une nouvelle fois, cela me montre que le travail collectif permet les échanges langagiers qui eux même permettent de confronter les élèves entre eux. Un conflit socio-cognitif se met en place leur permettant de mémoriser au mieux le vocabulaire par exemple.



Au niveau des procédures utilisées durant la phase de recherche, Romane et Mila sont les seules à utiliser le dénombrement des côtés des figures pour se justifier. Louanne, Mathias et Nolan n'utilisent pas la perception haptique (tactilo-kinesthésique) mais essentiellement la perception visuelle. Ils prennent en main quelques fois les figures, mais certainement pas pour les analyser et les déconstruire mentalement. Clara utilise la manipulation, mais manque certainement de vocabulaire. En ce qui concerne Mila et Romane, est effectué le contour des figures par le doigt. Je remarque que les élèves ayant le plus de facilité à me décrire les figures sont ceux qui mobilisent la manipulation (hypothèse 1 du mémoire).

Au niveau de la reconnaissance des formes sous leurs formes non prototypiques, les élèves ont appliqué ce que j'ai institutionnalisé. Ils n'ont pas repositionné les formes sous

leurs positions habituelles mais m'ont énoncé certaines propriétés, encore bien fragiles à ce stade. Avec du recul, je pense ne pas avoir pris assez de temps pour travailler les figures non prototypiques manipulables. Intégrer durant la phase d'institutionnalisation des formes manipulables et non prototypiques aurait pu être intéressant. Durant la séance, j'ai demandé aux élèves de modifier l'orientation des formes planes (blocs asco) qui étaient, au départ, positionnées de façon prototypique. J'ai demandé aux élèves de tourner le triangle, et de me dire si c'est toujours dans ce cas un triangle. J'ai réalisé l'opération pour les 4 figures. J'aurais également pu utiliser la moisson des formes pour montrer directement toutes les positions possibles de chaque figure. Nous avons cependant repéré pour chaque figure ses propriétés en fonction de leurs orientations, les élèves en ont déduit que les propriétés ne changeaient pas. C'est seulement la position de la figure qui est différente. Nous avons conclu que ce n'est pas la position d'une figure qu'il faut analyser pour la reconnaître (vision globale) mais passer par les propriétés pour les analyser.

Je retiens de cette séance, que les échanges langagiers et la mobilisation du vocabulaire mathématique attendu permet aux élèves de mieux visualiser ce qu'on attend d'eux. De plus, avoir fait manipuler les élèves leur a permis de prendre conscience de comment analyser une figure.

5.2 Séance 2 : Assemblage de formes par utilisation du Tangram

Durant cette séance, les élèves sont amenés à manipuler les pièces du tangram. Lors de la première phase de la séance, les élèves sont invités à comparer les productions d'assemblage et sont donc incités à utiliser un vocabulaire géométrique. J'ai rapidement constaté durant les échanges qu'une bonne partie des élèves réinvestit le vocabulaire appris. J'ai pris le temps, avant de lancer les élèves dans l'échange collectif, de demander à chaque élève de m'expliquer leur assemblage. J'ai trouvé cette étape intéressante, car certains élèves ont produit des formes planes étudiées à l'aide de plusieurs autres formes.

Romane et Clara ont fait le choix de juxtaposer deux triangles pour former un carré. Les deux élèves ont réussi à me justifier leur choix tout en mobilisant le vocabulaire adapté. Prenons le cas de Romane :

Enseignant - *“Quel assemblage as-tu réalisé ?”*

Romane - *“J'ai fait un carré”*

Enseignant - *“Comment as-tu assemblé ton carré ?”*

Romane - *“Avec deux triangles je les ai collé par leur côté”*



Comme on peut le voir sur la photo, l'élève à tout d'abord pointé du doigt les deux triangles pour les identifier. Elle a ensuite parcouru les contours des deux triangles pour m'expliquer comment elle a formé un carré. Romane déconstruit la figure.

Le cas de Mila est également intéressant. L'élève a réalisé un rectangle. Elle a d'autant plus, sans lui avoir réellement demandé, justifié sa réponse.

Enseignant - *“Quel assemblage as-tu réalisé ?”*

Mila - *“Un rectangle avec des figures”*

Enseignant - *“Comment as-tu assemblé ton rectangle ?”*

Mila - *“C'est un rectangle car il a 4 côtés et 4 pointes”.*

Enseignant - *“Somm....”*

Mila - *“Sommets”.*

Enseignant - *“Oui mais comment as-tu fait pour obtenir un rectangle ?”*

Mila - *“J'ai mis 2 triangles pour faire un carré. Et un rectangle c'est plus long donc j'ai ajouté un petit carré et deux petits rectangles avec un a l'envers au moins les deux côtés sont plus longs..”*



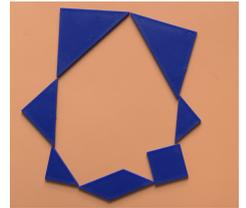
Les cas de Louanne , Mathias sont moins intéressants (Nolan étant absent ce jour-là). Durant cette séance, Louanne était peu concentrée. Elle a réalisé exactement la même figure que Mathias, sans y réfléchir. Louanne n'a pas su m'expliquer ce qu'elle a fait.



Pour Romane, Clara et Mila, le discours géométrique se rattache à la visualisation. La précision du vocabulaire offert par ces élèves (malgré l'erreur de Mila “pointe” au lieu de “sommets”) influence la perception globale que ce font les élèves. Le vocabulaire employé et la déconstruction dimensionnelle serait donc intimement lié. Mon hypothèse portant sur l'importance du langage oral est validée durant cette séance. Les élèves manipulent les formes, réalisent pour certains une déconstruction dimensionnelle tout en utilisant certaines propriétés pour décrire des formes, et même des formes non prototypiques réalisées dans l'assemblage.

Manipuler les pièces du tangram a permis aux élèves d'identifier plus facilement les caractéristiques des figures. La deuxième phase de la séance (imposer un assemblage à l'oral)

m'a montré que les élèves avaient tous acquis la notion de *côté* et *sommet* et arrivent à se les représenter mentalement pour les associer à une partie de chaque figure. Lorsque j'ai demandé aux élèves : *"Utiliser toutes les pièces pour réaliser une figure où toutes les pièces se touchent par un sommet"* , ils ont remarqué que certaines figures étaient "retournées" ou dans une position "différente". Les élèves ont manipulé et perçu les figures d'une autre manière. J'en ai profité pour leur demander de me décrire les figures *"dans une position différente"*.



Ils ont été amenés par exemple pour le triangle, à mobiliser ses propriétés :

Mathias - *"Un triangle c'est toujours un triangle même s'il est à l'envers ou le sommet en bas ou à côté"*.

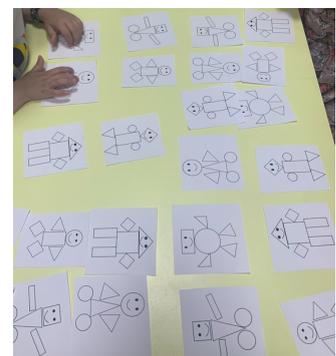
Depuis Mathias me répète et répète à l'ensemble de ces camarades dès qu'il est confronté à des figures planes *"qu'un carré reste un carré même s'il est penché car il faut regarder s'il a 4 sommets et 4 côtés pareils"*... L'élève a compris les procédures à utiliser pour identifier les figures, ce qui lui facilitera leurs reconnaissances.

J'ai constaté en général que les élèves allient la perception visuelle et haptique. La manipulation est un complément à la vision. Cela est vérifié durant cette séance car les élèves ont très bien réussi l'activité. Louanne a eu plus de difficultés durant cette séance, mais je pense que son manque de concentration a joué.

5.3 Séance 4 : Le jeu du portrait

Le jeu du portrait se déroule à la séance 4 de la séquence d'apprentissage. Les élèves commencent à ce stade à automatiser le vocabulaire géométrique et les procédures à mettre en œuvre pour reconnaître une figure géométrique.

Une bonne connaissance des propriétés géométriques est essentielle pour réaliser cet exercice. Au début de l'activité, les élèves ont eu du mal à ne pas nommer directement la forme géométrique. Les élèves disaient par exemple "la tête du robot est un cercle...". J'ai explicité et réalisé plusieurs exemples avec eux pour qu'ils comprennent l'enjeu de l'activité.



Une fois compris, les élèves ont utilisé les propriétés des figures pour décrire le robot. L'activité a très bien fonctionné et a permis aux élèves de mobiliser les propriétés sans trop de problèmes.

La deuxième phase de la séance a été plus intéressante, car une nouvelle fois les élèves ont allié trois aspects fondamentaux dans la reconnaissance des figures : la perception , la manipulation et le langage oral. Introduire la moisson des formes m'a permis de constater que les élèves avaient avancé à ce stade de la séquence. Les figures non prototypiques leurs posent moins de problème car ils perçoivent les figures non plus comme des formes "landa" mais comme des formes constitués de propriétés qui permettent de les décomposer. Cela affine leurs visions.

La limite constatée de ce jeu lors de la séance est la difficulté à prendre en compte pour le récepteur du message, l'intégralité du message mathématique envoyé. En effet, le récepteur ne retient que pour la plupart des cas un seul des critères envoyés par l'émetteur, ce qui peut induire en erreur car cela n'est pas suffisant pour déterminer la figure.

5.4. Analyse rapide des séances 3, 5 et 6.

La séance 3 (jeu du kim du toucher) est un jeu de reconnaissance tactile. Pour reconnaître les figures dans le sac les élèves doivent sentir par le toucher, le nombre de côtés de la figure, la présence ou non de sommets..La manipulation est mobilisée depuis le début de la séquence. Durant cette séance, je remarque que les élèves allient reconnaissance par le toucher, capacité à mobiliser les propriétés à l'oral en utilisant un vocabulaire adapté.

La séance 5 (géoplan) demande aux élèves de construire mentalement la figure (vision 2D) avant de la reproduire sur le géoplan. Pour former la figure, les élèves décomposent la figure par les lignes et contours (1D) et par ses extrémités, comme par exemple les sommets (vision 0D). Une nouvelle fois, ils manipulent les élastiques pour former la figure.

La séance 6 est une séance "facultative" permettant d'aller plus loin tout en mobilisant une nouvelle fois les propriétés pour dessiner les figures.

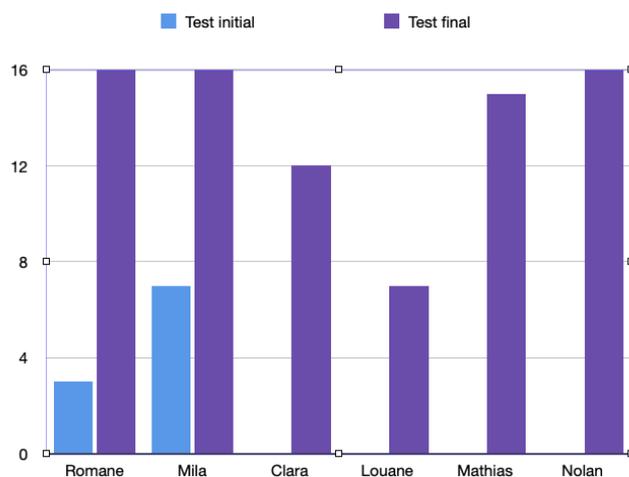
L'ensemble des séances de la séquence mobilise les aspects présentés dans mes hypothèses et se relie avec mon cadre théorique, qui montre l'importance de la manipulation et du langage. J'ai également constaté durant la séquence, que des élèves de 5 ans sont totalement capables de mobiliser à bon escient les propriétés. J'aimerais maintenant vérifier, si l'utilisation de la manipulation alliée à la perception visuelle (perception de base) et le langage, permet de faciliter la reconnaissance des formes géométriques quelles que soient leurs positions (prototypiques et non prototypiques). Pour cela, j'ai réalisé une évaluation sommative individuelle que je vais vous présenter ci-dessous.

5.5 Analyse de l'évaluation sommative

Cette évaluation me permettra de voir si mes hypothèses se valident : la manipulation et les activités langagières (mobilisant le langage géométrique) permettent une meilleure reconnaissance des formes non prototypiques. Je vais pour cela comparer avec le test mis en place en tout début de séquence me permettant d'opérer un choix plus pointu sur les élèves à sélectionner pour la séquence.

Pour l'évaluation sommative, au vu des résultats obtenus lors de l'évaluation diagnostique et durant le test 1, je n'ai pas effectué d'évaluation pour le cercle. Pour que le test soit comparable au test 1, j'ai repris les formes plates en plastique. J'ai présenté aux élèves 4 formes non prototypiques pour chaque figure plane (carré, rectangle triangle) soit 16 figures en tout. Voici les résultats obtenus lorsqu'on compare avec le test 1 :

Comparaison du nombre de figures prototypiques reconnus entre le test initial et final (16 figures présentées) :

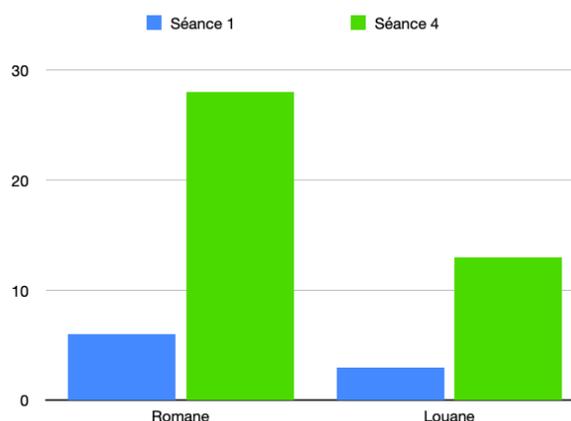


On peut constater que les résultats sont significatifs. Au cours de la séquence, j'ai remarqué que Romane a très vite compris et mémorisé les propriétés de chaque figure. Elle reconnaît à ce stade 100% des figures non prototypiques des figures étudiées. Mila est la deuxième élève à reconnaître désormais les figures non prototypiques à 100%. Clara a également grandement évolué dans sa reconnaissance des figures géométriques non prototypiques (reconnaissance à 75%), cependant elle réalise encore quelques erreurs. Les rectangles lui posent un peu plus de problèmes lorsque la comparaison des longueurs entre carré et rectangle est difficile à visualiser. Louane a certainement besoin de continuer à travailler sur les formes. Elle confond encore les carrés et rectangles. Elle utilise également parfois "triangle" pour désigner un rectangle. Nommer les formes dans leur position prototypique reste encore parfois difficile pour elle. Je pense que cela explique ses difficultés.

Elle a cependant tout de même bien évolué, car elle reconnaît 43,75% des figures non prototypiques présentées (malgré ses difficultés en termes d’acquisition du vocabulaire elle est maintenant capable de chercher quelques propriétés). Mathias reconnaît 93,75% des figures non prototypiques. Il n’a pas su reconnaître un rectangle fortement “allongé” paraissant écrasé. L’élève a verbalisé les propriétés de la figure mais l’imagé à pris le dessus. D’où l’importance de familiariser les élèves avec tout type de figure.. Pour finir, Nolan est, à mon sens, l’élève qui à le plus progressé. Il a également rapidement intériorisé et conscientisé les propriétés. Durant chaque séance, en verbalisant ses pensées il m’a prouvé qu’il a changé de regard envers les figures planes.

Ne pouvant pas réellement mesurer la progressivité dans l’utilisation de la manipulation sachant que celle-ci a été mobilisée durant toutes les séances d’apprentissage, j’ai décidé d’analyser au cours des séances l’utilisation du vocabulaire des élèves. J’ai pour cela comparé les résultats de deux élèves dans la reconnaissance de figures non prototypiques (graphique précédemment présenté) en fonction de leur utilisation du vocabulaire géométrique. J’ai choisi Romane et Louane. Pour l’analyse, je me base sur le vocabulaire suivant : carré, rectangle, triangle, cercle, sommets, côtés. Je pars d’une grille d’observation utilisée durant les séances 2 et 4. Cela me permet de présenter la quantité de vocabulaire géométrique utilisée durant les deux séances.

Voici les résultats obtenus :



Durant la séance 4, Romane a intégralement utilisé du vocabulaire géométrique (parfois l’élève utilise “pointe” au lieu de “sommet” mais se corrige rapidement..). Louanne a présenté plus de difficultés au niveau du vocabulaire, mais s’est améliorée. Les résultats que nous offrent le graphique mènent à penser que les élèves qui reconnaissent le plus facilement des figures non prototypiques à ce stade, sont ceux ayant acquis le langage géométrique le plus élaboré. Ces élèves ont réussi à associer les deux éléments (langage et propriété) ainsi

que la vision et la manipulation. Ils mobilisent simultanément le sensoriel et le langage oral géométrique. Cela valide mon hypothèse portant sur l'efficacité du langage géométrique dans la reconnaissance des figures non prototypiques. Ces deux variables (langage et reconnaissance) évoluent donc simultanément.

6. Synthèse des résultats

Lorsque j'ai élaboré la séquence, je ne m'imaginai pas que les élèves allaient aussi rapidement intégrer les caractéristiques des figures. Ils ont très vite compris qu'une forme était déterminée par ses caractéristiques et non pas par son orientation dans l'espace. Cela est en très grande partie grâce à la manipulation car elle permet d'enregistrer les informations et procédures à utiliser dans la mémoire à long terme. De plus, les élèves ont pu découvrir différents positionnements possibles d'une figure. Ils les ont analysés dans différentes orientations en revenant toujours à la même conclusion : **les propriétés ne changent pas**. Ils ont de plus grâce à la manipulation, déconstruit les figures. Ils ont changé de regard envers celles-ci.

Les résultats de l'expérimentation nous montrent que la manipulation incite l'acquisition d'un vocabulaire plus riche au niveau géométrique. De plus, comme je l'ai présenté dans la partie théorique, la méthode visuo-haptique nous montre qu'utiliser la manipulation, les doigts, la sensorialité permet de faciliter les représentations mentales des figures planes. Lorsque je compare le regard que possèdent les élèves envers les formes au début et à la fin de la séquence, je constate qu'il a totalement évolué pour une bonne partie. Les élèves ne voient plus les formes comme avant. Ils sont passés à une vision plus experte, ce qui facilitera leurs entrées dans la géométrie instrumentée, enseignée à l'école élémentaire. Cela me permet de valider ma première hypothèse qui repose sur la mobilisation de la manipulation afin de faciliter la reconnaissance des figures.

Le langage utilisé par les élèves joue également selon moi un rôle fondamental. En effet, il complète la manipulation. Les élèves mettent des mots sur ce qu'ils déconstruisent grâce au toucher. La déconstruction dimensionnelle est facilitée par la capacité des élèves à expliciter ce qu'ils ressentent. D'autant plus lorsque les élèves ont la possibilité d'échanger entre eux. Essayer de se faire comprendre en reformulant et en utilisant les conseils des autres (reprise de la part d'un camarade pour reformuler et utiliser le vocabulaire adapté) permet aux élèves d'apprendre. J'ai vu au fur et à mesure des séances, les élèves évoluer au niveau de la reconnaissance et à leur capacité à justifier leur choix. La frustration constatée au départ chez

certains élèves, les empêchaient d'observer les figures par leurs propriétés. L'acquisition d'un langage expert et la reconnaissance des formes sont pour moi deux apprentissages liés. Ces résultats me permettent également de valider ma seconde hypothèse portant sur les interactions langagières ainsi que sur l'utilisation d'un langage expert.

Lorsque j'ai choisi de prendre dans mon groupe Romane, élève âgée de 4 ans, je pensais que son plus jeune âge allait empiéter sur ses capacités. Mais je me suis trompée. Il faut finalement utiliser simplement les bons outils pour faire évoluer les regards.

Pour conclure cette partie, les élèves ont tous évolué. Les écarts n'ont pas été comblés, mais chacun a pu avancer à son rythme. Des progrès sont visibles chez les 6 élèves.

7. Conclusion

Fréquemment, les élèves associent la géométrie comme une science des mathématiques difficile. Finalement, au terme de ce travail de recherche, j'ai compris comment enrôler plus facilement les élèves dans les activités géométriques et surtout comment leur apporter une vision différente de cette discipline. J'ai compris que les outils utilisés, la manière de procéder et de ménager son enseignement est primordial. En effet, je me suis particulièrement intéressée dans ce mémoire, à l'enseignement des figures planes à l'école maternelle. Je me suis aperçue à la suite de mes lectures, que les élèves avaient des difficultés à dépasser la perception perceptive ce qui engendrent des difficultés dans la reconnaissance des figures. Notamment, lorsque celles-ci sont positionnées d'une différente manière. C'est pourquoi, j'ai tenté de répondre à la question suivante : *Comment aborder dès le cycle 1 l'enseignement des formes planes pour inciter les élèves à passer d'une vision prototypique à non prototypique ?*

Pour y répondre, j'ai formulé les hypothèses suivantes :

- Aborder les formes planes par la manipulation permet une meilleure reconnaissance des formes.
- Les activités langagières et l'utilisation d'un langage géométrique permettant de mieux identifier les formes planes et verbaliser les procédures d'identifications.

La séquence d'apprentissage élaborée en classe m'a permis de les tester et de les vérifier. Les élèves progressent plus rapidement lorsqu'ils utilisent des outils permettant la manipulation des figures. L'utilisation du langage oral facilite l'acquisition du vocabulaire géométrique et permet aux élèves de se rendre compte de ce qu'ils observent et déconstruisent. Cependant, même si cela a été une réussite sur l'échantillon de ces 6 élèves, je me suis rendue compte lors de la rédaction du mémoire et donc l'analyse de mes séances, que l'ajout d'autres activités auraient pu être très bénéfiques, par exemple travailler sur des formes manipulables non nommables, comme le présente Céline-Vendeira-Maréchal dans l'un de ses articles. J'ai manqué de temps pour aller plus loin dans l'élaboration de ma séquence. Néanmoins, je retiens l'ensemble des variables didactiques possibles à mettre en place pour ma future classe.

J'ai du côté scientifique, beaucoup appris. J'ai réalisé de nombreux liens avec les programmes scolaires éducol. La manipulation, la rencontre d'activité sensorielle à l'école maternelle revient de nombreuses fois dans le bulletin officiel. Avant toutes ces recherches effectuées, je ne m'imaginai pas l'importance de la manipulation dans les apprentissages. Diriger la manipulation permet d'amener les élèves vers un but donné. Dans le cas de l'apprentissage des figures planes, la manipulation permet de diriger les élèves vers la perception des propriétés. En ce qui concerne le langage, j'ai une nouvelle fois pu établir un lien entre les articles de recherche et les programmes plaçant le langage oral (comprenant l'acquisition d'un vocabulaire riche) comme une nécessité dans la réussite scolaire des élèves. J'ai beaucoup lu et retenu les principes clés de ces articles scientifiques. Ce qui m'a permis d'établir des situations d'apprentissage adaptées aux élèves.

Grâce à la mise en place de l'expérimentation en classe, j'ai également évolué d'un point de vue professionnel. J'ai dû apprendre à m'organiser dans mes séances et à les réorganiser en fonction du comportement et des réactions des élèves. Je me suis rendue compte que réaliser une analyse à priori avant de mettre en place l'activité est plus qu'important pour anticiper les procédures et les difficultés des élèves. Lorsque tout cela est réfléchi en amont, il est plus facile d'adapter sa séance en temps réel. La mise en place de la séquence m'a également appris à réaliser de façon efficace une fiche de préparation reprenant les étapes essentielles de la séance. Je retiens que l'explicitation est un point clé dans la compréhension de l'activité.

BIBLIOGRAPHIE / SITOGRAPHIE

Documents officiels :

- ❖ Eduscol - Ministère de l'Education Nationale [en ligne] - consulté le 20 février 2022. Mathématiques. documents d'accompagnements des programmes de 2016. Espace et géométrie au cycle 3.
Disponible d'accès → https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Geometrie/38/5/RA16_C3_MATH_Espace-geometrie_897385.pdf
- ❖ Eduscol - Ministère de l'Education Nationale [en ligne] - consulté le 31 mars 2022. Programmes du cycle 1, 2 et du cycle .
Disponible d'accès → <https://eduscol.education.fr>
- ❖ Eduscol - Ministère de l'Education Nationale [en ligne] - consulté le 15 mars 2022
Contribution aux travaux des groupes d'élaboration des projets de programmes C 2, C3 et C4 - Marie-Jeanne Perrin-Glorian
https://cache.media.education.gouv.fr/file/CSP/11/5/Perrin-Glorian_Marie-Jeanne_PU_CSP_Contributionm_376115.pdf

Ouvrages / articles

- ❖ MONTESSORI Maria (1934) , *Psycho géométrie : L'étude de la géométrie fondée sur la psychologie de l'enfant.*
- ❖ BERDONNEAU C. (2006). De l'importance des gestes pour l'apprentissage des concepts mathématiques. *Conférence pédagogique au CRDP de Rouen, 7 juin 2006.*
- ❖ COUTAT Sylvia , VENDEIRA Céline. "C'est une montagne ou une trompette?" *Entre perception globale et caractéristiques des formes aux cycles 1 et 2. Grand N n°100, 79-104.* Disponible d'accès → https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/grand-n-100-2_1555444703265-pdf
- ❖ COUTAT-GOUSSEAU S. , VENDEIRA-MARECHEL C. (2015). *Des pointes, des pics et des arrondis en 1P-2P. MathEcole (223), 14- 19".*
Disponible d'accès → https://www.revue-mathematiques.ch/files/7114/6288/8783/ME223_Coutat-Vendeira.pdf
- ❖ COUTAT S., 2012. *Vers une évolution de la vision en géométrie au primaire avec un logiciel de géométrie dynamique. MathEcole (218), 50-54.*
Disponible d'accès → https://www.revue-mathematiques.ch/files/7414/6288/8722/ME218_Coutat.pdf
- ❖ PINET L. , GENTAZ E. , *La reconnaissance des figures géométriques planes par les enfants de 5 ans* Grand N n° 80, pp. 17 à 28, 2007.

Disponible d'accès →

<https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/GN/IGR07021/IGR07021.pdf>

- ❖ DUVAL R. , GODIN M. , 2005. *Les changements de regard nécessaires sur les figures*. *Grand N* n°76, 7-27.

Disponible d'accès →

https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/76n2_1554801689010-pdf

- ❖ BERTHELOT R. , SALIN MH., *L'enseignement de la géométrie à l'école primaire* ,Grand N,. nO 53 pp. 39 à 56, 1993-1994. Disponible d'accès →

https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/53n5_156292991067

- ❖ CELI, V., & PERRIN-GLORIAN, M.-J. (2014). *Articulation entre langage et traitement des figures dans la résolution d'un problème de construction en géométrie*. *Spirale*, 54, 151–174. Disponible d'accès →

https://www.persee.fr/docAsPDF/spira_0994-3722_2014_num_54_1_1041.pdf

ANNEXES

Annexe 1

Groupe rose

| Élèves | Triangles 7 | | Carrés 4 | | Cercles 3 | | Rectangles 4 | | Pièges 6 |
|----------|----------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | |
| A | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| B | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| C | 1/1 | 5/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| D | 1/1 | 2/6 | 2/2 | 2/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| E | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| F | 1/1 | 2/6 | 2/2 | 2/3 | 3/3 | | 1/1 | 2/3 | 0 |

Groupe orange

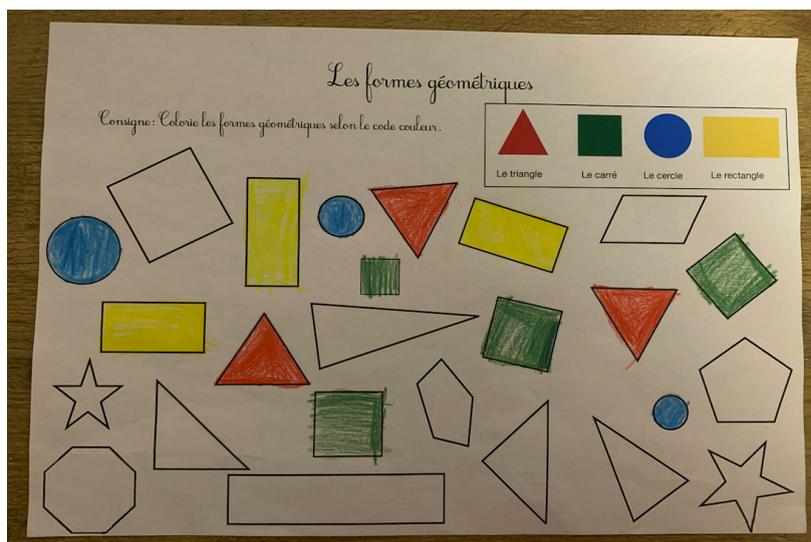
| Élèves | Triangles 7 | | Carrés 4 | | Cercles 3 | | Rectangles 4 | | Pièges 6 |
|----------|----------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | |
| A | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| B | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| C | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| D | 1/1 | 2/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | | | 0 |
| E | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 3 |
| F | 1/1 | 4/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 2/3 | 0 |

Groupe jaune

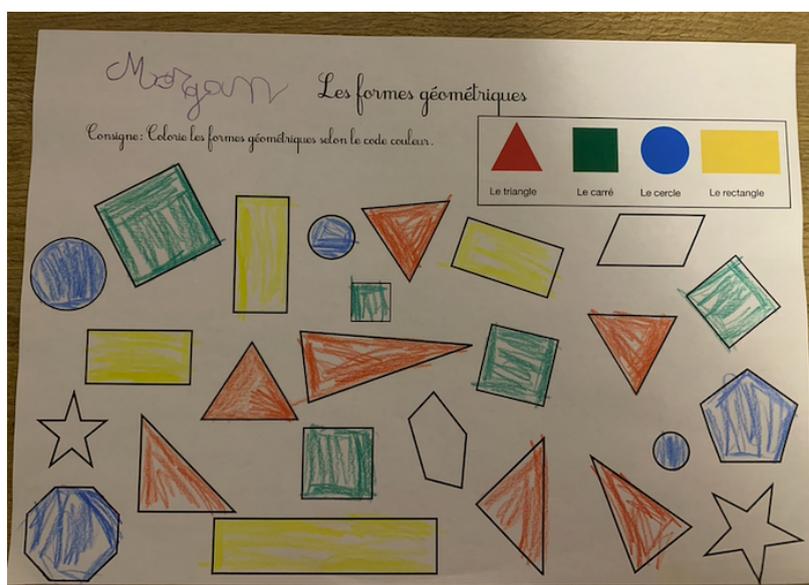
| Élèves | Triangles 7 | | Carrés 4 | | Cercles 3 | | Rectangles 4 | | Pièges 6 |
|----------|----------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | |
| A | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| B | 0/1 | 5/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| C | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 2 |
| D | 1/1 | 2/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| E | 1/1 | 3/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |

| Élèves | Triangles 7 | | Carrés 4 | | Cercles 3 | | Rectangles 4 | | Pièges 6 |
|--------|----------------|---------------------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | Prototypique | Non prototypique | |
| A | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 2 |
| B | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 1 |
| C | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 1 |
| D | 1/1 | 2/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 0 |
| E | 1/1 | 6/6 | 2/2 | 3/3 | 3/3 | | 1/1 | 3/3 | 4 |
| F | 1/1 | 2/6 | 2/2 | 2/3 | 3/3 | | 1/1 | 2/3 | 2 |

Annexe 2



Annexe 3



Annexe 4

TEST : Reconnaissance des formes géométriques dans leurs formes prototypiques et non prototypiques ; l'élève reconnaît-il la figure ?

| | CARRÉ Prototypique | CARRÉ Non prototypique | RECTANGLE Prototypique | RECTANGLE Non prototypique | TRIANGLE Prototypique | TRIANGLE Non prototypique | CERCLE | PIÈGES |
|---------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------|--------|-----------|
| Louanne | OUI | NON | NON | NON | OUI | OUI/non | OUI | PAS PIÉGÉ |
| Clara | OUI | NON | OUI | NON | OUI | NON | OUI | PAS PIÉGÉ |
| Mila | OUI | NON | OUI | OUI | OUI | OUI | OUI | PAS PIÉGÉ |
| Nolan | OUI | NON | OUI | NON | OUI | NON | OUI | PAS PIÉGÉ |
| Mathias | OUI | NON | OUI | NON | OUI | NON | OUI | PAS PIÉGÉ |
| Romane | OUI | NON | OUI | NON | OUI | NON | OUI | PAS PIÉGÉ |

Annexe 5

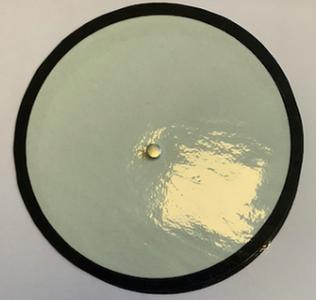




TRIANGLE
Triangle
Triangle



TRIANGLE
Triangle
Triangle



CERCLE
Cercle
Cercle