

USAGE DE POLYDRONS POUR UNE INITIATION À LA GÉOMETRIE EN MATERNELLE

Anne BERTOTTO

PEMF, école maternelle du Pileu-Massy (91)

IUFM d'Étiolles (91)

Anne.bertotto@ac-versailles.fr

Résumé

Cette communication a pour objectif de réfléchir sur l'incidence de la manipulation problématisée d'objets géométriques, en l'occurrence d'un matériel qui se compose de polygones pouvant s'articuler pour réaliser des polyèdres, contribuant à la construction de savoirs géométriques et ce, dès l'école maternelle.

Bien que la géométrie ne figure pas explicitement dans les programmes, les jeunes élèves sont-ils capables de développer les connaissances mathématiques en relation avec la géométrie ?

Après avoir profité depuis plusieurs années des apports de la COPIRELEM, j'ai pensé qu'il était temps d'apporter, à mon tour, ma contribution. Je suis PEMF, attachée à l'École Maternelle et aux Mathématiques. En effet, les formateurs en maternelle se raréfient et la discipline mathématique n'apparaît plus explicitement en tant que rubrique dans les nouveaux programmes.

Penser la géométrie dès l'école maternelle est concevable. En effet, les instructions officielles évoquent un travail possible en maternelle menant vers les mathématiques (document d'accompagnement des programmes). C'est dans la rubrique « découverte du monde » que des propositions d'activités trouveront les prolongements dans les apprentissages mathématiques ultérieurs : « *En effet, les enfants n'attendent pas le cycle 2 pour utiliser un mode de pensée mathématique et commencer à l'élaborer leurs premières connaissances dans ce domaine.* (1) » On peut alors se poser la question de savoir comment penser la géométrie à l'école maternelle ? Ce sujet a fait l'objet d'une recherche-action sur plusieurs années avec une équipe se composant d'une PEMF, un PIUMF, une IEN, une CPC autour de la problématique énoncée dans la présentation de cette communication.

Est-il possible de faire de la géométrie à l'école maternelle ? Pourquoi est-ce si difficile ? Quelle géométrie est envisageable au cycle 1 ? Nous essaierons de répondre à ces questions. Depuis plusieurs années nous avons essayé de construire un parcours dans la géométrie sous forme de situations-problèmes « à rebondissements » et pour lesquelles la manipulation et l'expérimentation sont nécessaires. Nous espérons que ce chemin incitera les enseignants à oser la géométrie à l'école maternelle. Nous tenterons d'être source de propositions face à ce vaste sujet et nous proposerons une progression de démarches de séances de géométrie avec un matériel donné : les « polydrons » (*POLYDRON Didacto www.didacto.fr ou CAMIF « volumes à construire »*). C'est le fruit d'un travail de plusieurs années, sur plusieurs écoles et sur plusieurs niveaux : MS, GS, CP, CE1. Il ne s'agit pas d'un modèle, ni d'une quelconque méthode. Nous essaierons de montrer qu'il est possible de poser des assises en géométrie à l'école maternelle.

I – GÉOMÉTRIE AU C1 : ENJEUX D'APPRENTISSAGES ET PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT

I –1 Difficultés et enjeux de l'enseignement de la géométrie à l'école primaire

La géométrie serait elle la mal aimée de l'enseignement des mathématiques ?

La géométrie est un domaine des mathématiques qui « laisse peu de souvenirs dans la mémoire des anciens élèves et des futurs professeurs ; elle est enseignée avec réticences à l'école... » (Boule, 2001). C'est un domaine des mathématiques dont l'enseignement à l'école primaire voit des pratiques très différentes d'une école à l'autre et, bien souvent c'est la matière qui est laissée aux PE2 lors des stages en responsabilité et notamment ce qui concerne l'étude des solides.

A ceci, rien d'étonnant puisque l'enseignement de la géométrie est difficile car « sa compréhension se situe au carrefour du sensible et de l'intelligible » (Bkouche, Charlot, Rouche, 1991).

Pourtant, on s'accorde aujourd'hui à souligner le rôle fondamental de l'enseignement de la géométrie qui contribue à la formation de la pensée scientifique et « *préparerait les élèves à aborder d'autres théories mathématiques* » (Brousseau, 2000).

Se pose alors la question de savoir comment aborder la géométrie avec les élèves.

Notre quotidien est rempli de sollicitations qui nous renvoient à des connaissances liées au domaine de la géométrie : lire une carte, repérer un trajet, mesurer des distances, évaluer des grandeurs, faire un plan....

Dès leur plus jeune âge, les enfants appréhendent l'espace à travers leurs découvertes motrices : monter, descendre, passer d'un endroit à un autre, se repérer dans l'école, courir longtemps pour aller plus loin, courir vite mais moins loin.... Ils manipulent les objets avec une précision croissante : faire un puzzle, encastrier un cube dans un autre, construire une maison en lego, démonter et remonter un objet... C'est à travers ces expériences que se construisent des représentations, des repérages, une familiarisation avec les formes et les grandeurs...

Le champ de ces expériences est prépondérant et trace déjà le chemin et du raisonnement : chercher, essayer, tester, anticiper, justifier, prouver, valider... Elle est le résultat d'un travail de la pensée, comme celle des mathématiciens à travers l'histoire et celle de l'enfant à travers ses apprentissages.

Lismont, Rouche (2002) en font même l'analyse suivante : « *Assembler et construire sont des modalités d'une pensée géométrique qui se manifeste d'abord dans l'action. Il s'agit bien d'une pensée, car ces actions comptent des enchaînements que l'enfant maîtrise, adapte, garde en mémoire et peut répéter. Lorsque le langage apparaît, il fait plus qu'accompagner l'action : par son pouvoir d'évocation, il aide à la concevoir et à la corriger en cours de route. Quand les situations se compliquent, il étend son rôle jusqu'à devenir l'instrument du raisonnement. Cette évolution aboutit aux théorèmes qui fondent les constructions géométriques.* »

Il s'agit là d'une perspective à laquelle nous adhérons et que nous avons essayé de mettre en pratique dans notre expérience qui aborde le problème de l'enseignement de la géométrie dès la maternelle.

I – 2 Le problème de l'initiation à la géométrie en maternelle

La spécificité de l'école maternelle tient au fait qu'il s'agit d'une École qui accueille de très jeunes enfants et ce, pour une première scolarisation. Pour la plupart d'entre eux c'est le temps des premières séparations, la découverte d'un nouveau statut, celui d'élève. Les enseignants de maternelle doivent jongler entre la nécessité de poser les premiers apprentissages tout en préservant l'enfant.

C'est dans ce souci de bien être et de bien faire que les classes maternelles sont dotées de matériels pédagogiques : puzzles, jeux de constructions (cubes, duplo, meccano), blocs logiques, jeux d'encastrement, jeux de plateau avec déplacements sur échiquier... Les connaissances sollicitées visent à la structuration de l'espace et plus particulièrement vers le « méso-espace » (4). Ces jeux sont aussi utilisés pour manipuler mais, le terme « manipuler » renvoie plutôt à des objectifs au service de la « psychomotricité fine » plutôt qu'un sens mathématiques. C'est plutôt la prouesse motrice et la performance qui sont repérées plutôt que les opérations mentales effectuées sur les objets.

Au fur et à mesure que l'enfant grandit, les manipulations (citées ci-dessus) disparaissent peu à peu au profit des activités papier/crayon/fichiers. C'est l'espace feuille qui est alors privilégié, vers le « micro-espace ». Malheureusement, ces pratiques arrivent bien trop vite (parfois dès la petite section) et données dans la précipitation c'est à dire, sans activités de repérage, de mise en situation de recherche dont le sens est identifié. Par exemple, on demande aux enfants de colorier tous les carrés qu'ils voient dans un dessin sans avoir eu d'activités de tris de formes et sans savoir ce que ce coloriage va leur apporter.

Le problème de l'initiation à la géométrie à l'école maternelle se révèle donc complexe. Le nouveau programme nous donne des indications à ce sujet, indications qui paradoxalement peuvent déstabiliser les enseignants de maternelle :

- le terme « géométrie » n'apparaît pas. La géométrie est identifiée comme telle à partir du cycle 2. Les documents d'accompagnement des programmes abordent la question de l'enseignement des mathématiques à l'école maternelle « *vers les mathématiques, quel travail en maternelle ?* » (1) par une approche transversale visant à installer les fondements « *d'une pensée scientifique et logique* » tout en pensant « *les apprentissages sur le long terme* » ;
- les instructions insistent alors dès la maternelle sur l'importance de proposer aux élèves des « problèmes pour chercher » Pourquoi des problèmes pour chercher et quels problèmes ? Telles sont les questions auxquelles les enseignants de l'école maternelle sont confrontés. Est-ce à dire qu'il ne faut pas « faire des maths » à l'école maternelle ? Les formateurs ont là un travail d'accompagnement, de lisibilité, d'interprétation, de compréhension à mettre en chantier. Il ne peut pas y avoir d'ambiguïtés sur ces questions sinon, les enseignants pourraient croire à des intentions de pervertir les objectifs de l'école maternelle. Il nous faut pouvoir apporter des réponses, prouver que les problèmes de recherche sont

justement le moyen pour les élèves de prendre des initiatives, faire face à des situations inédites, prendre conscience de la puissance de ses connaissances, partager des savoirs.... Et, il n'y a pas d'âge pour cela !

II – COMMENT MENER UNE INITIATION À LA GÉOMÉTRIE ?

Les situations problèmes sont déclencheuses d'apprentissages. L'histoire de la géométrie montre comment les hommes ont été capables de partir de problèmes posés par la vie quotidienne (mesurer, se déplacer, construire...) et structurer ces observations en une théorie logique mais complètement déconnectée de cette réalité (géométrie euclidienne). Cette évolution a demandé plusieurs siècles et nos élèves ont une scolarité pour en intégrer les grands principes ! Ce renvoi à l'histoire de la géométrie nous interpelle sur le rapport des hommes à l'appropriation des savoirs. Il s'agira donc bien de faire de la géométrie, de la construire, de la manipuler, de la fabriquer, de la produire : « *les mathématiques n'ont pas à être produites mais à être découvertes* » (5). Nous n'allons pas demander pour autant aux élèves de reconstruire l'histoire des mathématiques là où il s'agit pour l'enseignant de construire **des situations aménagées qui engagent l'activité intellectuelle de l'élève.**

Si certaines connaissances peuvent se transmettre formellement d'une personne à l'autre, d'une génération à une autre, d'un maître à un élève.... d'autres demandent la construction ou reconstruction d'opérations mentales et doivent se situer dans une réelle intention d'apprendre à travers des actions qui apparaissent finalisées pour les élèves : c'est à dire que l'enseignant doit construire des situations aménagées qui engagent l'activité intellectuelle. On confond souvent pédagogie active et pédagogie concrète, on confond activité intellectuelle de l'élève avec l'activité physique (manipulation). C'est une des difficultés de l'école maternelle.

N'y a-t-il pas un champ de situations problématisées avec des jeux de construction permettant de poser des assises en géométrie et ce, dès la maternelle ? Nous appelons une situation de manipulations finalisées, une situation qui nécessite un apport de matériel que l'enfant peut « triturer » pour atteindre un but (par exemple construire un objet) en opérant des mouvements comme tourner, retourner, déplacer, retourner, ajuster, pivoter. Ces situations sont problématisées lorsque l'élève peut envisager des procédures, les éprouver, les confronter à celles de ses pairs, identifier les procédures mobilisables. Il peut ainsi construire ou consolider ses connaissances.

Assembler, construire, représenter, décrire sont des composantes d'une pensée géométrique qui se manifeste dans l'action : agir et penser.

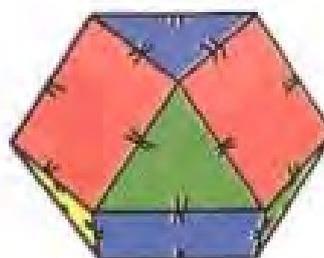
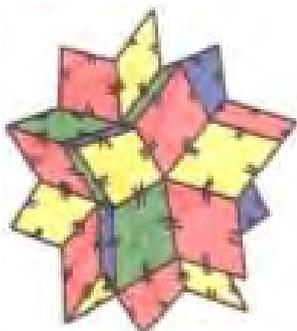
Bien souvent, les écoles disposent de matériels dits pédagogiques qui pourraient servir de point d'ancrage pour des situations didactiques. Il existe, dans bien des écoles maternelles, des jeux construction (cubes, duplo, meccano, moisson des formes, tangram, volumes à construire...). Malheureusement ces jeux ont souvent une vocation occupationnelle (atelier libre ou atelier de délestage). Au regard de ce que nous avons évoqué précédemment, l'enfant peut apprendre en manipulant des objets à condition d'y introduire une dimension didactique. C'est pourquoi, nous nous sommes attachés à travailler dans ce sens et c'est ce que nous allons essayer de montrer avec le matériel « Polydron ». Nous espérons apporter des éléments de réponse liés à la problématique de l'enseignement de la géométrie aux cycles 1 et 2.

Toutes les activités présentées ci-dessus se sont situées sur du long terme (période de novembre à avril). Nous allons donc nous intéresser à cette approche en articulant espace et géométrie avec la résolution de problèmes.

III – MISE EN PRATIQUE : USAGE DE POLYDRONS POUR DÉVELOPPER UNE INITIATION A LA GÉOMÉTRIE

III – 1 le matériel

« **Polydron** » est un matériel qui se compose de polygones pouvant s'articuler pour réaliser des polyèdres.



Un choix qui se justifie par les qualités du matériel :

- facilement utilisable, pratique à presque tous les niveaux de l'école primaire ;
- pouvant se pratiquer seul ou en grand groupe ;
- suffisamment attractif et évolutif.

Un inconvénient néanmoins : c'est un matériel qui est cher à l'achat.

Un choix se justifiant surtout du point de vue didactique :

Le fait qu'il s'agisse d'un matériel qui se compose de polygones pouvant s'articuler pour réaliser des polyèdres permet aux enfants de s'engager dans des activités ludiques d'assemblages, de constructions, de destructions et reconstructions motivantes en elles-mêmes, soit en dimension 2, soit en dimension 3. Ces activités sont propices aux échanges entre paires ou avec l'enseignant qui par ses interventions et suggestions peut mener les élèves naturellement vers des activités de tris, de classements, vers des problèmes de construction *etc.*

Nous avons aussi utilisé un appareil photo : L'appareil photo est en effet un outil très utile pour accompagner le matériel « Polydron ». En effet la photo permet de restituer dans le plan un objet en 3D et sous différents points de vue. C'est aussi la mémoire vivante de la classe et du travail de recherche des élèves. Elle est aussi un support pour des fabrications de jeux de type Memory, Loto...

III – 2 De problèmes en problèmes : les différentes phases de la progression réalisée

Pour créer un objet en 3D, l'élève va réaliser des actions comme *tourner, retourner, pivoter, déplacer, superposer, ajuster* qui vont lui permettre d'opérer des va-et-vient espace/ plan et concrétiser sa pensée par réalisation d'un polyèdre.

La question est maintenant de savoir comment développer avec les élèves le potentiel qu'offre le matériel. Nous allons présenter la progression que nous avons élaborée avec les élèves en faisant part :

- des consignes introductives de chaque phase ;
- du comportement des élèves : en particulier nous noterons les problèmes spontanés que se sont posés les élèves ;
- du rôle et des interventions de l'enseignant : en particulier nous noterons les interventions qui mènent les élèves vers de nouveaux questionnements et de nouveaux problèmes à résoudre à partir des productions élaborées par les élèves.

Nous aurons l'occasion de montrer chaque fois en quoi les élèves ont progressé dans leur repérage dans l'espace et leur découverte des formes et des grandeurs. Nous rencontrerons ainsi des élèves qui auront eu l'occasion de :

- réaliser un polyèdre ;
- réaliser un polyèdre autre que ceux exposés ;
- nommer un polyèdre (cube, pyramide) ;
- nommer les polygones qui le constitue (carré, triangle, rectangle, losange) ;
- distinguer un carré d'un triangle ;
- utiliser les propriétés des polygones ;
- comparer des polyèdres (celui qui est le plus haut, le plus long, le plus gros ou celui qui est fait avec le plus petit nombre de pièces, celui qui prend le plus ou le moins de place),
- utiliser un vocabulaire approprié.

III – 3 Découverte et appropriation du matériel



Quel que soit le niveau des élèves, cette mise en situation a pour objectif d'appréhender les représentations des élèves, ce qu'ils perçoivent de l'espace à travers des assemblages de polygones. Bien entendu, cette phase fait l'objet de plusieurs séances. Le temps

consacré est variable suivant le niveau et les compétences des élèves. Avec ce matériel chacun peut aller à son rythme sans gêner ses pairs.

Consigne : *Que peut-on construire avec les « polydrons » ?*

Chaque élève pourra, **quand il juge qu'il a terminé**, exposer ce qu'il a construit.

Le maître se positionne en **observateur et évalue**, en cours de séance, les niveaux de formulation, *ce que disent les élèves, avec quels mots, ce qu'ils font et comment ils le font.*

Ce qui permet d'évaluer en cours de situation les niveaux de formulation, les capacités des élèves à s'organiser, anticiper.

Productions observées

Des réalisations « à plat » plus ou moins organisées (formes, couleurs). Seuls les mouvements « déplacer » et « retourner » sont observés sur des polygones réguliers.



Procédures supposées

On peut supposer que l'élève utilise des critères « *même forme que* » avec ou sans validation (superposition), fait références à des images connues (ici, l'étoile).

L'intention de faire est parfois exprimée oralement avec anticipation : « *Je vais faire une étoile.* »

III – 4 Construire des polyèdres : 1^{ère} phase

Cette phase a pour but d'inciter les élèves à construire en 3D, donc à « lever » les pièces et à établir des relations entre l'espace et le plan. Les productions précédentes sont en vue de tous les élèves dans un espace réservé à cet effet qui peut s'appeler « musée », il est la mémoire vivante de la classe.

Consigne : *Rechercher d'autres idées.*

Tout comme les séances précédentes le maître se positionne en **observateur et évalue**, en cours de séance, les progrès des élèves sur les formulations utilisées, les relations opérées pour effectuer des va et vient entre l'espace et le plan.

Productions observées



Procédures supposées

Ce sont souvent des procédures personnelles qui sont observées.

- l'enfant se pose la question de « qu'est-ce que je **vais** pouvoir faire ? », pendant que d'autres procèdent par imitation ;
- certains continuent à construire à plat en faisant « des plus grands », qui prennent « plus de place », qui sont « plus beaux », qui sont « tordus »... ;
- persistance du hasard. Les pièces sont prises aléatoirement. Dans certains cas, ces choix fortuits donnent des idées.

On notera que dans ces moments de tâtonnements, le langage mathématiques commence à se traduire sur divers registres : carré, plus grand que, à côté, devant... ou, font état d'un début de raisonnement : parce que, si, alors, et, ou... Les échanges entre pairs sont de plus en plus explicites. Ils se traduisent par des explications avec anticipation et projection. L'entraide s'organise, la rivalité aussi !

La synthèse est absolument nécessaire pour confronter les productions, faire émerger les procédures et ainsi **confronter des points de vue**. Par exemple, deux façons de concevoir une maison (voir photos ci-dessus). Il s'agit maintenant d'enclencher une dynamique de relance par des choix obligés : *le musée s'est agrandi, il n'y a plus beaucoup de place et les pièces de Polydron viennent à manquer. Il faut retirer des constructions, lesquelles ?...* Moment de débat qui doit permettre de retenir des arguments d'ordre mathématiques comme celui de reconnaître les constructions en volume et de retirer celles qui sont « à plat » par exemple).

III – 5 Construire des polyèdres : 2^{ème} phase

L'enseignant suppose que l'élimination des objets à plat incite les élèves à penser l'espace.

Consigne : *Chercher ce que l'on peut faire, mais attention, on ne peut plus exposer d'objet à plat.*

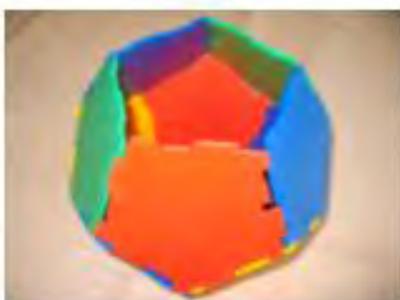
Procédures observées

- Des essais, des échecs avec l'acceptation de recommencer en rectifiant des paramètres comme « changer de forme » ou « positionner autrement »... recommencer en cherchant une autre idée... ;

- certains continuent de construire à plat et s'imaginent que pour « fermer » il suffit de rajouter une pièce.

Le cheminement de la pensée se précise : « *Il me faut deux carrés ; celui là ne va pas à côté...* ». Mise en relation des longueurs des côtés de deux pièces de Polydron de nature différentes (carré et triangle), superposition de pièces pour vérifier qu'elles sont identiques, superposition d'angles...

Pour fermer la boîte, la dernière pièce est identifiée ou elle est posée par tâtonnement. Une fois fermée, l'objet devient « boîte ». La notion de « fermé » est validée par l'élève. Pour cela, il met un objet à l'intérieur, le ferme et secoue. Si rien ne tombe, l'objet est considéré comme fermé.



Vient la question : faut-il dire le mot « polyèdre » lorsque l'on s'adresse à de jeunes élèves. Personnellement, j'ai choisi cette idée, sans pour autant en faire un objectif d'apprentissage ou une compétence remarquable ! En contexte, la nécessité d'énoncer « polyèdre » prend tout son sens.

La synthèse, encore une fois, fait émerger des points de vue sur ce que l'enfant sait d'un objet. Ce moment valide les productions pour ne garder que les objets fermés, donc les polyèdres. Ce temps de confrontation a pour but de mettre toute la classe d'accord sur ce que l'on garde et pourquoi on le garde. La décision se prend d'un commun accord sur des critères mathématiques.

III – 6 Vers d'autres polyèdres

L'idée de cette phase est de donner à tous les élèves la possibilité de construire un polyèdre et d'identifier des propriétés qui les caractérisent.

Consigne : *Construire des objets fermés.*

Productions observées

Le musée des objets fermés s'agrandit conformément à ce qui est attendu : beaucoup de polyèdres réguliers (cubes de différentes tailles, pyramides à base polygonales, pavés plus ou moins long...)

Procédures supposées

Procédure avec intention : l'enfant sait déjà ce qu'il **va faire** : « *Je VAIS faire une maison* ». Il met son énergie au service de son projet.

Procédure adaptable : À partir de quelque chose de fortuit, des idées apparaissent et se concrétise.

Procédure inattendue : Production « à plat ». L'enfant imagine qu'il suffit d'ajouter une autre pièce « plat » pour fermer l'objet.

Procédure par imitation : L'enfant choisit un polyèdre du musée, sans le déplacer et reproduit « à distance ». Cet exercice est parfois difficile et requiert des qualités étonnantes. Elles ne sont pas celles attendues, certes mais prouvent que l'élève est capable d'identifier les positions relatives des polygones les uns par rapport aux autres. A ce stade, on passe par des procédures personnelles qui commencent à devenir expertes dans la mesure ou, pour construire, les élèves mettent en relation des propriétés, émettent des hypothèses, anticipent, comparent, déduisent.

La synthèse sert à valider les productions. Tout ce qui n'est pas un polyèdre sera retiré du musée. Les élèves donnent des noms pour authentifier leurs polyèdres : boîte, tambour, tente, pyramide, maison, bateau... Certaines propriétés sont identifiées implicitement comme les caractéristiques d'un cubes (faces carrées), les pyramides (faces triangulaires), les prismes ...

On peut se poser la question du vocabulaire mathématique. Faut-il évoquer les termes de « pyramide, pavé, cube... » ? Il en est de même que précédemment, quand le besoin ou le contexte le justifie.

III – 7 Trier les polyèdres

L'idée est de conduire les élèves à identifier des propriétés des polyèdres par élimination des doubles.

Consigne : *De nouveau, nous n'avons plus de place dans le musée et nous n'avons plus de Polydron. Essayons de faire du tri !*

Ce sont d'abord des critères d'ordre affectifs : le beau, celui du copain....

Puis, ils commencent à construire des critères qui s'apparentent à l'identification de certaines propriétés mathématiques : *même forme, même longueur que, même taille que, plus petit ou plus grand que, plus haut, plus gros....* Ces comparaisons conduisent à conclure que des polyèdres sont en plusieurs exemplaires : « **ils sont pareils** ».

Problème : **Quels sont ceux qui sont pareils ?**

- a) **Pas de conflit** pour les polyèdres réguliers comme le cube, la pyramide à base triangulaire.
- b) **Ambiguïté** (voir photos ci-dessous).

Débat : Le doute s'installe entre **petit cube et grand cube**. Doit-on les garder ou doit-on en retirer un. Si oui, lequel ?



S'agit-il des « mêmes » cubes ?



S'agit-il du « même » objet ?

Identique ou semblable : C'est un peu par hasard que les élèves se trouvent confrontés à ce vrai problème. Il ne s'agit pas d'en faire un objectif d'apprentissage. Cependant, les élèves cherchent une réponse en juxtaposant les faces des polyèdres, l'un faisant le tour de l'autre. Constatant les différences de grandeurs des surfaces, ils considèrent qu'il s'agit bien de deux cubes : un est grand, l'autre est petit : « *Ils se ressemblent comme des frères mais pas comme des jumeaux* ». On garde donc le grand cube et le petit cube.

La position des deux pavés, laisse supposer qu'il s'agit de deux objets différents : Certains élèves hésitent entre deux objets identiques dans des positions différentes. Ils pensent que lorsqu'un polyèdre change de position, il devient alors un **autre objet**. Cela les trouble. Peut-on parler du même objet ? La validation par la mise en position sur la même base ne suffit pas, les élèves éprouvent le besoin de mettre deux pavés, faces contre faces : « *Ils sont pareils comme deux jumeaux, il ne faut en garder qu'un seul* ».

III – 8 Réalisation de polyèdres de plus en plus complexes

Il s'agit maintenant de faire évoluer les productions et d'inciter les élèves à utiliser des critères de plus en plus mathématiques pour améliorer les constructions.

Consigne : *Construire un objet qui n'est pas dans le musée.*

Productions observées

Les élèves se lancent maintenant des défis, celui qui fait le plus long, le plus gros, le plus tordus....

Procédures supposées

- Certains supposent qu'il suffit d'augmenter le nombre de pièces. Plus il y en aurait, plus le polyèdre deviendrait difficile à réaliser ;
- La nature des polygones devient un choix. Recherche de réaliser un polyèdre qu'avec certains polygones comme le ballon de football, par exemple ;
- Recherche de polyèdres non convexes appelés « *tordus* ».



A noter : Affinement du langage mathématique qui se précise et se contextualise.

III – 9 Représenter un polyèdre

L'objectif de cette séance est d'identifier ce que les élèves perçoivent de l'objet pour en faire sa représentation.

Consigne : *Dessiner un objet du musée.* Attention : C'est l'enfant qui choisit le polyèdre.

Procédures observées

- Il est étonnant de constater que déjà, certains élèves choisissent un polyèdre *facile à dessiner* ! Que faut-il interpréter de cette initiative ? Peut être l'idée que ces élèves anticipent, ajustent, identifient des propriétés caractéristiques : angle droit, convexe, arêtes, faces... Pendant que d'autres élèves prennent un polyèdre au hasard, sans se poser de questions ;
- représentation du polyèdre par contour de l'empreinte d'une des bases du polyèdre ;
- repérage de polygones connus (carré, triangle...) et dessin à *main levée* ;
- la couleur sert de repaire pour marquer que l'enfant ne peut pas dessiner : ce qui est derrière ou sur les côtés.



III – 10 Décomposer un polyèdre

Cette phase est la dernière et s'achève par la nécessité d'établir la fiche technique. En effet, l'élaboration de la fiche technique présente plusieurs intérêts :

- elle est une trace écrite, mémoire de travail. Elle permet de faire la synthèse du travail engagé – photo(s), nom, famille... ;
- elle assurera son rôle de fiche technique : construire un polyèdre ;
- elle permet de faire le point avec l'enfant sur des compétences : nommer des figures simples, expliciter ses choix, décrire un polyèdre (nombre et nature des faces)...

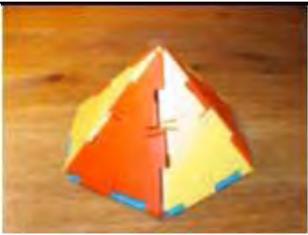
Nous allons proposer aux élèves de réfléchir sur la composition d'un polyèdre. Pour cela, nous leur mettons à disposition une fiche photocopiée (fiche technique ci-après) représentant les modèles réduits des pièces de Polydron. Les pièces du musée sont mises à disposition des élèves ainsi que leurs photos.

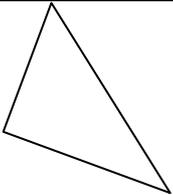
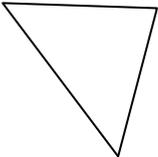
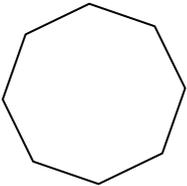
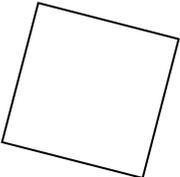
Consigne : « *Il nous faut pouvoir expliquer comment sont faits les polyèdres du musée. Ainsi, nous pourrions les refaire même si on ne les a plus. Pour cela, vous choisissez un polyèdre avec sa (ses) photos et vous essayez de remplir la fiche.* »

Remarque : La dictée à l'adulte peut être envisagée pour des élèves qui ne maîtrisent pas encore l'écriture. C'est l'enfant qui colle la photo après vérification qu'il s'agit bien de celle(s) correspondant au polyèdre choisi. De même, c'est lui qui annonce et qui écrit le nom de ce polyèdre (qui a été validé par la classe dans les activités précédentes).

Validation : Échange des fiches entre élèves.

Consigne : *Construire un polyèdre uniquement à partir de la fiche technique.*

	Je l'ai appelé : « <i>tente</i> »
Famille des : « <i>pointus</i> »	Je l'ai choisi parce que : -----

	Nombre	Nom
		
		
		
		

Procédures observées

La plus experte : Le polyèdre est cassé. Ainsi, l'identification des polygones est plus aisée, le nombre plus facile à dénombrer, pas d'oubli sur la nature des polygones. Validation par superposition.

Par tâtonnement : Le polyèdre reste en état. Encore une fois, des élèves choisissent des polyèdres faciles à reconnaître parce qu'ils sont élaborés à partir de figures connues. D'autres se posent des défis : Je prends le plus tordu, le plus gros... Quoiqu'il en soit, le repérage à vue nécessite un pointage qui est rarement perçu. A ce sujet, pour réaliser cette fiche technique il est nécessaire **d'avoir recours au nombre**, ce que les élèves font rarement d'emblée. Ce n'est qu'après plusieurs essais que **le nombre est perçu comme moyen de résolution**. Il semblerait que le nombre ne soit pas reconnu dans une situation à priori non numérique. Ce problème est récurrent dans d'autres situations. Or, les activités de comptage pullulent en maternelle ! Il y a là, un champ à travailler en C1 et C2.

IV – CONCLUSION

A travers cette communication, nous avons essayé de montrer comment il était possible de faire entrer la géométrie par la grande porte de l'école maternelle tout en préservant l'enfant et l'élève. Pour cela, à charge de l'enseignant de construire des situations pensées, finalisées avec des matériels permettant des manipulations. C'est donner la

possibilité à chaque élève, avec l'aide de ses pairs, de construire des représentations qui s'apparentent déjà à la géométrie.

Penser l'enseignement de la géométrie dès l'école maternelle semble possible si cela s'inscrit dans une dynamique didactique appropriée et clairement définie.

Il semble que la géométrie effraie encore des enseignants et le fait d'en évoquer son existence à l'école maternelle alarme encore plus. Et, pourtant, après plusieurs années d'expérimentation, nous avons pu observer des jeunes élèves intéressés, concentrés, coopérants, attentifs sur des questions mathématiques.

Nous espérons que ce travail puisse servir de support pour les formateurs d'IUFM et de terrain dans les formations initiales et continues et soit un prétexte à échanges constructifs avec les autres acteurs ou chercheurs.

BIBLIOGRAPHIE

BERTHELLOT ET SALIN (1992) L'enseignement de l'espace et la géométrie dans la scolarité obligatoire, *Thèse 7-11-1992, Université de Bordeaux I*.

BERTOTTO A., HELAYEL J. (2003) enseigner la géométrie cycle 2, *Bordas*.

BKOUCHE R., CHARLOT B., ROUCHE N. (1991) Faire des mathématiques : le plaisir du sens, *Armand COLIN*.

BOLON J (1993) *Les mathématiques à l'école maternelle*, COPIRELEM, **Tome 3**.

BOULE F (1979) *Espace et géométrie pour les enfants de trois à onze ans*, CEDIC.

BOULE F (1985) Manipuler, organiser, représenter, *Prélude aux Mathématiques*, *Armand COLIN*.

BOULE F (2001) *Questions sur la géométrie et son enseignement*, Math-École, **199**, Institut de Mathématiques, Neuchâtel.

BROUSSEAU G. (2000) *les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire : l'étude de l'espace et de la géométrie*, conférence de Crète, séminaire de didactique des mathématiques.

CHERQUETTI, ABERKANE (1992) Dossier JDI n°2.

DIRECTION DE L'ENSEIGNEMENT SCOLAIRE, BUREAU DU CONTENU DES ENSEIGNEMENTS (2004) *Documents d'accompagnement des programmes Mathématiques* www.eduscol.education.fr

LISMONT L., ROUCHE N. (2002) *Construire et représenter, un aspect de la géométrie de la maternelle à 18 ans*, CREM de Belgique (téléchargeable sur www.profor.be/crem).