



HAL
open science

Dans quelle mesure une démarche d'investigation fait-elle progresser les élèves en difficulté dans la construction d'un patron de solide droit ?

Delphine Michallat

► To cite this version:

Delphine Michallat. Dans quelle mesure une démarche d'investigation fait-elle progresser les élèves en difficulté dans la construction d'un patron de solide droit ?. Education. 2015. dumas-01281149

HAL Id: dumas-01281149

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01281149>

Submitted on 1 Mar 2016

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.

Année universitaire 2014-2015

Master *Métiers de l'enseignement, de l'éducation et de la formation*

Professeur des écoles 2^e année

**Dans quelle mesure une démarche
d'investigation fait-elle progresser les
élèves en difficulté dans la
construction d'un patron de solide
droit ?**

Présenté par Delphine Michallat

Mémoire encadré par Michèle Gandit

Sommaire

1. Introduction	1
2. Cadre théorique	1
2.1 L'enseignement de la géométrie à l'école élémentaire	1
2.2 La géométrie des solides dans les programmes	2
2.3 Enseignement de la géométrie dans l'espace	3
2.3.1 Les modes de pensée géométrique	4
2.3.2 La construction d'un espace de travail.....	5
2.3.3 Les compétences spatiales des élèves en fin de cycle 3	6
2.3.4 Enseignement et enjeux didactiques	7
2.3.5 De la représentation dans l'espace à la construction d'un patron	8
2.4 L'investigation des élèves dans la construction d'un patron de pavé	9
2.4.1 Comment caractériser le pavé et son patron ?	10
2.4.2 Quels critères pour analyser le résultat de l'investigation des élèves ?	11
2.4.3 En quoi cette investigation permet-elle aux élèves de réaliser la tâche ?....	13
3. Méthodologie	14
3.1 Choix didactiques et analyse a priori de l'investigation	14
3.2 Procédure de mise en œuvre de la séance	18
3.2.1 Objectifs de la séance et compétences attendues chez les élèves	18
3.2.2 Le déroulement de la séance	18
4. Rôle de l'enseignante	24
4.1 Moyens de recueil des données	24
4.2 Classification et analyse a posteriori des résultats	28
4.3 Remédiation proposée	30
5. Conclusion	33
6. Bibliographie	38

J'adresse mes remerciements à ma directrice de mémoire, madame Michèle Gandit, pour m'avoir guidée dans la mise en œuvre de ma séquence avec les élèves mais aussi pour l'aide et le temps consacré à la réalisation de ce mémoire.

1. Introduction

Au fil des différentes lectures que j'ai pu réaliser dans le cadre de la rédaction de ce mémoire, j'ai constaté combien la géométrie dans l'espace apparaît difficile et pose de nombreux problèmes à la fois aux élèves qui doivent s'appuyer sur le monde sensible pour construire leurs représentations, mais aussi aux enseignants qui doivent trouver le meilleur moyen de faire progresser leurs élèves.

C'est ainsi que j'ai souhaité m'intéresser à la géométrie des solides et plus particulièrement à leur représentation plane sous la forme de patrons, et à la place faite à l'investigation des élèves pour construire leur représentation des solides droits.

L'importance de la question est reflétée par différents travaux de recherche et publications dont je ferai état dans la première partie de ce mémoire, par la place accordée dans les enseignements à la géométrie dans l'espace et par l'analyse des compétences des élèves dans ce domaine.

Dans un premier temps, il s'agira de faire un état de l'art sur l'enseignement et l'apprentissage de la géométrie de l'espace à l'école élémentaire, permettant de situer mon questionnement, puis je m'attacherai ensuite à définir la méthodologie utilisée pour mener cette recherche sur la place de l'investigation des élèves en géométrie des solides, avant de soumettre les résultats de mon action et leur interprétation.

2. Cadre théorique

2.1 L'enseignement de la géométrie à l'école élémentaire

Si l'on se réfère au B.O hors-série n°3 du 19 juin 2008, les mathématiques doivent fournir des outils pour agir, choisir et décider dans la vie quotidienne. La pratique des mathématiques développe le goût de la recherche et du raisonnement, l'imagination et les capacités d'abstraction, la rigueur et la précision.

Ainsi, concernant la compétence 3 du socle commun de connaissances et de compétences « Les principaux éléments de mathématiques » Eduscol précise que « L'apprentissage et

la pratique des mathématiques développent l'imagination, la rigueur et la précision des élèves. Plusieurs objectifs : la connaissance des nombres et le calcul, la résolution de problèmes, l'approche de la géométrie et des mesures. En partant de situations proches de la réalité, les élèves acquièrent les bases d'une première culture scientifique ».

Concernant l'enseignement de la géométrie à l'école primaire, il renvoie à deux domaines : la « structuration de l'espace » et la géométrie proprement dite. Mais son enseignement soulève de nombreux questionnements chez les enseignants sur la manière d'aborder les enseignements, les démarches et procédures à adopter pour répondre aux besoins de leurs élèves, et pour savoir ce qu'ils apprennent réellement dans la construction de la notion d'espace. Ainsi l'enseignement de la géométrie, et notamment la géométrie dans l'espace, est parfois négligée et non conforme aux programmes.

2.2 La géométrie des solides dans les programmes

La connaissance des solides, qui sont des polyèdres convexes non nécessairement réguliers, est mentionnée dans les programmes dès le cycle 2. En effet, le BO hors-série du 19 juin 2008, p.18, précise qu'au cycle 2, les élèves enrichissent leurs connaissances en matière d'orientation et de repérage. Ils apprennent à reconnaître et à décrire des figures planes et des solides. Ils doivent être capable de reconnaître et nommer le cube et le pavé droit au CP et éventuellement quelques autres solides au CE1.

Au cycle 3, p.23 du BO ibid , les élèves passent progressivement d'une reconnaissance perceptive des objets à une étude fondée sur le recours aux instruments de tracé et de mesure. De plus, si l'on se réfère aux progressions Eduscol pour le cours élémentaire deuxième année et le cours moyen p.3, en géométrie dans l'espace, l'élève doit être capable au CE2 de reconnaître, décrire et nommer un cube et un pavé droit, et d'utiliser en situation le vocabulaire : face, arête, sommet. Au CM1, le prisme est ajouté aux solides à étudier et l'élève doit également être capable de reconnaître ou de compléter un patron de cube ou de pavé. Au CM2, il s'agira d'un réinvestissement et d'un approfondissement du travail déjà effectué en géométrie dans l'espace et le cylindre vient compléter la liste des solides à étudier.

C'est dans la compétence 3 du socle commun de connaissances et de compétences, p.11 du décret du 11 juillet 2006 « Les principaux éléments de mathématiques » que s'inscrit

la reconnaissance et la construction de solides droits. L'intitulé des compétences attendues en fin de cycle 2 (premier pallier du socle commun) et en fin de cycle 3 (deuxième pallier du socle commun) est le même, à savoir, reconnaître, nommer et décrire les solides usuels, bien que les solides étudiés soient introduits progressivement selon un ordre croissant de complexité et que la construction de patrons ne figure qu'aux programmes du CM1 et du CM2.

De plus, les documents d'accompagnement des programmes insistent sur la place importante qui doit être faite à la manipulation en mathématique et notamment en géométrie des solides afin que les élèves puissent prendre des indices sensoriels, participant à la construction de représentations mentales. La verbalisation accompagnant la manipulation doit être aussi favorisée.

2.3 Enseignement de la géométrie dans l'espace

D'après Berthelot et Salin (1993), la géométrie spatiale est innée chez l'enfant puisqu'elle représente l'espace sensible dans lequel il vit, alors que la géométrie plane doit faire l'objet d'un apprentissage. En effet, faire de la géométrie dans l'espace implique d'agir ou de communiquer sur son environnement, et la réponse à ces interrogations peut être obtenue par validation directe dans l'espace sensible. Alors qu'en ce qui concerne la géométrie plane, elle nécessite une forme d'abstraction, de mentalisation d'une situation donnée et l'utilisation d'axiomes permettant d'établir un raisonnement, sans toutefois pouvoir le valider dans le monde sensible.

La désignation des objets géométriques est également source de confusion car un même vocabulaire est parfois employé pour désigner deux concepts différents relevant à la fois de la géométrie dans l'espace et de la géométrie plane. Dire par exemple d'un carré que c'est un rectangle particulier en géométrie plane relève de connaissances des propriétés géométriques du rectangle, connaissances qui seront par ailleurs exigées au collège, mais est mal accepté dans l'espace réel qu'est le monde sensible.

Mais au-delà des différences entre géométrie spatiale et géométrie plane, elles entretiennent un lien étroit car chacune s'appuie et se nourrit de l'autre. En effet pour résoudre un problème spatial, il sera parfois nécessaire de passer par une représentation

plane ou une modélisation et d'utiliser des propriétés et théorèmes qui eux-mêmes résultent souvent de la résolution de problèmes spatiaux.

Dans les programmes de l'école élémentaire, peu de place est accordée à la géométrie dans l'espace alors que celle-ci est largement développée à l'école maternelle car reconnue d'importance dans le développement du sens spatial de l'enfant. Depuis le milieu du 20^{ème} siècle, où la place réservée à la géométrie dans l'espace se justifiait par une perspective professionnalisante, la place qui lui est dévolue ne cesse de s'amoinrir et son enseignement n'est souvent justifié que par une utilité à servir l'enseignement de la géométrie plane ou celui d'une autre discipline comme la géographie par exemple.

L'apprentissage spatial n'est pas pressenti comme essentiel au développement des aptitudes de tous les élèves contrairement à d'autres domaines d'enseignement, et reste ainsi peu structuré et laissé à l'appréciation des enseignants.

En outre, son enseignement s'appuie sur différents modes de pensée que je vais expliciter.

2.3.1 Les modes de pensée géométrique

Houdement et Kuzniak (2006) définissent un paradigme comme une représentation du monde, une manière de voir les choses, un modèle cohérent de vision du monde qui repose sur une base définie (matrice disciplinaire comme modèle théorique de pensée).

En géométrie dans l'espace, l'enseignant part du monde sensible que connaissent bien les élèves car il correspond à ce qu'ils voient, perçoivent (il est palpable) et connaissent dans leur quotidien mais la difficulté réside dans la démonstration et le raisonnement hors construction géométrique.

On distingue différents paradigmes en géométrie selon le type d'approche et de raisonnement utilisés. Ceux-ci sont soutenus par des modes de pensées décrits dans les travaux de Gonseth cités par Houdement et Kuzniak(2006) : l'intuition, l'expérience et le raisonnement déductif.

L'*intuition* correspond à une évidence pressentie par l'apprenant qui permet de lever les incertitudes. Elle constitue un socle pour le raisonnement à l'inverse de la perception mais peut être aussi source d'erreurs. Cette intuition n'est pas stable mais évolue au fur et à mesure des connaissances à portée de l'apprenant.

L'*expérience* quant à elle s'oppose à l'intuition car elle n'est pas immédiate mais repose

sur une action physique ou mentale qui permet de valider une proposition. Par exemple un découpage, un pliage, une construction à la règle ou l'utilisation de logiciels de géométrie. Ainsi, l'expérience nourrit l'intuition et l'intuition structure l'expérience.

Le *raisonnement déductif* consiste à tirer des connaissances qui sont les conséquences de certaines connaissances déjà acquises sans avoir recours à l'expérience ou à toute autre source extérieure.

Ces trois modes sont constitutifs de la pensée géométrique mais ils se développent différemment dans chaque paradigme.

Mais l'enseignement de la géométrie dans l'espace nécessite également un espace de travail adapté.

2.3.2 La construction d'un espace de travail

Un espace de travail géométrique est, selon Houdement et Kuzniak, un environnement organisé par et pour le géomètre pour répondre à une situation, en articulant trois composantes : l'espace local et réel, le référentiel théorique et les artefacts c'est-à-dire les outils.

L'espace local et les objets géométriques sont des constituants essentiels de l'espace de travail géométrique et dépendent à la fois du modèle théorique qui les définit et de l'espace dans lequel ils se trouvent.

Les artefacts sont constitués par les instruments tels que règle, équerre mais aussi par les actions réalisées par l'individu comme le pliage par exemple. C'est une composante déterminante de l'espace de travail géométrique car c'est la phase la plus visible et la plus prégnante pour l'élève, et les outils doivent être choisis en fonction du paradigme géométrique dans lequel se situe l'exercice.

Le référentiel théorique constitue un modèle comportant un ensemble de définitions et de propriétés qui résultent soit d'une modélisation, soit d'une définition a priori.

Cet espace de travail géométrique doit être construit pour que l'apprenant puisse exercer au mieux son travail. Ainsi, dans la séquence sur les solides que je propose aux élèves, l'organisation a été pensée pour que les élèves disposent d'un espace suffisant pour tracer leur patron sur une feuille A3, que les outils nécessaires soient à leur disposition sur leur plan de travail et que l'affiche descriptive du pavé, servant de référentiel théorique, soit d'accès rapide pour consultation. C'est pourquoi, l'espace de travail géométrique constitue

un enjeu didactique dans la réussite des apprentissages et la progression des élèves. Le rôle de l'enseignant consiste donc à développer le référentiel théorique en aménageant au mieux l'espace et en proposant les outils adaptés à la tâche à effectuer.

2.3.3 Les compétences spatiales des élèves en fin de cycle 3

Dans leur étude, Berthelot et Salin (1993) ont fait état des compétences spatiales des élèves en fin de cycle 3 à travers une expérimentation portant sur un échantillon de 57 élèves de CM2 d'une même école. Ils leur ont proposé de situer un point bien précis de leur école sur un plan positionné à l'inverse de leur propre situation spatiale. Il en résulte que pour les trois quarts des élèves, l'exercice n'a pas été réussi du premier coup même si environ la moitié d'entre eux ont finalement trouvé la réponse correcte après plusieurs interrogations et remise en question des réponses.

Les élèves de fin de cycle 3 réussissent ainsi globalement bien à résoudre des problèmes de géométrie plane sur l'espace feuille, mais se retrouvent parfois en situation d'échec face à un même type de problème dans l'espace sensible car ils n'arrivent pas à transposer les connaissances acquises au monde réel.

En outre, cette difficulté de repérage dans l'espace a des repercussions dans la scolarité future des élèves au-delà de l'école primaire. Pour preuve, cette étude d'Artaud, Dolle et Lardeux (1984) qui a permis d'évaluer les capacités de représentation des objets dans l'espace chez 75 élèves de LEP. Cette étude a montré la grande difficulté de ces élèves à reproduire un objet dessiné en perspective dans une vue différente de celles proposées, malgré un entraînement très intensif à ce type d'exercice. En effet, les élèves ont du mal à changer de point de vue et se construisent une représentation spatiale de l'objet essentiellement à partir de l'une de ses faces d'où une distorsion importante avec les attendus. D'autres travaux indiquent que cette grande difficulté des élèves dans la perception spatiale d'un objet est généralisée et ne relève pas seulement des élèves de LEP, et que seul un enseignement spécifique pourrait parvenir à faire évoluer la situation. Mais alors il convient de se questionner sur la manière dont est enseignée la géométrie à l'école primaire afin de mieux cerner les enjeux et expliquer les retentissements sur les élèves.

2.3.4 Enseignement et enjeux didactiques

Les difficultés rencontrées par les élèves en géométrie spatiale peuvent s'expliquer par la manière dont celle-ci est enseignée. En effet, son approche ostensive, c'est-à-dire qui s'appuie sur des représentations ou des objets pour expliquer un concept ou justifier une affirmation ne mettent pas l'élève en situation d'investigation dans le monde sensible, et à lui seul revient la charge de transposer les savoirs enseignés et ses connaissances personnelles aux situations de la vie courante. En effet, dans ce type d'enseignement, l'élève dispose bien de modèles auxquels il peut se référer mais il n'a pas la possibilité de modéliser le problème, de lui donner du sens dans l'espace réel, c'est à dire d'éprouver ses représentations pour faire évoluer son raisonnement.

Cet enseignement ostensif de la géométrie, très marqué dans les manuels des années 60, est toujours en vigueur dans certains manuels actuels qui proposent des situations de recherche laissant à penser que les élèves sont dans de réelles situations d'investigation alors qu'en réalité, ils sont simplement placés face à une tâche qu'ils doivent résoudre en répondant à une série de questions qui les guident (parfois par éviction d'autres possibilités) pour aboutir à un résultat. Cet exercice ne participe pas à un réel travail réflexif de la part de l'élève, tout au plus à une déduction des propriétés attendues. Il n'a pas la possibilité d'éprouver la situation dans l'espace sensible. Les exercices d'application qui suivent d'ailleurs cette phase de découverte ont d'ailleurs parfois des exigences très éloignées des connaissances et procédures fournies à l'élève, et celui-ci a ainsi beaucoup de mal à les utiliser dans un autre contexte.

Mais l'élève est rarement vierge de savoirs lorsqu'une nouvelle notion est abordée car il a des représentations qu'il tire de son vécu personnel. Certains manuels ont bien pressenti cela et proposent aux élèves des situations d'investigation réelles dans l'espace où, souvent réunis par petits groupes, ils se voient confier un problème à résoudre sans que leur soient fournis les savoirs et procédures nécessaires à son traitement.

Prenons l'exemple d'une situation problème proposée par Ermel dans *Apprentissages géométriques et résolution de problèmes* (2006) intitulée « Sur la trace des roues ». Cette situation qui a pour objectif la découverte de la notion de parallélisme associée à un écart constant, permet grâce à l'organisation de la tâche, des supports utilisés et des modalités de mise au travail des élèves, une réelle investigation de ces derniers pour trouver des

procédures appropriées permettant de résoudre le problème. En effet, il s'agit à partir d'une affiche représentant les traces de roues laissées par un camion participant au rallye Paris-Dakar et traversant un marigot, de retrouver l'une des traces effacée par le vent à la sortie du marigot. L'enjeu de l'exercice est de permettre à l'élève de chercher la ou les procédures, expertes ou non, lui permettant de tracer une droite parallèle à la trace de sortie. Pour ce faire, il va peut-être dans un premier temps procéder au jugé de façon intuitive, ou bien alors utiliser son matériel de géométrie pour prendre ou reporter des mesures, identifier certaines propriétés qu'il juge nécessaires à la résolution de la tâche. On voit bien que l'investigation des élèves dans ce type de situation est très importante, et que les procédures ne sont pas fournies d'emblée aux élèves mais que c'est bien leur investigation qui permet de mettre à jour la ou les procédures et propriétés attendues de la notion visée.

Mais bien souvent les procédures utilisées par les élèves et les résultats obtenus sortent du cadre de la notion visée ce qui pose problème à beaucoup d'enseignants. Ainsi, la persistance de l'enseignement ostensif en géométrie spatiale viendrait de cette difficulté des enseignants à sortir du cadre imposé par les notions visées pour accompagner l'élève vers la transformation de ses représentations, celui-ci assurant trop souvent la responsabilité de faire du lien entre l'espace sensible et les compétences enseignées.

La réflexion de l'enseignant sur la pertinence des situations proposées aux élèves d'une part, l'accompagnement des élèves dans l'évolution de leurs représentations d'autre part, et enfin sur la progression de son enseignement, est ainsi essentielle.

2.3.5 De la représentation dans l'espace à la construction d'un patron

La grande difficulté des élèves concernant le passage de l'objet solide dans l'espace au patron plan sur la feuille réside justement dans le fait que la recherche se situe dans deux plans différents : le monde sensible de l'élève qui est celui des objets en trois dimensions et la représentation géométrique de ceux-ci sur un espace plan.

C'est pourquoi la manipulation est très importante dans l'investigation concernant la réalisation d'un patron puisqu'elle va à la fois permettre à l'élève de définir précisément le solide étudié, ses caractéristiques telles le nombre de faces, la forme des faces et leur

position les unes par rapport aux autres, la longueur des arêtes... Tout ce recueil d'informations va lui permettre de transférer sa vision spatiale en vision plane du solide déplié.

De plus, la manipulation et le découpage du solide a posteriori doivent permettre à l'élève d'obtenir une validation du travail effectué par superposition directe des faces du solide avec les polygones représentés sur sa feuille.

2.4 L'investigation des élèves dans la construction d'un patron de pavé

Il convient tout d'abord de définir ce qu'est une démarche d'investigation en mathématique. Il s'agit en effet de mettre en œuvre une situation permettant de faire émerger chez les élèves un certain nombre de questions productives auxquelles ils devront répondre grâce à l'observation, la recherche d'informations, et la modélisation. L'investigation doit ainsi déboucher sur le développement de connaissances et de compétences chez l'élève.

Au vu des considérations concernant la difficulté pour l'élève dans la représentation plane d'un objet du monde sensible et de la nécessité qu'il dispose d'un espace de travail adapté à la tâche à effectuer, je vais m'interroger sur la place à laisser à l'investigation des élèves, sur les moyens, pratiques et outils permettant de les faire progresser, et sur les variables nécessaires pour adapter les situations aux besoins des élèves notamment ceux rencontrant des difficultés.

En effet, cette préoccupation découle du constat qu'un certain nombre d'élèves de ma classe rencontrent de grandes difficultés en géométrie dont une élève de CLIS en inclusion pour ce domaine d'activité, constat appuyé également par l'étude des résultats d'une évaluation diagnostique sur les solides en amont de la séquence. Je souhaiterais ainsi pouvoir leur proposer des situations plus adaptées à leurs besoins.

Pour ce faire, j'ai mis en œuvre la séquence proposée en annexe portant sur la reconnaissance et la construction de solides droits, et je vais m'attacher plus particulièrement à l'analyse des séances 3 et 3 bis dont l'objectif est la construction d'un patron de pavé. Cette séance s'inspire largement d'une situation proposée par Ermel intitulée « Patron de pavé » qui propose aux élèves de trouver un patron d'un pavé dont

ils peuvent relever les caractéristiques à l'aide d'une feuille de notes, sans avoir le droit de le prendre à leur bureau. Ils ne peuvent donc pas s'en servir directement comme gabarit pour effectuer la tâche. La prise d'informations sur le solide n'est possible également qu'à deux reprises.

Les élèves sont ainsi mis en situation d'investigation par binômes et la validation du travail mené est réalisée en classe entière.

2.4.1 Comment caractériser le pavé et son patron ?

Pour que les élèves puissent être mis en situation d'investigation, il faut certains prérequis afin que la tâche demandée ne soit pas trop éloignée des compétences nécessaires aux élèves pour la réaliser. En effet, ceux-ci doivent savoir ce qu'est un solide et ses caractéristiques (objet de l'espace comportant des faces, des sommets, des arêtes), mais également ce qu'est un patron de solide.

Dans l'investigation que je propose sur le patron du pavé, définissons d'abord ce qui caractérise le parallépipède rectangle plus communément appelé pavé droit. Il se compose de 6 faces rectangulaires superposables deux à deux, 12 arêtes et 8 sommets. Les élèves auront été mis en situation de manipulation de plusieurs pavés aux dimensions différentes afin de percevoir leurs caractéristiques. Une affiche de classe représentant le pavé droit légendé sera bien utile pour préciser ses caractéristiques et plus explicitement qu'une trace écrite.

Ensuite, il convient que les élèves aient une idée très claire de ce qu'est le patron d'un solide et il faudra en amont de l'investigation le définir et le caractériser, faute de quoi ces derniers ne comprendront pas ce qui est attendu d'eux. Pour cela, il faudra par exemple, montrer un autre solide aux élèves accompagné de plusieurs patrons possibles de ce même solide et reformer le solide devant les élèves en précisant que ces patrons dessinés à plat sur la feuille, permettent après pliage de former des solides en trois dimensions.

Ainsi, l'enjeu de la construction du patron du pavé va être d'une part de faire comprendre aux élèves que le patron doit être composé d'autant de faces identiques au nombre de faces du solide, mais également que ces faces, une fois repliées doivent correspondre les unes avec les autres de sorte qu'après découpage du patron et pliage, on obtienne le même solide que celui qui est présenté.

2.4.2 Quels critères pour analyser le résultat de l'investigation des élèves ?

Pour analyser l'investigation des élèves, il convient de formuler plusieurs critères et indicateurs qui permettront de définir ce que les élèves ont compris dans la réalisation d'un patron de pavé.

Ainsi, on constate que lors de la phase d'investigation, le nombre de tâches à réaliser par l'élève est important et se situe à deux niveaux géométriques différents : géométrie spatiale et géométrie plane. L'observation du travail des élèves doit permettre d'évaluer ces différents critères à l'aide d'indicateurs.

Le tableau ci-dessous présente les critères retenus et les indicateurs qui les caractérisent :

Critères	L'élève trace autant de polygones que de faces (6).	Les polygones produits sont des rectangles (exclusion de toute autre forme).	Les rectangles sont superposables 2 à 2 (mêmes dimensions et conservation des angles).	La relation d'incidence est respectée (lors du pliage, les faces coïncident et le pavé peut être reformé).
Indicateurs	- l'élève trace le bon nombre de faces. - l'élève trace moins de faces. - l'élève trace plus de faces.	- les polygones sont des rectangles (ou pseudo-rectangles). - les polygones ne sont pas tous des rectangles (carrés ou autre).	- les rectangles sont tous superposables 2 à 2. - certains rectangles sont superposables 2 à 2. - aucun des rectangles n'est superposable.	- la relation d'incidence est totalement respectée. - la relation d'incidence est partiellement respectée. - la relation d'incidence n'est jamais respectée.

Dans la phase d'investigation, les élèves doivent ainsi faire preuve d'une grande abstraction ce qui rend le travail compliqué.

Parmi les différentes tâches qu'ils doivent réaliser, on trouve :

- relever sur sa feuille de notes les informations nécessaires au tracé du patron, c'est-à-dire que toutes les faces du pavé sont des rectangles, qu'il y a six faces et prendre les cotes (longueur, largeur et profondeur). Les élèves seront certainement tentés de prendre de nombreuses mesures avant de constater que seules trois mesures sont nécessaires. Ils doivent ensuite repérer les rectangles qui se font face et qui ont mêmes dimensions ainsi que les relations d'incidence entre

les différentes faces. Cette première phase de l'investigation est donc complexe et représente un travail préalable incontournable au tracé du patron. Elle nécessite la prise de nombreuses informations dont l'oubli de l'une d'entre elles remet en cause la validité du patron.

- Utiliser les informations recueillies et les appliquer au tracé réalisé. Même si le relevé des cotes est exact, la difficulté concernant l'incidence entre les faces est un obstacle majeur pour l'élève, mais une bonne observation du pavé ainsi que la mise en œuvre de leur capacité d'abstraction permettront aux élèves de mener à bien la tâche.
- Après validation de son patron, l'élève doit encore le découper pour procéder à une validation avec le solide de la classe. En cas d'erreur, il devra recommencer.

Un autre enjeu de cette investigation sera de faire découvrir aux élèves que pour un même solide, il existe plusieurs patrons possibles.

L'enseignant joue un rôle prépondérant dans cette phase d'investigation, et notamment pour guider les élèves rencontrant des difficultés dans la réalisation des différentes tâches. Comme je l'ai exposé plus haut, les tâches à réaliser sont nombreuses et l'enseignant devra veiller à ce que l'investigation ne soit pas bloquée faute d'une mauvaise compréhension chez les élèves de ce qu'on attend d'eux. Il pourra alors questionner ces élèves sur leur démarche et leurs procédures afin de les aider à prendre conscience des failles et leur permettre de poursuivre leur investigation.

Par exemple, si l'élève ne comprend pas du tout ce qui est attendu, à savoir la réalisation du patron du pavé proposé, l'enseignante reprendra avec lui la consigne ainsi que la définition du patron. « Tu dois te déplacer jusqu'au pavé pour l'observer, prendre des mesures et des informations qui te permettront ensuite de pouvoir tracer le patron de ce pavé. Le patron, c'est la représentation à plat d'un solide, comme si on le déplaçait pour le représenter ». Il sera aussi parfois nécessaire de lui montrer un patron d'un autre solide pour qu'il visualise mieux ce qu'il doit faire.

Cette petite intervention auprès de l'élève lui permettra sans doute d'entrer plus rapidement dans la tâche et de commencer une investigation. Mais les élèves peuvent également rencontrer des difficultés après cette étape de recueil d'informations sur le solide. Là encore, l'enseignant peut questionner les élèves sur leurs procédures pour les remettre en question. « Tu as positionné cette face ici, alors imagine que tu veuilles

reformer le solide, où viendra se placer cette face ? »

L'enseignant joue également un rôle très important dans la phase de mise en commun. En effet, il propose tout d'abord aux élèves une classification de leurs productions (le patron semble valide/ le patron n'est pas valide/ on ne sait pas). Il va devoir, lors de chaque présentation de patron par les élèves, questionner ces derniers sur leurs procédures, et noter au tableau les caractéristiques du patron, dictées par les élèves de la classe. Pour les patrons peçus comme étant non valides, l'enseignant redirigera le travail des élèves en les questionnant sur ce qu'ils doivent modifier pour corriger leur patron.

Lors du découpage, l'enseignant doit veiller à ce que les élèves découpent le patron en un seul morceau et effectuent correctement les pliages sur les différentes arêtes afin de former le solide. De plus, il vérifiera la validation effectuée par les élèves grâce à la comparaison avec le solide de la classe, et les invitera à chercher un autre patron pour ce pavé.

Ainsi, les critères sur lesquels les élèves vont être observés doivent être tous satisfaits pour qu'ils soient en réussite dans la tâche à effectuer.

2.4.3 En quoi cette investigation permet-elle aux élèves de réaliser la tâche ?

Cette investigation sur le patron du pavé est réalisée en binôme favorisant ainsi les interactions entre pairs et permettant aux élèves, par mutualisation des idées et connaissances, de mettre au point des procédures pour réaliser la tâche.

L'étayage de l'enseignante, de façon dosée et stratégique, afin de ne pas anticiper sur l'investigation, permettra également aux élèves de se questionner et de progresser dans leur compréhension de la tâche.

De plus, dans la phase de mise en commun, les élèves vont s'enrichir grâce aux productions des autres, en analysant les réussites et les erreurs et en trouvant des critères de réussite du patron du pavé.

Enfin, la phase d'auto-évaluation de l'élève où il compare son solide avec le solide de la classe, va lui permettre là encore, en cas d'erreurs, de se questionner sur la correction à apporter, sur les défauts de la procédure qu'il a utilisée.

Comme les élèves sont amenés à produire un autre patron de pavé si la tâche a été réussie du premier coup, le cas échéant, à corriger leur patron pour le rendre valide si la tâche n'a pas été correctement effectuée, chacun pourra ainsi réinvestir les connaissances et procédures mises à jour lors de la mise en commun. Cette seconde étape devrait

permettre aux élèves de progresser.

Ainsi, cette étude a pour ambition de mieux appréhender dans quelles mesures la démarche d'investigation mise en œuvre va permettre aux élèves en difficulté de progresser. Sera t-elle source d'acquisition de compétences chez ces élèves ? Et le cas échéant, comment les aider à progresser, quelles situations pédagogiques et supports adopter pour favoriser cette progression ?

3. Méthodologie

3.1 Choix didactiques et analyse a priori de la situation

Pour analyser l'investigation des élèves dans la réalisation d'un patron de pavé, je m'attacherai plus particulièrement à décrire les séances 3 et 3 bis de ma séquence (annexe 1) dont les objectifs sont la construction de patrons d'un solide droit : le pavé, ainsi que la construction d'un solide à partir de son patron. Ces deux séances comportent six phases :

- phase 1 : Découverte et présentation à la classe d' un solide : le pavé droit.
- phase 2 : Investigation.
- phase 3 : Mise en commun.
- phase 4 : Découpage des patrons et validation de la tâche.
- phase 5 : Bilan des résultats de l'investigation.
- phase 6 : Institutionnalisation.

De plus, j' ai fait le choix pour cette étude de cibler plus particulièrement mon analyse sur quatre élèves que j'ai déjà, lors de précédentes notions de géométrie, identifiés comme rencontrant des difficultés. Ce choix va me permettre de mieux analyser finement leur comportement face à la tâche, leurs stratégies d'organisation, leurs procédures lors de l'investigation ainsi que les résultats produits par ces élèves. Je les ai regroupés en deux binômes de niveau homogène afin que leur investigation ne soit pas tronquée par un élève plus fort dont la stratégie ne serait certainement pas remise en cause par ces élèves. Il s'agit des binômes Malika – Théo et Erine - Jonathan.

Je vais tenter de caractériser ces élèves du point de vue de leurs compétences en

géométrie et de leur comportement face à la tâche, afin de mieux comprendre leurs difficultés et d'analyser leurs stratégies d'investigation.

Malika est une élève de 12 ans qui présente des difficultés en géométrie plane et a du mal à ordonner les informations (dans un problème par exemple). Elle se met volontiers au travail mais se décourage très vite en cas de difficulté ou d'échec.

Théo, 10 ans et demi présente également des difficultés en géométrie, a tendance à se précipiter dans la tâche avant même d'en comprendre le sens. Il faut ainsi souvent rappeler les consignes et ré-expliciter la tâche. Il se disperse facilement et une recentration sur la tâche est souvent nécessaire.

Erine, 10 ans et demi, a de grandes difficultés de repérage dans l'espace plan que ce soit en géométrie ou dans les autres disciplines. Son travail est souvent assez brouillon en terme de présentation et les tracés géométriques approximatifs. Elle est très volontaire et cherche à progresser.

Jonathan, 11 ans, présente des difficultés de compréhension des consignes en général et en géométrie, un étayage plus important est souvent nécessaire. Il a besoin d'être encouragé et d'être en réussite dans la tâche pour continuer à s'investir.

Ainsi, ces quatre élèves présentent tous des difficultés en géométrie et je fais l'hypothèse qu'ils rencontreront des difficultés similaires pour construire la notion de patron d'un solide. C'est ce qui a motivé mon choix dans la constitution des binômes.

Enfin, pour réaliser au mieux cette investigation, certaines conditions doivent être réunies car elles sont un préalable à la centration de l'élève sur sa tâche.

Tout d'abord, la consigne donnée aux élèves doit être claire et l'objectif de la tâche précis : « Voici un pavé, il s'agit d'une petite boîte de lessive. Par groupe de 2, vous allez devoir chercher au moins un patron de ce pavé, et plus si vous pouvez, c'est-à-dire une représentation possible du pavé, comme si on le représentait déplié.

Le pavé est à votre disposition sur cette table mais vous n'avez pas le droit de l'emporter à votre bureau, et vous ne pouvez venir l'observer et prendre des notes qu'à deux reprises. Avant que vous ne découpiez vos patrons, nous ferons une mise en commun ».



Figure 1 : boîtes de lessive servant à l'investigation.

De plus, l'environnement de travail des élèves est également primordial. Ainsi, les binômes doivent disposer d'un espace suffisant pouvant accueillir les outils de géométrie (crayon à papier, gomme, règle et équerre), une feuille au format A3 pour le tracé du patron, une feuille au format A5 pour la prise de notes. On veillera à ce que tout autre matériel soit rangé pour ne pas surcharger l'espace de travail et pour ne pas déconcentrer les élèves.

De même, plusieurs exemplaires du pavé sont disposés dans la classe afin d'éviter la convergence des élèves en un même point, générant du bruit et de l'agitation pouvant entraîner une distraction et un désinvestissement des élèves.

Cependant, le bruit lors d'une séance d'investigation avec un travail de groupe est plus important car les élèves sont amenés à se déplacer dans la classe pour prélever des informations sur les pavés répartis dans la classe. De plus, le travail en binôme nécessite des échanges verbaux au sein de chaque groupe. Ce bruit inévitable peut également occasionner une décentration de la tâche, il faut donc veiller à ce que celui-ci reste acceptable pour tous et le réguler si nécessaire.

Ainsi, l'environnement de travail géométrique proposé est bien au service de l'investigation dans ce cas précis. En effet, l'espace local, celui de la classe, est aménagé afin de prendre en compte l'espace nécessaire à la réalisation de la tâche, soit deux bureaux accolés pouvant accueillir une feuille au format A3 ainsi que le matériel de géométrie, mais pour tenir compte également des déplacements des élèves, et du mode de fonctionnement c'est-à-dire du travail en binôme.

Les artefacts de cette investigation sont constitués tout d'abord par les outils (règle, équerre, gomme, crayon à papier) mais également par les actions que devront réaliser les

élèves, c'est-à-dire par le tracé du patron, son découpage et son pliage pour former le solide.

Enfin, le référentiel théorique de l'investigation est constitué par la définition d'un solide en général et du pavé en particulier, de ses caractéristiques qui ont été fournies aux élèves, mais aussi par la présentation de modèles de patrons, en amont de l'investigation, qui permet de préciser les attendus.

Toutes ces prérogatives sont nécessaires au bon déroulement de l'investigation.

J'ai ainsi construit cet espace de travail géométrique en ayant à l'esprit tous ces paramètres afin de proposer aux élèves un environnement adapté à la tâche à effectuer, de favoriser le développement des apprentissages et la réussite de l'investigation, tout en intégrant les contraintes liées à la configuration et au matériel de l'espace classe.

De plus, cette investigation développe et nourrit la pensée géométrique de l'élève. En effet, si l'on se réfère aux travaux de Gonseth, l'intuition, l'expérience et le raisonnement déductif ont toute leur place dans cette investigation. En effet, l'intuition va se caractériser par tout le processus mental mis en œuvre avant la réalisation de la tâche, permettant aux élèves d'anticiper celle-ci, de se la représenter mentalement. En d'autres termes, l'élève va s'interroger sur la manière de représenter ce pavé qui est un solide de l'espace, sous la forme d'un patron c'est-à-dire d'une représentation plane et dépliée. De cette interrogation naîtra une intuition qui lui permettra de se lancer dans la tâche. De même, face au solide, l'élève aura une phase d'observation très fine aboutissant à un raisonnement déductif, à savoir le nombre de faces du solide qui devra être en adéquation avec le nombre de polygones représentés, les arêtes communes du solide qui seront représentées par deux côtés distincts sur le patron etc.

Cette intuition et ce raisonnement déductif vont ensuite être validés ou non grâce à l'expérience, c'est-à-dire à la représentation du patron, son découpage et son pliage.

Ainsi, ces trois modes de pensée sont liés et consécutifs, et un va-et-vient entre ces différents modes devrait opérer pendant l'investigation.

3.2 Procédure de mise en œuvre de la séance

3.2.1 Objectifs de la séance et compétences attendues chez les élèves

Pour les séances retenues pour l'étude (séances 3 et 3 bis), les deux objectifs généraux sont la construction de différents patrons du pavé droit d'une part, et la construction du pavé droit à partir de son patron d'autre part.

Ainsi, l'élève doit être capable de tracer un patron du pavé droit proposé (petite boîte de lessive), et de constituer un solide identique à partir du découpage de son patron.

Pour réaliser cette tâche, certains prérequis sont nécessaires. L'élève doit avoir compris la différence entre solide et figure plane, c'est-à-dire savoir ce qu'est le patron d'un solide. Pour cela, il doit avoir vu différents patrons afin de comprendre ce qui est attendu de lui. Ensuite, il doit avoir repéré que le pavé droit est constitué de 6 faces et comprendre que le patron devra comporter 6 polygones. De plus, il doit être capable d'associer les faces du pavé droit à des rectangles et d'en connaître les caractéristiques, à savoir que le rectangle est un quadrilatère comportant un angle droit et deux côtés parallèles et de même longueur deux à deux (ou quatre angles droits donc quatre côtés égaux deux à deux). Enfin, il doit repérer que les six rectangles constituant les faces du pavé sont superposables deux à deux (c'est-à-dire dans un plan parallèle et de mêmes dimensions) et en tenir compte dans le tracé du patron afin de respecter la relation d'incidence entre les faces.

3.2.2 Le déroulement de la séance

La phase de découverte de l'activité a été l'occasion de faire un rappel des prérequis nécessaires à la mise en œuvre de l'investigation des élèves. J'ai ainsi présenté aux élèves l'objet d'étude, à savoir la petite boîte de lessive, et les ai questionnés sur celle-ci : De quoi s'agit-il ? D'une boîte de lessive. De quel solide s'agit-il ? Il s'agit d'un pavé droit. Qu'est-ce qui caractérise ce solide ? Il comporte 6 faces, 12 arêtes et 8 sommets et les faces sont superposables deux à deux c'est-à-dire dans un plan parallèle et de mêmes dimensions.

J'ai ensuite expliqué aux élèves qu'ils allaient devoir réaliser un patron de ce pavé droit. Pour m'assurer que les élèves sachent bien ce qu'est un patron, je leur ai demandé de formuler une définition du patron. Quelques élèves ont donné des caractéristiques qui

ont permis de dégager une définition d'un patron : « C'est une représentation à plat d'un solide, comme si on le dépliait pour le représenter sur une feuille ». J'ai montré aux élèves deux exemples de patrons, un patron de cylindre et un patron de prisme tracés sur une feuille, puis ces mêmes patrons découpés que j'ai pliés devant eux pour reformer les solides. Je pense que cet exemple sous la forme d'une démonstration a permis à certains élèves de mieux se représenter la tâche à effectuer et de percevoir sa finalité, son aboutissement.

La phase d'investigation des élèves a débuté par la formulation de la consigne : « Voici un pavé, il s'agit d'une petite boîte de lessive. Par groupe de 2, vous allez devoir chercher au moins un patron de ce pavé, plus si vous pouvez, c'est-à-dire une représentation possible du pavé, comme si on le représentait déplié.

Le pavé est à votre disposition sur cette table mais vous n'avez pas le droit de l'emporter à votre bureau, et vous ne pouvez venir l'observer et prendre des notes qu'à deux reprises. Avant que vous ne découpiez vos patrons, nous ferons une mise en commun. Je vais vous distribuer tout le matériel dont vous allez avoir besoin ».

Ainsi, chaque binôme a disposé pendant cette phase d'un espace de travail constitué de deux bureaux d'élèves accolés, d'une feuille A3 dont les bords ont été préalablement arrondis pour éviter que les élèves ne se servent des angles et des bords, d'une fiche de notes au format A5 empêchant la reproduction des faces du solide lors de la phase de recueil d'informations sur le solide, d'une règle graduée, d'une équerre, d'un crayon à papier et d'une gomme.

Mon observation pendant cette phase d'investigation des deux binômes retenus m'a permis de constater différents points : pour le binôme Malika-Théo, j'ai observé une grande difficulté chez ces élèves dans le recueil d'informations pertinentes sur le solide. En effet, bien que la nature des faces ait été bien identifiée, leur nombre n'a pas été bien évalué et ils ont éprouvé beaucoup de difficultés à prendre des mesures sur le solide et à anticiper les relations d'incidence entre les faces. Ainsi, le patron apparaît à première vue comme une juxtaposition de pseudo – rectangles mais avec toutefois une perception chez les élèves des attendus, puisqu'on observe une ébauche de patron avec le tracé d'une face constituant la base et des quatre faces latérales partageant des arêtes partiellement communes à celles de la base. Je les ai ainsi autorisés à se déplacer une troisième fois pour observer et reprendre des mesures sur le solide, mais cela ne leur a pas permis d'identifier les failles de leur procédure.

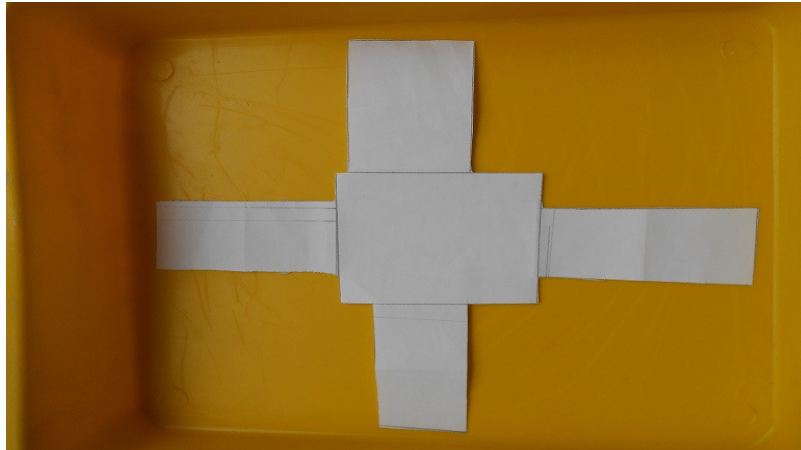


Figure 2 : Patron de Malika et Théo

Pour le binôme Erine - Jonathan, la phase de recueil d'informations a été très efficace. Les deux élèves ont d'abord relevé le nombre et la nature des faces et remarqué les faces identiques (trois paires de deux faces identiques). Ils ont ainsi mesuré la longueur et la largeur de chacune des trois paires, sans s'apercevoir dans un premier temps que certaines mesures étaient inutiles. Ils s'en sont ensuite aperçu lors du tracé du patron. Cette prise d'informations a été largement menée par Erine, au contraire du tracé qui a été entièrement pris en charge par Jonathan. Il a ainsi montré une relative facilité à anticiper le placement des rectangles dans la bonne relation d'incidence. J'ai été d'ailleurs relativement surprise par cette aisance et l'élève m'a expliqué que son père était maçon et qu'il l'aidait parfois. Il avait ainsi l'habitude de lire des plans et que cela l'aidait pour tracer le patron.

La tâche a donc été réalisée par ce binôme grâce à une mutualisation des compétences propres à chacun. La phase de mise en commun et le découpage puis la reconstruction du solide permettra de valider leurs procédures.

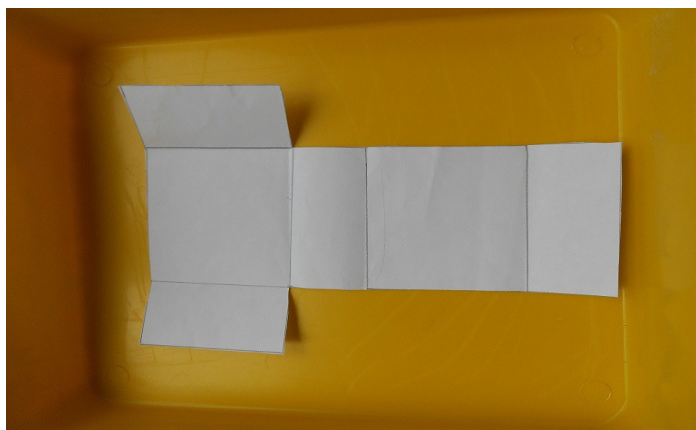


Figure 3 : Patron d'Erine et Jonathan

En ce qui concerne le reste de la classe, la tâche a été réalisée très facilement par certains binômes qui ont pu produire jusqu'à deux patrons différents. Ce travail a donc été très intéressant pour eux car ils ont pu réinvestir leurs compétences à diverses reprises, mais aussi très bénéfique pour le reste de la classe lors de la phase de mise en commun. D'autres binômes ont été plus en difficulté dans la réalisation de la tâche, mais tous ont réussi à avoir une réflexion approfondie leur permettant de produire ne serait-ce qu'une ébauche de patron. Seul un élève a tenté de faire une représentation en perspective du solide, faute certainement de ne pas avoir été attentif lors de la passation des consignes.

Une petite précision concernant la nécessité de prévoir des languettes pour assembler le pavé une fois le patron découpé. Aucun élève ne m'a fait cette demande. J'avais pris soin de les couper sur la boîte de lessive et de scotcher les arêtes pour éliminer le piège que représentent, pour cette étude, les languettes sur les solides de la vie courante. Si cette question était survenue, j'aurais expliqué aux élèves que les languettes avaient un intérêt tout à fait pratique, car elles permettent d'assurer la fermeture d'un solide sans avoir recours au scotch ou au collage, mais que celles-ci ne font pas partie du solide et que pour ne pas compliquer le travail, nous n'allons pas les représenter et que l'assemblage du pavé sera réalisé grâce à un morceau de scotch.

Lors de la phase de mise en commun, j'ai divisé le tableau en trois zones d'affichage. Une colonne intitulée « on pense que c'est un patron du pavé », la seconde « on ne pense pas que c'est un patron du pavé » et la troisième « on ne sait pas ». Les quatorze binômes ont ainsi présenté au tableau devant leurs camarades leur(s) patron(s). A chaque fois il devaient donner les informations qu'ils avaient recueillies sur le solide à l'aide de leur fiche de notes, et donner leur procédure, c'est-à-dire la manière dont ils s'y étaient pris

pour tracer le patron. Après observation et caractérisation du patron, la classe devait dire dans quelle catégorie le patron était à classer.

Pour le binôme Malika-Théo, ceux-ci ont expliqué à la classe qu'ils avaient compté le nombre de faces du solide mais qu'il en manquait une sur le patron car ils ne savaient pas où et comment la mettre. D'autre part, de nombreuses mesures sur chacune des faces avaient été effectuées mais ils ne savaient pas comment les utiliser. Ils se sont rendu compte d'eux-mêmes que leur patron n'était pas valide puisque la longueur des arêtes des faces latérales ne correspondait pas aux longueurs respectives de la base. Grâce à leurs explications, j'ai jugé qu'ils avaient compris ce qui était attendu puisqu'ils avaient analysé leur production de façon fine et exacte, cependant ils n'étaient pas arrivés, malgré cette prise de conscience, à le modifier pour le rendre valide.

Pour le binôme Erine-Jonathan, leur complémentarité constatée dans la phase d'investigation s'est confirmée lors de leur présentation à la classe. En effet, Erine a expliqué toutes les informations relevées (nombre et forme des faces, d'arêtes, de sommets, dimensions de chaque rectangle) mais a précisé qu'ils ne s'étaient pas questionnés dans un premier temps sur la position des faces les unes par rapport aux autres. Jonathan a expliqué ensuite qu'Erine lui avait donné les dimensions du plus grand rectangle et qu'il l'avait tracé, puis il a constaté que les rectangles étaient identiques deux à deux mais que leurs mesures n'étaient pas exactement les mêmes (au millimètre près) et qu'ils n'ont donc gardé qu'une des deux mesures de chaque rectangle. Jonathan s'est ensuite interrogé sur le positionnement de chaque rectangle par rapport à celui tracé. Il a imaginé déplier le solide et a ainsi retrouvé où positionner les autres faces. Erine a entièrement fait confiance à Jonathan dans cette phase de la tâche.

Au vu de leurs explications, il apparaît qu'Erine a été très efficace dans la phase de recueil d'informations, là où Jonathan était un peu en difficulté dans leur tri, mais qu'au contraire, il a fait preuve d'une grande facilité d'abstraction lorsqu'il a fallu se questionner sur l'incidence entre les différentes faces. Ainsi, ce binôme a très bien fonctionné sur un mode complémentaire et les élèves de la classe ont fait le choix de classer leur production dans « on pense que c'est un patron du pavé ».

De la même façon, tous les binômes de la classe se sont succédés et les patrons ont été largement classés dans la colonne « on pense que c'est un patron du pavé », trois dans la colonne « on pense que ce n'est pas un patron de pavé » dont la production de Malika et

Théo, et quatre dans la colonne « on ne sait pas ». Le découpage des patrons prévu dans la phase suivante aura pour objectif de valider ou d'invalider la production et par là même les procédures des élèves, permettant ainsi de lister les critères de réussite du patron du pavé et les procédures possibles pour parvenir à réaliser la tâche.

De plus, cette mise en commun a permis aux élèves de constater qu'ils avaient mis des patrons différents dans la colonne « on pense que c'est un patron du pavé ». Je les ai alors questionnés sur la validité de tous ces patrons, et certains ont remis en doute leur validité. D'autres ont perçu qu'il était possible qu'il existe plusieurs patrons pour représenter un même solide. Je leur ai dit qu'ils allaient vérifier cet éventualité après découpage de leurs patrons.

La phase suivante a consisté au découpage et au pliage des patrons. Seuls les patrons des colonnes « on pense que c'est un patron de pavé » et « on ne sait pas » ont été découpés. Les élèves ayant réalisé un patron classé dans la colonne « on ne pense pas que c'est un patron du pavé » ont été invités à le modifier, en s'appuyant sur toutes les remarques et critères de réussite donnés, avant de procéder au découpage. Les élèves ont ensuite plié leur patron sur les arêtes et reformé le pavé. Une validation au sein de chaque binôme a alors été réalisée par comparaison directe avec une petite boîte de lessive, mais aussi par « emballage » de cette dernière à l'aide du patron. Ainsi, Erine et Jonathan ont réussi à reformer un pavé semblant similaire à celui proposé mais lors de l'emballage de celui-ci, ils ont été confrontés à un problème de longueur des arêtes. Deux de leurs faces, bien que superposables, ne correspondaient pas à celles du solide, avec un écart d'environ 1,5 cm. Cette erreur proviendrait d'une erreur de mesurage dans le recueil des données. En effet, l'une des longueurs d'un rectangle était erronée et Jonathan a conservé la mauvaise mesure parmi les deux relevées sur chacun des rectangles. Cependant, malgré cette erreur, les critères de réussite d'un pavé lambda sont réunis ; seules les dimensions sont remises en cause dans cette investigation. Concernant le binôme Malika-Théo, ces derniers ont modifié leur patrons. Pour ce faire, ils ont conservé la face servant de base qu'ils avaient initialement tracée, puis ont remesuré les faces latérales du solide qu'ils ont tracées correctement, dans la bonne relation d'incidence. Enfin, ils ont ajouté une sixième face à leur patron de la même taille que la base. Cette correction me montre donc qu'ils ont compris les critères indispensables à la réussite du tracé d'un patron, mais un exercice similaire de réinvestissement sera nécessaire pour le confirmer, car il est probable qu'ils aient également effectué leur correction par mimétisme avec ce qu'ils ont pu observer

lors de la mise en commun. Ce binôme a ensuite découpé son patron qui s'est avéré être globalement valide, malgré quelques petites imperfections liées certainement à un manque de précision des mesures et au découpage peu soigné. Les différents binômes ont ensuite été interrogés sur la validité de leurs patrons, et le cas échéant, questionnés sur pourquoi ils ne l'étaient pas. Les différentes caractéristiques du patron du pavé ont été listées ainsi que les techniques de prise de notes et les procédures de réalisation.

A la suite de cette phase de validation, une phase d'institutionnalisation a suivi. Les élèves ont été amenés à formuler une trace écrite à l'appui des critères et procédures mises à jour lors de la mise en commun.

Ainsi, la trace écrite a été formulée et copiée par les élèves comme suit :

Pour construire un solide, il est utile de dessiner un patron.

Un patron est une représentation à plat du solide *en un seul morceau* qui permet en le repliant d'obtenir le solide.

Certains solides peuvent avoir plusieurs patrons.

Le patron du pavé doit comporter plusieurs caractéristiques :

- 6 faces rectangulaires.
- les faces sont parallèles et superposables deux à deux (deux faces opposées sont identiques c'est-à-dire ont mêmes longueurs, mêmes angles...).
- chacune des deux faces opposées doit correspondre à l'autre une fois le pliage effectué.

4. Rôle de l'enseignante

Après avoir décrit la posture de l'enseignante dans son rôle d'observation et de recueil des résultats de l'investigation, je développerai plus particulièrement l'aspect de différenciation et d'étayage.

4.1 Moyens de recueil des données

Pour vérifier les compétences développées lors de l'investigation des élèves, j'ai effectué plusieurs types de recueil de données pour les analyser et savoir comment aider les élèves qui ont échoué dans la tâche à progresser.

Tout d'abord, le premier recueil a été une observation des différents binômes lors de la

phase de recueil d'informations sur le solide à l'aide de leur fiche de notes. Cette observation m'a permis de constater de nombreuses interactions entre les élèves afin de savoir quelles étaient les informations utiles au tracé du patron. J'ai constaté que les élèves relevaient de très nombreuses informations pour « tout avoir », m'expliquant que comme ils n'avaient le droit qu'à deux déplacements auprès du solide, ils préféraient en avoir trop que pas assez. Il en a résulté pour certains binômes, une difficulté à faire le tri dans les informations car elles n'avaient pas été ordonnées et les élèves avaient parfois été gênés par cette quantité d'informations. Lors de leur deuxième déplacement, ces élèves ont essayé de mieux classer les données et de ne garder que celles utiles à la réalisation de la tâche.

En ce qui concerne le binôme Malika-Théo, ils ont prélevé des informations au contraire a minima si bien qu'ils ont été confrontés au problème inverse, c'est-à-dire qu'ils n'avaient pas suffisamment d'informations pour mener à bien la tâche. Lors de leur deuxième déplacement, ils n'ont guère relevé plus d'informations, si bien qu'ils étaient toujours en grande difficulté pour terminer leur patron. Je leur ai ainsi demandé d'imaginer leur patron découpé et plié pour savoir ce qui fonctionnait et ne fonctionnait pas dans leur patron. Ils se sont concertés et m'ont fait part du problème de longueur des arêtes communes, mais n'ont pas évoqué, du moins à ce moment-là, la face manquante de leur solide. Je les ai ainsi autorisés à faire un troisième déplacement pour observer et remesurer la boîte de lessive, afin qu'il puisse modifier leur production en fonction des remarques qu'ils avaient formulées. Celui-ci n'a pas eu l'effet escompté puisque leur production est resté sensiblement la même. Ainsi, malgré leur prise de conscience de certaines failles de leur patron, ils ne sont pas parvenus à effectuer une modification correcte qui aurait permis une validation partielle de leur patron.

Pour le binôme Erine-Jonathan, beaucoup d'informations ont été prélevées sur le solide à l'initiative d'Erine essentiellement mais celles-ci ne montraient pas de hiérarchisation apparente. J'ai alors demandé aux élèves de m'expliquer leur prise de notes, et Erine était très au clair sur les informations prélevées : les dimensions des 6 rectangles, ce qui m'a montré qu'ils avaient bien perçu la présence de 6 polygones de forme rectangulaire et le nombre d'arêtes mais aucune information sur la relation d'incidence entre les faces. Ces deux élèves ont effectué un deuxième déplacement vers le solide simplement pour vérifier une longueur. Ainsi, l'observation des échanges entre les élèves, des informations qu'ils avaient recueillies, de leurs réflexions et de leurs interrogations m'a permis de

mieux identifier quels étaient les élèves rencontrant des difficultés, et de savoir quelles étaient ces difficultés. Cela m'a poussée à m'interroger sur la différenciation à mettre en œuvre pour ces élèves. En réponse à cette difficulté, à ce moment précis de l'étude, j'ai pratiqué un étayage beaucoup plus important en soutenant la réflexion de ces élèves et en les incitant à s'interroger, comme avec le binôme Malika-Théo. Pour certains élèves, ce simple étayage a été suffisant et a permis d'apporter une réponse satisfaisante aux difficultés rencontrées. Pour d'autres binômes, cet étayage n'a pas permis de faire évoluer leur réflexion et leur compréhension, et je me suis alors questionnée sur la manière dont je pouvais les aider à y parvenir.

Ensuite, j'ai recueilli des données lors de la phase de mise en commun. En effet, chaque binôme a explicité devant la classe, les informations collectées sur sa fiche de notes et les procédures utilisées pour tracer le patron. Cette phase a permis de mettre à jour les informations indispensables à la bonne réalisation de la tâche, à savoir le nombre de faces, la forme et les dimensions de chacune des trois paires de faces, mais aussi la relation entre les différentes faces. Certains élèves ont ainsi expliqué, avec l'appui visuel de la boîte de lessive, la position des différentes faces si l'on déplaçait la boîte.

Les élèves les plus en difficulté se sont ainsi nourris de la réflexion de leurs camarades qui ont expliqué avec leurs propres mots, pas toujours dans un langage très « géométrique », la manière dont ils avaient procédé, ce qui a eu un impact important je pense, sur la correction apportée sur les productions défectueuses, puisqu'elles présentaient toutes au final le bon nombre de faces, de forme rectangulaire, même si les longueurs des côtés ont parfois été erronées.

J'ai, de ce fait, pu constater, que l'étayage apporté par les pairs, par signification des défaillances avec leurs justifications, était d'une part relativement bien accepté des élèves, mais aussi leur permettait de faire évoluer leurs représentations.

D'autre part, les élèves en difficulté ont pu corriger leurs productions par mimétisme avec toutes les productions proposées et validées formant ainsi un corpus de modèles. Cela a eu un impact positif dans le sens où il a permis aux élèves de produire un patron semblant valide, cependant, il serait intéressant de proposer une tâche différente mais nécessitant les mêmes procédures pour savoir si les compétences de ces élèves ont réellement évolué.

Ensuite, cette phase de mise en commun des productions a aidé comme évoqué ci dessus, les élèves en difficulté, mais a également été bénéfique pour les élèves en réussite dans la

tâche. Le fait d'avoir à expliquer et justifier les procédures utilisées a permis à ces élèves de fixer leurs savoirs, de les faire réfléchir sur leurs propres procédures afin de pouvoir les transposer à d'autres patrons par exemple. Ainsi, ces élèves ont eu la possibilité de chercher d'autres patrons au solide proposé et quatre patrons différents ont pu ainsi être trouvés. Cela a permis de montrer aux élèves que pour un même solide, plusieurs patrons étaient possibles.

Enfin, le recueil des productions des élèves m'a permis une analyse précise des différents patrons. Ceux-ci ont été de très bons indicateurs des compétences acquises et maîtrisées par les élèves, et de celles à renforcer ou à acquérir. Pour les élèves dont les patrons ont été invalidés lors de la mise en commun, j'ai effectué deux analyses, avant et après modification de leur production.

Les erreurs les plus fréquemment retrouvées ont porté sur un non respect du nombre de faces, sur la forme des polygones, sur la longueur des côtés mais peu sur la relation d'incidence entre les faces.

Ainsi, en ce qui concerne le respect du nombre de faces, quelques binômes dont Malika et Théo, ont oublié de représenter l'une des faces du solide portant à cinq le nombre de polygones représentés sur leur patron.

Concernant la forme des polygones, tous ont bien représenté des pseudo-rectangles, sauf deux binômes qui ont tracé au moins deux faces carrées, mais les angles droits n'ont pas toujours été conservés. Certains élèves, tout entier investis dans la réalisation de la tâche, ont mis sur un plan secondaire l'utilisation du matériel géométrique, oubliant de se servir de l'équerre pour tracer un rectangle.

De plus, certains binômes n'ont apparemment pas fait de lien entre les trois paires de faces superposables du solide puisque les dimensions utilisées pour les représenter sont différentes, parfois de quelques millimètres seulement ce qui laisse supposer une approximation du tracé, mais pour d'autres, l'écart peut parfois aller jusqu'à 1,5 centimètre ce qui ne fait pas de doute sur une mauvaise compréhension de la configuration du solide. Ces binômes-là ont ainsi traité chacune des six faces individuellement et n'ont pas repéré, a priori, les faces parallèles et superposables. Ce problème est d'ailleurs confirmé par la prise de notes des binômes concernés qui laisse apparaître le relevé des longueurs de six rectangles au lieu de trois.

Enfin, le problème de l'incidence entre les faces a été relevé simplement à deux reprises et pour deux des six faces seulement, les élèves étant essentiellement restés sur les

représentations les plus simples du pavé. En effet, les faces latérales ont toujours été représentées face à face sur les trois patrons différents trouvés par les élèves.

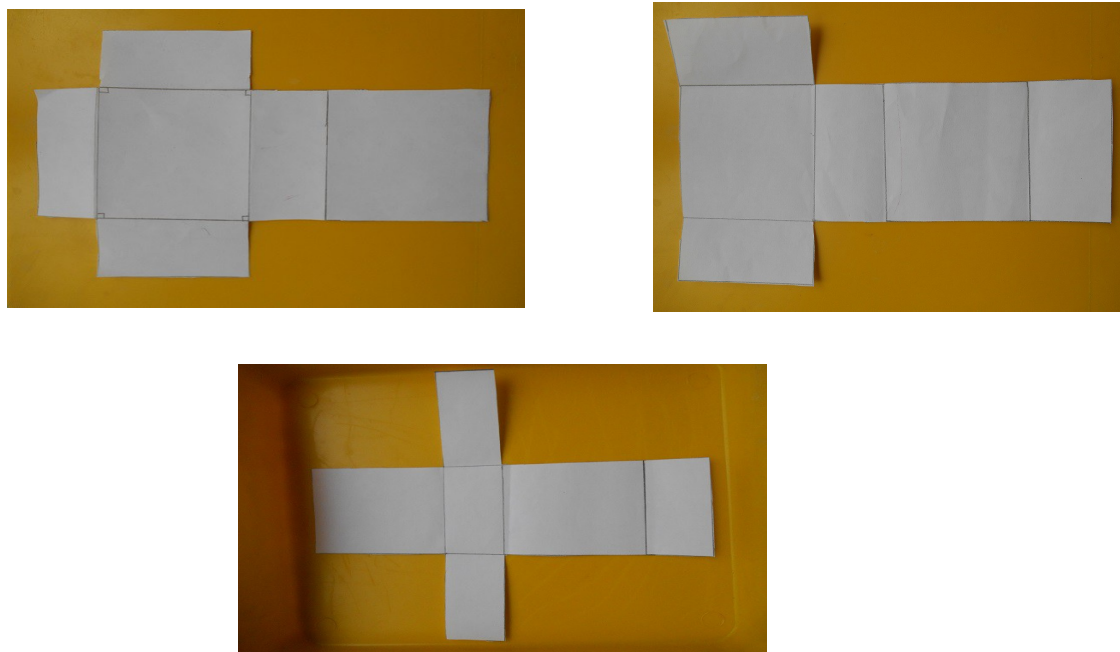


Figure 4 : les trois patrons de pavé trouvés par la classe.

4.2 Classification et analyse a posteriori des résultats

Afin de mieux percevoir et cibler les erreurs récurrentes produites par les élèves, j'ai réalisé une classification des productions à l'aide de la grille de critères présentée au paragraphe 2.4.2. Cette grille comporte quatre critères de réussite avec pour chacun, différents indicateurs permettant de préciser l'écart par rapport aux attendus de façon un peu plus précise. Ce recueil de résultats a porté sur les quinze patrons recueillis puisque quatorze binômes ont produit chacun un patron à l'exception d'un binôme qui en a produit deux avant la phase de mise en commun. En ce qui concerne le premier critère, « l'élève trace autant de polygones que de faces », treize binômes ont tracé le bon nombre de faces, deux ont tracé moins de faces, cinq au lieu de six dans les deux cas, et aucun n'a tracé plus de faces. Pour le deuxième critère « les polygones produits sont des rectangles (exclusion de toute autre forme) », onze binômes ont tracé des rectangles, et quatre n'ont pas tracé que des rectangles mais aussi des carrés pour représenter tout ou

partie des faces. Pour le troisième critère « les rectangles sont superposables deux à deux (mêmes dimensions et conservation des angles) », dix binômes ont tracé des rectangles tous superposables deux à deux avec parfois une petite approximation concernant le respect des longueurs et des angles droits (de l'ordre de quelques millimètres ou degrés), les rectangles n'étaient pas tous superposables deux à deux pour quatre binômes, et un seul binôme n'a représenté que des rectangles non superposables. Enfin, pour le dernier critère « la relation d'incidence est respectée (lors du pliage, les faces coïncident et le pavé peut être reformé) », treize binômes ont totalement respecté la relation d'incidence entre les faces, deux l'ont partiellement respectée, et aucun ne l'a jamais respectée. Au regard de ces résultats, on constate qu'une grande majorité des productions se sont avérées valides ce qui permet de tirer une première conclusion d'un niveau global assez bon de la classe dans ce domaine. En outre, une grande hétérogénéité existe puisque certains binômes n'ont pas validé jusqu'à trois des quatre critères retenus pour l'analyse, dont le binôme Malika-Théo. En effet, pour le premier critère « l'élève trace autant de polygones que de faces », ils n'ont tracé que cinq faces au lieu des six attendues, la face supérieure du solide n'étant pas représentée. Lors de la phase de mise en commun, ces élèves avaient expliqué qu'ils avaient bien repéré la sixième face du solide sans toutefois savoir où la placer, expliquant leur patron amputé d'une face. De plus, les polygones tracés ne sont pas des rectangles, la tolérance de quelques millimètres appliquée à d'autres patrons est largement dépassée dans leur production, et les angles droits sont beaucoup trop approximatifs malgré la constatation lors de l'observation de ces élèves, qu'ils avaient bien utilisé l'équerre pour construire leurs polygones. Mais encore, les polygones tracés ne sont pas superposables deux à deux car les dimensions des paires de polygones sont très disparates, ce qui montre qu'ils n'ont pas perçu que les faces du solide étaient superposables deux à deux. Enfin, les polygones représentés sont positionnés face à face à l'exclusion de la face isolée, mais ne sont pas dans une vraie relation d'incidence, pointant la difficulté pour ces élèves à projeter leur représentation du solide sur l'espace plan de la feuille.

En ce qui concerne le binôme Erine-Jonathan, tous les critères ont été remplis, ce qui met à jour un bon travail d'équipe entre ces deux élèves qui, rappelons-le, rencontrent habituellement et individuellement des difficultés en géométrie, mais il s'est avéré que leur patron n'était pas strictement identique au solide proposé. En effet, bien que conforme à la représentation d'un pavé, leur patron présentait deux rectangles sensés être

superposables, aux dimensions erronées, ce qui ne leur a pas permis d'emballer la boîte de lessive comme demandé pour la validation du patron. Erine avait ainsi expliqué que lors du recueil d'informations sur le solide, elle avait mesuré les dimensions des six rectangles et qu'elle s'était aperçue par la suite qu'en fait ils fonctionnaient par paires. Or, pour l'une des paires, il existait un gros écart de plusieurs centimètres et qu'elle avait gardé le rectangle comportant la mauvaise mesure. Il est à noter aussi qu'intuitivement, ce binôme semble avoir adapté la longueur des arêtes communes à l'arête de longueur erronée puisqu'il existe un écart de l'ordre de deux millimètres entre elles. Mais cette erreur dans la prise d'informations ne remet pas en cause la validité de leurs procédures, simplement la conformité du patron au solide proposé.

4.3 Remédiation proposée

La classification établie ci-dessus m'a permis d'analyser la provenance des difficultés rencontrées par les élèves afin de mettre en œuvre des procédés de remédiation adaptés à chaque élève en fonction du ou des critères défailants constatés. J'ai ainsi créé un groupe de besoins pour trois des binômes de la classe dont les deux binômes retenus pour l'étude, l'un présentant des difficultés multiples, l'autre ayant réussi le travail grâce à une répartition des tâches bien orchestrée mais rencontrant des difficultés propres à chaque élève, le troisième binôme n'ayant rempli qu'un seul des critères, les compétences étaient donc également à renforcer. Ainsi, sur un temps de travail autonome de la classe d'environ trois quarts d'heure, j'ai proposé à ces élèves différents exercices de remédiation. Pour Malika, Théo, Erine et le troisième binôme, la manipulation et le découpage des solides s'avéraient nécessaires puisque leurs difficultés résidaient beaucoup dans l'obstacle que constitue le passage du solide en trois dimensions à sa représentation plane. Je leur ai ainsi proposé à chacun un autre pavé que celui de la situation d'investigation menée en classe, en leur donnant la possibilité de le découper sur les arêtes afin de le déplier. Ils devaient ensuite colorier chacune des paires de faces identiques d'une couleur différente afin de bien visualiser la relation d'incidence entre les faces. Ensuite, ils ont pu reformer le solide et ont constaté que les faces de même couleur étaient parallèles et superposables. Je pense que cet exercice inverse à celui proposé dans la situation d'investigation, a permis à ces élèves de bien percevoir la relation liant les

différentes faces les unes aux autres, d'autant plus que des patrons différents ont été obtenus, ceci rendant encore plus intéressant et riche l'apport des connaissances. Un bref rappel a suivi sur l'utilisation de l'équerre pour tracer des angles droits puisque cette notion avait fait défaut à ces binômes. La compétence était en outre bien acquise mais certainement mise au second plan lors de la phase d'investigation sur le pavé. Dans un second temps, j'ai proposé aux élèves un cube, et leur ai demandé de tracer un patron possible de ce cube, sans pouvoir le découper cette fois, de la même façon que lors de l'investigation sur le pavé. Cet exercice m'a permis de vérifier s'ils arrivaient à transposer cette compétence à un autre solide, anticipant un peu sur la séance suivante. Dans cet exercice, les élèves se sont lancés tête baissée dans de multiples relevés de mesures avant qu'ils ne se rendent compte, assez rapidement qu'elles étaient toutes identiques. J'ai ainsi invité les élèves à ne pas se précipiter dans la tâche mais à conserver un temps de réflexion et d'observation du solide afin de parvenir plus simplement à réaliser la tâche demandée. Théo a ainsi réalisé que puisqu'il s'agissait d'un cube, toutes les arêtes avaient la même longueur et de ce fait, une seule mesure était nécessaire. Malika a quand même souhaité poursuivre sa prise de mesures afin de s'assurer que tel était bien le cas et de finir par convenir qu'effectivement une seule mesure s'avérait nécessaire dans le cas du cube. Après cet ajustement, je les ai invités à bien observer le cube et à imaginer les faces que l'on colorierait de la même couleur si l'on devait refaire comme dans l'exercice précédent. Pour les quatre élèves, cette tâche a été une simple formalité et ils n'ont eu aucune difficulté à percevoir les trois paires de faces parallèles et superposables. Ensuite, avant qu'ils ne commencent à tracer leur patron, je leur ai demandé d'anticiper le placement des différentes faces s'ils devaient déplier le cube, afin qu'ils ne se lancent pas trop vite dans la tâche sans réflexion préalable. Les élèves ont enfin été autorisés à tracer un patron du cube. La tâche a été réalisée avec succès par les quatre élèves, leurs patrons étaient cette fois-ci identiques. J'attribue cette réussite à l'étayage et au guidage très important que j'ai mis en œuvre, et qui a permis à ces élèves d'être en sécurité dans la tâche et de progresser pas à pas, par étapes successives, évitant ainsi une surcharge cognitive trop importante, créant difficulté donc dispersion et désinvestissement des élèves. De plus, pour ces élèves en difficulté, la manipulation des solides, la possibilité de les découper pour mieux se rendre compte de la position des faces les unes par rapport aux autres, a été une démarche adaptée à leurs besoins, leur permettant d'être en réussite, ce qui a été très valorisant pour eux. Ils étaient ainsi, à l'issue de cette séance de

remédiation, très en demande d'autres exercices sur les patrons et ont, dans les jours suivants, réalisé de leur propre chef, plusieurs patrons de pavés et de cubes qu'ils étaient extrêmement fiers de me présenter. Pour valoriser ces élèves, j'ai ainsi utilisé l'un de leur cube dans la séance suivante, portant entre autres, sur la construction d'un cube à partir de son patron.

Pour le binôme Erine-Jonathan, la situation était un peu différente puisqu'il était en réussite partielle lors de la situation d'investigation, mais comme je l'ai exposé plus haut, cette réussite était le fait d'une mutualisation des compétences de chacun, ce qui était très positif pour le travail de groupe. Mais j'ai identifié chez chacun de ces élèves, des compétences à renforcer pour être à l'aise de façon individuelle dans la tâche. Ainsi, Erine n'avait pas manifesté de difficulté particulière dans le recueil d'informations pertinentes sur le solide, mais avait eu du mal à se représenter la relation d'incidence entre les faces du solide, laissant entièrement Jonathan prendre en charge le tracé du patron. C'est pourquoi j'ai fait le choix d'intégrer Erine dans la première phase du travail de groupe mené avec Malika et Théo. En effet, le deuxième exercice concernant la réalisation d'un patron du cube proposé a été réalisé par Erine avec succès en totale autonomie, cette dernière ayant un besoin de guidage moins important que ses camarades. Pour Jonathan qui avait montré une grande capacité dans la réalisation du patron mais de grandes difficultés dans la classification des données utiles et nécessaires au traitement de la tâche, j'ai imaginé un exercice portant sur un patron de pavé différent de celui proposé dans la situation d'investigation. L'élève devait prendre toutes les dimensions des différents rectangles, puis essayer de trouver quelles étaient les informations en trop ou redondantes. Jonathan n'a pas hésité pour dire que les rectangles fonctionnaient par paires et que seule la mesure de trois rectangles était nécessaire. J'aurai pu me contenter de cette réponse car de nombreux élèves de la classe en étaient également à ce stade de réflexion, mais Jonathan étant très réceptif et ne présentant pas de difficulté majeure dans la réalisation proprement dite du patron, j'ai souhaité aller plus loin. Je l'ai invité à découper le patron et à le plier pour reformer le solide, et lui ai demandé ce qu'il constatait concernant les côtés des rectangles. Il a tout de suite perçu que certaines arêtes étaient communes aux rectangles et que c'était pour cela qu'elles faisaient la même longueur. Jonathan n'était pas en grande difficulté à ce stade-là puisqu'il avait bien perçu, intuitivement, lors de l'investigation, cette caractéristique sans toutefois pouvoir l'expliquer clairement. Je l'ai ensuite questionné sur les mesures

réellement nécessaires pour tracer le patron et après une longue réflexion, il m'a montré quatre arêtes du solide. Je lui ai donc demandé de reprendre connaissance des mesures qu'il avait préalablement effectuées au début de l'exercice afin qu'il prenne conscience de la similitude des longueurs de deux des arêtes proposées, ce qu'il a rapidement constaté. Il a ainsi rectifié sa réponse en montrant les trois seules arêtes dont les mesures étaient nécessaires. Cet exercice a ainsi permis à Jonathan de formaliser des connaissances qu'il avait intuitivement perçues mais qu'il ne parvenait pas à justifier.

Ainsi, pour chacun des élèves concernés par la remédiation, le travail en petits groupes, axé sur la manipulation, a été bénéfique en développant ou renforçant des compétences qui s'avéraient être fragiles. Le reste de la séquence s'est déroulée pour ces élèves dans de bonnes conditions, forts de leurs nouvelles capacités, et ils n'ont pas montré de difficultés plus importantes que celles rencontrées par leurs camarades. En outre, l'évaluation finale de la notion permettra de s'assurer de la stabilité des connaissances acquises et de la capacité de ces élèves à les transposer dans d'autres situations.

5. Conclusion

La confrontation des références aux programmes de l'école élémentaire et de l'état de l'art concernant la géométrie dans l'espace développés dans la première partie avec la séquence que je propose dans la seconde partie, m'amène à fixer plusieurs points de questionnement et d'analyse de la mise en œuvre de ma séquence d'une part mais aussi de la pertinence des activités, tâches et supports proposés en terme de remédiation pour les élèves en difficulté, et enfin à envisager des pistes d'adaptation possibles pour différencier le travail proposé à ces élèves.

En effet, il convient de se demander si l'investigation menée dans la séquence a permis aux élèves en difficulté de faire évoluer leurs connaissances sur la représentation des solides sous la forme d'un patron ? Quel sens ces élèves ont-ils donné aux activités proposées ? Quel a été l'impact de l'aide apportée aux élèves en difficulté dans la construction de cette représentation ? Quelles variables à cette investigation afin de la rendre plus accessible aux élèves en difficulté ?

Tout d'abord, l'investigation a permis aux élèves de développer des compétences. Ainsi,

lors de la situation d'investigation, le groupe classe a été mis en activité de recherche avec une consigne très explicite concernant déroulement de l'investigation mais sans toutefois fournir de méthode quant à l'organisation à adopter par les élèves, ni même de procédures à utiliser pour parvenir à réaliser la tâche. C'est en effet le principe des situations mettant l'élève face à un problème qu'il doit parvenir à résoudre, par succession d'essais-erreurs, en adoptant des stratégies qu'il doit lui-même trouver sans étayage de l'enseignant. Ces situations ont l'avantage de pousser les élèves à avoir une réflexion personnelle pour parvenir, parfois par des procédures très différentes, à mener à bien une tâche, à mettre à jour des caractéristiques, assurant une meilleure intégration de la notion visée puisque découverte par l'élève lui-même. Dans le cas des élèves retenus pour l'analyse, identifiés comme rencontrant des difficultés en géométrie, la question se pose de savoir si la situation d'investigation proposée leur a permis de développer des compétences, mais aussi quel sens ils ont donné à cette tâche. L'analyse des résultats a montré la difficulté importante rencontrée par au moins l'un des deux binômes dans la réalisation de la tâche, celle-ci nécessitant plusieurs étapes indispensables. En effet, l'élève devait être capable de recueillir les informations utiles sur le solide, d'utiliser ces informations pour effectuer son tracé, de mener à bien une réflexion sur le positionnement des faces du patron. En outre, chacune des étapes remet en cause la validité de la production si elle n'est pas correctement remplie. Ainsi, pour ces élèves « fragiles », la multiplicité des tâches à effectuer a certainement été un frein à la réussite de l'investigation, créant une surcharge cognitive trop importante pour prendre correctement en charge tous les aspects de la tâche. Les pseudo-rectangles de Malika et Théo ne présentant pas des angles droits corrects malgré leur bonne maîtrise de cette notion et l'utilisation de l'équerre, montrent bien que trop investis dans les autres tâches, les élèves n'ont pas su utiliser à bon escient ces compétences. Il apparaît de plus que le mode de fonctionnement de ce binôme n'a pas été un facteur favorisant le bon déroulement de l'investigation. En effet, leurs interactions ont été assez réduites, chacun des membres ne remettant pas forcément en cause la proposition faite par l'autre. Ces élèves ont ainsi plus travaillé côte à côte que par mutualisation des compétences. Je pense ainsi que la situation d'investigation, telle qu'elle était proposée n'a pas permis à ces élèves de développer des compétences pérennes, mais a été plus vécue comme un obstacle difficile à surmonter car trop lourd cognitivement. Difficulté d'autant plus pesante, puisqu'une grande majorité des binômes de la classe était en réussite, au moins

partielle dans la tâche. Au contraire, le binôme formé par Erine et Jonathan a très bien fonctionné comme le montre le résultat de leur production. Les interactions entre les élèves ont été nombreuses et ils ont agi sur un mode coopératif, en mutualisant leurs compétences propres et en les mettant au service de l'investigation, chaque élève prenant en charge une partie de la tâche. Ce travail de groupe pour ces élèves en difficulté a ainsi été très productif et source d'apprentissages. Malgré tout, ces élèves, à l'issue de l'investigation ne maîtrisaient pas toutes les compétences nécessaires à la réalisation individuelle de la tâche, c'est pourquoi j'ai réalisé une remédiation, a posteriori, afin de renforcer les compétences fragiles. Il apparaît donc que cette investigation s'est avérée très positive pour la grande majorité des élèves de la classe mais que pour les élèves en difficulté, le bilan est plus mitigé et a été très dépendant du mode de fonctionnement du binôme constitué. Ainsi, il m'a paru nécessaire de mettre en place une remédiation afin de permettre à ces élèves d'être en réussite dans une tâche similaire.

La remédiation à destination des élèves en difficulté lors de la situation d'investigation a ainsi été bénéfique à plusieurs niveaux. Tout d'abord, la création d'un groupe de besoins pour ces élèves pendant un temps de travail autonome du reste de la classe a permis un travail plus personnalisé. Ainsi, les élèves ont bénéficié d'un étayage important, qui d'une part les a mis en confiance grâce à un contact plus étroit avec l'enseignante, et d'autre part leur a évité de rester bloqué lorsqu'une difficulté survenait. Ainsi, Malika et Théo ont été particulièrement sensibles à cet étayage et ils ont été très volontaires pour réaliser le travail demandé. Ainsi guidés, les échanges entre les deux élèves ont été plus fréquents que lors de la situation d'investigation, et chacun a tenu compte des remarques de l'autre pour progresser dans sa propre réflexion. Je pense que le fait de reformuler les interrogations des élèves tout en soutenant la progression de leur démarche leur a permis de progresser dans la tâche en sécurité et plus sereinement. Erine et Jonathan ont été moins demandeurs puisque dans une réussite relative lors de la situation d'investigation. C'est pourquoi j'ai fait le choix de mettre Erine en autonomie lors du second exercice sur le patron du cube, celle-ci ayant manifesté une plus grande facilité que ses camarades dans le premier exercice, afin de lui permettre de réinvestir les compétences acquises sans étayage de ma part. Ensuite, les exercices proposés aux élèves, adaptés aux difficultés propres à chacun, ont été réalisés par étapes successives afin de limiter la charge cognitive des élèves. Ceux-ci ont ainsi pu s'approprier chacune des différentes tâches à effectuer, et être ainsi en réussite dans l'exercice. Cette notion de réussite est

d'ailleurs très prégnante chez ces élèves qui ont besoin d'être rassurés sur leur capacité à bien faire les choses, encouragés. La réussite dans une tâche est ainsi un facteur de motivation pour continuer à s'investir dans le travail, à y trouver parfois même du plaisir, ce que les élèves en difficulté n'ont pas toujours, faute d'être régulièrement en situation d'échec. Ainsi, l'impact de l'aide apportée aux élèves en difficulté a été très positif permettant de développer ou de renforcer les compétences des élèves. De plus, il est à noter que le bénéfice de cette remédiation s'est confirmé dans le temps puisque les élèves ont été en situation de réussite dans la suite de la séquence. L'évaluation sommative de la séquence, prévue au retour des vacances de printemps permettra de vérifier l'acquisition des compétences à distance de la mise en œuvre de la séquence, et donnera une bonne indication sur le degré d'intégration de ces compétences chez les élèves.

Comme développé ci-dessus, la remédiation s'est avérée très bénéfique pour les élèves en difficulté mais je me suis également interrogée sur la nécessité de proposer à ces élèves des situations plus adaptées à leurs besoins, selon l'adage « Mieux vaut prévenir que guérir ». Ainsi, il me semble intéressant, tout en conservant les objectifs de la situation d'investigation telle qu'elle est proposée, de l'aménager pour ces élèves afin de leur permettre d'entrer dans la tâche plus facilement et de ne pas les mettre trop vite en situation de difficulté voir d'échec. Un moyen d'adapter cette situation est un étayage de l'enseignant plus prégnant, dont les bénéfices ont été démontrés plus haut dans la mise en œuvre d'une remédiation. Celui-ci permettrait en effet un accompagnement plus guidé de la réflexion des élèves. De plus, il apparaît que la constitution des binômes revêt une importance non négligeable au bon fonctionnement de l'investigation. En effet, pour les deux binômes retenus, identifiés comme étant d'un niveau relativement homogène, celui d'Erine et Jonathan a bien fonctionné permettant aux élèves de mener à bien la tâche proposée, alors que celui de Malika et Théo a été nettement moins efficace, se perdant un peu dans la multiplicité des étapes requises pour mener à bien la tâche. Ainsi, je me suis questionnée sur le bien fondé de former des binômes strictement homogènes. En effet, pour certains élèves comme Malika et Théo, il aurait peut-être été plus favorable dans le développement des compétences, de les associer à un élève un peu plus fort qui aurait soutenu la réflexion commune, sans toutefois tomber dans une hétérogénéité trop marquée en les associant à un élève présentant de grandes facilités afin de ne pas courir le risque que l'élève plus fort prenne entièrement en charge la tâche, l'élève plus faible

étant alors en situation de spectateur. Ainsi, des adaptations sont nécessaires pour aider les élèves en difficulté et il convient de les mettre en œuvre en considérant chaque situation, sans perdre de vue les objectifs fixés.

La situation d'investigation mise en œuvre a permis le développement de compétences chez la plupart des élèves de la classe. Cependant, pour les élèves en difficulté sur lesquels j'ai affiné mon analyse, cette démarche n'a pas toujours eu l'effet escompté. Ainsi, il apparaît que la tâche était trop conceptuelle pour ces élèves et n'a pas permis à tous de développer des compétences et d'être en réussite dans la tâche. Ces élèves-là ont eu besoin d'avoir une approche plus concrète avec le recours à la manipulation des solides pour être en réussite dans la tâche. Ainsi, au vu des bénéfices apportés par la séance de remédiation, il est souhaitable pour faire progresser ces élèves, qu'un étayage renforcé soit exercé par l'enseignante, et que la manipulation soit, dans un premier temps, privilégiée par rapport à des situations d'investigation, parfois difficilement accessibles pour ces élèves.

De cette étude, je tire moi-même de nombreux enseignements, et notamment l'importance de penser en amont, avant la mise en œuvre d'une séquence, la manière d'adapter les situations aux difficultés des élèves, à leur capacité de compréhension et d'abstraction, afin qu'ils puissent progresser sereinement. L'investigation doit en effet permettre la réflexion des élèves et servir les apprentissages mais pour que celle-ci ne constitue pas une barrière infranchissable pour les élèves en difficulté, une adaptation est parfois nécessaire. Il apparaît ainsi, que dans le cadre de la géométrie des solides, la manipulation soit un moyen efficace d'y parvenir.

6. Bibliographie

Berthelot, R. & Salin, M. (1993). L'enseignement de la géométrie à l'école primaire. Laboratoire de Didactique des Sciences et Techniques, Université Bordeaux I – IUFM d'Aquitaine, *Grand N*, 53, 39-56.

BO de l'éducation nationale hors-série du 19 juin 2008 : Les programmes d'enseignement de l'école primaire.

Charnay, C. & Douaire, J. (2006). Apprentissages géométriques et résolution de problèmes au cycle 3, Hatier Ermel.

Eduscol - Ministère de l'Education Nationale : Progressions pour l'école élémentaire.

Gandit, M. & al. (2014). Evaluation formative et démarches d'investigation en mathématiques, dans le cadre du Léa EvaCoDICE, publication en ligne sur le site de l'Ifé, <http://ife.ens-lyon.fr/lea/le-reseau/manifestations/rencontre-nationale-des-lea-2014/depot-actes-lea/evaluation-formative-et-demarches-d2009investigation-en-mathematique-dans-le-cadre-du-lea-evacodice>, consulté le 14 janvier 2015.

Houdement, C. & Kuzniak, A. (2006). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, ed IREM de Strasbourg.

Mathe, A. (2004). Analyse d'une situation d'argumentation en géométrie des solides en classe de CM1-CM2, *Grand N*, 74, 33-50.

Annexe 1 : Séquence « Les solides droits ».

**Séquence d'apprentissage :
Les solides droits**

Domaine : Mathématiques-Géométrie	Cycle 3, niveau CM2
6 séances	Du 02/04/15 au 30/04/15
Objectif : <ul style="list-style-type: none">- Décrire et identifier des solides droits.- Reproduire une représentation de solide.- Reconnaître le patron d'un solide.- Construire un solide à partir de son patron.	
Compétences : <p><u>L'élève doit être capable de :</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Reconnaître, décrire et nommer les solides droits : cube, pavé, cylindre et prisme.- Utiliser en situation le vocabulaire : face, arête, sommet.- Reconnaître ou compléter un patron de solide droit.	
Matériel : <p>Manuel de maths, cahier d'exercices, divers solides pour le jeu du portrait.</p>	
Evaluation diagnostique Durée : 15 min.	
Evaluer les acquis des élèves	Distribuer une fiche d'évaluation/élève. Exemples des évaluations des élèves retenus pour l'analyse.
Individuel-écrit	

Nom : [redacted] Prénom : *Evine* Date : *28/01/2015*

Evaluation diagnostique

Exercice 1

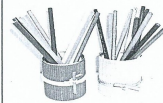
A partir des objets donne le nom du solide



le dé à jouer a la forme d'un *Cube*



la boîte à craies a la forme d'un *Rectaangle*



le pot à crayons a la forme d'un *pot de craie, de gouache, de peinture et d'encres*



La brique a la forme d'un *Rectaangle*



Une bille a la forme d'une *Sphere*



la boîte de camembert a la forme d'un *Rectaangle*

Exercice 2

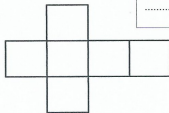
Voici une représentation d'un cube. Complète les phrases

Le point situé à l'extrémité de la flèche s'appelle un *angle*



Le segment en gras s'appelle *arête*

Le carré hachuré s'appelle *face*



Cette figure est le *carré* du cube

Nom : [redacted] Prénom : *Evine* Date : *28/01/15*

Evaluation diagnostique

Exercice 1

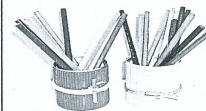
A partir des objets donne le nom du solide



le dé à jouer a la forme d'un *Cube*



la boîte à craies a la forme d'un *Rectaangle*



le pot à crayons a la forme d'un *pot de craie, de gouache, de peinture et d'encres*



La brique a la forme d'un *Rectaangle*



Une bille a la forme d'une *Sphere*



la boîte de camembert a la forme d'un *Rectaangle*

Exercice 2

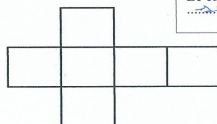
Voici une représentation d'un cube. Complète les phrases

Le point situé à l'extrémité de la flèche s'appelle un *angle*




Le segment en gras s'appelle *arête*

Le carré hachuré s'appelle *face*




Cette figure est le *carré* du cube


Nom :  Prénom : *Maëva* Date : *28/10/17*

Evaluation diagnostique

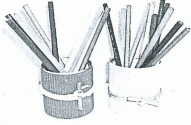
Exercice 1
A partir des objets donne le nom du solide




le dé à jouer a la forme d'un
.....




la boîte à craies à la forme d'un
.....




le pot à crayons a la forme d'un
.....



La brique a la forme d'un
.....



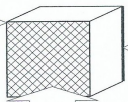
Une bije a la forme d'une
.....



la boîte de camembert a la forme
d'un

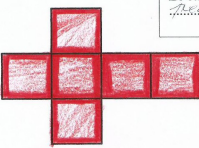
Exercice 2
Voici une représentation d'un cube. Complète les phrases

Le point situé à l'extrémité de la flèche s'appelle un



Le segment en gras s'appelle

Le carré hachuré s'appelle



Cette figure est le du cube

Séance 1 : Distinguer un polyèdre d'un non polyèdre.
Savoir décrire les solides en utilisant le vocabulaire adapté Durée : 50 min

<p>Découverte collectif-oral</p>	<p>- Demander aux élèves ce qu'ils connaissent comme figures planes : le carré, le rectangle, le losange, le parallélogramme ... afin de bien faire la distinction avec les figures non planes que sont les solides. Comment appelle t-on des figures qui ne sont pas planes ? En 3 D, en volume : des solides.</p>
<p>15 min</p>	<p>Montrer aux élèves puis faire manipulation des solides usuels utilisés dans le quotidien de l'élève (boîtes de différentes formes : tétra' aide des élèves, boîte de camembert, boule de Noël, boîte des craies, cube d'enfant, boîte pyramidale, bougie, étui à tampons, boîte de médicaments ...). Attention aux objets qui pourraient présenter des angles un peu arrondis. Quelques solides plus complexes de la malette Ermel sont également utilisés.</p>

Catégoriser les solides présentés dans un tableau :

- ceux qui présentent 4 faces identiques : les cubes (cube d'enfant)
- ceux qui présentent 2 côtés identiques et superposables 2 à 2 : les pavés (boîte de craies, boîte de médicaments)
- ceux qui présentent une 2 faces qui sont des cercles, et une surface non plane : le cylindre (boîte de camembert, bougie).
- ceux qui ne présentent pas de faces : la sphère (boule de Noël, petit ballon).
- ceux qui présentent plusieurs faces dont 2 sont parallèles entre elles : le prisme (solides Ermel).
- ceux qui présentent d'autres caractéristiques mais n'entrant dans aucune des catégories : le tétra'aide, boîte pyramidale, étui à tampons, solides Ermel).

- Après avoir catégoriser tous ces solides, regrouper en deux grandes familles distinctes : les solides droits et les solides non droits, et faire trouver aux élèves ce qui caractérise les **solides droits : au moins 2 faces identiques et parallèles donc superposables.**

Attention à la confusion pour le cylindre qui est bien un solide droit malgré une surface qui n'est pas plane.

- Expliquer aux élèves que l'on va s'intéresser uniquement aux solides droits : cube, pavé, cylindre et prisme droit.
Afficher au tableau l'affiche de ces différents solides comportant des codes couleurs (jaune pour les faces, violet pour les arêtes et rouge pour les sommets) et légènder les solides à l'aide des élèves (nom du solide + vocabulaire face, arête et sommet).

- Jeu du portrait :

Consigne : « Intéressons-nous aux solides droits que nous connaissons : le cube, le pavé droit, le cylindre et le prisme droit. Un exemple de chacun de ces solides est au tableau pour vous aider.

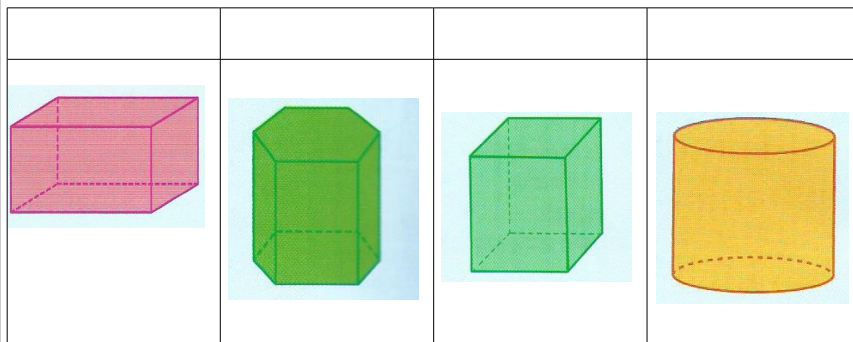
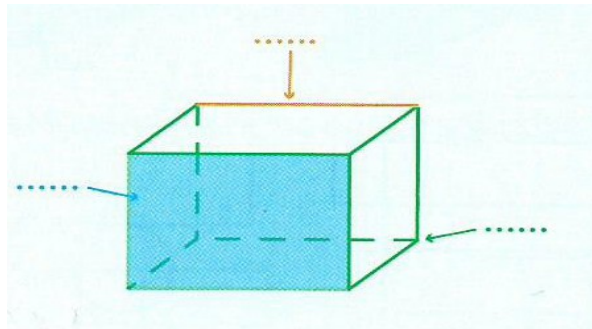
Je vous donne les caractéristiques d'un solide et vous devez retrouver celui dont il s'agit parmi ceux présentés. Vous travaillerez par groupe et vous mettrez d'accord sur une réponse. Il faut que vous puissiez expliquer à vos camarades les raisons de votre choix. Plusieurs possibilités sont parfois possibles ».

1) toutes mes faces sont de rectangles → pavé droit.

2) j'ai 3 faces : 2 sont des disques → cylindre.

3) j'ai 6 faces identiques → cube.

	<p>4) j'ai 2 faces polygonales superposables et identiques, mes autres faces sont des rectangles → prisme droit et pavé droit.</p> <p>5) j'ai 8 sommets → cube et pavé droit.</p> <p>6) j'ai une surface courbe, qui dépliée est un rectangle → cylindre.</p> <p>7) j'ai 2 faces polygonales et superposables qui peuvent être des triangles → prisme droit.</p> <p>8) je n'ai aucun sommet → cylindre.</p>				
<p>Institutionnalisation Collectif-oral puis individuel-écrit</p> <p>10 min</p>	<p><u>Trace écrite</u> : Un solide est une figure géométrique dans l'espace. Pour décrire un solide, on utilise un vocabulaire particulier : face, arête, sommet. Il existe deux catégories de solides :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les solides droits qui ont au moins deux faces identiques et parallèles c'est à dire superposables dans le plan : le cube, le pavé, le cylindre et le prisme droit. - les solides non droits : pyramide, sphère, cône... <p>Coller les tableaux : solides droits et solides non droits + tableau des solides droits à compléter avec leurs noms + solide à légender sur les pointillés par l'élève (face, arête, sommet) images extraites du manuel Outils pour les maths, éditions Magnard.</p> <table border="1" data-bbox="539 1312 1398 1563"> <thead> <tr> <th data-bbox="539 1312 967 1361">Solides droits</th> <th data-bbox="967 1312 1398 1361">Solides non droits</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="539 1361 967 1563"> Cube pavé droit cylindre prisme </td> <td data-bbox="967 1361 1398 1563"> Pyramide sphère cône ... </td> </tr> </tbody> </table>	Solides droits	Solides non droits	Cube pavé droit cylindre prisme	Pyramide sphère cône ...
Solides droits	Solides non droits				
Cube pavé droit cylindre prisme	Pyramide sphère cône ...				

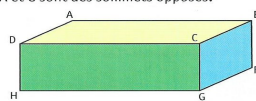


**Entraînement
Individuel-écrit**

25 min

Ex p. 131 n° 2, 3, 4, 5 Outils pour les maths, éditions Magnard.

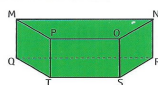
- 2** ** Observe la représentation du pavé droit ABCDEFGH.
- Nomme les sommets de la face bleue.
 - Nomme l'arête commune aux faces jaune et bleue.
 - Quels sommets sont communs aux faces verte et bleue ?
 - A-t-il des faces parallèles superposables ?
 - Vrai ou faux ?
D et H sont des sommets consécutifs.
D et B sont des sommets consécutifs.
 - Vrai ou faux ?
F et B sont des sommets opposés.
A et G sont des sommets opposés.



- 3** ** Recopie et complète les phrases suivantes en utilisant les mots proposés.

base(s) droit rectangle sommet
parallèles prisme face arête

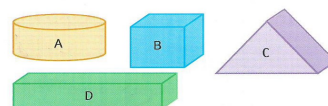
Le solide MNPQRST est un solide ...
Les trapèzes MNOP et QRST sont les ...
du solide droit. Elles sont ...
Le segment [OS] est une ...
de ce solide. T est un ... de
ce solide.
Le quadrilatère POST est une ...
de ce solide, c'est un ...
Ce solide droit est un ...



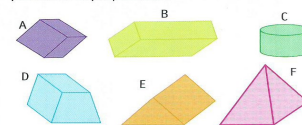
Identifier des solides droits

- 4** * Associe chaque solide droit à son nom.

- cube
- pavé droit
- prisme
- cylindre



- 5** *** Parmi ces représentations de solides, l'une n'est pas celle d'un solide droit. Laquelle ? Indique pour les autres solides leur nom et la forme des deux faces parallèles superposables.



Défi Mots mêlés

Retrouve dix mots de la leçon.

```

X D M W O X F O V I G Q X S R
W T P P D Y A C U B E A D M K
W W Y O S M C Y A W N P U X K
P A R A L L E L E P I P E D E
N Q A S C Y W I A R E T E Q W
K N M O O A E N K I H U G Q X
V G I L N M B D Y S X F P B D
E O D I E X M R R M G L B O W
  
```

n.

Géométrie

Séance 2 : Distinguer un solide droit d'un solide non droit.
Savoir décrire les solides en utilisant le vocabulaire adapté. Durée : 50 min

Rappel
Collectif-oral

Les élèves rappellent les points importants de la leçon :

- quelles sont les deux catégories de solides ? Droits et non droits + exemples.
- qu'est-ce qu'un solide droit? Solide ayant au moins 2 faces identiques et parallèles c'est-à-dire superposables dans le plan.
- quels sont les solides droits que l'on connaît ? Le cube, le pavé, le cylindre et le prisme.

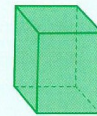
Entraînement
Individuel-écrit

Ex. séance 1 à terminer.
Ex. p. 134 n° 2 et 3 Outils pour les maths, éditions Magnard.

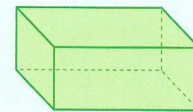
2 * Décris ces solides avec les mots proposés.

arêtes sommets faces carrées rectangulaires

a. Le cube est un solide droit qui a ...



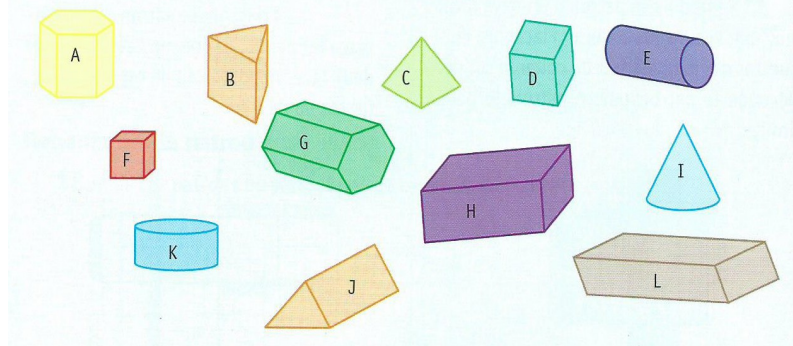
b. Le pavé droit est un solide droit qui a ...



3 ** Reproduis le tableau et classe les solides.

Il y a deux intrus.

cube	pavé droit	prisme	cylindre



Possibilité d'utiliser les solides qui sont à disposition

Séance 3 : Construire des patrons d'un solide droit : le pavé.

Construire un solide à partir de son patron.

Durée : 50 min

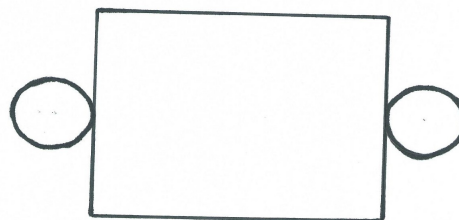
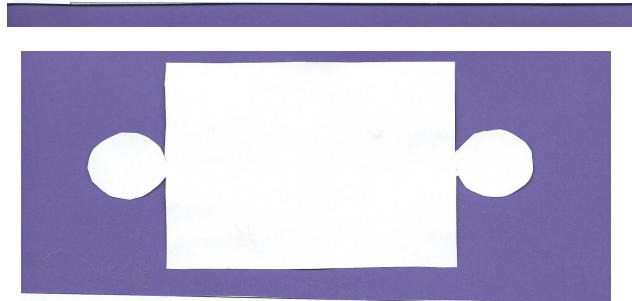
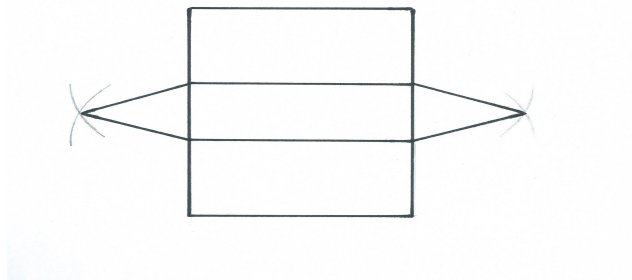
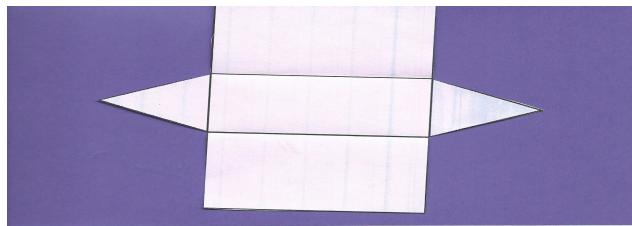
Découverte

collectif-oral

10 min

Interroger les élèves sur ce qu'est un patron : une représentation à plat d'un solide. C'est comme si on découpait un solide afin de le mettre à plat pour le représenter sur une feuille.

Montrer aux élèves deux patrons (cylindre et prisme droit) et reformer devant eux le solide.



Est-ce que le patron peut être en plusieurs morceaux ? Non donc il doit être en un seul morceau et on doit pouvoir le replier sans


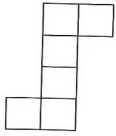

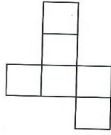

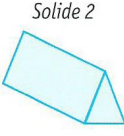
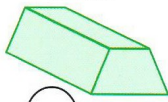

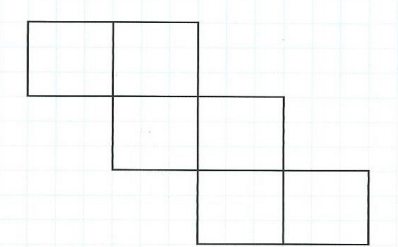
<p>Investigation Binômes-écrit 25 min</p>	<p>mettre de scotch pour le reconstituer. (il ne faut pas découper chaque polygone!!!)</p> <p><u>Phase 1 : Découverte et présentation à la classe d'un solide : le pavé droit (petite boîte de lessive)</u></p> <p>Consigne : « Voici un pavé, il s'agit d'une petite boîte de lessive. Par groupe de 2, vous allez devoir chercher au moins un patron de ce pavé, voire plus si vous pouvez, c'est-à-dire une représentation possible du pavé, comme si on le représentait déplié. Le pavé est à votre disposition sur cette table mais vous n'avez pas le droit de l'emporter à votre bureau, et vous ne pouvez venir l'observer et prendre des notes qu'à deux reprises. Avant que vous ne découpiez vos patrons, nous ferons une mise en commun».</p> <p><u>Phase 2 : Investigation.</u> Distribuer une boîte à chaque élève + feuille blanche format A3 dont les bords sont découpés de façon irrégulière + feuille A5 pour la prise de notes afin d'empêcher la reproduction des faces en se servant du pavé comme gabarit + équerre.</p> <p>Chaque binôme réalise la tâche et l'enseignant observe le travail et les stratégies utilisées par les élèves afin de pouvoir appréhender le déroulement de la phase de mise en commun (les élèves ayant réussi rapidement la tâche ne seront pas invités au tableau en premier).</p> <p>L'enseignant effectue également un guidage des élèves ayant de grosses difficultés à se lancer dans la tâche en les questionnant : Quelles informations avez-vous besoin de connaître pour réaliser le patron ? En veillant toutefois à ne pas empiéter sur l'investigation des élèves.</p>
<p>Mise en commun Collectif-oral 15 min</p>	<p><u>Phase 3 : mise en commun.</u></p> <p>Partager le tableau en trois parties : « on pense que c'est un patron du pavé », « on pense que ce n'est pas un patron du pavé » et « on ne sait pas ».</p> <p>Chaque binôme vient présenter son ou ses patrons au tableau en énonçant les prises de notes qu'il a effectué pour le réaliser, et le reste de la classe doit dire dans quelle catégorie le patron doit être mis et pourquoi : les arguments sont notés à côté du patron.</p> <p>Sont attendus des arguments tels que : respect du nombre et de la nature des faces du solide (propriétés : par exemple angle droit ou parallélisme, longueur des côtés), relation d'incidence entre les faces (elles se retrouveront ou non face à face lors du pliage).</p> <p>On ne conserve que les patrons des catégories : « on pense que c'est un patron du pavé » et « on ne sait pas ».</p>

Séance 3 Bis (Suite) : Construire des patrons d'un solide droit : le pavé. Construire un solide à partir de son patron. Durée : 50 min	
Mise en activité Collectif-oral 5 min	<p>Consigne : « Vous vous souvenez que vous avez réalisé hier par binôme un patron de pavé. Certains ont été jugés valides, d'autres non. Afin de vérifier la validité de ces patrons, chacun des binômes va découper son patron, effectuer le pliage et vérifier s'il est identique à celui que je vous ai proposé.</p> <p>Les élèves dont les patrons ont été jugés incorrects vont le modifier pour qu'il comporte bien tous les critères que vous avez trouvé hier, puis pourront ensuite le découper et le comparer au pavé proposé ».</p>
Investigation Individuel-écrit 20 min	<p><u>Phase 4 : découpage des patrons et validation de la tâche .</u></p> <p>Les élèves dont les patrons ont été reconnus comme possibles découpent leur patron, réalisent le pliage et effectuent une validation par comparaison avec la boîte de lessive. Attention, bien préciser que le patron doit être découpé en un seul morceau ! Si ce dernier est valide, ils cherchent un autre patron possible de ce pavé.</p> <p>Les autres binômes corrigent leur patron en prenant en compte toutes les stratégies de prise de notes énoncées et arguments écrits au tableau. Puis ils découpent leur patron et effectuent une validation par comparaison avec le solide de la classe.</p>
Mise en commun Collectif-oral 10 min	<p><u>Phase 5 : bilan des résultats de l'investigation.</u></p> <p>Les élèves sont interrogés sur les patrons qui se sont avérés valides, et le cas échéant questionnés sur pourquoi ils ne l'étaient pas.</p> <p>Les différentes caractéristiques du patron du pavé sont listées ainsi que les techniques de prise de notes et les procédures de réalisation.</p>
Institutionnalisation Collectif-oral puis individuel-écrit 15 min	<p><u>Phase 6 : Institutionnalisation.</u></p> <p><u>Trace écrite :</u></p> <p>Pour construire un solide, il est utile de dessiner un patron. Un patron est une représentation à plat du solide en un seul morceau qui permet en le repliant d'obtenir le solide. Certains solides peuvent avoir plusieurs patrons. (Les 54 patrons du pavé droit sont présentés aux élèves (document patrons du pavé droit)).</p> <p>Le patron du pavé doit comporter plusieurs caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6 faces rectangulaires. - les faces sont parallèles et superposables deux à deux (deux faces opposées sont identiques c'est-à-dire ont même longueur, mêmes angles...).

	- chacune des deux faces opposées doit correspondre avec l'autre une fois le pliage effectué
--	--

Séance 4 : Reconnaître le patron d'un solide : cube, pavé, cylindre et prisme.
Construire un solide à partir de son patron : le cube. Durée : 50 min

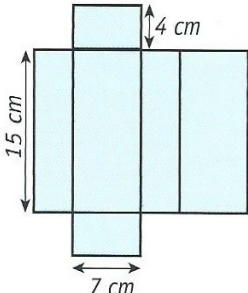
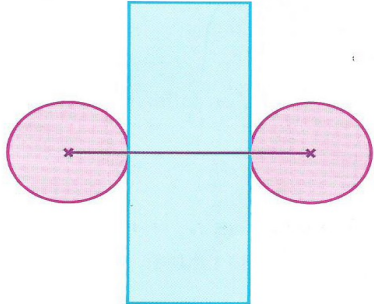
Rappel Collectif-oral	Les élèves rappellent ce qu' est un patron de solide et donnent ses caractéristiques :
10 min	<ul style="list-style-type: none"> - représentation à plat. - en un seul morceau. - constituée d'autant de polygones identiques au nombre de faces.

Entraînement Individuel-écrit	<p>Ex p. 132 n° 2. Ex p.133 n° 3 et 4 Outils pour les maths, éditions Magnard.</p> <p>Reconnaître le patron d'un solide</p> <p>2 * L'un de ces patrons ne permet pas de construire un cube. Lequel ?</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>Patron 1</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Patron 2</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Patron 3</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Patron 4</p> </div> </div> <p>3 * Associe chaque solide à son patron.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>Solide 1</p>  <p>Patron 1</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Solide 2</p>  <p>Patron 2</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Solide 3</p>  <p>Patron 3</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Solide 4</p>  <p>Patron 4</p> </div> </div> <p>Construire un solide à partir d'un patron</p> <p>4 * Reproduis ce patron de cube sur papier quadrillé. Place les languettes qui permettront de coller le solide. Découpe le patron puis construis le cube.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
---	--

	<p>Faire un groupe de besoin pour les élèves en difficulté.</p> <p>Prévoir fiche d'entraînement complémentaire pour les élèves rapides.</p>
--	---

Séance 5 : Construire un solide à partir de son patron : le pavé, le cylindre et le prisme.
Reconnaitre ou compléter un patron de solide droit (pavé, cube, prisme).
Durée : 50 min

<p>Rappel Collectif-oral</p> <p>10 min</p>	<p>Les élèves rappellent ce qu' est un patron de solide et donnent ses caractéristiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - représentation à plat. - en un seul morceau. - constituée d'autant de polygones que de faces. <p>Retour sur les difficultés rencontrées lors des exercices d'entraînement de la séance précédente.</p>
--	--

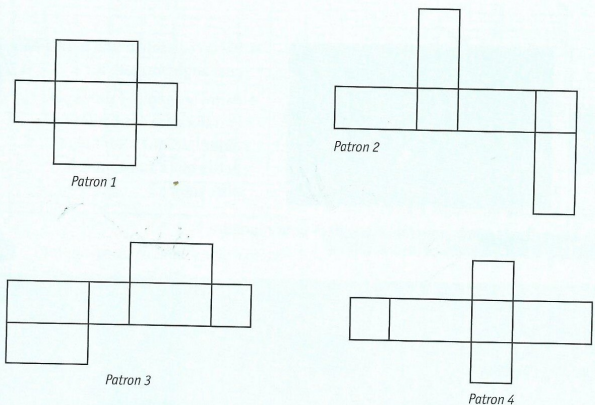
<p>Entraînement Individuel-écrit</p> <p>4</p>	<p>5 ** Reproduis ce patron d'un pavé droit aux dimensions indiquées. Place les languettes qui permettront de coller le solide. Découpe le patron puis construis le pavé droit.</p>  <p>6 *** Construis le patron de ce cylindre aux dimensions de ton choix.</p> <p><i>La longueur du rectangle est égale au périmètre du cercle.</i></p>  <p>Ex p.133 n° 5 et 6 Outils pour les maths, éditions Magnard.</p>
---	--

Faire un groupe de besoin pour les élèves en difficulté.

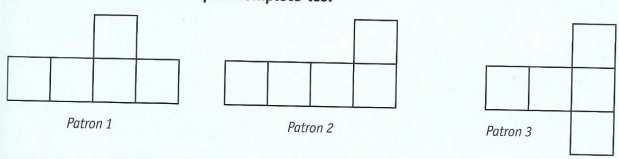
Révisions p.135 pour les élèves rapides.

Représenter et construire des solides droits

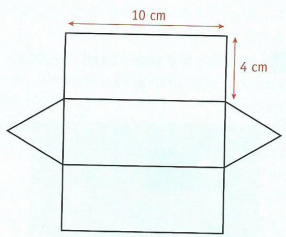
4 ** Indique pour chacun de ces patrons si ce sont des patrons de pavé droit.



5 ** Pour chacun de ces patrons du cube, il manque une face. Reproduis-les sur ton cahier puis complète-les.



6 *** a. Reproduis ce patron de prisme aux dimensions indiquées.
b. Place les languettes.
c. Découpe puis construis le solide.



Séance 6

Evaluation
Individuel-écrit

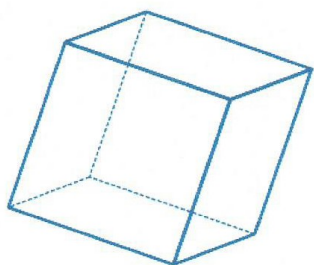
Fiche d'évaluation/élève.
Evaluation Outils pour les maths CM2, Magnard.

Nom Date

Les solides droits

- Reconnaître, décrire et nommer les solides droits : cube, pavé, cylindre, prisme
- Reconnaître ou compléter un patron de solide droit

1. Observe ce solide.



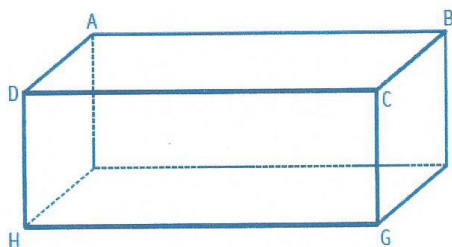
Quel est son nom ? C'est un

- Repasse une de ses arêtes cachées, en vert.
- Repasse une de ses arêtes visibles, en rouge.
- Entoure un de ses sommets, en bleu.
- Colorie une de ses faces, en jaune.

... / 5

2. Choisis parmi les mots proposés ceux qui permettent de compléter la description de ce solide.

un sommet droit une arête un pavé un prisme un côté
parallèle(s) perpendiculaire(s) un rectangle une face



Le polygone DCGH est de ce solide, c'est

A est de ce solide.

Le segment [GF] est de ce solide.

Ce solide est un solide c'est

... / 6

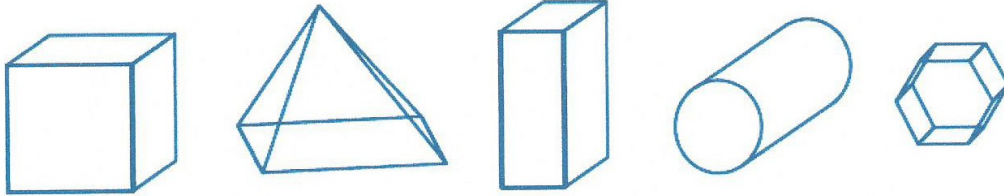
3. Associe chaque solide droit à son nom et barre l'intrus.

prisme

cube

pavé droit

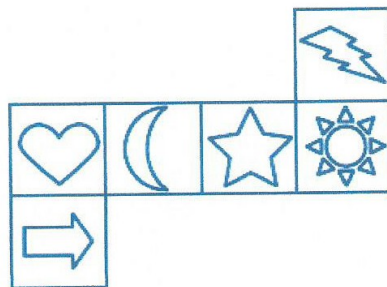
cylindre



.....

... / 5

4. Voici un patron de cube.



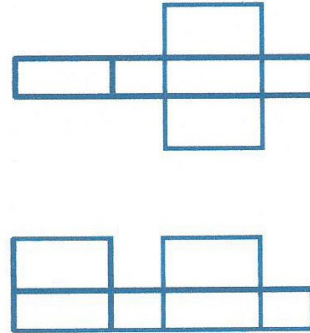
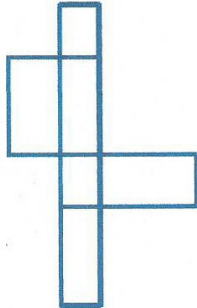
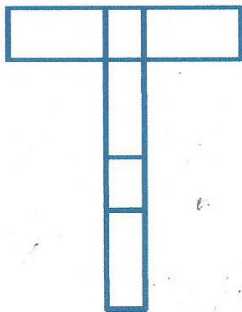
a. Si on construit ce cube, quelle face sera à l'opposé de la lune ?

.....

b. Quelle arête touchera l'arête à droite de la flèche ? Repasse-la en rouge.

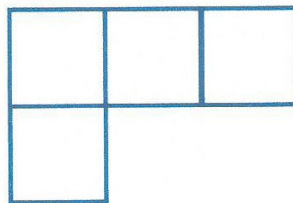
... / 2

5. Colorie les trois patrons du pavé droit.



... / 1

6. Complète ce patron de cube.



... / 1

7. Trace un autre patron possible du cube de l'exercice 6.

Résumé :

La place accordée à la géométrie à l'école primaire ainsi que la difficulté de certains élèves dans ce domaine m'ont amené à m'interroger sur l'impact de l'investigation sur les élèves en difficulté dans la construction de patrons de solides. La situation pédagogique mise en œuvre lors de cette étude, reconnue comme favorable aux apprentissages, permet de répondre à un certain nombre de questionnements. Quel est son impact sur les élèves en difficulté? Quels aménagements possibles pour adapter la tâche en conservant les objectifs? Quelles remédiations proposer ? Je me suis donc attachée à décrire les comportements de ces élèves face à la tâche et de les analyser afin de mieux percevoir quelles sont les situations pédagogiques, les outils et les supports favorables pour aider ces élèves. Ainsi, lors de l'investigation, des binômes de niveau homogène bénéficiant d'un environnement de travail et d'outils adaptés à la situation ont réalisé un patron de pavé droit à partir de sa simple observation et prise d'informations sur un solide modèle de la classe. Les conclusions tirées de l'analyse de la situation m'ont permis de proposer à ces élèves une remédiation plus axée sur la manipulation afin de renforcer leurs compétences et leur permettre d'être en réussite dans la tâche.

Mots clés : géométrie des solides – patrons de solides – investigation – élèves en difficulté – adaptation pédagogique – remédiation – manipulation géométrique.

Summary :

The emphasis on geometry in primary school and the difficulty of some pupils in this area have led me to interrogate on the impact of investigation on pupils in solid patterns construction. The educational situation implemented in this study, recognized as favorable to learning, helps answer a number of questions. What is its impact on struggling pupils? What possible adjustments to fit the task maintaining the objectives? What remedial suggest? So I committed to describe the behavior of these pupils face the task and analyze them to better perceive what teaching situations, tools and favorable media to help these pupils. Thus, during the investigation, the consistent level of pairs benefiting from a working environment and tools adapted to the situation have made a right pad pattern from the simple observation and gathering of information on a solid model of the class. The conclusions drawn from the analysis of the situation allowed me to offer these students more focused on remediation manipulation to enhance their skills and enable them to be successful in the job.

Keywords : solid geometry – solid patterns – investigation – pupils in difficulty – pedagogical adaptation – remediation – geometric manipulation.

