

IREM
PARIS 7

Ldard

Laboratoire de didactique André Revuz
Mathématiques • Physique • Chimie

**Cahiers du laboratoire de didactique
André Revuz
n°6
Mars 2013**

**Reproduction de figures en CP/CE1 :
la situation du PLIOX**

Auteur : Guille-Biel Winder Claire

ISSN : 2105-5203

Université PARIS VII Denis DIDEROT

Mémoire de Master de Didactique des Disciplines – Spécialité Mathématiques
Parcours Recherche

par

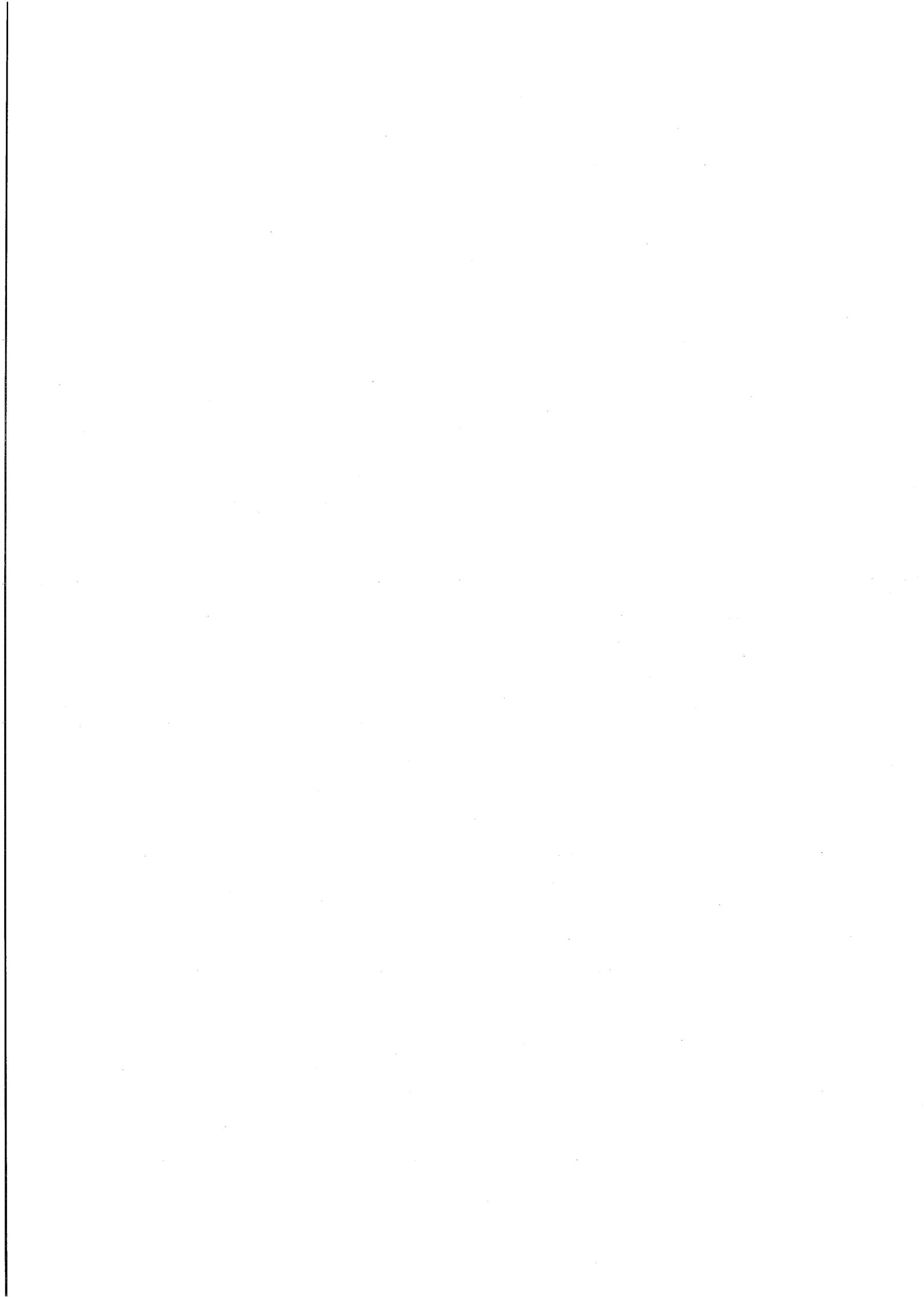
Claire Guille-Biel Winder

Reproduction de figures en CP/CE1 :

La situation du PLIOX

Dirigé par Catherine Houdement

Soutenu en septembre 2012



PRÉFACE

Ce travail de mémoire est original à plus d'un titre : il prend comme objet d'étude une activité destinée à de jeunes élèves de primaire (cycle 2), proposée dans des formations, déjà pointée dans un ouvrage pour formateurs (Favrat & al 2006). Le choix de cette activité est lié au fait qu'elle « plaît aux enseignants » qui l'ont essayée dans leur classe, qu'elle permettrait des rencontres géométriques moyennant des pliages d'un objet bien élémentaire, un carré de papier pavé de 4 carrés superposables de couleurs différentes, que Claire Guille-Biel Winder a baptisé Pliox.

Mais quels apprentissages permettrait l'utilisation adaptée de ce Pliox ? Sous quelles conditions ? Comment les enseignants s'emparent-ils de la situation ? Qu'est ce que cela nous apprend sur leurs relations à l'enseignement de la géométrie ? Comment pourraient-ils s'emparer autrement de la situation ? Telles sont les questions de départ de ce mémoire qui s'attelle à la transformation d'une banale activité en objet d'exploration didactique.

L'objectif de ce mémoire est donc de transformer cette activité en une situation susceptible d'apprentissages définis en relation avec des choix de variables, d'étudier des mises en scène par des enseignants différents pour tester sa robustesse, d'explorer ses autres potentialités et d'affiner le scénario didactique. Ce faisant, des outils théoriques de didactiques sont mobilisés : certains liés aux connaissances des élèves, la théorie des situations didactiques pour la construction et l'analyse de la situation (Brousseau), les façons cognitives d'apprendre à voir une figure (Duval), les conceptions spatiales et alii (Berthelot & Salin), les espaces de travail géométrique (Houdement & Kuzniak)... ; d'autres liés à l'étude des pratiques enseignantes : vigilance didactique (Pézard & al), tension dévolution institutionnalisation (Butlen & al, Margolinas & al)...

Le résultat est un travail d'étude et de recherche relativement bien construit, notamment dans l'articulation des parties emblématiques d'un mémoire (transformation d'une question professionnelle en problématique, à la lumière des lectures théoriques ; méthodologie et recueil des données motivés ; enfin analyse des données en résonance avec problématique et autres éléments théoriques). La lecture de ce texte pourra aider les professionnels de l'école et les étudiants d'un master recherche en didactique des mathématiques à comprendre et apprécier l'intérêt d'analyses motivées et fondées.

Catherine Houdement

SOMMAIRE

Préface	1
Introduction	7
Partie I – La situation du PLIOX	9
Partie II – Cadre théorique	11
1. Quelques concepts issus de la Théorie des Situations Didactiques	11
Situation didactique, situation adidactique	11
Notion de milieu	11
Analyse d'une situation à l'aide d'un modèle	12
Dévolution et institutionnalisation : deux moments-clés	13
2. L'espace en jeu dans la situation du PLIOX	13
Les différentes tailles d'espace	13
L'espace en jeu dans la situation du PLIOX	14
3. Paradigme et Espace de Travail Géométrique	15
Une analyse en termes de paradigmes	15
Identification de l'ETG idoïne	16
4. La place de la situation du PLIOX dans l'articulation des niveaux de pensée	17
Les cinq niveaux de pensée géométrique	17
La place de la situation du PLIOX dans l'articulation des niveaux de pensée	18
5. Un point de vue cognitif et sémiotique sur le rapport aux figures	19
Représentations sémiotiques et registres sémiotiques	19
La notion d'unité figurale	19
Appréhension des figures géométriques	20
Le problème de la visualisation des formes planes	22
Partie III – Problématique et méthodologie	25
1. Problématique	25
Cette activité a-t-elle un intérêt pour les apprentissages géométriques	25
Comment la mettre en œuvre dans une classe ?	26
Les élèves s'investissent-ils dans cette activité ?	26
2. Méthodologie	26
Partie IV – Élaboration d'un premier scénario didactique	29
1. Exploration mathématique et didactique	29
Les figures externes	29
Les figures internes	30
De nombreuses figures polychromes	30
Des décompositions particulières du carré	33
Une mise en évidence d'éléments figuraux 1D particuliers	34
2. Les variables didactiques	35
Les différentes modalités dans la présentation du motif à reproduire	35
Le modèle à reproduire et le nombre de pliages	36
Les plis	37
3. Un premier scénario didactique	37
Étape 1 : Introduction du PLIOX dans la classe	37
Étape 2 : Reproduction d'un premier modèle par pliage	39
Étape 3 : Reproduction d'autres modèles avec un pliage (modèles de type T_1)	40
Étape 4 : Reproduction de modèles avec deux pliages (modèles de type T_2)	42
Étape 5 : Reproduction de modèles avec trois pliages (modèles de type T_3)	45
Prolongement	46

4. Les connaissances en jeu	46
Remarque préalable	46
Cette situation est propice à faire travailler des connaissances géométriques	46
Cette situation est propice à faire travailler des connaissances spatiales	47
Partie V – Déroulement de l'expérimentation	49
1. Présentation du contexte de l'expérimentation	49
La classe de M	49
La classe de P	50
2. L'évaluation diagnostique	51
Présentation générale	51
Analyse a priori	52
Dans la classe de M	54
Dans la classe de P	56
Analyse générale a posteriori	57
3. Mise en œuvre de la situation dans la classe de M	60
Séance 1 - Introduction du PLIOX dans la classe - 03/04/2012	60
Séance 2 - Réalisation de figures par pliage (1) - 06/04/2012	61
Séance 3 - Réalisation de figures par pliage (2) - 13/04/2012	65
4. Mise en œuvre dans la classe de P	72
Séance 1 - Introduction du PLIOX dans la classe - 05/04/2012	72
Séance 2 - Réalisation de figures par pliage (1) - 09/04/2012	72
Séance 3 - Réalisation de figures par pliage (2) - 13/04/2012	77
5. L'évaluation sommative	89
Présentation générale	89
Analyse a priori	89
Dans la classe de M	91
Dans la classe de P	93
Partie VI – Analyse des résultats et des mises en œuvre	97
1. Une analyse comparée des évaluations	97
Activité 1	97
Activité 2	98
Activité 3	99
Conclusion	100
2. Analyse du langage employé	100
Les mots désignant les objets géométriques	100
L'évolution du vocabulaire	101
La reconnaissance de points	102
3. Les connaissances mathématiques qui circulent dans les mises en œuvre	103
Les connaissances géométriques	103
Les connaissances spatiales	105
Les relations entre des aires	105
Remarques	106
4. Les élèves dans les mises en œuvre	106
5. La manière dont les enseignants s'emparent de la situation du PLIOX.....	106
Les déroulements	106
Les potentialités du PLIOX	107
Le rôle des enseignantes dans les moments de formulation d'action	107
Identification des enjeux d'apprentissage ?	108
Conclusion	108
6. Prolongement : un nouveau scénario didactique	108
Des étapes importantes	109
Des remarques	110
Un nouveau scénario	110
D'autres pistes	111

Conclusion	113
Bibliographie	115
Annexes	117
Annexe 1 : Activité « Pliage d'un carré »	118
Annexe 2 : La situation du PLIOX	120
Annexe 3 : Évaluation diagnostique	123
Annexe 4 : Évaluation sommative	126
Annexe 5 : Transcription de l'évaluation diagnostique (Classe de M)	128
Annexe 6 : Fiche de préparation de la séance 1 (Classe de M)	130
Annexe 7 : Fiche de préparation de la séance 2 (Classe de M)	131
Annexe 8 : Transcription de la séance 2 (Classe de M)	132
Annexe 9 : Transcription de la séance 3 (Classe de M)	138
Annexe 10 : Transcription de la séance 2 (Classe de P)	149
Annexe 11 : Transcription de la séance 3 (Classe de P)	157

INTRODUCTION

Dans le cadre de mon travail de formatrice en IUFM intervenant en formation continue premier degré, j'ai pu constater le nombre très restreint de situations de formation portant sur la géométrie au cycle 2. Ayant pris connaissance d'une séquence proposée par (Favrat & al, 2006) et intitulée « Carrés pliés » (Annexe 1), concernant des reproductions de figures planes hors de l'environnement papier-crayon, je l'ai adaptée pour en faire une situation de formation pour les maîtres. L'engouement qu'elle a suscité chez les stagiaires en formation continue, enseignant en CP-CE1 ou à des élèves en situation de handicap (en CLIS¹, en SEGPA², voir même en IME³), comme celui des élèves qui m'a été rapporté par les enseignants, m'ont interpellée : cette situation semblait avoir un potentiel attractif certain !

De quoi s'agit-il plus précisément ? Il s'agit, selon (Favrat & al, 2006) d'un « *exemple d'activité visant l'analyse de figures complexes par de jeunes élèves (CP/CE1)* » : cette activité est une « *occasion de mener des analyses externe (sur le contour) et interne (sur les parties) d'une même figure* ». Le matériel est défini comme étant « *un carré de papier présentant quatre zones colorées en rouge, bleu, vert et jaune également carrées* ». Le but de l'activité « *est de réaliser, par pliage, d'autres figures colorées* ».

Les grandes lignes d'une séquence de quatre séances de 45 minutes sont alors indiquées :

- une première séance consiste à faire réaliser le carré par chaque élève ;
- une deuxième séance propose la « *réalisation de figures par pliage* », en pliant une seule fois le carré ;
- une troisième séance est analogue à la précédente, mais « *les figures demandent deux plis pour être réalisées* » ;
- une quatrième séance est vue comme « *un approfondissement des précédentes* », avec des figures nécessitant « *trois pliages consécutifs* ».

Or cette présentation n'est que très peu développée et les analyses mathématiques et didactiques sont quasiment absentes.

D'autre part, Fravrat & al ont pu observer lors de leurs expérimentations que « *les descriptions se diversifient* », ce qu'ils analysent comme « *les prémisses de la capacité à changer de point de vue dans l'analyse d'une figure* ». Ce constat ainsi que ses conditions de reproductibilité sont à interroger.

Enfin, les auteurs de l'article remarquent que cette activité « *a suscité immédiatement l'adhésion des élèves parce qu'elle a été une succession de petits problèmes perçus comme des défis* ». Or une activité « réussie » du point de vue de l'engagement des élèves n'est pas obligatoirement une activité dans laquelle les élèves apprennent⁴ ... Les apprentissages des élèves à l'issue de la séquence sont donc à questionner.

¹ La Classe pour l'Inclusion Scolaire (CLIS) a pour mission « *d'accueillir de façon différenciée dans certaines écoles élémentaires ou exceptionnellement maternelles, des élèves en situation de handicap afin de leur permettre de suivre totalement ou partiellement un cursus scolaire ordinaire* » (source <http://eduscol.education.fr>).

² Les Sections d'Enseignement Général et Professionnel Adapté (SEGPA) accueillent au collège des élèves « *présentant des difficultés d'apprentissage graves et durables (...) [qui] ne maîtrisent pas toutes les connaissances et compétences attendues à la fin de l'école primaire, en particulier au regard des éléments du socle commun* » (source <http://eduscol.education.fr>).

³ Les Instituts Médicaux Éducatifs (IME) ont pour mission d'accueillir des enfants et adolescents handicapés atteints de déficience intellectuelle quel que soit le degré de leur déficience.

⁴ Un exemple de cas emblématique est étudié dans (Margolinas, 2008).

Dans le cadre de ce mémoire, j'ai donc choisi de m'intéresser de plus près à cette activité, de « faire le tour de la question ». Ainsi le sujet de ce mémoire a pour origine le premier questionnement assez naïf suivant :

Les élèves s'investissent-ils dans cette activité ?

Cette activité a-t-elle un intérêt pour les apprentissages géométriques ?

Comment la mettre en œuvre dans une classe ?

Dans le cadre de la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau) « *la méthodologie d'analyse et de construction d'une situation didactique consiste à explorer la situation mathématique, d'en dégager les caractéristiques du problème et enfin à transformer la situation en scénario didactique* » (Cours « Fondements », Kuzniak, 2012). Ces interrogations m'amènent donc tout d'abord à définir une situation didactique générique au sens de Brousseau (partie I).

Il s'agit ensuite de s'intéresser au potentiel mathématique de cette situation. Pour ce faire, j'ai décidé de la confier à plusieurs enseignantes expérimentées pour voir ce qu'elles en font en leur proposant un premier scénario que j'ai élaboré.

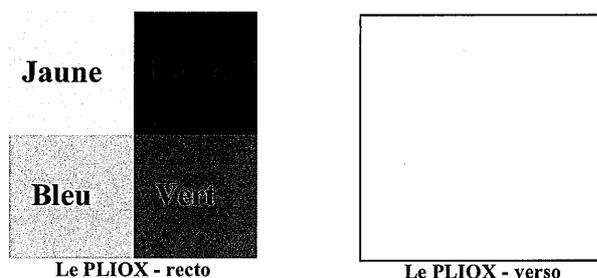
La partie II présente le cadre théorique qui me permet d'affiner la problématique (partie III). La partie IV correspond à une analyse mathématique et didactique et à l'élaboration de ce premier scénario didactique. La mise en œuvre dans des classes est détaillée dans la partie V. Une dernière partie présente les analyses de ces expérimentations ainsi que mes conclusions.

Partie I

LA SITUATION DU PLIOX

J'ai dans un premier temps créé la situation générique que j'ai appelée **situation du PLIOX**, en référence au matériel utilisé⁵.

Un **PLIOX** est un carré de papier présentant sur une face quatre zones également carrées et colorées en rouge, bleu, vert et jaune, zones comme ci-dessous.

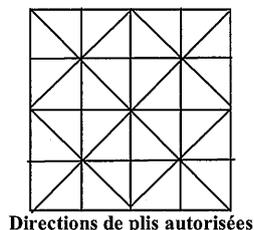


À partir d'un PLIOX, il est possible de réaliser différentes figures colorées selon un ensemble de pliages autorisés.

On considère alors la situation suivante :

Reproduire une figure modèle obtenue par pliage effectif d'un PLIOX.

Les *directions de pliages autorisés* correspondent aux axes de symétrie du carré (ses diagonales et ses médianes⁶), ainsi qu'aux axes de symétrie des carrés que nous appellerons « *carrés secondaires* », c'est-à-dire des quatre carrés de couleur (leurs diagonales et leurs médianes).



Directions de pliages autorisés

Pour décrire les pliages, on dénommera « *diagonale secondaire* » (respectivement « *médiane secondaire* ») toute diagonale (respectivement toute médiane) d'un carré secondaire qui n'est pas confondue avec une diagonale (respectivement une médiane) du PLIOX.

⁵ Dans l'activité proposée par Favrat & al (2006) et directement inspirée de la brochure *Libres recherches en mathématiques* (n°30, ICEM), le matériel est dénommé « un carré plié ». Pour dissocier la forme géométrique de l'artefact, j'ai décidé de lui donner une dénomination particulière : le PLIOX.

⁶ On appelle « médianes du carré » les deux médiatrices de deux côtés opposés.

CADRE THÉORIQUE

Dès le début de ce travail, je me suis placée dans le cadre de la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau) en me basant sur la méthodologie d'analyse et de construction d'une situation didactique. Une première partie en présentera les points principaux utilisés.

La situation du PLIOX se déroule sur le mode concret selon la terminologie employée par (Duval & Godin & Perrin-Glorian, 2004, p.16), c'est-à-dire dans le *monde sensible* : il s'agit d'une situation géométrique spatiale. Ce constat m'a conduite à explorer un certain nombre de points de vue théoriques différents, présentés dans cette partie. En m'appuyant sur les travaux de l'équipe de Bordeaux (Brousseau, Galvez, Berthelot & Salin), j'identifie dans le deuxième paragraphe, l'espace en jeu. Dans le troisième paragraphe, j'identifie l'espace de travail géométrique (Houdement & Kuzniak) dans lequel se place cette situation (point de vue à dominante épistémologique), et dans le paragraphe suivant les niveaux de pensée correspondant (Van Hiele).

Enfin, la situation consistant à reproduire des figures, je considère dans le dernier paragraphe le point de vue cognitif et sémiotique sur les figures (Duval).

1. QUELQUES CONCEPTS ISSUS DE LA THÉORIE DES SITUATIONS DIDACTIQUES

Les éléments de cette théorie sont rapidement présentés. Ils conduiront à terme à l'élaboration d'un scénario didactique ainsi qu'à l'analyse de la situation.

Situation didactique, situation adidactique

Le terme de *situation* désigne l'ensemble des circonstances dans lesquelles une personne se trouve et des relations qui l'unissent à son milieu, le milieu désignant ce avec quoi cette personne interagit.

« Brousseau met au cœur de son approche la notion de situation didactique. Une situation didactique (...) est une situation dans laquelle se manifeste directement ou indirectement une volonté d'enseigner. » (Kuzniak, 2005, p.21)

De plus, lorsque *« l'élève s'approprie la situation proposée par le professeur non pas en faisant son travail d'élève mais plutôt celui d'un « mathématicien en herbe » préoccupé par la seule résolution du problème posé »* (Kuzniak, 2005, p.22), Brousseau parle dans ce cas de *situation adidactique*. Il en identifie alors trois grands types *« qui graduellement conduisent les élèves à préciser les connaissances utilisées pour résoudre un problème »* (Kuzniak, 2005, p.30) :

- les situations d'actions dans lesquelles le sujet est confronté à un milieu qui interagit avec lui ;
- les situations de formulation dans lesquelles l'élève doit communiquer avec un autre interlocuteur ; dans ce cas, *« la formulation des connaissances utiles pour maîtriser l'action met en œuvre des répertoires linguistiques et facilite également leur acquisition »* (Kuzniak, 2005, p.30) ;
- les situations de preuve (ou de validation) dans lesquelles il s'agit de coopérer avec un partenaire pour rechercher la vérité.

Dans le paragraphe suivant quelques précisions sont apportées concernant la notion de milieu.

Notion de milieu

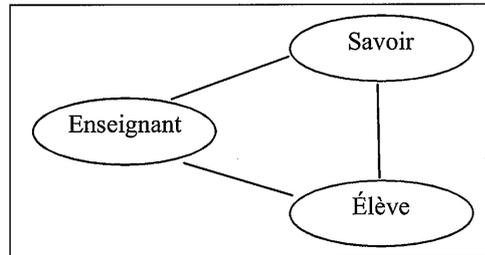
Les possibilités d'actions sur le milieu, les rétroactions que le milieu offre, conditionnent ce qui peut être appris dans l'interaction avec le savoir permise par la situation. Un milieu comporte ainsi des éléments matériels et symboliques, c'est-à-dire tout ce qui peut être objectivé.

Par conséquent ni les autres élèves, ni l'enseignant, ni les connaissances des élèves, ni les savoirs ne sont des éléments du milieu.

Une interaction productive avec un milieu donné suppose toujours un certain nombre de connaissances. *Le milieu correspondant à la situation du PLIOX est formé par le PLIOX de l'élève ainsi que le modèle proposé à la reproduction.*

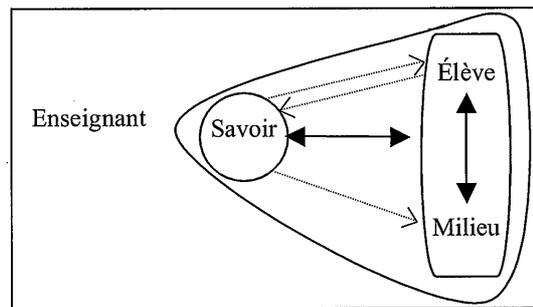
Analyse d'une situation à l'aide d'un modèle

Le triangle didactique usuel fait état des interactions entre le savoir, le professeur et l'élève et se présente comme suit :



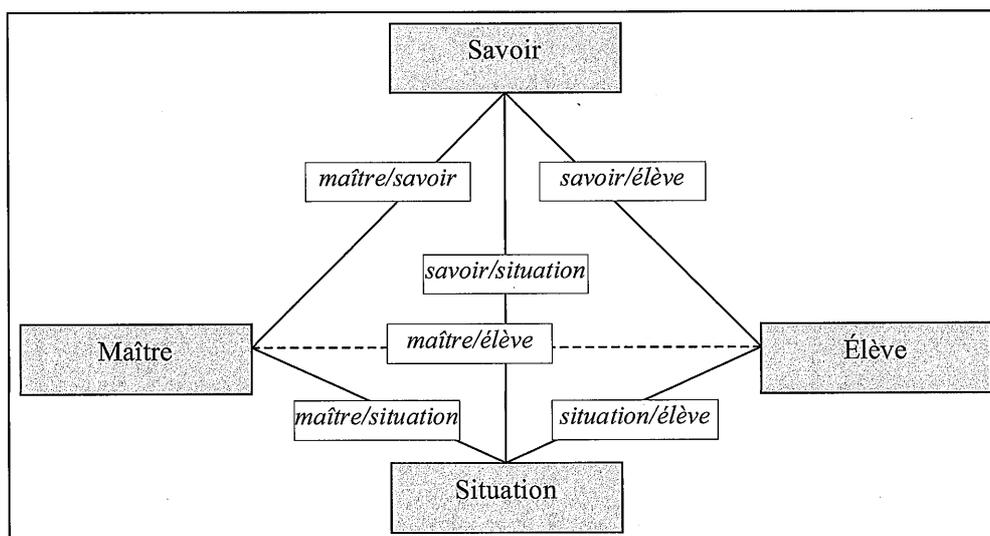
Le triangle didactique

Dans la situation didactique de base, l'élève agit en réaction avec un milieu mais l'enseignant se trouve un peu en dehors. Or si le professeur ne fait pas partie du milieu, en revanche il y a réfléchi et le *fait fonctionner*. Brousseau reprend alors le triangle didactique pour schématiser le jeu du maître dans une situation didactique, qui « *définit et donne un sens au jeu de l'élève et à la connaissance* » (Brousseau, 1996, p.113). Ce schéma est présenté ci-dessous.



Le jeu du maître (Brousseau, 1996, p.113)

L'analyse d'une situation doit ainsi prendre en compte différents paramètres reliant la situation à l'enseignant, l'élève et le savoir. (Briand & Chevalier, 1995) identifient ces paramètres et les présentent sous la forme d'un nouveau schéma qui est reproduit ci-dessous.



Différents paramètres intervenant dans une situation (Briand & Chevalier, 1995, p.39)

Ce schéma constitue ainsi un canevas d'analyse pour la situation du PLIOX.

Dévolution et institutionnalisation : deux moments-clés

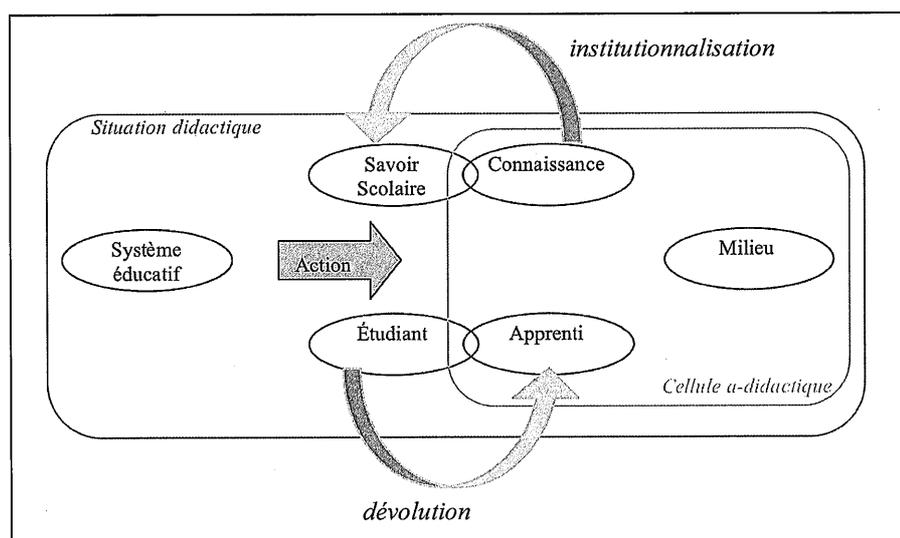
(Kuzniak, 2005) souligne que dans la conception de Brousseau, « le travail du professeur comporte deux aspects inverses l'un de l'autre et contradictoires ». Plus précisément :

« Dans un premier temps, pour faire vivre la connaissance, il doit personnaliser et contextualiser le savoir grâce à des situations qui le mettent en œuvre. Dans un deuxième temps, il doit décontextualiser et dépersonnaliser cette connaissance pour lui redonner son caractère universel de savoir non relié à une situation spécifique. » (Kuzniak, 2005, p.31)

La *dévolution* correspond à l'acte par lequel le professeur obtient que l'élève accepte (et puisse accepter ?) d'agir dans une situation adidactique, en prenant le risque et la responsabilité de ses actes dans des conditions incertaines. La dévolution répond donc aux questions : Comment faire pour que l'élève ait envie de résoudre le problème posé ? Comment donner la tâche ? Quel cheminement pour que les élèves rentrent dans la tâche ?

La notion d'*institutionnalisation* modélise le processus par lequel, sous la responsabilité de l'enseignant, cette connaissance va être dépersonnalisée, décontextualisée et explicitement rattachée aux formes officielles du savoir mathématique visées par l'institution. Il s'agit de permettre de passer de la connaissance au savoir scolaire.

Ces deux processus de dévolution et d'institutionnalisation peuvent être perçus comme des phénomènes inverses reliant deux niveaux d'analyse : le niveau a-didactique et le niveau didactique. Le schéma ci-dessous illustre cette relation.



Dévolution et institutionnalisation (Kuzniak, Cours « fondement de didactique des mathématiques », Master 2011/2012)

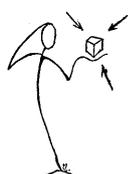
2. L'ESPACE EN JEU DANS LA SITUATION DU PLIOX

En prenant appui sur les travaux de l'équipe de Bordeaux (Brousseau, Galvez, Berthelot & Salin), dont certains résultats sont présentés dans le paragraphe suivant, l'espace en jeu dans la situation est identifié.

Différentes tailles d'espaces

Pour Brousseau (1983) et Galvez (1985), repris par (Berthelot & Salin, 1992), il existe trois espaces sensibles de tailles différentes, liés à l'existence chez les élèves de modèles conceptuels différents et dont les définitions sont redonnées ci-dessous.

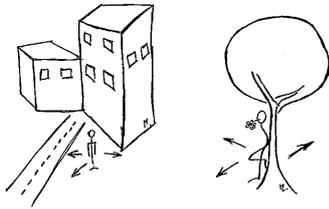
Le micro-espace



Il correspond à l'espace du champ visuel instantané (la feuille de papier, la table...). Dans cet espace, l'élève peut manipuler de petits objets : il construit ses premières expériences spatiales et commence à concevoir le mouvement des objets. « Par le toucher avec ses mains ou avec sa bouche, autant que par la vue, par les mouvements qu'il leur fait subir, il identifie leur consistance, leur forme solide, leurs positions relatives, leurs propriétés » (Brousseau, 2001).

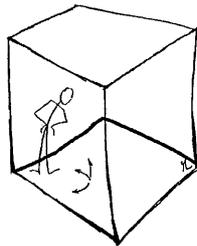
Le micro-espace peut être perçu sans aucune conceptualisation. L'enfant peut agir (colorier, dessiner, écrire...), en tenant compte de la structure de l'ensemble. Il a une perception exhaustive de l'objet. Il n'y a pas besoin de système de référence.

Le macro-espace



Il s'agit de l'espace éloigné qui n'est accessible par l'élève que par une vision locale (la ville, le quartier, ...). L'exploration de cet espace dépasse la simple perception (l'enfant doit construire une vision globale mentalement), et nécessite des connaissances culturelles. « *Les solutions sont différentes selon qu'il s'agit d'une zone urbaine, (...), sylvestre, (...), maritime* » (Brousseau, 2001) notamment.

Le méso-espace



Cet espace est l'espace des déplacements de l'enfant dans un domaine contrôlé par la vue, mais il ne peut être perçu globalement (la salle de classe, la cour). Pour le percevoir, il faut coordonner différents points de vue. Les situations proposées aux enfants dans cet espace « *sont l'occasion de développer des représentations différentes de celles du micro-espace et qui préfigurent celles nécessaires dans le macro-espace* » (Brousseau, 2001).

Berthelot & Salin (1992, p.102-103) présentent un tableau comparatif des trois espaces établi par Galvez (1985) et résumé dans le tableau ci-après :

	Micro-espace	Méso-espace	Macro-espace
<i>Position objet/sujet</i>	Objet accessible à la manipulation et à la vision	Vision semi-globale de l'objet	Vision locale de l'objet
<i>Déplacements (du sujet, de l'objet)</i>	Tous	- Objets fixes servant de points référents perceptibles seulement depuis certaines perspectives. - Déplacements du sujet limités par la disposition des objets	- Objets fixes servant de points référents, mais pas toujours visibles - Déplacements limités avec prise en compte de perceptions fragmentaires.
<i>Position du sujet (par rapport à l'espace considéré)</i>	À l'extérieur de l'espace	À l'intérieur de l'espace	À l'intérieur de l'espace
<i>Position de l'objet (par rapport à l'espace considéré)</i>	Espace autour de l'objet.	L'espace contient l'objet	Espace comme contenant construit intellectuellement.

Pour ces chercheurs, l'enfant vit des expériences différentes dans ces trois espaces, pour lui en grande partie indépendants, et les procédures mises en jeu pour résoudre des problèmes dépendent étroitement de l'espace considéré.

L'espace en jeu dans la situation du PLIOX

Dans la situation PLIOX, l'espace considéré est le micro-espace.

Plus précisément, en reprenant les caractéristiques des différentes tailles d'espaces exprimées dans le tableau ci-dessus, on a, relativement à la situation du PLIOX :

- *Position de l'objet par rapport au sujet* : le PLIOX est accessible à la manipulation et en particulier aux actions suivantes : tourner, retourner, plier, déplier ; le PLIOX est également accessible à la vision ;
- *Déplacements (du sujet, de l'objet)* : tous les déplacements du PLIOX par rapport à l'élève ainsi que ceux de l'élève sont possibles ;
- *Position du sujet par rapport à l'espace considéré* : l'élève est extérieur à l'espace considéré ;
- *Position de l'objet par rapport à l'espace considéré* : l'espace est autour du PLIOX.

L'espace considéré correspond en outre à l'espace des interactions liées à la manipulation du PLIOX.

De plus, le PLIOX est un petit objet 3D très plat même s'il évoque un objet 2D, et l'action de plier est un geste 3D, la coordination étant tactile et visuelle.

On en conclut que la situation PLIOX se situe dans le micro-espace 3D.

3. PARADIGME ET ESPACE DE TRAVAIL GÉOMÉTRIQUE

« Nous désignerons sous le terme d'espace de travail géométrique (ETG), l'environnement organisé par et pour le géomètre de façon à articuler de façon idoine, les trois composants suivants :

- *un ensemble d'objets, éventuellement matérialisés dans un espace réel et local ;*
 - *un ensemble d'artefacts qui seront les outils et instruments mis au service du géomètre ;*
 - *et enfin un référentiel théorique éventuellement organisé en un modèle théorique⁷ »*
- (Houdement & Kuzniak, 2006, p.185).

Pour Kuzniak *« dans une institution donnée, la résolution d'un problème géométrique suppose qu'un espace de travail géométrique a pu être organisé pour permettre la résolution du problème par l'élève »* (Kuzniak, 2003, p. 25). L'auteur qualifie d'idoine un tel ETG et explicite deux conditions pour qu'il soit efficace :

- *« il doit permettre de travailler dans la géométrie correspondant à la problématique visée » ;*
- *il doit être « bien construit dans le sens où les différentes composantes sont organisées de manière valide ».*

Dans cette partie, je cherche à identifier l'ETG idoine permettant la résolution des problèmes de reproduction proposés par la situation PLIOX. Il s'agit alors d'identifier chacun des composants. Or ces chercheurs soulignent que la nature des composants dépend du paradigme de référence. Après avoir déterminé celui-ci, le référentiel théorique, l'espace concerné ainsi que l'ensemble des objets géométriques, et enfin les artefacts seront identifiés.

Une analyse en termes de paradigmes

Les différents paradigmes

À partir des travaux de Gonseth (1945-1952), (Houdement & Kuzniak, 1999) ont mis en évidence l'organisation de la géométrie sous forme de trois paradigmes caractérisés en fonction des trois modes de pensée que sont l'intuition, l'expérience et la déduction :

- la Géométrie G1 (ou géométrie naturelle), qui correspond à une réalité épurée ;
- la Géométrie G2 (ou géométrie axiomatique naturelle) ;
- la Géométrie G3 (ou géométrie axiomatique formelle).

La Géométrie G1 peut être principalement caractérisée comme ne s'affranchissant pas de la réalité : l'expérience et la déduction s'exercent sur des objets matériels grâce à la perception visuelle et aux instruments. Autrement dit, dans une telle géométrie, le monde réel et sensible est *« source de validation »* (Houdement & Kuzniak, 2006, p.180). En fonction de ces caractéristiques, ces chercheurs ont donc identifié la géométrie G1 comme étant celle de l'école primaire.

Le paradigme correspondant à la situation du PLIOX

Les pliages, au même titre que les découpages et les constructions à la règle et au compas, *« constituent la base de cette approche expérimentale, qui peut être déjà développée à l'école »* (Houdement & Kuzniak, 2006, p.180). De plus, dans la situation du PLIOX, la validation est perceptive par comparaison visuelle entre le modèle à reproduire et le résultat du pliage effectué. **La situation du PLIOX se situe donc en géométrie G1.**

Le lien entre les concepts et la situation du PLIOX

Plus précisément, en utilisant le cadre théorique défini par ces chercheurs, il est possible de préciser le lien qui existe entre ces concepts et l'activité proposée dans la situation PLIOX.

⁷ Ces auteurs appelle *« modèle théorique le modèle abstrait qui résulte soit d'une modélisation, soit d'une définition a priori »* (Houdement & Kuzniak, 2006, p.187)

La situation du PLIOX est liée à l'expérience

En effet, elle nécessite « l'exécution d'un certain mouvement, la mise en œuvre d'actions spécifiques (sans enchaînement déductif) pour répondre à la consigne » (Houdement & Kuzniak, 2000, p.102) : l'action principale correspond à des pliages dans lesquels intervient la notion de symétrie axiale.

Mais comme le soulignent ces chercheurs, à l'école élémentaire « cette expérience est souvent liée à une action », bien que « les actions effectives ne soient pas toujours des cas d'expérience ». Ainsi, le pliage d'un carré en deux selon l'un de ses axes de symétrie est une expérience qui conduit à un rectangle ou à un triangle (et les diverses expériences liées à la répétition de cette action nourrissent l'intuition), mais cette action ne conduit pas forcément à l'apprentissage du fait qu'un carré partagé en deux par symétrie peut donner un rectangle ou un triangle. Nous faisons l'hypothèse que la verbalisation de cette action peut le permettre.

La situation du PLIOX est liée à l'intuition

En effet l'analyse du modèle à reproduire nécessite à la fois :

- la reconnaissance des figures élémentaires qui le composent, ce qui peut être immédiat ou pas selon la disposition des différentes figures ;
- la prise en compte des positions des différentes figures élémentaires dans le modèle, qui peut être implicite notamment lorsque la reproduction de celui-ci n'exige qu'un seul pliage.

D'autre part, l'anticipation du pliage pour pouvoir reproduire se réfère à une connaissance *a priori* de l'effet du pliage, construite à l'issue de l'expérience. Ainsi on identifie dans la situation du PLIOX les deux classes d'activités liées à l'intuition et présentées par (Houdement & Kuzniak, 2000, p.101) :

- le groupe « des activités reposant sur la perception immédiate », c'est-à-dire « tout ce qui place du côté d'une certaine évidence mais qui simultanément donne du sens » par exemple lorsque certaines figures élémentaires sont dans des positions non prototypiques ;
- le groupe « des activités qui reposent sur une connaissance antérieure forte de la forme, de l'objet et où une construction mentale n'est pas nécessaire pour répondre à la consigne », par exemple lorsque la reconnaissance des figures est immédiate.

On peut enfin remarquer que l'intuition est plus ou moins forte selon la modalité retenue dans la présentation du modèle et selon la possibilité de manipuler le modèle ou pas.

La situation du PLIOX peut être liée à la déduction

Seule la modalité D avec modèle impossible peut permettre une activité liée à la déduction, à condition qu'un questionnement spécifique balise le passage de l'expérience à la déduction. Houdement & Kuzniak soulignent que « ce passage ne va pas de soi » et que « le rôle du maître [y] est essentiel », nécessitant de la part de celui-ci « un réel travail de distanciation et d'institutionnalisation » (Houdement & Kuzniak, 2000, p.103).

Conclusion

On constate que la situation du PLIOX propose essentiellement des activités liées à l'expérience et à l'intuition. Ceci paraît cohérent en CP/CE1, c'est-à-dire au tout début du travail en géométrie. En revanche, suivant la conception de (Houdement & Kuzniak, 2000), se limiter à l'action n'est pas « vraiment faire de [la] géométrie avec les élèves » : par conséquent la situation du PLIOX ne doit pas se résumer à des moments d'action, mais doit incorporer des moments d'analyse des modèles et d'explicitation de procédures.

Identification de l'ETG idoine

L'espace et les objets géométriques

L'espace réel et local de référence est un « espace déjà modélisé qui utilise de manière fonctionnelle certaines des conceptions micro-spatiales » dans lequel « les objets physiques et les dessins doivent s'effacer pour faire place à l'objet géométrique » (Houdement & Kuzniak, 2000, p.111).

Les objets concernés par la situation PLIOX sont :

- les figures planes convexes (éléments figuratifs 2D) ;
- les droites remarquables : frontières des figures monochromes ou traces des plis ;
- une transformation plane : la symétrie axiale.

Les artefacts

Houdement & Kuzniak prennent le mot artefact au sens de (Rabardel, 1995) : un artefact est ainsi défini comme une « chose ayant subi une transformation d'origine humaine visant une finalité » (Houdement & Kuzniak, 2006, p.186). Ces chercheurs soulignent son caractère prégnant pour l'élève.

Le PLIOX est un artefact qui prend le statut d'instrument dès lors qu'il est demandé de reproduire un modèle par pliage du PLIOX. Il constitue le seul artefact de l'ETG pour la situation PLIOX.

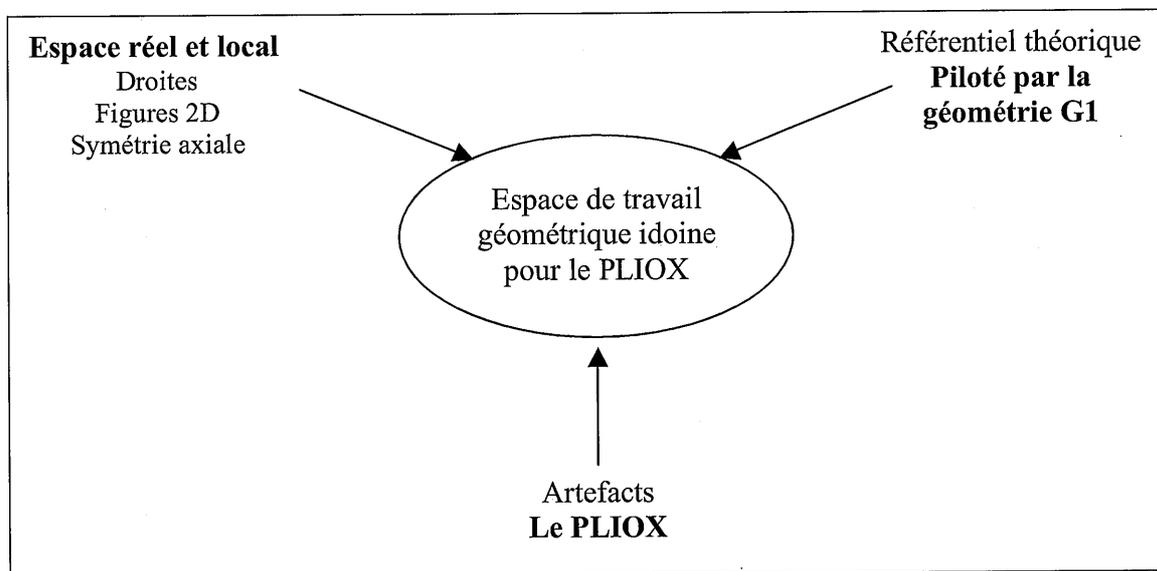
Le référentiel théorique

Houdement & Kuzniak soulignent que les « objets et les artefacts de la géométrie en constituent la partie empirique qui ne prendra tout son sens qu'articulée avec un ensemble de définitions, de propriétés, de relations » qu'ils nomment « référentiel théorique » (Houdement & Kuzniak, 2006, p.187).

Puisque la situation du PLIOX se situe dans la géométrie G1, celle-ci devra donc piloter le référentiel théorique de l'ETG idoine⁸.

L'ETG idoine

En conclusion l'espace de travail idoine de la situation du PLIOX est le suivant :



Comme le soulignent (Houdement & Kuzniak, 2006), l'ETG idoine doit être utilisé par les élèves et leurs enseignants.

4. LA PLACE DE LA SITUATION PLIOX DANS L'ARTICULATION DES NIVEAUX DE PENSÉE

(Van Hiele, 1986) distingue cinq niveaux dans le développement de la pensée géométrique chez l'enfant, correspondant à différents niveaux d'appréhension perceptifs et logiques des figures. Dans un premier temps est présentée l'adaptation qu'en ont fait (Kuzniak & Rauscher, 2003), puis la situation du PLIOX est située dans l'articulation de ces niveaux de pensée.

Les cinq niveaux de pensée géométrique

Selon Van Hiele, « la pensée géométrique évolue en gravissant les pentes de l'abstraction et de la généralisation par les structures » (Kuzniak, 2003, p.36), l'entrée dans chaque niveau nécessitant la maîtrise du niveau précédent et la progression des élèves dépendant de l'enseignement donné.

Les deux premiers niveaux correspondent alors au pôle empirique (intuition et expérience).

⁸ Kuzniak remarque que même si « la Géométrie 1 entretient, au moins dans sa pratique élémentaire, un rapport confus à la notion de modèle (...) il est possible de développer au sein de ce paradigme un modèle de référence : c'est ce qu'a fait Hjelmslev (1939) » (Kuzniak, 2003, p.25)

Niveau 0 : Reconnaissance visuelle

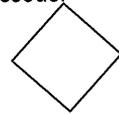
Les figures sont uniquement identifiées par leur aspect général, par leur apparence. Aucune analyse explicite des propriétés ne préside à leur reconnaissance.

Il y a manipulation d'objets.

Exemple : Un élève qui pense à ce niveau et auquel on demande comment il peut être sûr qu'il a devant lui un carré répondra que la figure « en a la forme ». D'où la confusion ci-dessous.



carré !



losange !

Niveau 1 : Analyse

Les figures deviennent porteuses de propriétés. Les enfants analysent les propriétés de chacune des figures, mais ne sont pas amenés à les ordonner à l'intérieur d'une figure ou entre figures. Seules quelques propriétés peuvent être explicitées, indépendamment les unes des autres. Le niveau 2 correspond à une phase de transition.

Exemple : À ce niveau, un carré n'est pas nécessairement identifié comme un rectangle particulier.



Un carré



Un rectangle

Niveau 2 : Déduction informelle (propriétés semi-ordonnées)

Les enfants ordonnent et relient les propriétés à l'intérieur d'une figure ou entre figures, mais ils n'organisent pas encore leurs assertions en démonstrations. A ce niveau, les définitions des figures entrent en jeu.

Exemple :



Un carré

Un rectangle

Les deux derniers niveaux correspondent au pôle théorique (raisonnement déductif).

Niveau 3 : Déduction formelle (déduction démonstration)

Certaines propriétés sont déduites à partir d'autres organisées en théorèmes ou axiomes. Les déductions sont explicitées sous forme de démonstration.

Niveau 4 : Rigueur (abstrait, structure)

L'élève (l'étudiant) est capable de se placer dans différents systèmes axiomatiques (géométries non euclidiennes par exemple) et de les comparer.

En articulant l'approche paradigmatique avec les niveaux de pensée de Van Hiele, (Kuzniak & Rauscher, 2003), ont établi que la Géométrie I est enseignée (en France) à l'école primaire jusqu'au niveau 2.

La situation du PLIOX dans l'articulation des niveaux de pensée

Il a été précédemment remarqué que la situation du PLIOX proposait des activités essentiellement liées à l'expérience et l'intuition. Elle fait appel à la reconnaissance visuelle de formes ce qui correspond au niveau 0.

De plus, l'incitation à une analyse des modèles ainsi qu'à une justification de l'identification des formes peut conduire, par répétition de l'action, à des connaissances notamment portant sur certaines propriétés du carré, ce qui se situe au niveau 1.

En revanche, aucune déduction n'entre a priori en jeu : le niveau 2 n'est pas visé, ce qui est cohérent avec les objectifs des programmes de cycle 2 en géométrie.

Par conséquent, cette situation se situe essentiellement au niveau 0 et il se peut qu'elle aide les élèves à passer au niveau 1 en particulier si l'enseignant agit en ce sens.

5. UN POINT DE VUE COGNITIF ET SÉMIOTIQUE SUR LE RAPPORT AUX FIGURES

Les objets mathématiques sont des objets idéaux qui n'existent pas dans la réalité, et qu'il n'est possible d'aborder que par le biais de leurs représentations. Dans un premier temps, la notion de représentation sémiotique est rapidement présentée. Sa déclinaison par Duval dans le cadre de la géométrie est développée dans un deuxième temps. Elle conduit ensuite à la question de la visualisation.

Représentations sémiotiques et registres sémiotiques

Selon Duval, la *représentation sémiotique* est le signe, c'est-à-dire le graphique, des mots, voire le geste, d'un objet auquel on n'a pas accès autrement : « *Les représentations sémiotiques sont des productions constituées par l'emploi de signes appartenant à un système de représentation qui a ses contraintes propres de signification et de fonctionnement* » (Duval, 1993, p. 39). Les représentations sémiotiques peuvent être des productions discursives (en langue maternelle, en langue formelle), ou non discursives (figures, graphiques, schémas,...).

Kuzniak souligne que « *le contenu d'une représentation dépend autant du système mobilisé pour produire la représentation d'un objet que de l'objet représenté* » (Kuzniak, Cours « Fondements de la didactique des mathématiques », 2011/2012), puisque d'une part deux représentations d'un même objet sont différentes lorsque leurs contenus sont de nature différente – c'est-à-dire ne présentent pas le même type d'unités (mots, contours, tracés, densités de points, flèches,...) – et que d'autre part il y a autant de types de représentation différents que de moyens ou de systèmes différents pour produire une représentation (appareils physiques, systèmes sémiotiques).

Plus précisément, un *registre de représentation sémiotique* est un système qui possède trois fonctions :

- la communication (ou la transmission) ;
- le traitement, c'est-à-dire la transformation d'une représentation dans ce même registre ;
- l'objectivation (pour soi) permettant de faire voir les relations qui existent entre les objets concernés.

En géométrie, les registres de représentation sémiotique sollicités sont le langage ainsi que les figures et les dessins, à la fois en tant que tracés et que signes représentant un objet géométrique.

Dans la suite de ce travail, on s'intéresse au registre figural, « *registre incontournable de la géométrie* » (Houdement, Cours « Didactique de la géométrie », 2011/2012) : après avoir défini les unités qui permettent de représenter une figure géométrique – les unités figurales élémentaires – l'appréhension des figures ainsi que plusieurs traitements possibles dans ce registre sont présentés.

La notion d'unité figurale

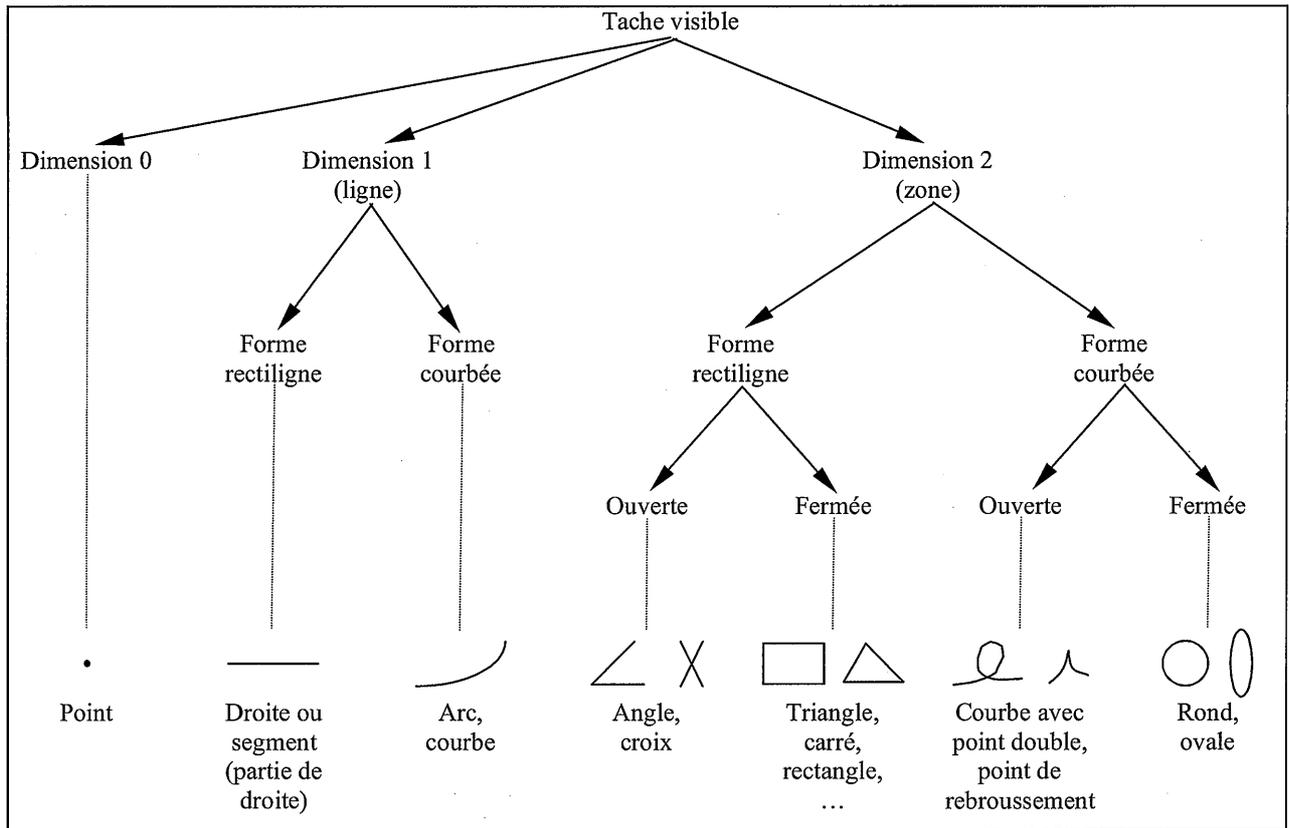
(Duval, 1995) note que toute figure, en tant que « *tache visible* » sur « *un support matériel homogène (feuille de papier vierge, écran vide, ...)* » apparaît comme « *une combinaison de valeurs pour chacune des variations visuelles* » suivantes :

- variation de type dimensionnel : dimension 0 (un point), dimension 1 (une ligne), dimension 2 (une zone, une surface) ;
- variation de forme (qualitative) : ligne droite ou courbe ; contour ouvert ou contour fermé d'une zone.

Ceci lui permet de définir les *unités figurales élémentaires* dans le plan pour le registre des représentations géométriques.

- le point est la seule unité figurale de dimension 0 ;
- les unités figurales de dimension 1 sont les lignes et les courbes, ouvertes ou fermées ;
- les unités figurales de dimension 2 peuvent être des surfaces, des intersections de lignes, ouvertes ou fermées.

Duval les présente sous forme de classification dans le tableau reproduit ci-après.



Classification des unités figurales élémentaires d'après (Duval, 1995, p.177)

Par ailleurs, une figure géométrique est toujours une configuration d'au moins deux de ces unités figurales élémentaires puisque « *ce sont les relations (parallélisme, symétrie, tangence ...)* entre les unités figurales élémentaires qui constituent le contenu pertinent d'une figure géométrique » (Duval, 1995, p.178).

Exemple : Un carré est mathématiquement défini comme une configuration d'unités figurales de dimension 1, par exemple quatre côtés de même longueur, *perpendiculaires* deux à deux.

Ainsi, « un même « objet » mathématique peut être représenté par des unités figurales différentes » (Duval, 1995, p.179). Ces unités peuvent être de dimensions différentes.

Exemple : Le point peut être représenté par :

- une unité figurale de dimension 0 (comme vu précédemment) ;
- des unités figurales de dimension 2 en tant que sommet ou intersection de formes rectilignes ou courbes.

Duval note en outre que lors du passage de la représentation figurale au discours sur les objets représentés et à leur traitement (via les définitions et les théorèmes), on effectue un changement de dimension, ce qui conduit à étudier en géométrie les unités figurales élémentaires de dimension 2 (contour fermé d'une zone) – sur lesquelles se focalise la perception – comme des configurations d'unités figurales de dimensions 1 ou de dimension 0.

En conclusion, « *les unités figurales discernables dans une figure ne sont pas constantes mais peuvent varier à la fois dimensionnellement et gestaltiquement en fonction du problème à résoudre* » (Duval, 2003, p. 46). On va voir dans ce qui suit leur importance.

Appréhension des figures géométriques

Duval identifie plusieurs niveaux dans l'appréhension des figures géométriques :

- l'appréhension perceptive correspond à « *un premier niveau où s'opère la reconnaissance des différentes unités figurales qui sont discernables dans une figure donnée* » (Duval, 1995, p.181) ; elle est « *immédiate, non unique et indépendante de la tâche demandée* » (Houdement, Cours « Didactique de la géométrie », 2011/2012) ;

- l'appréhension opératoire des figures correspond à un deuxième niveau, « elle est centrée sur les modifications figurales d'une figure, et par suite sur les modifications perceptives que ces modifications entraînent. Il s'agit de jouer sur les figures. » (Houdement, Cours « Didactique de la géométrie », 2011/2012) ;
- l'appréhension discursive « est déterminée par des propriétés données comme hypothèses (...), elle peut amener à changer le regard sur la figure » (Houdement, Cours « Didactique de la géométrie », 2011/2012).

Quelques éléments d'analyse des deux premiers niveaux sont présentés dans ce qui suit.

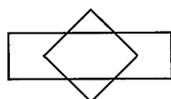
La reconnaissance d'unités figurales dans une figure géométrique

Duval remarque d'abord qu'il existe une prédominance perceptive stable des unités figurales 2D sur les unités figurales 1D expliquée par la loi gestaltiste de clôture (ou de continuité) : « Lorsqu'un stimulus possède un contour simple et fermé, il se détache comme formant un tout ».

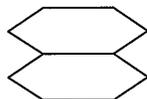
Exemples :

1) Un carré est perçu comme un tout (et non comme la réunion de quatre segments). Réciproquement les côtés d'un polygone restent des bords non détachables de la surface qu'ils délimitent.

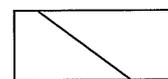
2) Les trois figures ci-dessous (Duval, 1988, p.59) apparaissent prioritairement comme :



La superposition d'un carré et d'un rectangle



Un assemblage de deux formes qui se touchent



Le partage d'un rectangle en deux parties

Il en déduit qu'il n'y a « aucune ambiguïté concernant l'appréhension perceptive des unités figurales » (Duval, 1995, p.177-178).

De plus, « la reconnaissance des unités figurales 2D ne soulève aucune difficulté lorsque celles-ci sont séparées. » (Duval, 1995, p.182). « Le temps de reconnaissance peut être seulement plus ou moins rapide selon l'orientation de ces unités par rapport à leur orientation visuelle typique » (Pellegrino & al, 1982, p.339). Ce n'est plus le cas lorsque des unités figurales sont intégrées à une configuration (donc dans le cas du PLIOX). Duval met en avant deux raisons :

- certaines unités figurales 2D prédominent sur d'autres unités 2D conformément à la loi gestaltiste de clôture ;
- une figure géométrique contient souvent plus d'unités figurales élémentaires que celles requises pour la construire.

L'appréhension opératoire des modifications possibles d'une figure géométrique

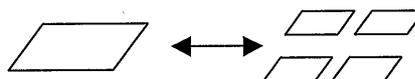
Duval identifie plusieurs manières pour modifier une figure physiquement, graphiquement ou mentalement :

- Une première, de type méréologique car se faisant « en fonction de la relation entre partie et tout » (Duval, 1988, p.61), consiste :

- « soit [à] la partager en plusieurs parties qui sont comme autant de sous-figures », on parle de *décomposition méréologique* ; elle peut être :

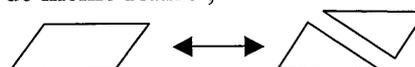
- *strictement homogène* lorsqu'elle se fait en unités figurales de même forme que la figure de départ ;

Exemple :



- *homogène* lorsqu'elle se fait en unités figurales différentes de la forme de la figure de départ, mais toutes de même forme ;

Exemple :



- *hétérogène* lorsqu'elle se fait en unités figurales de formes différentes entre elles.

Exemple :



- « soit [à] l'inclure dans une autre figure dont elle devient alors une sous-figure » (Duval, 1988, p.61) ;
- soit « à réorganiser une ou plusieurs sous-figures différentes d'une figure donnée en une autre figure » (Duval, 1995, p.184), c'est une *reconfiguration*.

- Une seconde consiste à agrandir, à diminuer ou à déformer une figure : il s'agit d'une « *modification optique, elle transforme une figure en une autre appelée son image* » (Duval, 1988, p.62).
- Une troisième consiste à déplacer ou faire tourner la figure : « *c'est une modification positionnelle, elle ne concerne que l'orientation et la place de la figure dans son environnement (généralement le plan fronto-parallèle).* » (Duval, 1988, p.62).

La situation du PLIOX convoque *a priori* plusieurs de ces transformations :

- modifications de type *méréologique* puisque le PLIOX ainsi que les figures obtenues par pliage présentent des décompositions *méréologiques* et reconfigurations de sous-figures de différentes couleurs ;
- modification *positionnelle* puisque le coloriage en quatre zones colorées induit une orientation du PLIOX et des figures obtenues par son pliage.

Le problème de la visualisation des formes planes

Pour Duval, « *« voir » recouvre toujours deux niveaux d'opérations différents et (...) intrinsèquement indépendants l'un de l'autre même s'ils fusionnent souvent dans la synergie d'un même acte* » (Duval, 2005, p.13) : la reconnaissance discriminative de formes et l'identification des objets correspondant aux formes reconnues.

Or ces deux opérations ne sont pas simultanées pour la perception de représentations construites par production de tracés. Le passage de la forme reconnue dans un tracé à l'objet que ce tracé « veut » représenter repose sur une « *ressemblance* » entre la forme discriminée et la forme typique de l'objet représenté : ceci est la caractéristique de toutes les représentations iconiques (Pierce).

Duval souligne alors les impasses connues de la visualisation iconique dans l'apprentissage de la géométrie :

- la reconnaissance est « *centrée sur le contour d'une zone ou d'une surface* » (Duval, 2005, p.15), ce qui a deux conséquences : les propriétés qui ne sont pas directement liées au contour sont moins facilement mobilisables lorsque les énoncés ne les mentionnent pas, et il y a une résistance à sortir du contour fermé de la figure ;
- « *les formes apparaissent comme stables, elles ne sont pas vues d'une manière qui permette de les transformer en d'autres formes semblables ou, surtout, différentes* » (Duval, 2005, p.15) ;
- « *il peut y avoir conflit entre la reconnaissance des formes par simple ressemblance à un exemple type et l'identification de l'objet auquel correspond la forme reconnue (...) la vision ne permettant pour les relations entre les unités figurales qu'une estimation perceptive sujette à illusion* » (Duval, 2005, p.16).

Ainsi, pour Duval, « *ces tendances lourdes de la visualisation iconique vont contre le développement* » de ce qu'il identifie comme « *le geste réflexe pour faire de la géométrie* », à savoir : décomposer toute forme en une configuration d'autres unités figurales du même nombre de dimension ou d'un nombre inférieur de dimensions. Il parle alors de *déconstruction* :

- « *déconstruction figurale* » (Houdement, Cours « Didactique de la géométrie », 2011/2012) lorsqu'il s'agit de décomposer et de recomposer autrement une surface, ce qui correspond à une décomposition *méréologique*, et dans ce cas, il y a conservation de la dimension ;
- *déconstruction dimensionnelle* lorsqu'il s'agit de décomposer n'importe quelle forme discriminée (c'est-à-dire reconnue comme une forme nD) en unités figurales d'un nombre de dimensions inférieur à celui de cette forme.

Exemple : polygone (unité figurale 2D) \Rightarrow segments de droites (unités figurales 1D).

Si « les déconstructions figurale et dimensionnelle sont deux traitements du registre des figures nécessaires dans un ETG piloté par G2 » (Houdement, 2011), donc hors de l'école primaire, il est en revanche possible de réaliser l'apprentissage de ces déconstructions dans un ETG piloté par G₁, et ce en développant parallèlement deux capacités chez les élèves :

- la déconstruction dimensionnelle des formes 2D perceptivement prégnantes, y compris celle des figures de base, par la construction du réseau de droites dont les formes 2D ne sont que des sous-figures (Duval & Godin & Perrin-Glorian, 2004) ;
- la reconnaissance de toutes les formes 2D qui potentiellement peuvent être reconnues dans un réseau de droites où elles ne sont pas d'emblée visibles, « du type de celle qui est requise dans la décomposition méréologique » (Duval, 2005, p.26).

PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

À partir des différents cadres théoriques développés dans la partie précédente, la problématique est reprise et affinée. La méthodologie retenue est exposée dans le paragraphe suivant.

1. PROBLÉMATIQUE

La situation générique du PLIOX étant définie (Partie I), la Partie II m'a permis de la situer à la fois en tant que problème spatial – en identifiant l'espace en jeu selon le point de vue didactique fondé sur la Théorie des Situations Didactiques (Brousseau, Galvez, Berthelot & Salin) – et que problème géométrique – en identifiant le paradigme géométrique (point de vue épistémologique) correspondant et l'Espace de Travail Géométrique idoine (Houdement & Kuzniak). J'ai par ailleurs identifié le niveau d'abstraction de la pensée géométrique (Van Hiele) auquel fait référence cette situation géométrique (point de vue psychologique).

Mon questionnement initial conduit à s'intéresser à la fois aux savoirs mathématiques, aux enseignants ainsi qu'aux élèves. Pour expliciter ma problématique, je reprends alors le schéma de (Briand & Chevalier, 1995) qui présente les relations entre ces différents pôles.

Cette activité a-t-elle un intérêt pour les apprentissages géométriques ?

Je m'intéresse à la relation savoir/situation (Briand & Chevalier, 1995), et tout d'abord aux connaissances mathématiques intrinsèques à la situation, c'est-à-dire indépendamment de l'enseignant :

Quelle est la potentialité mathématique de la situation du PLIOX ?

Cette question me conduit à regarder également du côté de la didactique des mathématiques.

D'autre part, certaines connaissances mathématiques dans cette situation peuvent être liées à l'action du maître. D'où un deuxième aspect de la question :

Quelles sont les connaissances mathématiques qui circulent lors des mises en œuvre ?

Enfin, la situation du PLIOX conduit à produire et à reproduire des figures par pliage au cycle 2. Par « figure » à l'école élémentaire, Duval & Godin & Perrin-Glorian sous-entendent la définition suivante :

« Dessin qui a des propriétés qu'on pourrait préciser dans le cadre de la géométrie théorique en le considérant comme une représentation d'une figure géométrique ; ces propriétés se traduisent par des propriétés visuelles contrôlables avec des instruments. »

(Duval & Godin & Perrin-Glorian, 2004, p. 13).

Or les activités de reproduction de figures nécessitent une analyse préalable de ces figures qui demande « un changement de regard ». Je reprends alors une hypothèse de travail de Duval & Godin & Perrin-Glorian, selon laquelle la manière de regarder ce que les figures donnent à voir « est un point clé dans le rapport des élèves à la géométrie » (Duval & Godin & Perrin-Glorian, 2004, p.9 et je cherche à objectiver l'hypothèse implicite de (Favrat & al, 2006) concernant le rapport aux figures. En me plaçant du point de vue cognitif et sémiotique portant sur le rapport aux figures (Duval) je m'intéresse ainsi à une deuxième question :

La situation du PLIOX est-elle l'une des étapes possibles permettant de faire évoluer le rapport aux figures des élèves ?

Je reprends alors à mon compte une deuxième hypothèse de Duval & Godin & Perrin-Glorian (2004) :
Hypothèse 2 : « *L'évolution souhaitée du regard s'accompagne d'une évolution du langage dans un processus dialectique : d'une part, le langage participe à l'évolution du regard ; d'autre part, le langage évolue avec l'évolution du regard.* » (Duval & Godin & Perrin-Glorian, 2004) p.9
Il en découle deux nouvelles questions liées à la précédente :

La situation PLIOX conduit-elle à une évolution du langage ?

Et si oui, de quelle nature ?

La réponse positive à la première question pourrait, selon la nature de l'évolution, nous permettre, par le biais de l'hypothèse 2, de confirmer ou d'infirmer l'évolution du regard.

Comment mettre en œuvre la situation du PLIOX dans une classe ?

Mon questionnement porte alors sur les relations maître/situation/savoir :

Comment des enseignants s'emparent-ils de la situation du PLIOX ?

En effet, il s'agit d'identifier les enjeux d'enseignement que les enseignants voient dans cette situation, et parmi les connaissances qui circulent, desquelles ils s'emparent.
D'autre part, je cherche à pointer les régularités éventuelles de leurs mises en œuvre dans la classe.

Les élèves s'investissent-ils dans cette activité ?

Cette question comporte plusieurs aspects.

Au niveau de la relation situation/élève, c'est finalement la « résistance » de la situation qui est interrogée, à savoir :

La situation fait-elle produire par les élèves des discours ou des réactions semblables ?

Il s'agit tout d'abord de confirmer le « potentiel attractif » de la situation du PLIOX souligné notamment par (Favrat & al, 2006), et qui se décline en deux questions :

Tous les élèves cherchent-ils ?

Comment les élèves participent-ils dans les moments collectifs ?

Il s'agit également d'identifier les connaissances qui se manifestent chez les élèves (relation situation/savoir), ce qui rejoint la question précédemment posée :

Quelles sont les connaissances mathématiques qui circulent lors des mises en œuvre ?

Ces interrogations conduisent également à la question de la dévolution du problème qui s'inscrit dans la relation enseignant/élève :

Comment se déroule la dévolution dans la situation du PLIOX ?

2. MÉTHODOLOGIE

Pour tenter de répondre à ces différentes questions, j'ai choisi deux directions, l'une théorique et l'autre en liaison avec la pratique de classe.

L'analyse mathématique et didactique, réalisée à partir des différents cadres théoriques présentés en Partie II débouche sur une identification des potentialités mathématiques de la situation, puis apporte une première réponse en ce qui concerne le changement de regard éventuel sur les figures. Elle conduit également à l'élaboration d'un premier scénario didactique.

La mise en œuvre dans des classes, qui se déroule en parallèle, complète ces résultats théoriques. L'analyse des enregistrements des séances ainsi que de leur transcription est un moyen de pointer l'évolution du langage chez les élèves, d'identifier les connaissances qui circulent, d'étudier les discours produits par l'enseignant ainsi que par les élèves, d'évaluer la participation des élèves.

Or le travail réalisé avec des enseignants n'a pas suivi une progression rectiligne. Il est nécessaire d'en expliciter le cheminement.

Trois enseignantes en classe de CP ont accepté de mettre en œuvre la situation du PLIOX dans leur classe, ce qui établit un contrat moral entre elles et moi : il ne suffit pas de présenter à ces enseignantes la situation générique du PLIOX, un premier scénario doit leur être proposé⁹. En outre je cherche à m'appuyer sur ces enseignantes et ce qu'elles reçoivent de cette situation pour interroger le potentiel mathématique « *in vivo* ». Le scénario transmis (Annexe 2) est alors construit selon une progressivité *a priori*, mais comporte une analyse didactique moins approfondie que celle présentée dans la partie IV.

De plus, pour rentrer dans l'habitude de classe, j'ai voulu leur proposer une « séquence complète », c'est-à-dire incluant évaluations diagnostique et sommative. Il s'agit également d'interroger l'hypothèse implicite de (Favrat & al, 2006) concernant le changement de regard sur les figures et de tester celle-ci *indépendamment de la façon dont les enseignantes s'emparent de la situation*. C'est pourquoi les deux évaluations sont réalisées à partir de celles proposées par Favrat & al.

Deux enseignantes, M et P, mettent donc en œuvre une séquence PLIOX dans leur classe en période 4 à partir d'un premier scénario (Annexe 2).

Dans chacune des deux classes, la séquence débute par une évaluation diagnostique (Annexe 3) et se termine par une évaluation sommative (Annexe 4), élaborée à partir de l'analyse des évaluations diagnostiques des deux classes. Dans la classe de M, l'évaluation diagnostique est observée, enregistrée (audio) puis transcrite (Annexe 5).

La première séance de la séquence correspond à la fabrication du PLIOX : elle n'est pas observée. Les deux séances suivantes portent sur la reproduction de figures à l'aide du PLIOX : elles font l'objet d'un enregistrement vidéo. Elles sont précédées d'un petit entretien (en général enregistrement audio) avec l'enseignante. Une dernière séance est mise en œuvre par les deux enseignantes, mais n'est observée que dans la classe de M.

À l'issue de ces différentes mises en œuvres, les données vidéos sont transcrites pour les séances 2 et 3 (Annexes 8 – 9 – 10 – 11), puis sont découpées en phases et épisodes avant d'être analysées :

- Un changement de phase correspond à un changement soit dans l'organisation de la classe, soit dans la situation (changement d'exercice).
- Un épisode possède une unité sur la tâche, sur la nature de l'activité. Un changement d'épisode peut correspondre à un changement au niveau de la nature de l'activité.

Les évaluations diagnostiques et sommatives sont également analysées et comparées.

Les différentes analyses sont présentées en dernière partie et sont mises à profit pour compléter les réponses aux diverses questions de la problématique.

⁹ Même si, pour qu'elles acceptent de mettre en œuvre la situation, je leur avais transmis au préalable l'extrait de (Favrat & al, 2006) concernant l'activité des carrés pliés (Annexe 1).

Partie IV

ÉLABORATION D'UN PREMIER SCÉNARIO DIDACTIQUE

Dans cette partie, une exploration mathématique et didactique est tout d'abord réalisée à partir de la situation générique, puis les variables didactiques sont déterminées. Un premier scénario didactique est ensuite décrit et analysé. Les connaissances mathématiques en jeu dans cette situation sont enfin précisées.

1. EXPLORATION MATHÉMATIQUE ET DIDACTIQUE

En préalable à l'exploration mathématique, il est indispensable de définir le vocabulaire didactique nécessaire aux différentes descriptions.

Le PLIOX plié (ou pas) est un objet matériel qui possède un contour : on appellera *figure externe* ce qui correspond au contour de l'objet.

- Exemples : 1) La figure externe du PLIOX est un carré.
2) La figure externe du PLIOX plié ci-dessous est un pentagone.



Le PLIOX plié (ou pas) est également un objet dans lequel il y a une ou plusieurs zones de couleur qui attirent le regard : ces différentes surfaces sont monochromes. On appellera *figures internes* d'un PLIOX plié ces surfaces monochromes. Les figures internes sont indépendantes des marques de plis présentes sur le PLIOX.

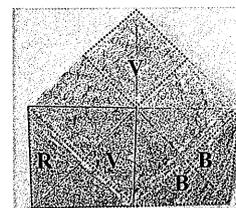
- Exemples : 1) Le PLIOX est colorié en quatre zones de différentes couleurs : il possède donc quatre figures internes qui sont quatre carrés ; on nommera ces carrés *les carrés secondaires* ;
2) Le PLIOX plié ci-dessous possède trois zones de couleur ; il possède donc trois figures internes : un carré secondaire vert et deux triangles (un rouge et un bleu).



De plus, la prise en compte des plis fait apparaître des surfaces monochromes plus petites que les figures internes qui forment des décompositions figurales de celles-ci. On parlera alors de *sous-figures monochromes*. Enfin, certaines sous-figures sont *polychromes* : elles sont composées de sous-figures monochromes et/ou de figures internes.

Exemple : Dans le PLIOX plié ci-contre deux petits triangles bleus (qui décomposent la figure interne bleue), quatre carrés verts, deux triangles verts ou quatre plus petits ... sont des sous-figures monochromes.

La composition de deux de ces sous-figures monochromes (triangles vert et rouge) forme une sous-figure polychrome qui est un carré (voir ci-contre).

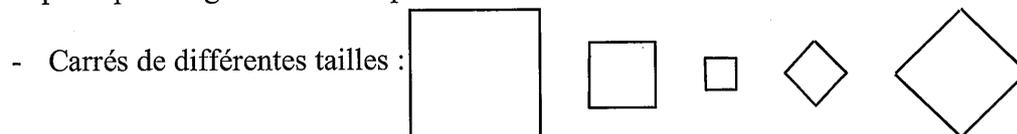


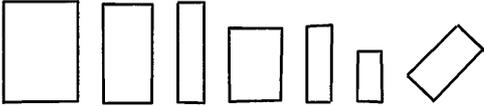
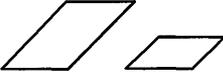
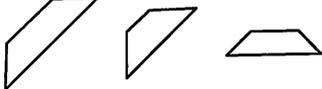
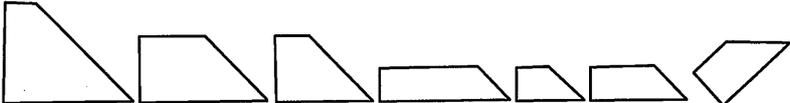
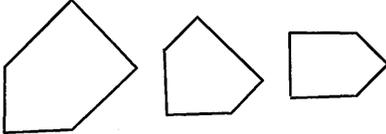
Les objets mathématiques inhérents à la situation peuvent maintenant être présentés.

Les figures externes

Les différents pliages du PLIOX selon les directions privilégiées conduisent à une multitude de figures externes qui sont des polygones convexes, parmi lesquels on retrouve des carrés, des rectangles, des triangles isocèles rectangles, en différentes tailles, mais également des trapèzes, des quadrilatères quelconques...

Les principales figures externes pouvant être obtenues sont les suivantes :



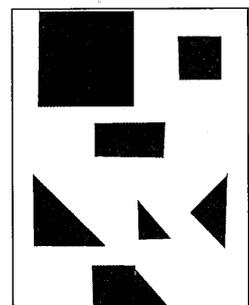
- Rectangles non carrés de différentes tailles : 
- Parallélogrammes quelconques de différentes tailles : 
- Trapèzes isocèles (non rectangles) : 
- Trapèzes rectangles (non isocèles) : 
- Quadrilatères quelconques : 
- Pentagones (non réguliers) : 
- Triangles isocèles rectangles de différentes tailles : 

Les figures internes

Le jeu des couleurs fait apparaître une décomposition méréologique dont les éléments figuraux 2D correspondent aux figures internes.

Il existe exactement sept types de figures internes possibles dans chaque couleur qui peuvent apparaître dans des PLIOX pliés (à titre d'exemples, celles de couleur rouge sont présentées ci-contre) :

- deux carrés : un carré secondaire et un petit carré ;
- un rectangle ;
- trois triangles isocèles rectangles ;
- un trapèze rectangle.



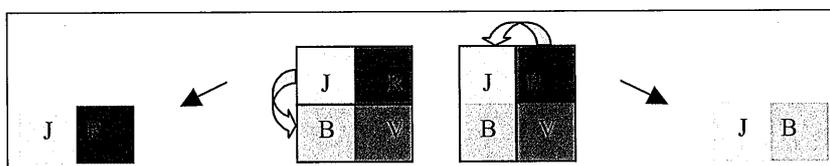
Les figures internes rouges

De nombreuses figures polychromes

Le jeu des couleurs conduit à des PLIOX pliés différents mais ayant la même figure externe, composées du même type de figures internes et obtenues par les mêmes principes de pliage :

- soit par un choix différent de direction de plis ;

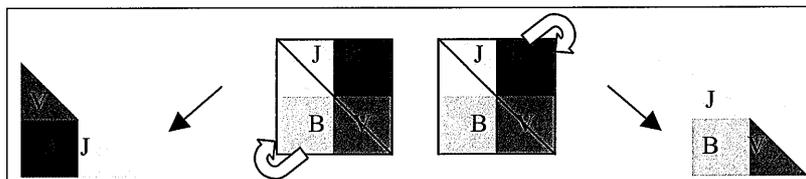
Exemple : Les deux figures ci-dessous sont composées de deux carrés « secondaires » et sont obtenues par pliage du PLIOX selon une médiane du PLIOX. Le choix de deux médianes différentes conduit à deux figures différentes.



Deux pliages possibles selon une médiane

- soit selon les mêmes directions de pli mais avec certains sens de rotation différents.

Exemple : Les deux figures ci-dessous sont composées d'un carré « secondaire » et de deux triangles rectangles isocèles monochromes et sont obtenues par pliage du PLIOX selon la même diagonale du PLIOX. Le choix de deux sens de rotation différents conduit à deux figures différentes.



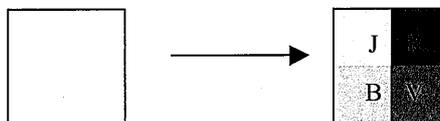
Deux résultats possibles pour un même pliage

Par conséquent les directions de plis suivant les axes de symétrie du grand carré et des carrés « secondaires » ainsi que les différents sens de rotation éventuellement possibles conduisent à de nombreuses figures polychromes ou monochromes.

Quelques-unes d'entre elles sont présentées dans ce qui suit, selon le nombre minimum de pliages nécessaires pour les réaliser.

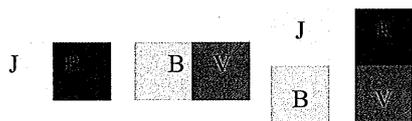
Figures visibles sans pliage

Figure externe : le grand carré lui-même
Figures internes : les quatre carrés secondaires.



Figures pouvant être obtenues avec un seul pliage exactement

Pliage selon une médiane :



Figures externes : 4 rectangles
Figures internes : deux carrés secondaires

Pliage selon une diagonale :



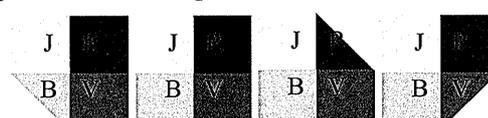
Figures externes : 4 triangles rectangles isocèles
Figures internes : un carré secondaire et deux triangles

Pliage selon une médiane secondaire :



Figures externes : 4 rectangles
Figures internes : deux carrés secondaires et deux rectangles

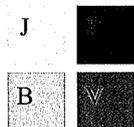
Pliage selon une diagonale secondaire :



Figures externes : 4 pentagones
Figures internes : trois carrés secondaires et un triangle

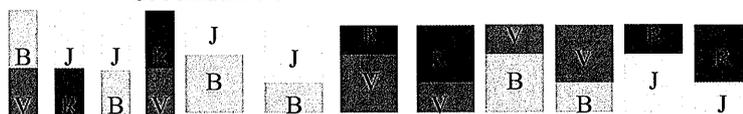
Figures pouvant être obtenues avec deux pliages (au moins)

Pliage selon les deux médianes :



Figures externes : les 4 carrés « secondaires »

Pliage selon une médiane et une médiane secondaire :



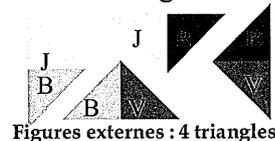
Figures externes : 4 petits rectangles ; figures internes : deux rectangles
Figures externes : 8 rectangles ; figures internes : un carré secondaire et un rectangle

Pliage selon deux médianes secondaires :



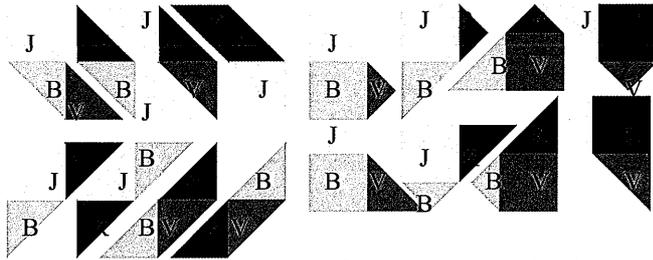
Figures externes : 4 rectangles ; figures internes : 4 rectangles
Figures externes : 4 carrés ; figures internes : 2 carrés et 2 rectangles

Pliage selon les deux diagonales :



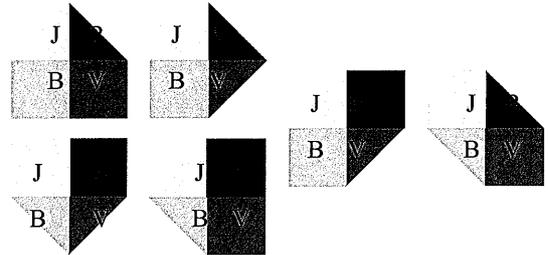
Figures externes : 4 triangles ;
Figures internes : 2 triangles

Pliage selon une diagonale et une diagonale secondaire :



Figures externes : 8 trapèzes ; figures internes : 3 triangles
 Figures externes : 8 quadrilatères possédant deux angles droits opposés ; figures internes : 1 carré secondaire et 2 triangles

Pliage selon deux diagonales secondaires :



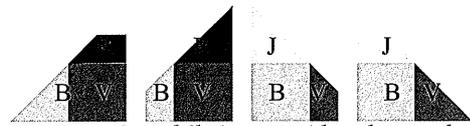
Figures externes : 4 pentagones ; figures internes : 2 carrés secondaires et 2 triangles
 Figures externes : 2 hexagones ; figures internes : 2 carrés secondaires et 2 triangles

Pliage selon une médiane et une diagonale :



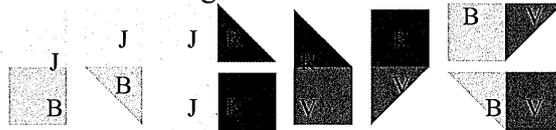
Figures externes : 8 trapèzes
 Figures internes : 1 carré secondaire et 1 triangle

Pliage selon une diagonale et une médiane secondaire :



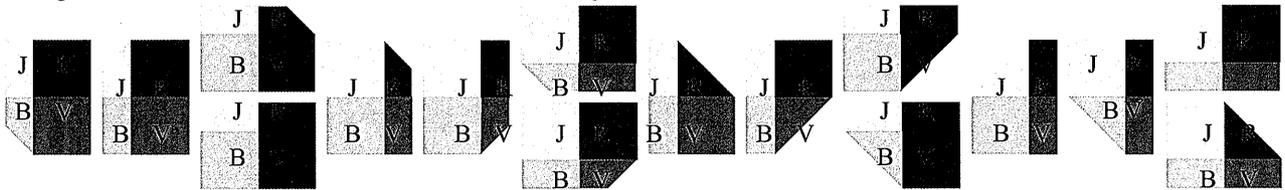
Figures externes : 4 quadrilatères possédant deux angles droits
 Figures internes : 1 carré secondaire, 1 triangle et 1 trapèze

Pliage selon une médiane et une diagonale secondaire :



Figures externes : trapèzes
 Figures internes : 1 carré secondaire et 1 triangle

Pliage selon une médiane secondaire et une diagonale secondaire :



Figures externes : 16 pentagones possédant trois angles droits
 Figures internes : 2 carrés secondaires, 1 rectangle et 1 trapèze

Figures pouvant être obtenues avec trois pliages (au moins)

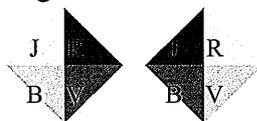
On peut obtenir des figures externes pentagonales comme celui ci-contre mais également les 4 triangles unicolores ci-dessous :



Figure externe : pentagone
 Figures internes : un carré secondaire et 2 triangles

Figures pouvant être obtenues avec quatre pliages (au moins)

Selon les 4 diagonales « secondaires », on obtient comme figures externes deux nouveaux carrés inscrits dans le support carré et dont les figures internes sont des triangles :



Selon les 4 médianes « secondaires », on obtient comme figures externes deux carrés plus petits inscrits respectivement dans les deux carrés précédents.



Des décompositions particulières du carré

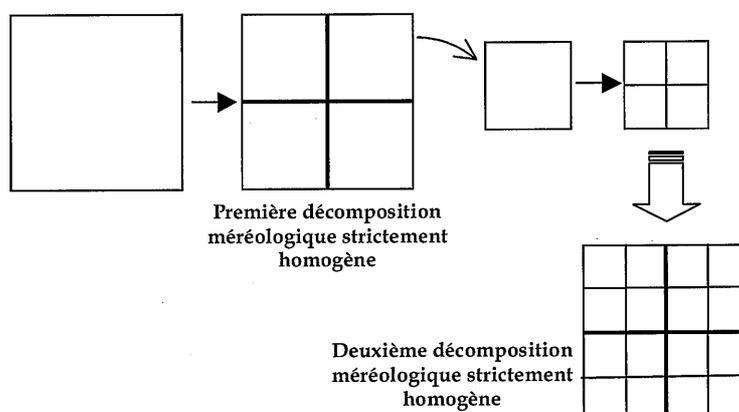
Le PLIOX est de forme carrée. Il possède alors quatre axes de symétrie (ses diagonales et ses médianes) qui permettent des pliages en parties superposables. Cette spécificité du matériel a plusieurs incidences au niveau de l'appréhension des figures.

Cette situation met tout d'abord en lumière des décompositions particulières du carré en unité figurales 2D, donc du même nombre de dimensions que la figure de départ, qui dépendent de la manière de plier : ce sont des décompositions méréologiques, qui peuvent être strictement homogènes, homogènes ou hétérogènes (voir Partie II.5). Dans ce qui suit, nous en présentons certaines.

Pliages selon les médianes

Le pliage en quatre parties selon les médianes conduit à un carré secondaire possédant lui aussi des axes de symétrie, et qui peut lui aussi conduire à de nouveaux carrés plus petits selon le même procédé, comme illustré dans la figure ci-dessous.

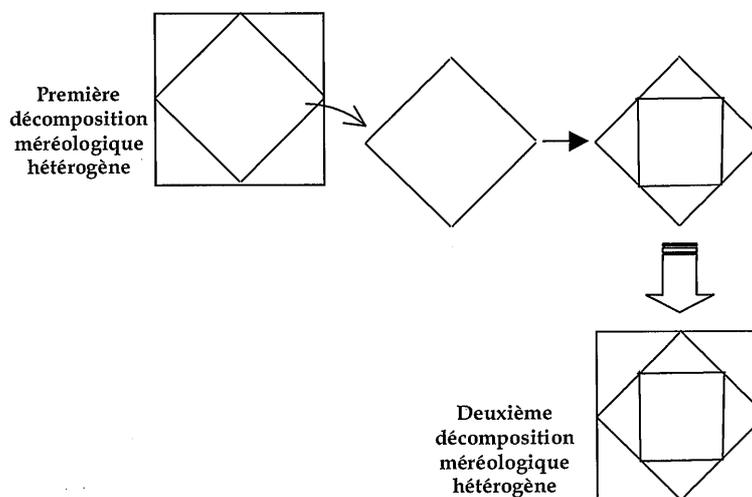
On obtient des divisions méréologiques *strictement homogènes* du carré puisque « la décomposition se fait en unités de même forme que la figure de départ » Duval (2004, p.30).



Pliages selon les diagonales

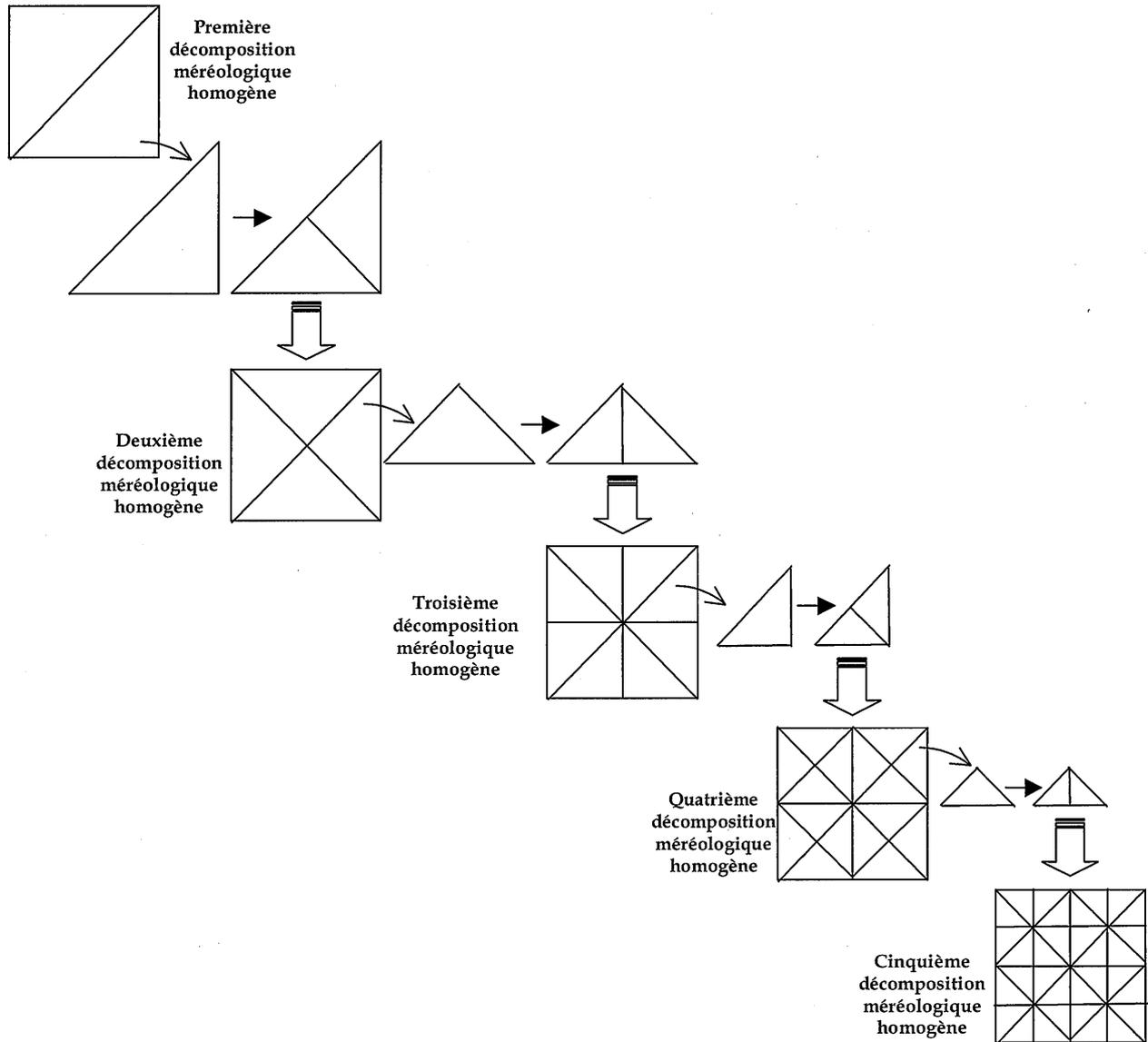
Le pliage selon les quatre diagonales secondaires, c'est-à-dire les diagonales des quatre carrés qui ne se confondent pas avec les diagonales du PLIOX, conduit à un nouveau carré possédant les mêmes axes de symétrie que le PLIOX et pouvant conduire à un nouveau carré selon le même procédé, comme illustré dans la figure ci-dessous.

On obtient des divisions méréologiques *hétérogènes* du PLIOX puisque « la décomposition se fait en unités figurales de formes différentes entre elles » Duval (2004, p.31).



Pliages selon une diagonale

Le pliage selon une seule des diagonales principales conduit à un triangle rectangle isocèle possédant un axe de symétrie, et conduit par pliage selon cet axe à un nouveau triangle rectangle isocèle
On obtient plusieurs divisions méréologiques *homogènes* du PLIOX, puisque « la décomposition se fait en unités figurales de même forme mais différentes de la forme de la figure de départ » Duval (2004, p.31). Cette division est présentée ci-dessous.



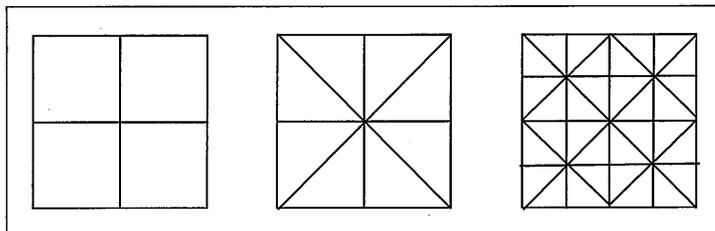
Par conséquent, il est possible de « voir » sur le PLIOX d'autres décompositions méréologiques que celles mises en évidence par le jeu des couleurs.

Une mise en évidence d'éléments figuraux 1D particuliers

Les éléments figuraux 1D apparaissent en fonction des pliages que l'on est amené à faire, sous forme de plis, mais ne sont pas marqués par des traits ; seules les deux médianes du PLIOX sont matérialisées comme frontières des zones colorées.

Les éléments 1D progressivement mis en évidence par les premiers pliages de l'activité correspondent aux directions de plis privilégiées : les médianes du PLIOX, puis ses diagonales, c'est-à-dire ses axes de symétrie. Les pliages suivants selon de nouveaux axes de symétrie, font apparaître les diagonales et médianes secondaires, ce qui conduit à un réseau de droites plus important.

Ce nouveau réseau permet alors dans un deuxième temps de mettre en avant sur le PLIOX de nouvelles figures dont certaines posséderont également des axes de symétrie. Cette évolution est présentée ci-dessous.



Un réseau de droites qui évolue

En outre, ce réseau apparaît sans interférence avec les couleurs sur le verso du PLIOX.

2. LES VARIABLES DIDACTIQUES

Dans cette partie, les différentes variables didactiques sont présentées.

Les différentes modalités dans la présentation du modèle à reproduire

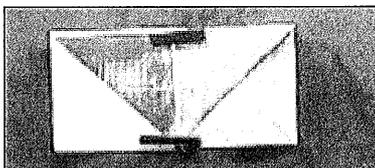
La modalité P

Le modèle est présenté par le maître sous forme de pliage d'un PLIOX préalablement effectué hors de la vue des élèves.

Le support du maître est donc identique à celui des élèves : il s'agit d'une reproduction à échelle 1, ce qui donne des informations aux élèves en ce qui concerne sa taille.

La présence des plis, voire l'épaisseur du modèle, constituent également des indices non négligeables.

Le modèle reste disponible aux yeux des élèves.



Présentation d'un modèle au tableau (classe de P - séance 3)

Plusieurs variations peuvent être envisagées, en fonction de la possibilité de manipulation plus ou moins grande du modèle, qui conduit à une prise d'indice plus ou moins importante concernant notamment le nombre et la nature des pliages nécessaires :

- le modèle reste éloigné et non manipulable (par exemple affiché au tableau) ;
- le modèle reste éloigné (par exemple affiché au tableau), mais il est possible pour les élèves de venir tourner et retourner, sans le déplier, un deuxième modèle identique placé par exemple sur le bureau du maître ;
- le modèle reste éloigné (par exemple affiché au tableau), mais il est possible pour les élèves de venir tourner et retourner, sans le déplier, un deuxième modèle identique placé par exemple sur le bureau du maître ;
- le modèle est affiché au tableau mais chaque élève possède un modèle qu'il peut manipuler à sa guise.

Lorsque le modèle n'est pas manipulable mais affiché sur le plan fronto-parallèle, l'appréhension opératoire de celui-ci convoque des modifications positionnelles en plus des modifications méréologiques induites par le jeu des couleurs.

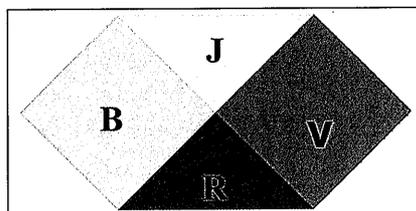
Modalité D

Le modèle est présenté par le maître sous forme de dessin d'un pliage de PLIOX.

Il existe plusieurs manières de procéder, le modèle peut être dessiné au tableau ou sur une affiche, rétroprojeté ou vidéoprojeté, et dans ce cas, il reste éloigné des élèves. Il peut également être dessiné sur une feuille distribuée à chaque élève.

Avec la modalité D, l'appréhension opératoire du modèle convoque des modifications positionnelles en plus des modifications méréologiques induites par le jeu des couleurs.

La modalité D rend possible la présentation d'un modèle impossible à réaliser avec le PLIOX. Le cas du modèle impossible conduit à faire formuler les raisons d'impossibilité, ce qui permet de faire émerger de manière explicite les prises d'indices concernant les positions relatives des différentes zones colorées. Un exemple de modèle impossible est présenté ci-dessous.



Exemple de modèle impossible

Deux sous-modalités peuvent être proposées.

Modalité D₁

Le dessin est à la même échelle que le PLIOX, et dans ce cas, la reproduction s'effectue à échelle 1. L'information concernant les plis n'est alors plus accessible aux élèves.

Dans le cas où le dessin du modèle est distribué à chaque élève, la comparaison par superposition directe entre le pliage du PLIOX obtenu par l'élève et le modèle est alors possible.

Modalité D_{échelle}

Le dessin se présente à une échelle différente de celle du PLIOX, et dans ce cas ni l'information concernant la taille, ni celle concernant les plis ne sont accessibles. La reproduction est un agrandissement ou une réduction.

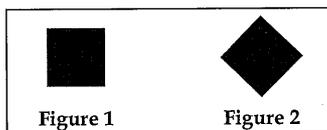
Dans ce cas, l'appréhension opératoire du modèle convoque des modifications optiques en plus des modifications déjà citées.

La position du modèle

La position du modèle lors de sa présentation peut faciliter ou non l'identification des figures présentes dans le modèle.

Elle peut en outre nécessiter une modification positionnelle.

Exemple : le modèle présenté ci-dessous comme dans la figure 1 (position prototypique du carré) est plus accessible que s'il est présenté comme dans la figure 2.



Le modèle à reproduire et le nombre de pliages

On parlera de type T_n pour un modèle nécessitant au minimum n pliages.

Selon le modèle que l'on choisit, l'activité est rendue plus ou moins difficile. Le nombre de plis peut être un premier facteur de difficultés. Mais le nombre de figures internes, leurs positions relatives, ainsi que la position qu'elles occupent, interviennent également en jouant sur l'identification perceptive et sur l'appréhension opératoire (modifications méréologiques et/ou positionnelles).

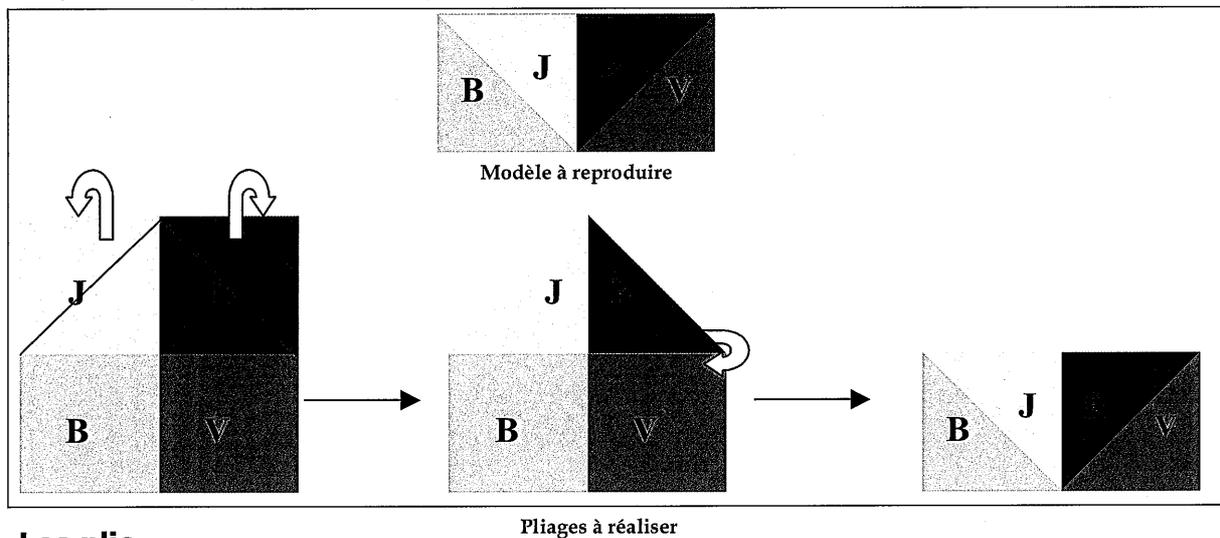
Exemples :

- ce modèle  de type T₁ est plus simple à reproduire que ce modèle  de type T₃;

- mais ce modèle  de type T₁ est plus difficile que celui-ci  de type T₂.

De plus, l'utilisation des parties déjà pliées peut rendre l'activité plus difficile selon qu'on utilise le « recto » ou le « verso » du PLIOX.

Exemple : Pour reproduire le modèle ci-après, il est nécessaire de prendre en compte le « verso » du pliage :



Les plis

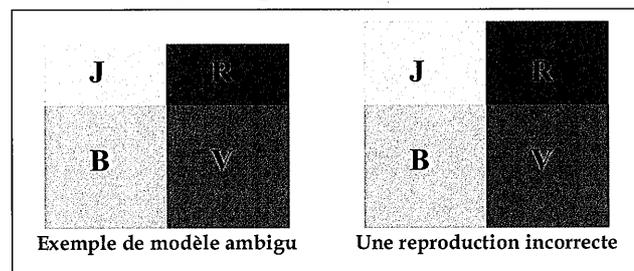
La présence des plis

Un autre facteur de difficulté concerne la marquage préalable sur le PLIOX des plis nécessaires à la reproduction du modèle. En effet, lorsque que les plis nécessaires n'apparaissent pas sur le PLIOX, l'élève doit identifier le pliage : ceci rend l'activité plus difficile.

L'ambiguïté d'un modèle

On peut enfin remarquer qu'il existe des modèles plus ou moins ambigus en termes de choix de plis. On dira d'un modèle qu'il est *ambigu* lorsque le choix de plis différents mais parallèles aux directions de plis privilégiées, conduit à une figure « ressemblante » au modèle, mais qui ne lui est pas isométriquement équivalente, c'est-à-dire qui respecte l'alignement, le milieu, le parallélisme, les positions des objets les uns par rapport aux autres, leur orientation, mais pas les rapports de longueur.

Exemple : Le modèle ci-contre est ambigu car le non respect des directions de plis privilégiées peut conduire à la figure erronée présentée à côté. Dans le cas présenté, le pli n'est en effet pas réalisé selon une médiane secondaire.



L'ambiguïté d'un modèle est d'autant plus importante si les directions de plis nécessaires n'apparaissent pas sur le PLIOX.

3. UN PREMIER SCÉNARIO DIDACTIQUE

Ce premier scénario est réalisé partir de l'analyse mathématique et didactique précédente. Il comporte cinq étapes selon une progression établie en fonction du nombre de pliages à réaliser au minimum.

Étape 1 : introduction du PLIOX dans la classe.

Matériel collectif : un PLIOX déjà réalisé.

Matériel individuel : un carré uni blanc¹⁰ par élève.

¹⁰ On conseille de proposer un carré de 21 cm de côté, ce qui peut se faire à partir d'une feuille A4. Cette taille permet que les figures résultant des différents pliages proposés ne soient pas trop petites.

Déroulement

Temps 1 (collectif) – Présentation du PLIOX

L'enseignant présente le PLIOX et l'affiche au tableau. Il fait verbaliser les élèves sur ce qu'ils voient. Le maître peut également présenter la fonctionnalité du PLIOX : c'est un instrument permettant de réaliser des figures.

Le modèle reste affiché au tableau pendant toute la durée de l'activité : il reste donc visible, mais à distance (modalité P).

Temps 2 (travail individuel) – Pliages

Chaque élève reçoit ensuite un carré uni blanc. Le maître donne la première consigne et montre comment procéder.

Consigne : « Vous devez plier votre carré en deux, en superposant un côté contre un autre côté pour obtenir un rectangle. »

Les élèves doivent parvenir à un pli bien net. Le maître passe dans les rangs pour vérifier ce premier pliage ; quelques carrés supplémentaires sont nécessaires pour les élèves parfois maladroits ou pressés. Ce premier pli est ouvert.

Les élèves doivent alors tourner leur feuille d'un quart de tour et effectuer un second pli semblable au premier de manière à faire apparaître les quatre carrés.

Temps 3 (travail individuel) – Coloriage

Les élèves sont enfin invités à colorier les quatre carrés selon le modèle affiché au tableau. Le maître vérifie qu'il n'y a pas d'inversion gauche/droite dans les coloriages (notamment au niveau des carrés bleus et verts) : il s'agit pour la suite que tous les élèves aient le même support!

À la fin de cette séance, chacun d'entre eux dispose d'un PLIOX identique au modèle qui porte en outre le marquage de deux plis : ceux correspondant à ses médianes.

Analyse préalable

• Cette étape correspond à une *phase d'appropriation du matériel* (le PLIOX est un carré partagé en quatre zones carrées des couleurs différentes). Elle se décompose en un temps collectif de formulation correspondant à la découverte du PLIOX, suivie de deux temps d'action :

- Dans le temps 1, il s'agit de permettre une première analyse de la figure en vue de sa reproduction. Les couleurs des carrés secondaires sont évoquées. À cette occasion, un premier vocabulaire géométrique peut apparaître (carré, côté), de même que celui lié aux positions relatives des différentes figures internes (au-dessus de, au-dessous de, à gauche de, à droite de, en haut de, en bas de).
- Le temps 2 correspond à la réalisation de deux pliages bord sur bord. Après le premier pliage, un nouvel objet géométrique, le rectangle, apparaît.
- Le temps 3 nécessite que les élèves situent les zones colorées les unes par rapport aux autres (compétences spatiales).

À l'issue de chaque temps d'action, la validation est de deux sortes : auto-validation par confrontation visuelle au modèle et validation par le maître.

• Les pliages bord sur bord que les élèves sont amenés à effectuer sur le carré blanc lors de la fabrication de leur PLIOX font apparaître sous forme de plis (éléments figuratifs 1D) deux axes de symétrie correspondant aux deux médianes du carré : ces deux droites n'apparaissent donc pas uniquement comme les bords non détachables des carrés secondaires (première loi d'organisation et de reconnaissance perceptive). Le centre du support carré correspond d'abord à l'intersection des deux plis ; après coloriage, il correspond à un sommet commun aux quatre carrés secondaires.

• Pour les élèves, le but de cette étape est la fabrication d'un objet technique (c'est-à-dire dont la finalité est d'assurer un service de caractère pratique, utilitaire). Pour ce faire, ils doivent reproduire le modèle sur la feuille distribuée, en suivant les instructions de l'enseignant pour les pliages, puis en situant les zones colorées les unes par rapport aux autres.

• Pour l'enseignant, il s'agit :

- de rappeler le premier vocabulaire géométrique (carré, rectangle, côté) ;
- de revenir sur le vocabulaire de position (au-dessus de, au-dessous de, à gauche de, à droite de) ou d'orientation (à droite, à gauche, en haut, en bas) ;

- de commencer la tâche d'analyse d'une figure en rendant explicite le fait que la figure externe du PLIOX soit un carré et que le PLIOX soit partagé en quatre zones carrées monochromes (figures internes) ;
- d'introduire le pliage comme modalité de reproduction qui sera utilisée tout au long de cette activité, et plus particulièrement de mettre en évidence le pliage bord sur bord.

Étape 2 : reproduction d'un premier modèle par pliage

Matériel collectif : un PLIOX

Matériel individuel : un PLIOX par élève

Déroulement

Temps 1 (collectif) – Présentation et première analyse du modèle

Le maître affiche le premier modèle au tableau, *sans que les élèves ne voient comment il a procédé*. Collectivement ou individuellement des élèves sont sollicités pour dire ce qu'ils voient, les formes qu'ils reconnaissent aussi bien sur le contour qu'à l'intérieur de la figure, ainsi qu'éventuellement leurs positions relatives.

Puis le maître donne la consigne : « Chacun doit réaliser par pliage une figure identique à celle qui est affichée à partir de son PLIOX ». Le modèle reste visible mais à distance des élèves pendant la durée de l'activité.

Temps 2 (travail individuel) – Recherche

Les élèves font des essais de pliage et réalisent la figure.

Temps 3 (collectif) – Mise en commun/discussion

Quelques élèves sont sollicités pour expliquer leur procédure, ou dans un premier temps la montrer s'ils ne parviennent pas à expliquer, aidés si besoin par l'enseignant pour la formulation ou le vocabulaire. La réalisation du pliage en même temps que l'explication est effectuée par celui qui explique ou/et par les autres élèves.

Analyse préalable

Cette étape organise la première confrontation à un problème de reproduction de figure par pliage du PLIOX selon la modalité P. Pour le maître, il s'agit de s'assurer de la bonne compréhension de la consigne et de ce type de problème. Il s'agit donc d'une phase de *dévolution du problème*.

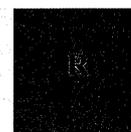
• L'étape s'organise en trois temps :

- Le temps 1 correspond à une phase de formulation. Les élèves sont incités à l'analyse de la figure, ce qui servira dans la suite de cette étape. *A minima*, il s'agit d'identifier à la fois la figure externe (un rectangle) ainsi que les deux carrés secondaires.
- Le temps 2 correspond à une phase d'action. La validation est perceptive par comparaison visuelle entre le modèle et le résultat du pliage du PLIOX effectué ; il est même possible pour les élèves de venir juxtaposer leur production et le modèle, par exemple pour comparer les longueurs des côtés : le milieu fournit une rétroaction immédiate.
- Le temps 3 correspond à une nouvelle phase de formulation. La validation de cette explication est double : sur le fond par la réalisation effective du pliage en parallèle au discours, et sur la forme par l'enseignant, qui veille à employer le vocabulaire géométrique et spatial idoine tout au long de cette situation.

• Les élèves doivent plier leur PLIOX dans le but de reproduire le modèle présenté. Ainsi aucun travail papier/crayon n'est exigé, aucun instrument classique de géométrie n'est utilisé, seuls les pliages sont convoqués. L'activité est alors centrée sur *l'analyse* de la figure pour sa reproduction, et non pas sur le tracé. L'analyse du modèle, préalable à sa reproduction, implique la prise en compte à la fois de sa forme (figure externe) et de ses figures internes, c'est-à-dire de la décomposition méréologique induite par son découpage en éléments figuratifs 2D monochromes. Ceci conduit les élèves à :

- identifier la figure externe du modèle ;
- identifier ses figures internes ;
- identifier l'organisation spatiale relative de ces éléments figuratifs.

J



Modèle 1

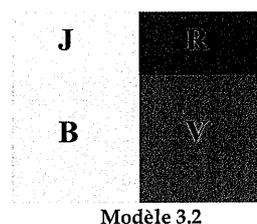
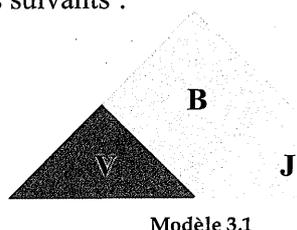
- Pour qu'il y ait problème géométrique, la préparation du modèle (c'est-à-dire la réalisation du pliage du PLIOX par l'enseignant avant sa présentation à la classe) est cachée aux élèves. En effet, si le modèle est réalisé devant les élèves, *l'activité se réduit à la reproduction d'un geste*.

De plus, le nombre de pliages nécessaires pour réaliser la figure n'est pas indiqué par la consigne, mais ce premier modèle est choisi de façon à ce que les élèves puissent résoudre facilement le problème :

- le modèle est de type T_1 ;
 - le modèle est composé de deux carrés secondaires mis en évidence par coloriage dans l'étape précédente ;
 - le pli nécessaire à la reproduction du modèle correspond à une médiane est déjà marqué suite à l'étape précédente.
- La nécessité de verbaliser ce qu'on voit et d'expliquer sa procédure conduit à faire fonctionner un vocabulaire précis. Les interventions peuvent se référer à différents domaines langagiers : celui des couleurs (éléments les plus visibles dans le modèle), au vocabulaire géométrique (notamment carré, rectangle, côté, sommet) par identification du rectangle et des carrés ou dénombrement des sommets ou des côtés, et vocabulaire spatial (orientation ou position).
 - Ce modèle met en évidence une première relation entre le carré et le rectangle : le partage en deux parties du carré conduit à un rectangle .

Étape 3 : reproduction d'autres modèles avec un pliage (modèles de type T_1)

La même activité que celle de l'étape 2 est reprise avec d'autres modèles à reproduire. Les modèles proposés sont les suivants :



Déroulement

La consigne reste la même et le déroulement en trois temps (analyse, action, formulation) est identique pour chaque modèle.

Temps 1 (collectif) – Présentation et première analyse du modèle

Comme précédemment, le maître affiche le modèle au tableau sans que les élèves ne voient comment il a procédé. Il sollicite les élèves pour dire « ce qu'ils voient ».

Puis la consigne est donnée : « Chacun doit réaliser par pliage une figure identique à celle qui est affichée à partir de son PLIOX ».

Le modèle reste visible mais à distance des élèves pendant la durée de l'activité.

Temps 2 (travail individuel) – Recherche

Les élèves font des essais de pliage et réalisent la figure.

Temps 3 (collectif) – Mise en commun des procédures

Quelques élèves sont sollicités pour expliquer leur procédure (ou dans un premier temps montrer s'ils ne parviennent pas à expliquer).

Analyse a priori

Une analyse concernant le déroulement général de cette étape est tout d'abord présentée. Elle est suivie par une analyse détaillée de chaque modèle.

Le déroulement général

Le temps 1 correspond à une phase de formulation. Comme pour l'étape 2, l'analyse peut porter sur les couleurs, les formes et leurs positions : elle sera détaillée pour chaque modèle dans ce qui suit. Les interventions fournissent en outre l'occasion de faire fonctionner le vocabulaire géométrique et spatial.

Le temps 2 correspond à une phase d'action.

Le temps 3 correspond à une deuxième phase de formulation qui porte sur la procédure, mais conduit à la mise en évidence de nouveaux objets géométriques : à l'intérieur du PLIOX des sous-figures monochromes et des sous-figures polychromes, mais également des droites (sous formes de plis) que le verso du PLIOX permet de voir. Ceux-ci seront précisés pour chaque modèle.

Reproduction du modèle 3.1

Le modèle proposé nécessite un seul pli comme dans l'étape précédente (modèle de type T_1). Contrairement à l'étape 2, ce pli n'est pas encore marqué sur le PLIOX puisque le PLIOX n'a encore jamais été plié selon lui. Ce nouveau pli se réalise selon la diagonale du PLIOX. Il correspond à un axe de symétrie de la figure externe du PLIOX, mais également à un axe de symétrie de deux figures internes du PLIOX : le carré secondaire vert et le carré secondaire jaune.

La présentation de ce modèle implique un changement d'orientation, a priori relativement aisé à dépasser pour les élèves grâce à un changement d'orientation de leur PLIOX.

La réalisation de ce modèle met en évidence une relation particulière entre le carré et le triangle : un carré partagé en deux peut donner un triangle.

Le temps collectif d'analyse préalable du modèle permet de souligner la présence du carré secondaire bleu, éventuellement en jouant avec le changement d'orientation, et d'une nouvelle figure géométrique en deux exemplaires : le triangle.

La mise en commun est l'occasion de revenir sur la technique de pliage bord sur bord en ajustant les deux sommets opposés l'un sur l'autre.

Reproduction du modèle 3.2

- Le temps collectif d'analyse préalable permet d'identifier et de nommer les figures internes (les deux carrés secondaires et les deux rectangles) ainsi que leurs positions relatives. On peut remarquer que la figure externe est également un rectangle, de même que les différentes sous-figures polychromes formées par la réunion de deux figures internes.

- Bien que le modèle proposé soit de type T_1 , il existe plusieurs difficultés :

- comme pour le modèle 3.1, le pli n'apparaît pas sur le PLIOX ;
- le pli ne correspond pas à un axe de symétrie du carré, mais à celui de deux carrés secondaires (jaune et rouge), autrement dit à la médiane du rectangle formé par ces deux carrés secondaires ;
- le modèle est ambigu (au sens défini précédemment).

Par conséquent, il est possible que certaines productions soient « approximatives », c'est-à-dire comportent bien quatre figures internes, dont les deux carrés secondaires bleu et vert, ainsi que :

- soient deux rectangles jaune et rouge de taille différente que celle attendue, le pli correspondant étant parallèle à la médiane secondaire ;
- soient deux trapèzes rectangles rouge et jaune, le pli correspondant n'étant pas parallèle à la médiane secondaire.

La mise en commun peut alors conduire à mettre en avant les relations qui existent entre les dimensions des rectangles rouge et jaune et des carrés secondaires correspondants.

La mise en commun permet également d'explicitier le pliage correct comme un pliage bord sur bord des carrés secondaires rouge et jaune. Ce nouveau pliage fait apparaître un nouveau pli, c'est-à-dire un nouvel élément figural 1D : une médiane secondaire, parallèle à la médiane.

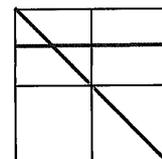
- À l'issue de cette étape, le PLIOX porte ainsi les marques de plusieurs éléments figuraux 1D :

- les deux médianes du PLIOX déjà réalisés lors de l'étape 1 ;
- une diagonale et une médiane secondaire (en gras sur le schéma ci-contre).

Le verso du PLIOX permet de visualiser les différentes droites ainsi créées depuis l'étape 1.

Une remarque

Les modèles, bien qu'ils nécessitent un seul pliage, apparaissent plus compliqués que celui de l'étape 2, puisque qu'à chaque fois le pliage solution se réalise à partir d'un pli à déterminer.



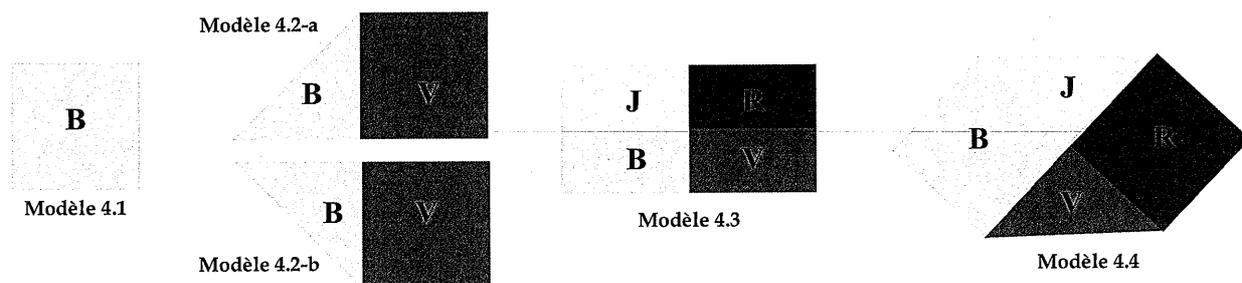
Les plis marqués sur le verso du PLIOX à l'issue de l'étape 3

Ce pli met alors en évidence un axe de symétrie de l'une des figures (la figure externe pour le modèle 3.1, deux figures internes pour le modèle 3.2).

Pourtant la résolution de ces deux problèmes de reproduction ne nécessite pas une *identification* de « tracés » organisateurs au sens de Duval¹¹, puisque ces « tracés » n'apparaissent qu'*après* la réalisation du pliage des carrés secondaires : il n'y a donc pas ici déconstruction dimensionnelle.

Étape 4 : reproduction de modèles avec deux pliages (modèles de type T₂)

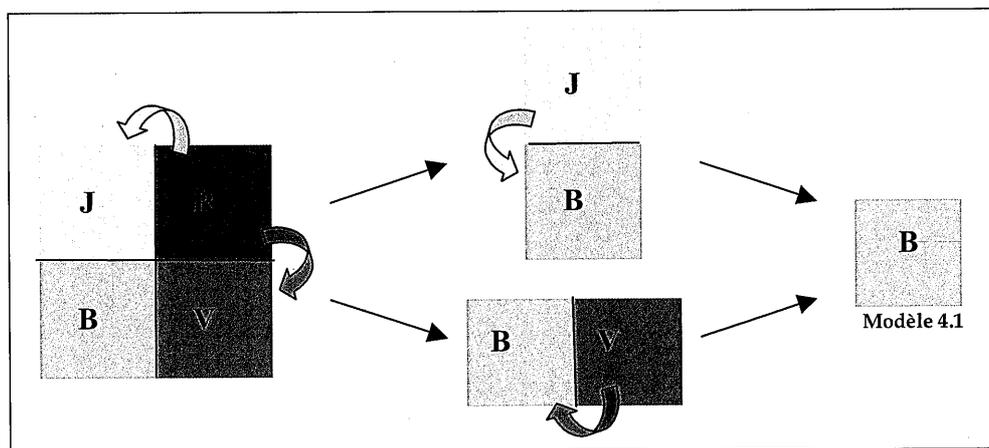
La même activité avec la même consigne est de nouveau proposée, selon les mêmes modalités de travail, mais avec quatre nouveaux modèles à reproduire :



Cette étape est analogue à la précédente : elle comporte une alternance de phases d'action et de formulation. L'analyse du déroulement général est donc identique. Toutefois les modèles à reproduire sont de type T₂. Ils sont choisis selon une difficulté croissante explicitée dans ce qui suit.

Le modèle 4.1

Ce premier modèle est choisi pour permettre une reprise de l'activité de l'étape précédente, tout en proposant un nombre plus important de pliages. Il est constitué par le carré secondaire mis en évidence par sa couleur, il n'est donc pas ambigu. Les plis conduisant à la solution sont également présents dès l'étape 1 puisqu'ils ont servi à la réalisation du PLIOX. De plus, l'ordre des deux pliages est indifférent, comme l'illustre le schéma ci-dessous.



La réalisation du modèle 4.1

Les temps collectifs d'analyse et de formulation sont prétextes à utiliser le vocabulaire géométrique et spatial.

La réalisation de ce modèle conduit à plier un carré (le PLIOX) pour obtenir un rectangle, puis de plier celui-ci pour obtenir un nouveau carré.

¹¹ Les « tracés organisateurs » sont « tous les tracés permettant de réorganiser une figure donnée en vue d'y faire apparaître des formes non reconnaissables dans cette figure donnée. » (Duval, 2005) p.18

Les deux modèles 4.2

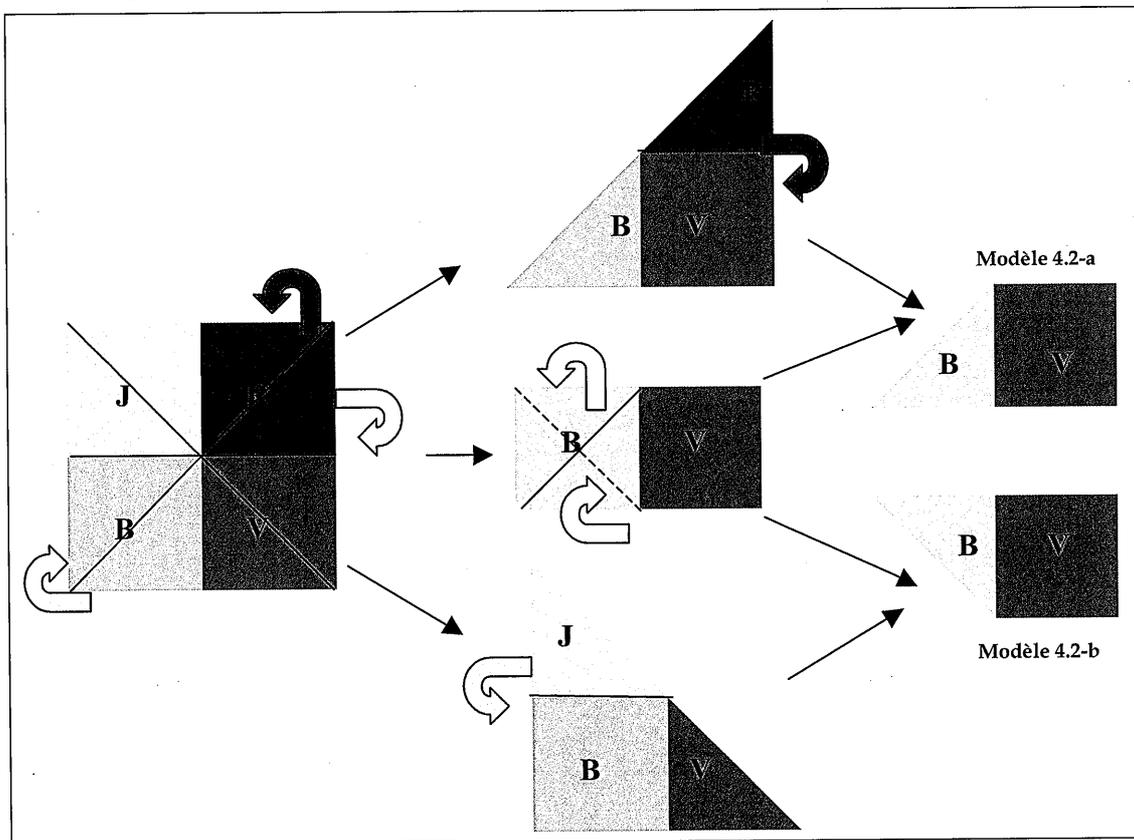
Ces modèles ne sont pas ambigus. Leurs figures externes correspondent à des trapèzes, ce qui donne l'occasion aux élèves de rencontrer des quadrilatères autres que des carrés ou des rectangles. Le dénombrement du nombre de côtés ou de sommets de ces modèles peut permettre de souligner les points communs avec ceux-ci.

Ces modèles sont symétriques l'un de l'autre (donc superposables, mais non identiques) et peuvent être proposés simultanément. Avec eux, les élèves se rendent compte que des figures peuvent être très ressemblantes, c'est-à-dire avoir la même figure externe (ici, un trapèze), les mêmes figures internes (un triangle et un carré secondaire) sans être identiques : le rôle de l'orientation des figures internes est ici mis en évidence.

Deux procédures sont envisageables pour obtenir chacun de ces modèles :

- réaliser un premier pliage selon une médiatrice, puis un deuxième selon l'une des diagonales du carré secondaire bleu ;
- ou plier selon l'une des diagonales du PLIOX puis réaliser un pliage selon une médiane.

Ces différentes procédures sont illustrées par le schéma ci-dessous. On constate que le seul choix différent de diagonale conduit à une production différente.

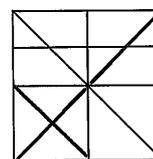


Procédures pour obtenir les modèles 4.2

La mise en commun est l'occasion de souligner ressemblances et différences tant au niveau des figures qu'au niveau des procédures.

Les plis ne sont pas marqués à l'issue des étapes précédentes. Obtenir le triangle bleu à partir du carré secondaire conduit alors à enrichir le PLIOX de deux nouveaux plis (en gras sur le schéma) :

- la deuxième diagonale ;
- une diagonale secondaire.



Les plis marqués sur le verso du PLIOX à l'issue de la reproduction 4.2

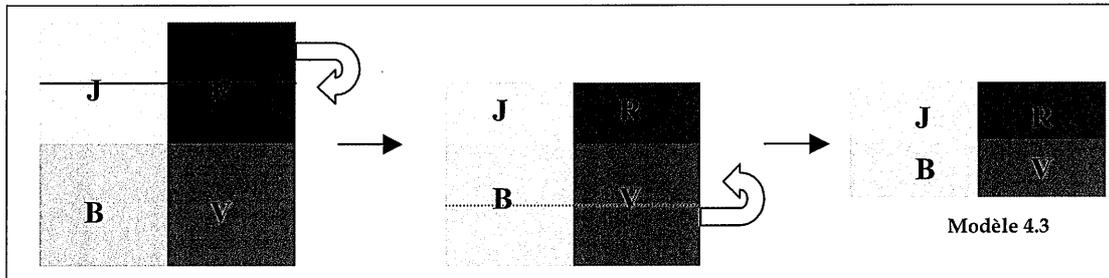
Le modèle 4.3

La réalisation de ce modèle fait appel :

- à un premier pliage sur un pli existant depuis l'étape 3 : ceci permet de retrouver le modèle 3.2 de l'étape 3 si l'on choisit de commencer par ce pli ;
- à un deuxième pli à déterminer par les élèves, selon une médiane secondaire.

Ce modèle est ambigu pour les mêmes raisons que le modèle 3.2. La mise en commun permet de revenir sur les modalités de pliage.

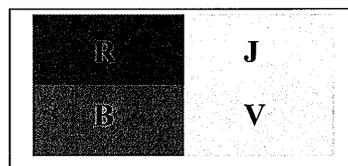
L'inversion des deux pliages n'a pas d'incidence sur le résultat : deux procédures sont ainsi possibles.



Une procédure pour obtenir le modèle 4.3

On peut remarquer qu'en retournant le support, on obtient également un rectangle quadricolore. Les deux figures obtenues sont très ressemblantes mais pas identiques :

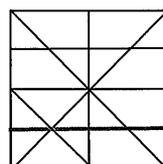
- la figure externe est un rectangle de même dimension que pour le modèle 4.3 ;
- les quatre figures externes qui composent le modèle sont identiques ;
- en revanche leur disposition est différente : le verso est comme « inversé ».



Verso du modèle 4.3

Les élèves s'aperçoivent aussi que pendant la réalisation, il vaut mieux contrôler l'agencement des couleurs, sinon gare aux erreurs d'orientation à la fin !

À l'issue de cette réalisation, le PLIOX s'est enrichi d'un nouveau pli : une médiane secondaire (en gras sur le schéma ci-dessous).



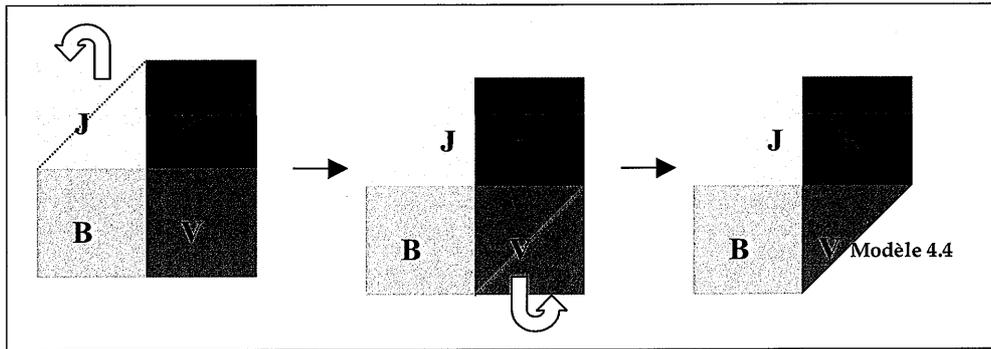
Les plis marqués sur le verso du PLIOX à l'issue de la reproduction 4.3

Le modèle 4.4

Lorsque le modèle est présenté, les deux carrés sont en situation non prototypique, ce qui risque de générer des difficultés dans leur identification : l'enseignant peut alors jouer sur la mobilité du PLIOX pour les faire identifier. La réalisation du modèle nécessite de plus un changement d'orientation.

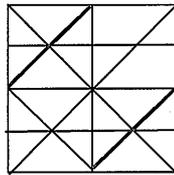
La figure externe du modèle est un hexagone non régulier : l'existence de polygones convexes à plus de 4 côtés est alors soulignée.

L'ordre de pliage n'a pas d'incidence sur le résultat : deux procédures sont alors envisageables. L'une d'elles est présentée ci-après.



Une procédure pour obtenir le modèle 4.4

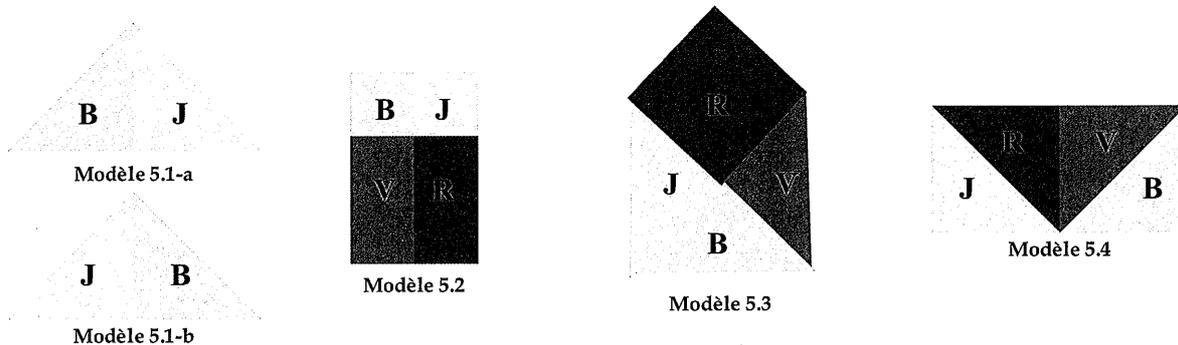
La reproduction du modèle conduit à la création de deux nouveaux plis (des diagonales des carrés secondaires jaune et vert). Ainsi à l'issue de cette activité, neuf plis sont marqués sur le PLIOX. Ils sont donnés ci-dessous.



Les plis marqués sur le verso du PLIOX à l'issue de l'étape 4

Étape 5 : reproduction de modèles avec trois pliages (modèles de type T₃)

Cette étape est un approfondissement des précédentes : les reproductions nécessitent maintenant trois pliages consécutifs au moins. Quelques modèles avec leurs particularités sont présentés.



Les deux modèles 5.1 sont les plus faciles à réaliser :

- leur reproduction ne nécessite pas l'utilisation d'un nouveau pliage ;
- il existe une procédure économique en trois pliages : le premier pliage est à réaliser selon la médiane ; les deux autres selon une diagonale et une diagonale secondaire ;
- la figure externe correspond à une figure connue : le triangle ;
- les deux figures internes sont également des triangles et sont rapidement obtenues à partir des carrés secondaires ;
- on obtient au recto le modèle 5.1-a, au verso le modèle 5.1-b.

La reproduction de ces modèles s'appuie sur le fait que le partage d'un carré en deux parties peut donner un triangle.

Pour le modèle 5.2, les figures externes et internes sont encore familières et dans des positions prototypiques ; en revanche un nouveau pliage selon une médiane s'avère nécessaire. De plus, ce modèle est ambigu.

Le contour externe du modèle 5.3 est un pentagone, ce qui n'est pas une figure familière aux élèves. De plus, le carré secondaire rouge est en position non prototypique, ce qui peut rendre son identification plus délicate. En revanche, tous les pliages nécessaires sont marqués.

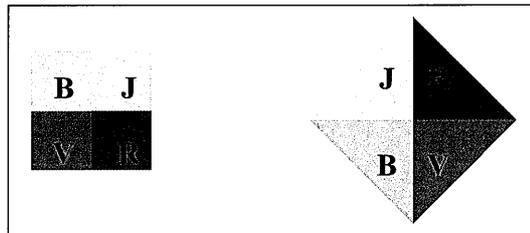
Enfin le modèle 5.4 est le plus difficile car il nécessite tout d'abord un nouveau pliage selon une diagonale secondaire, et ensuite un pliage « par-devant » le PLIOX.

Prolongements

Il est envisageable de prolonger la séquence en proposant des reproductions d'autres modèles en guise de « gymnastique » géométrique, non plus sur des séances complètes mais à l'occasion de brefs moments (10 à 15 minutes).

Certains de ces modèles peuvent être proposés par le maître, d'autres par des élèves.

Certains modèles peuvent même nécessiter quatre pliages comme ceux présentés ci-dessous.



Modèles de type T₄

4. LES CONNAISSANCES EN JEU

Les connaissances en jeu dans cette situation relèvent essentiellement du cycle 2. Il s'agit à la fois de connaissances géométriques et de connaissances spatiales.

Remarque préalable

Dans cette situation, la dextérité de manipulation des instruments de tracé n'est pas sollicitée. Ceci permet d'éviter les difficultés liées aux instruments, non négligeables à ce moment-là de la scolarité. Au cycle 2 en effet on apprend à utiliser la règle et l'équerre. Ce nouvel apprentissage conduit alors à limiter le type de figures à proposer à la construction. Ce n'est en effet qu'au cycle 3 que les élèves se voient proposer des reproductions de figures composée de plusieurs éléments figuraux élémentaires 2D.

La modalité retenue dans la situation du PLIOX permet de proposer des figures compliquées à analyser et difficiles à reproduire en CP/CE1 avec les instruments usuels de géométrie (règle, équerre).

En outre la reproduction par pliage semble plus rapide qu'une reproduction dans un environnement papier/crayon.

Cette situation est propice à faire travailler des connaissances géométriques

Cette situation offre tout d'abord l'occasion de revoir le carré et de parler de diagonale. Elle permet également de revoir d'autres quadrilatères particuliers comme notamment le rectangle, le triangle rectangle isocèle. Mais elle permet également de rencontrer d'autres polygones convexes dont la dénomination n'est pas exigible : trapèzes et autres quadrilatères « quelconques », ainsi que des polygones à plus de quatre côtés (pentagones, hexagones) qui ne sont pas réguliers.

Les figures (carrés, rectangles, triangles) sont dans différentes positions et notamment dans des positions non prototypiques : il s'agit de les reconnaître.

Dans cette situation, deux points de vue sur une même figure coexistent :

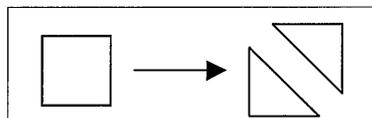
- l'un correspond à ce qui est immédiatement visible, perçu : les figures internes (selon la Gestalt Theory car ce sont des zones de couleur), ainsi que la figure externe (le PLIOX fait partie de l'espace sensible : ainsi le modèle à reproduire lorsqu'il est présenté se détache du fond du tableau car apparaissant comme un objet en soi, comme un tout¹²) ;

¹² Alors que, selon Duval, dans le cas d'une activité dans le micro-espace de la feuille de papier, il semble qu'il soit difficile de voir un tout, particulièrement lorsque ce tout est formé de zones de différentes couleurs accolées les unes aux autres.

- l'autre correspond aux sous-figures monochromes et aux sous-figures polychromes (recomposition de sous-figures monochromes) ; dans ce cas, il y a prise en compte des marques des plis et de certains points particuliers.

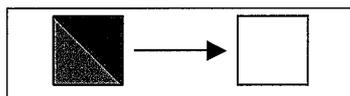
Le passage d'un point de vue à l'autre conduit à une association entre parties et tout :

- la possibilité de décomposer une figure 2D en d'autres éléments figuraux 2D (décompositions méréologiques) ;



Un partage du carré

- la possibilité de voir une surface comme une réunion de surfaces (reconfiguration) ;



La réunion de deux triangles isocèles rectangles

En particulier des relations entre différentes formes connues sont mises en évidence, et notamment :

- un demi-carré peut être un rectangle ou un triangle ;
- un assemblage de deux triangles rectangles isocèles superposables peut être un carré ou un triangle ;
- un assemblage de deux carrés superposables est un rectangle, ...

Ainsi il est possible que l'élève acquière une sorte de flexibilité quant à la reconnaissance des formes géométriques dans n'importe quelle position et détachées ou intégrées dans d'autres figures.

Les pliages selon les directions autorisées conduisent au marquage d'un réseau de plis qui constitue un réseau de droites visible sur le verso du PLIOX. La prise de conscience de celui-ci relève d'une déconstruction dimensionnelle.

De plus, la prise en compte du réseau de plis dans la tâche de reproduction met en œuvre en situation des connaissances sur la symétrie axiale, notamment dans le carré. La symétrie est alors un outil implicite dans la résolution des différents problèmes de reproduction proposés (et notamment dans les activités de pliage « bord sur bord »).

Les modalités de pliage permettent également d'aborder les notions de côté et de sommet.

Enfin, en particulier lors des moments collectifs de formulation, il est nécessaire d'utiliser le vocabulaire géométrique (carré, rectangle, triangle, côté, diagonale, droite, sommet, point...) : celui-ci apparaît alors comme un *outil* pour communiquer procédures ou analyses.

Cette situation est propice à faire travailler des connaissances spatiales

Ces connaissances sont liées à l'orientation et à la position. Elles sont mises en jeu de manière implicite lors des phases d'actions.

La description de modèles, ainsi que l'explicitation de procédures induisent l'utilisation du vocabulaire spatial (à droite de, à gauche de, au-dessus, au-dessous, en haut, en bas, derrière, devant...).

DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION

Après avoir présenté le contexte des deux premières classes dans lesquelles a eu lieu l'expérimentation, l'évaluation diagnostique, ainsi que ses résultats dans ces classes sont analysés. Puis les mises en œuvre sont présentées. Cette partie se termine par la présentation de l'évaluation sommative.

1. PRÉSENTATION DU CONTEXTE DE L'EXPÉRIMENTATION

La classe de M

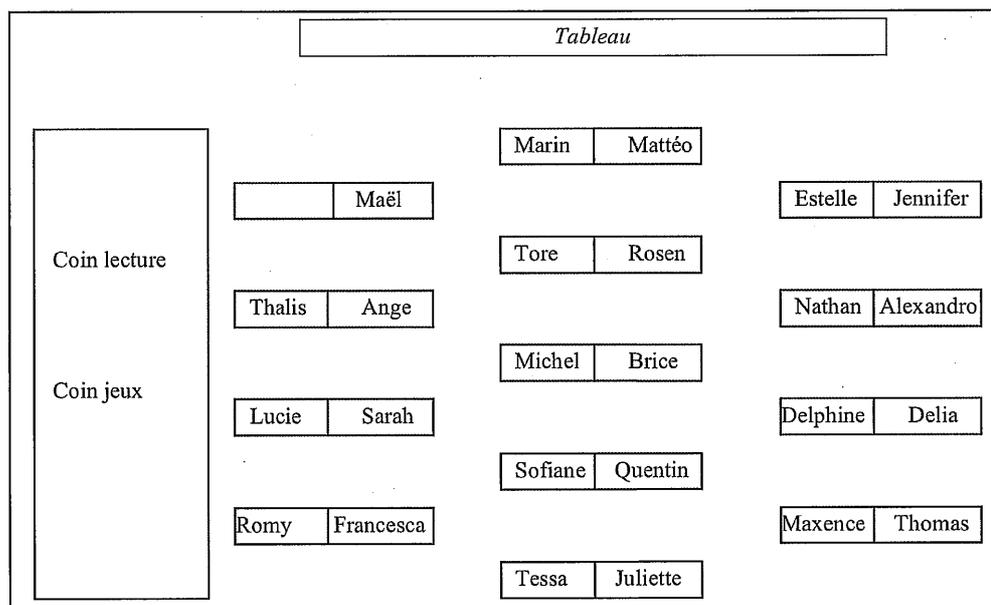
Le contexte de l'école

Cette école élémentaire se situe dans le centre d'une ville moyenne de l'académie de Nice. Elle est composée de 5 classes. Les élèves, de niveau socioculturel moyen, sont issus soit de la classe moyenne soit de la classe populaire avec une partie issue de l'immigration.

La classe

Il y a 25 élèves dans la classe.

Dans la salle de classe, les élèves sont groupés deux par deux et font face au tableau selon le plan suivant.



Plan de la classe de M

Le niveau de la classe est moyen et homogène, il n'y a pas de gros problèmes de lecture, mais les élèves sont peu autonomes.

Quelques problèmes particuliers :

- Ange a été maintenu cette année au CP ; il fait partie de la communauté gitane ; il est orienté en CLISS l'année prochaine ;
- Maël a du mal à se mettre au travail, à rester concentré ;
- Lucie souffre d'une dyslexie légère ; elle est suivie par un orthophoniste ;
- Nathan a de sérieux problèmes de santé (prématuré, il a subi plusieurs opérations chirurgicales depuis sa naissance), des problèmes moteur et des tocs.

La progression en géométrie

L'enseignante est une IPEMF expérimentée (elle a 20 ans de carrière). Mais la géométrie est assurée par une modulatrice depuis plusieurs années. Les points qui ont été abordés cette année jusqu'au début de la période 4 c'est-à-dire avant la séquence du PLIOX, sont les suivants :

- les parcours (repérage, orientation) ;
- travail sur quadrillage (cases et nœuds) ;
- les tracés à la règle.

À cette période de l'année, les élèves savent reconnaître les formes (triangles, rectangles, carrés) et faire la différence entre carré et rectangle. Aucune activité de reproduction de figures n'a encore été proposée.

Le déroulement général de la séquence

La séquence du PLIOX se déroule pendant la deuxième moitié de la période 4 et le début de la période 5 selon le calendrier suivant :

- Mardi 27 Mars : Évaluation diagnostique – enregistrement audio
- Mardi 03 Avril : Séance 1 (fabrication du PLIOX)
- Vendredi 06 Avril: Séance 2 (reproductions de modèles à 1 pliage) – enregistrement vidéo
- Mardi 17 Avril: Séance 3 (reproductions de modèles à 2 pliages) – enregistrement vidéo
- Vendredi 11 Mai : Séance 4 (reproductions de modèles à 3 pliages) – enregistrement vidéo
- Mardi 15 Mai : Évaluation sommative – enregistrement audio

En parallèle de cette séquence, la modulatrice de la classe poursuit sa progression sur les formes planes. Elle revient notamment sur le vocabulaire ainsi que sur la reconnaissance des formes.

La classe de P

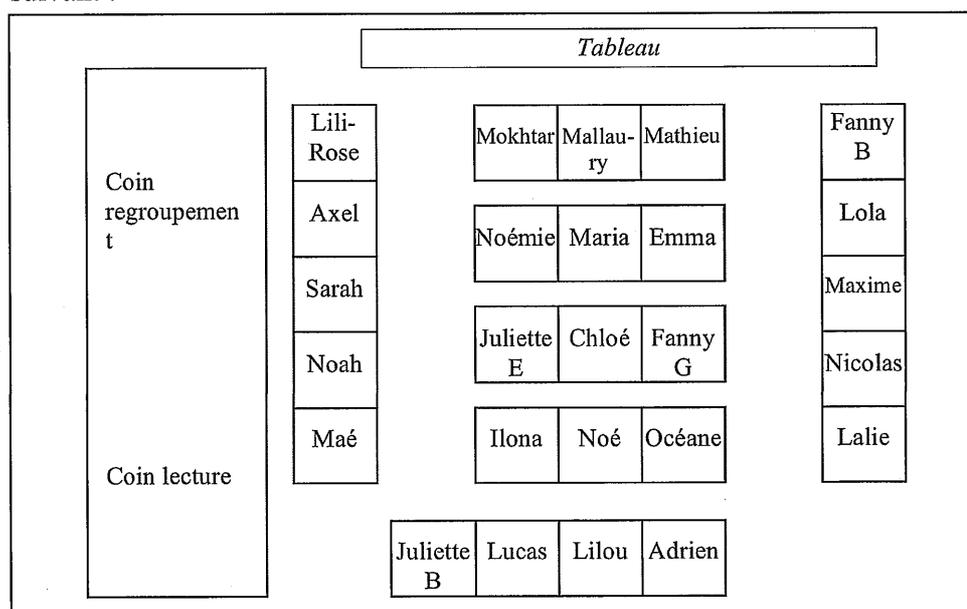
Le contexte de l'école

Cette école élémentaire se situe dans le même centre ville. Elle est également composée de 5 classes. Les élèves, de niveau socioculturel très moyen, font majoritairement partie de la classe populaire avec beaucoup de problèmes économiques (chômage, familles monoparentales).

La classe

Il y a 26 élèves dans la classe.

Chaque élève possède sa table, mais le grand nombre d'élèves dans cette classe est à l'origine du plan de la classe suivant :



Plan de la classe de P

Le niveau de la classe est très hétérogène : certains élèves sont brillants (et ont déjà un niveau de fin CP), d'autres ne dépassent pas le niveau GS, et un petit tiers est de niveau moyen.

Quelques problèmes particuliers :

- Deux élèves seront maintenus l'année prochaine au CP (Lili-Rose et Mathieu) ;
- Quatre autres élèves ont des difficultés en mathématiques et en lecture (Noah, Sarah, Mokhtar et Mallauray).

La progression en géométrie

L'enseignante est une IPEMF expérimentée (elle a 20 ans de carrière). La géométrie est assurée depuis plusieurs années par une modulatrice. Celle-ci s'appuie sur la progression CapMaths CP (Hatier), mais elle a été beaucoup absente en périodes 2 et 3.

Les points qui ont été abordés cette année jusqu'au début de la période 4 c'est-à-dire avant la séquence du PLIOX, sont les suivants :

- En période 1 : Se repérer dans un espace connu avec « Le jeu des boîtes » (CapMaths CP, GdE , 21-22 puis 39-41).
- En périodes 2 et 3 :
 - Les tracés à la règle (CapMaths CP, Fé 25, 27 et 43).
 - Le repérage sur quadrillage (CapMaths CP, GdE 74-80 et Fé 36-40).

À cette période de l'année, les élèves n'ont donc pas du tout abordé les formes planes, et bien sûr aucune activité de reproduction de figures n'a encore été proposée.

La séquence du PLIOX est donc le premier contact des élèves avec la géométrie plane du CP.

Le déroulement de la séquence du PLIOX

La séquence du PLIOX se déroule pendant la deuxième moitié de la période 4 selon le calendrier suivant :

- Mardi 03 Avril : Évaluation diagnostique
- Jeudi 05 Avril : Séance 1 (fabrication du PLIOX)
- Mardi 10 Avril : Séance 2 (reproductions de modèles à un pliage) – enregistrement vidéo
- Mardi 17 Avril (matin) : Activité courte de reproduction de figures à un pliage.
- Mardi 17 Avril (après-midi) : Séance 3 (reproductions de modèles à deux et trois pliages) – enregistrement vidéo
- Lundi 07 Mai : Séance 4 (reproductions de modèles à trois et quatre pliages)
- Jeudi 10 Mai : Évaluation sommative

À l'issue de la séquence, l'enseignante envisage de continuer à utiliser le PLIOX dans sa classe en proposant de petites séances courtes de description, puis de reproduction de figures.

2. L'ÉVALUATION DIAGNOSTIQUE

L'évaluation diagnostique vise à donner une image des compétences et capacités des élèves de CP avant le début de la séquence, concernant le changement de point de vue sur une figure entre sa forme globale et une décomposition méreologique. Je cherche en effet à tester l'hypothèse implicite de (Favrat & al, 2006).

Après avoir présenté l'évaluation diagnostique, une analyse a priori est réalisée. Suite aux expérimentations, les résultats par classe sont communiqués. Enfin, l'analyse a posteriori, prenant en compte l'ensemble de la cohorte, conclut cette partie.

Présentation générale

Toutes les activités proposées dans cette évaluation diagnostique ont des points communs qui sont présentés dans ce qui suit.

Les consignes

Toutes les consignes demandent à l'élève de « repasser le tour d'un ... en couleur ».

Le vocabulaire choisi n'est pas propre à la géométrie, pour ne pas ajouter de difficultés supplémentaires : en effet, à ce niveau de la scolarité (CP/CE1) la signification du mot « côté » n'est pas encore stabilisée.

De plus, les activités usuelles de coloriage demandent aux élèves de la précision pour ne pas « déborder du contour » ; or dans certaines des figures demandées, une décomposition méreologique apparaît et l'élève doit alors colorier au-delà des bords des formes 2D intérieures à la figure.

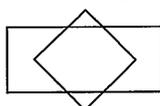
Pour contourner l'obstacle qui pourrait apparaître, la consigne demande de « repasser le tour en couleur » de ces figures et non de les colorier.

Les tâches

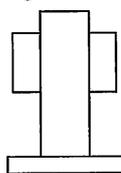
Les différentes consignes conduisent les élèves à analyser chacune des figures proposées. L'analyse s'effectue ici en fonction des formes que les élèves vont reconnaître et des propriétés visuelles de ces formes, c'est-à-dire qu'elle est perceptive.

De plus, ces formes correspondent à des contours fermés : tous les éléments figuraux sont des traits. Dans ce cas, « l'organisation perceptive des figures suit la loi de clôture et de continuité, (...) [les différents traits] se détachent comme figure sur fond » (Duval, 1988, p59). Les lois d'organisation des données visuelles imposent, selon la Gestalt Theorie, la reconnaissance de certaines formes contre la reconnaissance d'autres formes. Selon le cas, une figure pourra alors être perçue :

- soit comme un assemblage de formes par superposition, comme par exemple la figure ci-dessous vue comme la superposition d'un carré et d'un rectangle :



- soit comme un assemblage de formes par juxtaposition, comme par exemple la figure ci-dessous vue comme la juxtaposition de plusieurs rectangles :



Les activités présentées obligent donc les élèves à adopter deux points de vue successifs et différents sur une même figure. *Le but des consignes des activités 1 et 2 est de pousser les élèves à passer, à basculer, d'un point de vue à l'autre.*

Analyse a priori

Le document proposé aux enseignantes était constitué de deux parties : la fiche élève accompagnée d'une première analyse a priori (Annexe 3). L'analyse présentée dans ce qui suit est plus détaillée.

Analyse a priori de l'activité 1

<p>Activité 1 1. Repasse en couleur le tour d'un carré</p>	<p>2. Si tu le peux, repasse en couleur le tour d'un autre <u>carré</u> plus grand ou plus petit</p>

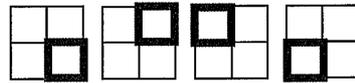
Les deux figures de cette activité reprise de (Favrat & al, 2006) sont composées d'un grand carré partagé en quatre carrés plus petits selon ses médianes (les médiatrices de ses côtés).

Dans cette activité, les élèves doivent :

- observer que le grand carré est composé de plusieurs sous-figures (quatre carrés) ;
- remarquer que le contour externe est aussi un carré.

C'est-à-dire que la procédure correcte visée consiste à repasser en couleur (dans cet ordre ou pas) :

- les côtés de l'un des quatre petits carrés, ce qui conduit à obtenir l'une des quatre figures :



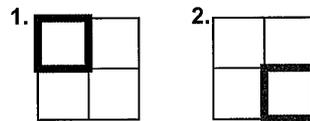
→ codage c

- les côtés du grand carré, soit à obtenir la figure :



→ codage C

Selon les lois d'organisation visuelles, c'est la juxtaposition des 4 petits carrés qui risque d'être uniquement perçue. On peut donc s'attendre à ce qu'une majorité d'élèves colorient à chaque fois le contour de l'un des quatre carrés dans les deux figures, ne respectant pas de ce fait la contrainte que le deuxième carré soit de taille différente du premier (ce constat a d'ailleurs déjà été obtenu par (Favrat & al, 2006) dans le cadre d'un coloriage des figures) :



→ codage $c - c'$

Analyse a priori de l'activité 2

Activité 2

1. Repasse en couleur le tour d'un rectangle

2. Repasse en couleur le tour d'un **autre** rectangle

3. Si tu le peux, repasse en couleur le tour **d'encore un autre** rectangle

La figure de la deuxième activité est formée par deux grands rectangles « superposés », leur intersection formant un troisième rectangle plus petit alors inclus dans les deux autres. Dans cette activité, les élèves doivent :

- identifier les deux plus grands rectangles ;
- remarquer la présence d'une troisième figure élémentaire (le petit rectangle).

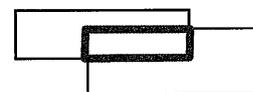
La production correcte attendue est alors (dans cet ordre ou pas) :



Rectangle R1



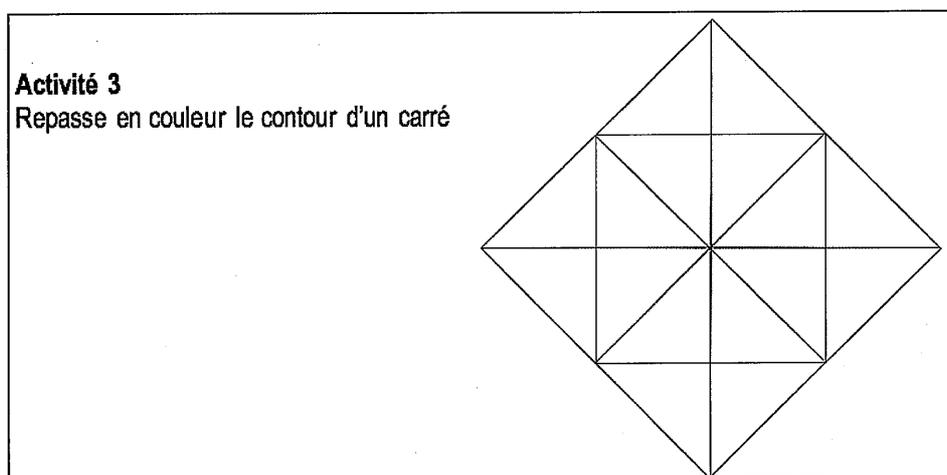
Rectangle R2



Rectangle R3

Dans cette figure, et selon les lois d'organisation visuelles, c'est la superposition des deux rectangles R1 et R2 qui risque d'être perçue ; on peut s'attendre à ce qu'une majorité d'élèves colorient à chaque fois le contour de R1 ou de R2 et ne voient pas le contour de R3.

Analyse a priori de l'activité 3

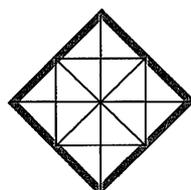


La figure de la troisième activité est formée par un carré superposable à ceux de l'activité 1 et dans lequel figure un réseau de droites :

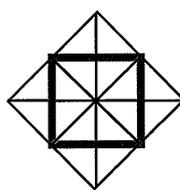
- ses diagonales,
- ses médianes,
- ses « diagonales secondaires » (c'est-à-dire les diagonales des quatre petits carrés définis par les deux médianes du grand carré).

Dans cette activité, les élèves doivent identifier un carré formé par ce réseau de droites.

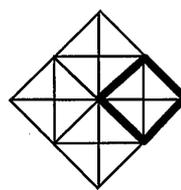
Il s'agit ici de savoir si les élèves peuvent reconnaître des carrés (éléments figuratifs 2D) dans un réseau de droites (éléments figuratifs 1D) où ils ne sont pas d'emblée visibles. Ici, quatre « types » de carrés sont identifiables, en fonction de leur taille ainsi que de leur orientation par rapport à la figure :



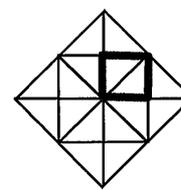
Carré type 1



Carré type 2



Carré type 3



Carré type 4

Les carrés de types 2 et 4 (types pairs) sont dans une situation prototypique ; ce n'est pas le cas des carrés de types 1 et 3 (types impairs). On peut alors s'attendre à ce que l'identification des carrés de types pairs soit le plus souvent rencontrée, même si ce sont des sous-figures.

De plus, cette figure fait référence au PLIOX qui sera utilisé dans la séquence, ainsi qu'à ses plis : nous cherchons à mesurer les progrès éventuels, en restant dans le même contexte. Lors de l'évaluation de fin de séquence, le même type d'évaluation est envisagé.

Dans la classe de M

Déroulement général

L'évaluation se déroule en début d'après-midi et dure 12 minutes (Annexe 5).

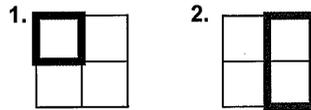
Pour chaque activité et chaque consigne, la maîtresse fait lire un élève, puis relit elle-même éventuellement. Elle passe ensuite dans les rangs, rassure les uns, redonne la consigne, rappelle les autres à l'ordre.

Après avoir vérifié que tous les élèves ont terminé une question, elle passe à l'activité suivante.

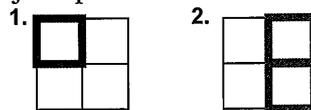
Activité 1

Sur les 24 élèves présents (il y a une absente), tous les élèves reconnaissent au moins un carré et :

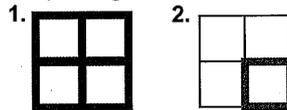
- 5 élèves (Ange, Brice, Delphine, Rosen et Tore) reconnaissent un petit carré et le grand carré (codage $C - c$) :
 - Ange a été maintenu en CP cette année et il est orienté en CLISS l'année prochaine ;
 - Delphine et Brice proposent les deux carrés sur la même figure ;
- 13 élèves proposent deux petits carrés différents (codage $c - c'$) ;
- 3 élèves proposent un petit carré puis un rectangle composé de deux petits carrés juxtaposés :
 - Michel et Marin repassent le contour global du rectangle (codage $c - R$) :



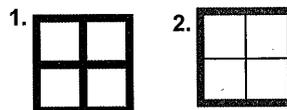
- Estelle propose une juxtaposition de deux carrés (codage $c - 2c$) :



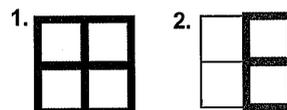
- 3 élèves proposent d'abord le grand carré composé des quatre petits carrés juxtaposés, puis :
 - Alexandro propose un petit carré (codage $4c - c$) :



- Nathan propose le grand carré (codage $4c - C$) :



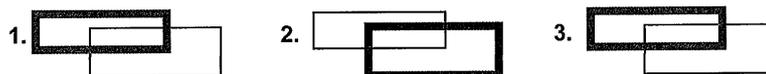
- Thalys propose un rectangle formé de deux carrés juxtaposés (codage $4c - 2c$) :



Activité 2

Sur les 24 élèves :

- 4 élèves (Juliette, Michel, Rosen et Tessa) identifient les trois rectangles :
 - seul Rosen a réussi la première activité ;
 - Michel a proposé le contour d'un rectangle dans l'activité 1 ;
- 19 élèves colorient le contour de R1 et de R2 et ne voient pas le contour de R3 :
 - 14 alternent R1 et R2, comme par exemple



- 5 repassent le contour du rectangle précédemment trouvé, comme par exemple :



- seul Thomas propose trois fois le même rectangle R1 (il avait proposé deux petits carrés dans l'activité 1).

Activité 3

Tous les élèves trouvent un carré :

- 21 élèves identifient le carré de type 2, qui se situe en position prototypique et au centre de la figure.
- 2 élèves (Delphine et Délia) identifient l'un des carrés de type 3 :
 - Delphine a réussi l'activité 1 puis produit la réponse anticipée pour l'activité 2 ;
 - Délia a produit les réponses anticipées pour les activités 1 et 2.
- Lucy identifie un carré de type 4 ; cette élève n'a pourtant pas réussi aux autres activités en produisant les réponses anticipées.

Dans la classe de P

Déroulement général

L'évaluation dure 10 minutes. L'enseignante fait le choix de ne pas expliciter le type de travail attendu. En revanche, elle explicite la signification du mot « contour ».

On rappelle qu'aucun travail sur les figures planes n'a été proposé aux élèves de cette classe avant le début de la séquence du PLIOX.

Activité 1

Sur les 26 élèves :

- 9 élèves reconnaissent un petit carré et le grand carré et répondent correctement (*codage C - c*). Parmi eux, 5 élèves sont identifiés comme « futés », « très bons », voire « excellents » par l'enseignante. Une élève (Emma) propose les deux carrés sur la même figure.
- 8 élèves seulement proposent deux petits carrés différents (*codage c - c'*) ;
- 3 élèves (Noah, Océane, Sarah) proposent deux fois le même petit carré (*codage c - c*) ; Noah et Sarah sont mentionnés par l'enseignante comme étant en difficulté dans la classe ;
- Juliette E propose un petit carré et un rectangle composé de deux petits carrés en repassant le contour global du rectangle (*codage c - R*) ;
- 3 élèves proposent un petit carré et le grand carré composé des quatre petits carrés juxtaposés (*codage 4c - c*):
 - Mashiar propose d'abord le petit carré ;
 - Lili-Rose et Noémie proposent le petit carré dans un deuxième temps ; Lili-Rose sera maintenue en CP l'année prochaine ;
- 2 élèves (Mallaury et Mathieu) proposent deux fois le grand carré composé des quatre petits carrés juxtaposés (*codage 4c - 4c*) ; Mathieu sera maintenu en CP l'année prochaine.

⇒ Il semble que les élèves les plus en difficulté dans cette classe (Lili-Rose, Mallaury, Noah et Sarah) sont ceux qui ont le plus de mal à se détacher de la figure qu'ils ont initialement perçue (3 sur les 4 reproduisent deux fois la même figure).

Activité 2

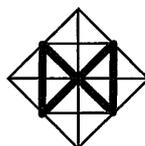
Sur les 26 élèves :

- 4 élèves identifient les trois rectangles :
 - Lilou a proposé deux petits carrés différents dans l'activité 1 ;
 - Lola est la seule à avoir réussi toutes les activités ;
 - Noé a réussi l'activité 1 ;
 - Noémie identifie R3 en premier lieu ; elle a proposé un carré ainsi que la juxtaposition des quatre petits carrés dans l'activité 1.
- 19 élèves colorient à chaque fois le contour R1 ou R2 et ne voient pas le contour de R3 ; parmi ceux-ci :
 - 13 alternent R1 et R2 ;
 - 6 repassent le contour du rectangle précédemment trouvé ;

- 3 élèves proposent trois fois le même rectangle :
 - Chloé et Lucas identifient R1 (notons que Chloé avait réussi l'activité 1) ;
 - Mokhtar identifie R2 (il a proposé un petit carré ainsi que la juxtaposition des 4 petits carrés dans l'activité 1).

Activité 3

- **Tous les élèves sauf un trouvent un carré :**
 - 20 élèves identifient le carré de type 2, qui se situe en position prototypique et au centre de la figure.
 - Lilou identifie le carré de type 1 pourtant en position non prototypique ; cette élève, considérée par l'enseignante comme bonne élève, a également réussi l'activité 2 mais a proposé deux petits carrés différents lors de l'activité 1.
 - 4 élèves identifient un carré de type 4 qui est en position prototypique :
 - Emma, Fanny G, Maria ont réussi l'activité 1 mais proposé deux fois le même grand rectangle dans l'activité 2 (elles sont réputées bonnes voire excellentes élèves) ;
 - Océane n'a réussi aucune des activités précédentes.
- L'élève qui n'a pas trouvé un carré a proposé la figure suivante :

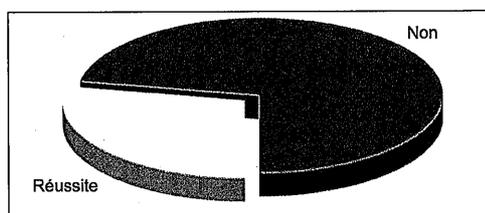


Analyse générale a posteriori

Activité 1

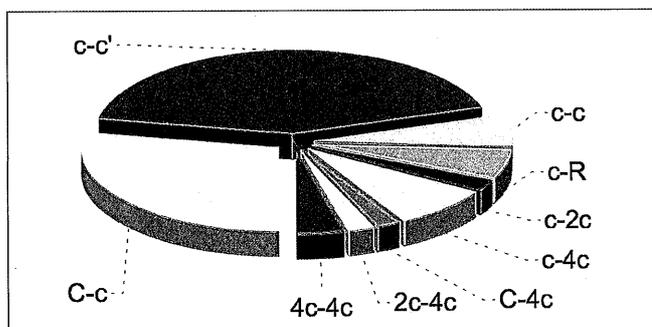
Sur les 50 élèves ayant fait partie de l'expérimentation, 14 d'entre eux ont su identifier un petit et le grand carré, ce qui est illustré dans le graphique ci-dessous.

⇒ **Ce constat confirme notre analyse a priori.**



Réponse correcte à l'activité 1

On constate également une diversité des propositions (rappelées dans le tableau ci-après). Dans un bilan général basé sur 50 élèves, les différentes productions se répartissent comme suit (on utilise le codage introduit précédemment) :



Répartition des différentes réponses à l'activité 1

Rappel du codage	
c	
C	
2c	
4c	
R	

La réussite à l'activité 1 signifie que toutes les contraintes données par la consigne sont vérifiées, à savoir :

- la figure 1 est un carré ;
- la figure 2 est un carré ;
- la figure 2 se différencie de la figure 1 ;
- la figure 2 a une taille différente de celle de la figure 1.

Mais dans cette activité, si ces critères sont à considérer, il est également nécessaire pour essayer d'élaborer une classification des productions observées, de prendre en compte les témoignages d'un éventuel changement de point de vue.

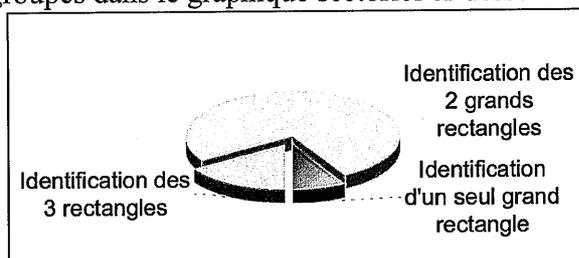
Le tableau ci-après présente l'analyse des différentes productions observées dans les différentes classes en fonction de ces paramètres.

Codage	Productions	Respect des contraintes				Changement de point de vue
		La figure 1 est un carré	La figure 2 est un carré	La figure 2 se différencie de la figure 1	Les figures 1 et 2 sont de tailles différentes	
C-c	Un petit et un grand carré.	Oui	Oui	Oui car elle n'a pas la même taille	Oui	Oui
c-c'	Deux petits carrés différents.	Oui	Oui	Oui car elles ne sont pas à la même place	Non	Non
c-c	Le même petit carré.	Oui	Oui	Non, c'est la même figure	Non	Non
C-C	Le grand carré deux fois	Oui	Oui	Non, c'est la même figure	Non	Non
c-4c	Un petit carré et la juxtaposition de 4 petits carrés	Oui	Oui	Oui car elle n'a pas la même taille	Oui	Non
C-4c	Un grand carré et la juxtaposition de 4 petits carrés	Oui	Oui	Oui par la présence de traits intérieurs supplémentaires	Non	Oui
c-2c	Un petit carré et la juxtaposition de 2 petits carrés	Oui	Non, c'est un rectangle	Oui car elle n'a pas la même forme.	Oui	Non
c-R	Un petit carré et un rectangle	Oui	Non	Oui car elle n'a pas la même forme	Oui	Oui
4c-2c	La juxtaposition de 4 petits carrés et la juxtaposition de 2 petits carrés	Oui	Non, c'est un rectangle	Oui car elle n'a pas la même forme	Oui	Non, c'est toujours un assemblage de formes
4c-/	La juxtaposition de 4 petits carrés et pas de réponse à la question 2.	Oui	Non, elle n'existe pas	-	Non	Non
4c-4c	Deux fois la juxtaposition de 4 petits carrés	Oui	Oui	Non, c'est la même figure	Non	Non

⇒ Un tiers environ des productions (18/50) présente alors un changement de point de vue dans l'activité 1 (que le résultat soit correct ou pas).

Activité 2

Les résultats généraux sont regroupés dans le graphique sectoriel ci-dessous.



Les propositions de l'activité 2

On constate qu'il existe une grande proportion d'élèves (38/50) proposant les deux grands rectangles. D'autre part seule une petite partie des élèves (8/50) est capable, à cette époque de l'année, de voir la figure à la fois comme superposition de deux rectangles et comme une juxtaposition d'un rectangle avec deux autres polygones.

De plus, les seuls élèves ayant identifié le petit rectangle sont ceux qui ont vu les deux autres donc qui ont réussi l'activité.

Enfin, 4/50 élèves ne voient qu'un seul des deux rectangles dans la figure. Parmi eux, un seul a réussi l'activité 1 et les productions des autres témoignent d'une absence de changement de point de vue et se répartissent comme suit :

- $c - c'$: 2 élèves
- $c - 4c$: 1 élève.

⇒ Ce constat confirme notre analyse a priori

Activité 3

Comme souligné dans les analyses des résultats de chaque classe, le carré de type 2 en position prototypique était le plus visible : il a été massivement reconnu. Suite à ce constat, l'évaluation sommative est légèrement modifiée pour que le carré de type 2 n'apparaisse plus de façon aussi prégnante.

L'autre carré en position prototypique (le carré de type 4) a été proposé par 5 élèves.

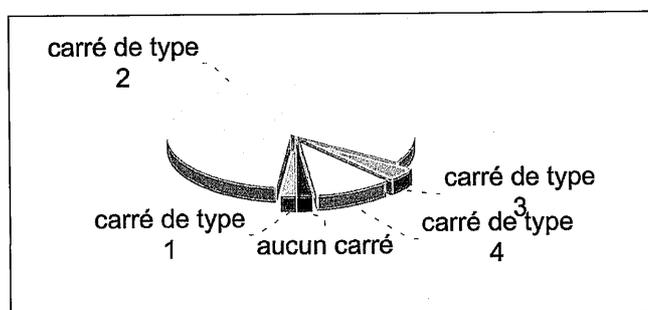
Les deux autres types de carré sont proposés par très peu d'élèves :

- un élève a vu le carré de type 1 (qui correspond pourtant au contour de la figure et qui est identique aux deux carrés de l'activité 1),
- deux élèves ont vu le carré de type 3.

On constate que les 3 élèves ont réussi l'une des deux activités précédentes.

L'élève qui a échoué à l'activité est maintenue au CP en 2012/2013.

La répartition des propositions est représentée dans le graphique sectoriel ci-dessous.



Les propositions de l'activité 3

⇒ Ce constat montre que la reconnaissance du carré dans une position prototypique, même inclus dans une figure complexe, semble être une compétence acquise pour ces élèves à ce moment de l'année. En revanche, le résultat de l'activité 1 montre que le changement de point de vue ne semble pas réalisé pour une grande majorité d'élèves.

3. MISE EN ŒUVRE DANS LA CLASSE DE M

Séance 1¹³ - Introduction du PLIOX dans la classe - 03/04/2012

Durée : 20 minutes

Organisation : travail individuel

Matériel :

- une feuille (carré uni blanc de 21 cm de côté fabriqué à partir d'une feuille A4) par élève ;
- un PLIOX qui sert de modèle et qui sera affiché au tableau.

Phase 1 : Présentation

L'enseignante présente le PLIOX (sans le nommer) comme un outil qui servira à travailler sur la géométrie et l'affiche au tableau. Conformément au scénario proposé, elle fait verbaliser les élèves sur ce qu'ils voient. Les élèves constatent l'existence de quatre côtés et de quatre « pointes ». L'enseignante n'insiste pas sur le vocabulaire et ne propose pas le mot géométrique « sommet ».

Phase 2 : Activité de pliage

Étape 1

Chaque élève reçoit une feuille blanche. La maîtresse donne la consigne et montre comment procéder : « Vous devez plier votre carré en deux, en superposant un côté contre un autre côté pour obtenir un rectangle. » Les élèves doivent parvenir à un pli bien net. L'enseignante passe dans les rangs pour vérifier ce premier pliage. Ce premier pli est ouvert.

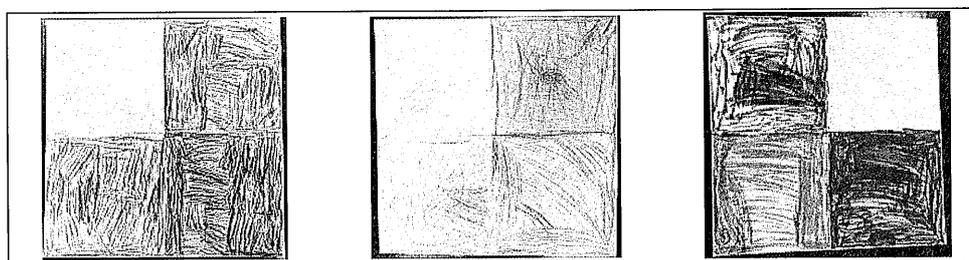
Étape 2

Les élèves doivent alors tourner leur feuille d'un quart de tour et effectuer un second pli semblable au premier de manière à faire apparaître les quatre carrés. On constate de nouvelles difficultés pour tourner d'un quart de tour. La maîtresse fait remarquer qu'on obtient quatre carrés. Les élèves réagissent : « Ça fait quatre saisons ! ».

Phase 3 : Activité de coloriage

Les élèves sont enfin invités à colorier le carré en haut à gauche en jaune, en haut à droite en rouge, en bas à gauche en bleu et en bas à droite en vert. Le modèle reste affiché au tableau. L'enseignante veille à ce que les élèves obtiennent bien un carré coloré identique au modèle. Malgré sa vigilance, une élève inverse le bleu et le vert !

À la fin de l'activité, les élèves reviennent sur l'usage du PLIOX en interrogeant l'enseignante sur l'utilité de celui-ci : il s'agit grâce au pliage de trouver des figures géométriques.



Quelques réalisations

Commentaires de l'enseignante :

Les élèves sont motivés par la fabrication de cet outil. Ils restent actifs tout au long de la séance.

¹³ D'après les notes de la stagiaire présente dans la classe.

Séance 2 - Réalisation de figures par pliage (1) -06/04/2012

Déroulement général

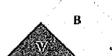
Durée : 30 minutes

Organisation : alternance de travail individuel, de discussions et de mises en commun collectives.

Matériel :

- un PLIOX par élève ;
- un PLIOX qui sera utilisé pour proposer un modèle de figure à reproduire.

La séance se déroule en quatre phases découpées elles-mêmes en plusieurs épisodes, ce qui est présenté du tableau suivant¹⁴ :

Phases	Durée des phases	Épisodes	Durée
Phase 1 (1-25) Entrée dans l'activité	3 min 42 s	Distribution du matériel (1-9) Rappel de la séance précédente (10-25)	2 min 27 s 1 min 15 s
Phase 2 (25-68) Reproduction 1 	6 min 06 s	Présentation du modèle (25) Analyse collective du modèle (26-44) Travail individuel (45) Mise en commun des procédures (46-68)	35 s 1 min 47 s 1 min 16 s 2 min 28 s
Phase 3 (69-153) Reproduction 2 	10 min 10 s	Présentation du modèle (69-72) Analyse collective du modèle (72-102) Travail individuel (102-110) Discussion collective (111-153)	32 s 3 min 2 min 18 s 4 min 20 s
Phase 4 (154-211) Reproduction 3 	9 min 30 s	Présentation du modèle (154-158) Analyse collective du modèle (158-187) Travail individuel (188-196) Explicitation collective d'une procédure (197-211)	44 s 2 min 11 s 3 min 17 s 3 min 18 s

Remarque : Ange est absent lors de cette séance.

Phase 1 : Entrée dans l'activité

La séance commence par la distribution des PLIOX fabriqués, puis par le rappel en grand groupe de ce qui avait été fait lors de la séance précédente. Comme dans la séance précédente, l'enseignante n'utilise pas le mot « PLIOX » pour désigner l'objet.

Phase 2 : Reproduction d'un premier modèle

Épisode 1 : Présentation du modèle

L'enseignante réalise ce premier pliage sous les yeux des élèves : la manœuvre est exécutée deux fois. La figure obtenue est affichée au tableau.

J



Épisode 2 : Analyse collective du modèle

Les élèves sont sollicités pour dire ce qu'ils voient, les formes qu'ils reconnaissent aussi bien sur le contour qu'à l'intérieur de la figure. Plusieurs points sont abordés par les élèves :

- les zones de couleur : « On ne voit plus le vert et le bleu » (Thomas, 34) , « On ne voit que le jaune et le rouge » (Maël, 40) ;
- la position des zones de couleur (sur sollicitation de l'enseignante) : « Le rouge est à droite et le jaune à gauche » (Rosen, 42) ;
- la figure externe : « Ben, ça a la... la forme d'un triangle » (Tessa, 26) « D'un rectangle » (Brice, 28) ;
- la manière d'obtenir le modèle : « On ne voit plus le vert et le bleu parce que tu as retourné ce qui est en bas, du coup ça fait maintenant un rectangle » (Tessa, 36).

On peut noter l'absence d'évocation des figures internes, bien que les différentes zones de couleur aient été remarquées : les élèves se focalisent d'abord sur les couleurs.

Puis l'enseignante donne la consigne, en soulignant le nombre de plis nécessaires : « Je vais vous demander de reproduire cette figure. Je vous rappelle. J'ai fait combien de plis ? » (43).

¹⁴ Les nombres entre parenthèses correspondent aux lignes de la transcription (Annexe 8).

Épisode 3 : Travail individuel

Pendant que les élèves travaillent, l'enseignante passe dans les rangs pour maintenir le calme, encourager certains élèves, et relancer l'activité d'autres élèves « Regarde bien comment, regarde bien, Alexandre. Je veux la même figure. » (45). Tous les élèves parviennent au pliage.

Épisode 4 : Mise en commun des procédures

Quelques élèves expliquent comment ils s'y sont pris :

- « Et ben on a plié la ...la feuille en ... en rectangle » (Sarah, 50) ;
- « Et ben en fait, on a mis (...) les deux carrés qui étaient en haut sur les deux carrés qui étaient en bas » (Tessa, 54/56).

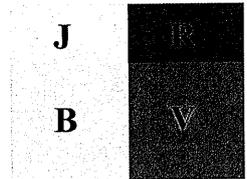
La figure externe est de nouveau évoquée : « On ne voit plus le vert et le bleu parce que tu as retourné ce qui est en bas, du coup ça fait maintenant un rectangle. » (Tessa, 36).

L'enseignante termine en insistant sur le nombre de plis nécessaires : « Et par un seul pliage » (M, 67).

Phase 3 : Reproduction d'un deuxième modèle

Épisode 1 : Présentation du modèle

L'enseignante réalise à nouveau le pliage devant les élèves puis l'affiche au tableau.



Épisode 2 : Analyse collective du modèle

Les élèves sont sollicités pour dire ce qu'ils voient. Les propos des élèves portent cette fois :

- sur le modèle :
 - les zones de couleur et leurs relations : « On voit en fait que... que ... y a le bleu et le vert qu'on voit, et le jaune et le rouge qu'on voit à la moitié » (Sarah, 73) ;
 - certains éléments figuratifs associés aux formes (côtés et sommets) : « Et ben, y a quatre pointes sur ... les côtés » (Thalys, 83)
- et sur la façon de l'obtenir : « Et ben en fait, ce que t'as fait c'est que tu... tu les as ... tu les as remis droits, après tu as ... t'as vu que il fal... que... t'as vu qu'il fallait pas qu'on plie tout sinon ça faisait pas cette forme alors t'as plié un peu. » (Juliette, 77)

Les élèves restent dans un registre langagier familier, alors que lors de la phase précédente, ils ont employé du vocabulaire géométrique désignant les formes (rectangle, triangle, carré). Comme dans la séance 1, l'enseignante ne revient pas sur le vocabulaire propre à la géométrie, en particulier ici le mot « sommet ». Elle ne s'appuie pas sur ce modèle pour faire émerger les différentes figures internes : des carrés et des rectangles.

Épisode 3 : Travail individuel

Pendant que les élèves réalisent leur pliage, l'enseignante passe dans les rangs. Comme nous l'avions anticipé dans l'analyse *a priori*, beaucoup d'enfants ne plient pas selon la médiane secondaire, mais selon une droite approximative de cette médiane secondaire. L'enseignante pointe ces approximations et relance la recherche : « Est-ce que tu as la moitié des deux côtés, là ? Non, tu n'es pas convaincue. Essaie de te débrouiller pour avoir la moitié, alors. » (M, 106). Grâce à l'étayage de la maîtresse associé à la démonstration de la procédure lors de la présentation du modèle, les élèves parviennent à la solution.

Épisode 4 : Discussion collective

Ce moment collectif porte essentiellement sur la manière de « bien » plier. Il en ressort qu'il est nécessaire de prendre appui sur le « trait » (c'est-à-dire sur la médiane du grand carré déjà réalisée dans la séance 1) : « Et beh en fait, le trait et ben ça sert à... à bien le plier parce que si tu plies, et ben des fois tu peux plier tordu. » (Juliette, 141). Pour ce faire, les élèves utilisent le verso du PLIOX (la partie non colorée), sur lequel apparaissent alors les éléments figuratifs 1D qui prennent l'apparence de plis ou qui correspondent aux côtés du PLIOX : « Avant, quand ...quand on avait fait ça [en refaisant le premier pliage] ça avait touché la dernière ligne, et que maintenant ça fait ça [en montrant le pliage sur la médiane], ça touche cette ligne-là » (Quentin, 143).

L'enseignante reste sur le « faire » : elle n'utilise pas le mot « droite » à propos de la médiane du grand carré ; elle ne met pas à profit le recto du PLIOX pour faire identifier les différentes droites déjà matérialisées par les plis. Elle ne revient pas sur les relations entre le rectangle et le carré secondaire jaunes.

Phase 4 : Reproduction d'un troisième modèle

Épisode 1 : Présentation du modèle

Cette fois-ci, sur mes sollicitations, l'enseignante présente le modèle déjà réalisé sans que les élèves ne le voient, et l'affiche au tableau. Le problème posé aux élèves est alors un réel problème de reproduction de figure.



Épisode 2 : Analyse collective du modèle

Encore une fois, les élèves sont sollicités pour exprimer des remarques sur ce qu'ils voient. Les prises de parole portent alors spontanément sur l'analyse du modèle plutôt que sur la manière de l'obtenir (seule Tessa, à la fin des échanges dit que la maîtresse a « mis le rouge là » (Tessa, 187)). Elles relèvent de deux domaines différents : celui des couleurs, naturel pour l'élève et celui des figures qui correspondent à des connaissances scolaires et qu'il faut enrichir. Plusieurs points sont ainsi abordés :

- zones de couleurs : les différentes zones de couleur qui apparaissent sont indiquées ainsi que leur taille « En fait, le bleu il est tout entier, et le vert et le jaune il est... il est... ils sont à moitié. » (Quentin, 166) ; « (...) y'a que le bleu, le vert et le jaune, mais le rouge il n'y est pas » (Nathan, 183) ; l'enseignante n'insiste pas sur la forme des zones de couleur (carrés et rectangles), ni sur leur position relative ;
- la présence des trois sommets est soulignée « Y'a trois de pointes maintenant » (Thalys, 159) ; cette élève vient les montrer sur le modèle ; l'enseignante ne reprend pas le mot « sommet », elle ne revient pas non plus sur la propriété caractéristique du triangle de posséder trois sommets ;
- les figures internes :
 - une discussion s'engage sur le fait que la zone bleue est un carré ou pas : « En fait... en fait... le... le bleu c'est...c'est plus ... c'est plus un carré » (Sarah, 168), « Le bleu c'est un... c'est... un ... un carré » (Quentin, 173). La maîtresse ne joue pas sur la mobilité du PLIOX pour changer l'orientation du modèle. Elle ne prend pas explicitement position. L'élève suivante parle alors de « carreau » (Juliette, 179) sans que l'enseignante apporte le vocabulaire géométrique adéquat ;
 - les deux triangles sont identifiés, ainsi que leurs positions dans le modèle « Et ben en fait, là, et ben t'as deux...deux triangles en bas, à droite et à gauche » (Juliette, 175).

On constate cette fois que les élèves n'ont pas mis en évidence la figure externe.

Épisode 3 : Travail individuel

L'enseignante passe dans les rangs. On constate des attitudes différentes face à la recherche : certains élèves se lancent dans l'activité (comme Maël qui réussit immédiatement la reproduction) alors que d'autres (comme Nathan et Alexandro), regardent leur PLIOX, sans oser beaucoup le toucher.

Épisode 4 : Explicitation collective d'une procédure

L'enjeu de la mise en commun est d'une autre nature que lors des phases précédentes : il s'agit d'aider Nathan et Alexandro.

Plusieurs élèves viennent au tableau pour expliquer comment ils ont fait. « Il était comme ça [il montre le PLIOX déplié], et du coup j'ai fait...[il place le PLIOX selon la même orientation que sur le tableau, face non colorée visible] j'ai fait... comme ça [il plie bord à bord selon la diagonale] » (Maël, 200).

Deux gestes importants sont reproduits :

- le positionnement du PLIOX de la même manière qu'au tableau ;
- le pliage bord à bord pour parvenir au triangle.

Mais ces gestes restent de l'ordre de l'implicite car non verbalisés (la verbalisation étant difficile pour l'élève).

Ni Nathan, ni Alexandro n'obtiennent le résultat ; même lorsque d'autres élèves viennent le réaliser pour eux (et donc marquent le pli nécessaire), ces deux élèves ont des difficultés à refaire le pliage.

L'enseignante n'emploie pas le vocabulaire géométrique ni spatial adéquat ; elle ne revient pas sur les différents objets ou notions géométriques abordés. Elle n'explique pas les relations entre le rectangle, le triangle et le carré, qui ressortent pourtant de cette séance. Aucune institutionnalisation, même locale, n'est proposée.

Commentaires

• Lors de cette séance, les élèves restent extrêmement motivés, impliqués et attentifs. En prenant comme indicateur les prises de parole des élèves à des fins justifiées, on constate :

- qu'il y a eu 40 interventions d'élèves réparties sur les 30 minutes de la séance ;
- que 14 élèves (sur les 24 présents) ont pris au moins une fois la parole à bon escient.

Il faut souligner en particulier l'implication de certains élèves :

- Maël, qui a, selon l'enseignante, du mal à se remettre au travail, est actif tout au long de la séance : il est le premier à réaliser la dernière reproduction ; il accepte même d'aller au tableau pour expliquer ; de plus pendant tout le reste de la journée, il aura un comportement exceptionnel en sollicitant l'enseignante pour travailler ...
- Thalys, élève en difficulté en mathématiques, prend la parole et identifie les quatre sommets du rectangle (deuxième modèle) et les trois sommets du triangle (troisième modèle).

• Dans les phases 2 et 3, la présentation du pliage en même temps que le modèle rend visible la technique de reproduction par pliage ; l'analyse du modèle à reproduire semble alors moins nécessaire ; la discussion préalable l'incite cependant. La présentation du modèle sans avoir vu le pliage lors de la phase 4 semble renforcer l'intérêt des élèves : il s'agit alors d'un véritable problème de géométrie. Insister sur ce point apparaît donc nécessaire dans un scénario didactique.

On constate alors la mise en échec de certains élèves (Nathan et Alexandro par exemple), ainsi que l'augmentation du niveau sonore de la classe alors que les élèves sont en recherche.

• Les figures semblent accessibles pour les élèves.

• Différents objets et notions géométriques apparaissent spontanément dans la description (épisodes 2 et 4 de chaque phase), même si le vocabulaire employé par les élèves n'est pas géométrique. Cette séance aurait donc pu fournir l'occasion d'utiliser le vocabulaire en situation :

- celui lié à la géométrie : carré, rectangle, triangle, côtés mais également sommet et diagonale ;
- celui à l'orientation : à droite, à gauche, en haut, en bas.

Ceci apparaît d'ailleurs comme l'un des objectifs spécifiques de cette séance dans la fiche de préparation de la séance 1 rédigée par l'enseignante (Annexe 6), ainsi que dans celle de cette séance (Annexe 7), et a été longuement soulevé lors du premier entretien avec la maîtresse (le 27/03/2012).

Tout au long de cette séance, l'enseignante semble viser la réussite de la tâche et passe du temps à faire expliciter les élèves dans ce sens, sans insister sur les savoirs en jeu : la reconnaissance des figures et donc leur nom, l'assimilation d'un trait de pliage à un trait droit (annonciateur d'une droite ou un segment), les relations entre figures.

De plus, l'entretien préalable à cette séance fait apparaître une confusion entre l'émergence des objets ou des notions géométriques et celle du vocabulaire spécifique, ce qui va conduire à un quiproquo :

M : Aujourd'hui, si ils ne me sortent pas le vocabulaire quand ils font des remarques, est-ce que tu attends que je le donne ou pas ?

CW : C'est-à-dire ?

M : Par exemple, je fais ça et puis je vais leur dire qu'est-ce que vous pouvez me dire sur cette figure ?

Qu'est-ce que vous voyez ?

CW : Oui, voilà, tu dis tout, c'est tout.

M : Oui, mais s'ils me disent... heu... rien ?

CW : Et bien, c'est pas grave, tu laisses comme ça.

M : D'accord, tu n'attends pas... s'ils me disent « il y a ce trait, là, il y a ce trait là », tu n'attends pas à ce que je dise qu'est-ce ça fait ?

CW : Non, non, non, c'est vraiment juste « qu'est-ce qu'on voit ? ».

M : C'est juste ce qu'on voit et c'est tout, parce que dans la fiche de préparation j'ai noté par imprégnation acquérir un vocabulaire.

CW : Oui, mais ça va venir derrière. Au moment de la mise en commun, ça va apparaître.

M : D'accord, on est d'accord.

CW : Ça va apparaître quand ils vont expliquer comment faire.

Le fait que l'enseignante n'ait pas osé utiliser le vocabulaire géométrique adéquat dans cette séance 2 peut également relever du scénario qui a été proposé volontairement peu approfondi.

Ces différents constats nous conduisent à la nécessité de faire mettre en avant des savoirs en jeu dans le scénario didactique.

Séance 3 : réalisation de figures par pliage (2) - 13/04/2012

Déroulement général

Durée : 47 minutes

Organisation : alternance de travail individuel, de discussions et de mises en commun collectives.

Matériel :

- un PLIOX par élève ;
- un PLIOX qui sera utilisé pour proposer un modèle de figure à reproduire.

La même activité avec la même consigne que lors de la séance 2 est de nouveau proposée, selon les mêmes modalités de travail, mais avec de nouveaux modèles à reproduire, nécessitant 2 pliages.

La séance (dont la transcription est en Annexe 9) se déroule en six phases découpées elles-mêmes en plusieurs épisodes, ce qui est présenté dans le tableau suivant :

Phases	Durée des phases	Épisodes	Durée des épisodes
Phase 1 (1-32) Entrée dans l'activité	6 min 37 s	Distribution du matériel Description collective du PLIOX (1-32)	4 min 35 s 2 min 02 s
Phase 2 (32-90) Reproduction 1 	5 min 03 s	Réalisation individuelle du modèle (32-34) Mise en commun (35-71) Nouvelle consigne (72-90)	1 min 07 s 2 min 58 s 1 min 22 s
Phase 3 (90-142) Reproduction 2 	6 min 42 s	Réalisation individuelle du modèle (90-93) Explication collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires (93-130) Description collective du modèle (130-142)	2 min 04 s 2 min 42 s 1 min 06 s
Phase 4 (142-193) Reproduction 3 	6 min 55 s	Réalisation individuelle du modèle (142-159) Explication collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires (160-176) Description collective du modèle (176-193)	3 min 53 s 1 min 43 s 1 min 19 s
Phase 5 (193-284) Reproduction 4 	7 min 39 s	Réalisation individuelle du modèle (193-197) Explication collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires (197-232) Description collective du modèle (232-284)	1 min 49 s 2 min 33 s 3 min 17 s
Phase 6 (285) Reproduction 5 	13 min 37 s	Réalisation individuelle du modèle (285-288) Explication collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires (288-298) Discussion sur le centre du carré (298-334) Description collective du modèle (334-405)	3 min 06 s 1 min 08 s 2 min 56 s 6 min 27 s

Remarque : Delphine est absente lors de cette séance.

Phase 1 : Entrée dans l'activité

La séance commence après la distribution des PLIOX fabriqués, par une consigne portant sur la description du PLIOX. Plusieurs types de réponses fusent, portant sur des aspects différents de l'objet :

- sa forme globale : « Un carré. » (Tessa, 2) ;
- les zones de couleur : « Y'a du bleu, du vert, rouge, jaune. » (Sarah, 4) ;
- sa description « géométrique » : « Quatre pointes. » (Maxence, 8) « Il a quatre côtés. » (Tessa, 18) ;
- son usage dans la séance précédente : « C'était un outil. » (Thalys, 16), « On avait fait plein de ... plein de formes. » (Sofiane, 29), « Pour plier. » (Nathan, 31) .

Par cette consigne et d'après ses interventions dans cet épisode, l'enseignante cherche à revenir sur les caractéristiques du PLIOX qui ont été utilisées dans la séance précédente : c'est un carré, il est partagé en quatre carrés, il a quatre sommets et quatre côtés, on peut « voir » des triangles Mais les élèves restent sur la même description que celle effectuée lors de la séance 1 (introduction du PLIOX) :

- aucun mot géométrique nouveau n'apparaît dans leurs échanges ;
- les positions relatives des éléments figuraux ne sont pas abordés ;
- les seuls éléments figuraux évoqués sont ceux correspondant aux couleurs.

C'est l'enseignante elle-même qui apporte finalement une première décomposition du PLIOX en éléments figuraux :

22. Sarah : Quatre couleurs.
23. M : Quatre couleurs. Qu'est-ce que vous pouvez me dire de ces couleurs ? Oui ...
24. Rosen : Elles recou... elles recouvrent un carré.
25. M : Il y a quatre carrés sur un carré. Tout le monde est d'accord ?

Ceci peut trouver une explication dans le fait que lors de la séance 2 :

- le vocabulaire géométrique spécifique n'a pas été clarifié ;
- le vocabulaire de position n'a pas été utilisé puisque les positions relatives carrés secondaires n'ont pas fait l'objet de discussions ;
- l'enseignante n'est pas revenue à la fin de l'activité sur les différents éléments figuraux 2D présents dans les modèles ;
- les notions et objets géométriques n'ont pas fait l'objet d'une institutionnalisation locale.

Suite à mes sollicitations concernant l'utilisation d'un vocabulaire géométrique adéquat lors de l'entretien qui a eu lieu avant la séance, l'enseignante profite de l'intervention de Maxence faisant référence aux sommets du PLIOX (« Il y a quatre pointes », Maxence, 8), pour introduire un mot propre à la géométrie. Mais son choix se porte sur le mot « angle » qu'elle apporte en désignant le secteur angulaire correspondant. Ce choix est inapproprié puisque l'objet géométrique concerné est un point et non pas une grandeur (qui relève par ailleurs du cycle 3 !).

Phase 2 : Reproduction d'un premier modèle

Épisode 1 : Réalisation individuelle du modèle

L'enseignante affiche au tableau un modèle simple à deux pliages, sans montrer sa façon de procéder ni indiquer le nombre de plis¹⁵. Les élèves cherchent et trouvent assez rapidement. **B**

Épisode 2 : Mise en commun

L'enseignante sollicite des élèves pour qu'ils expliquent leur procédure. La discussion porte d'abord sur le nombre de plis nécessaires à la reproduction du modèle : les élèves se mettent d'accord sur le nombre 2. La proposition de Tessa (« J'ai mis le jaune et le rouge en bas du bleu et du vert... » Tessa, 51), conduit ensuite l'enseignante à proposer un vocabulaire adapté pour exprimer la « bonne » façon de plier : « On dit que l'on a superposé. Hein ! On a superposé, voilà ... ces deux surfaces. » (M, 63).

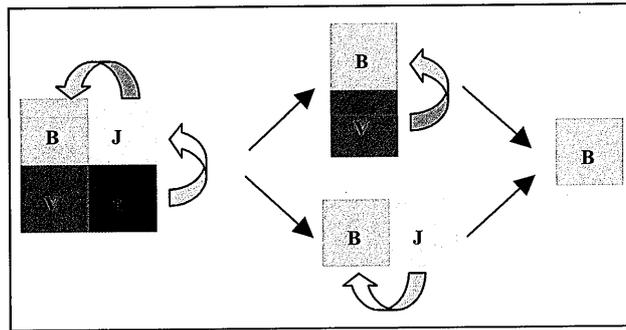
La maîtresse continue d'utiliser le mot non géométrique « pointe » pour désigner « sommet ». Et lorsqu'elle pose la question « Qu'est-ce qu'on voit ? Qu'est-ce qu'on obtient ? » (M, 65), les élèves ne se placent pas dans un cadre géométrique comme en témoignent leurs réponses : « On voit la moitié du bleu et on voit la moitié du blanc. » (Juliette, 68).

Épisode 3 : Nouvelle consigne

Suite au constat que certains élèves n'ont pas la même couleur au verso de leur pliage (« On retourne et puis après on voit le vert. » (Tessa, 72) ; « Non, pas moi ! Je vois le jaune ! » (élèves, 74)), l'enseignante demande de réaliser le pliage de manière à obtenir au recto un carré de couleur verte puis un carré de couleur jaune : « Alors moi, ce que je vous propose, sous le contrôle de ce que tu me dis, on va essayer de voir le jaune, derrière, et après on va essayer de voir le vert. » (M, 83).

Le discours de l'enseignante n'utilise que le vocabulaire des couleurs. Elle montre les deux pliages que les élèves essaient de reproduire. En ne le verbalisant pas, elle ne rend pas explicite le rôle de l'ordre de pliage.

¹⁵ Lors de l'entretien avant la séance, j'ai dissuadé l'enseignante d'indiquer aux élèves le nombre de plis nécessaires comme c'était son intention.

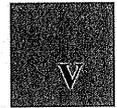


Les deux pliages possibles

Phase 3 : Reproduction d'un deuxième modèle

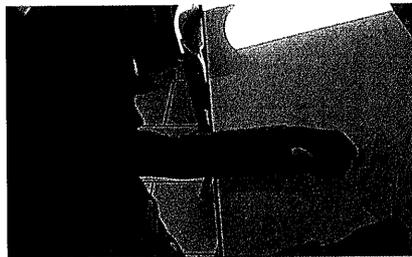
Épisode 1 : Réalisation individuelle du modèle

L'enseignante affiche au tableau un nouveau modèle à deux pliages. Les élèves cherchent individuellement pendant que l'enseignante passe dans les rangs, relance les élèves, les aide.



Les élèves effectuent immédiatement le pliage en deux conduisant au rectangle formé des deux grands carrés bleu et vert (le même type de pliage a été proposé en séance 1). Mais la réalisation du demi-carré bleu nécessite la création d'un nouveau pli selon la deuxième diagonale du PLIOX. On constate alors des erreurs de plusieurs ordres :

- soit l'élève, comme Nathan, identifie correctement le pli à effectuer, mais des difficultés motrices l'empêchent de le réaliser ;
- soit l'élève réalise un pli selon une direction incorrecte, comme Tessa par exemple, qui obtient alors la figure ci-contre ;
- soit l'élève réalise un pli approximatif selon la direction correcte, comme par exemple Délia :

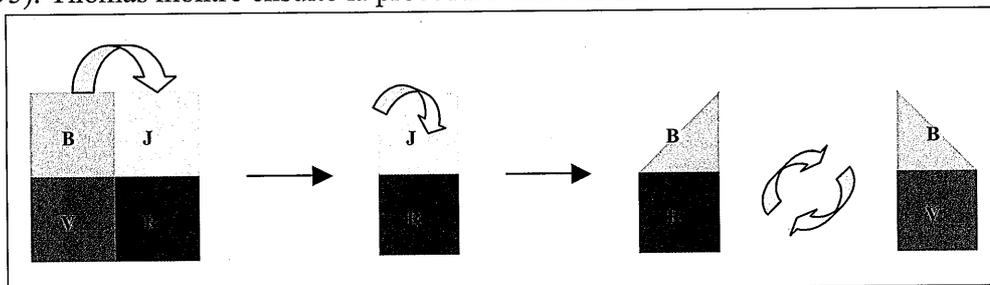


Épisode 2 : Explicitation collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires

Les élèves sont invités à expliquer comment ils ont fait. Deux points sont abordés :

- la procédure de pliage ;
- le nombre de plis nécessaires.

La première élève (Tessa) qui vient expliquer au tableau ne plie pas selon la médiane correcte (voir ci-dessus) mais tente d'expliquer les formes : « Le jaune c'est un carré, mais après c'est ... c'est des deux moitiés ... » (Tessa, 95). Thomas montre ensuite la procédure correcte suivante :



Procédure de Thomas

Ainsi, pour bien réaliser le nouveau pli, Thomas retourne son PLIOX.

Alors que la discussion se porte sur le nombre de plis nécessaires à la reproduction du modèle, Brice explicite la procédure de Thomas : « Au début, ça fait un carré. Après on l'a plié, ça fait un rectangle. Après, on l'a plié en ... pour faire ... un ... triangle. En ... et le bleu est devenu un triangle. » (Brice, 111). C'est la première fois qu'un élève utilise le vocabulaire géométrique pour décrire une action.

L'enseignante relève alors le fait que le carré bleu devient un triangle après pliage pour mettre en avant le nouveau pli. Ainsi, le constat de la relation (de transformation) entre deux éléments figuraux 2D (le carré et le triangle) conduit à l'identification d'un élément figural 1D particulier : la diagonale du carré. La maîtresse parle à son propos de « trait en diagonale ».

Épisode 3 : description collective du modèle

Les descriptions proposées portent :

- sur les figures internes qui apparaissent : « On voit un carré et un triangle. » (Juliette, 135) ;
- sur les sommets qui seront dénombrés : « Y'a un... y'a encore trois ... trois ... trois petites pointes. » (Thalis, 136) ;

Le vocabulaire non géométrique est repris par l'enseignante, qui propose de nouveau le mot géométrique inadéquat « angle ».

Celle-ci souligne également que le nombre de sommets du modèle est égal à celui du carré, mais ne fait pas dénombrer les côtés ni ne nomme la figure : quadrilatère.

Phase 4 : Reproduction d'un troisième modèle

Épisode 1 : Réalisation individuelle du modèle

Un nouveau modèle est affiché au tableau. La consigne est toujours la même.

Pendant que les élèves cherchent, l'enseignante passe dans les rangs, encourage, sollicite, voire même propose un étayage en particulier à Nathan et Alexandro.

On constate comme précédemment la difficulté de marquage d'un nouveau pli chez Nathan.

B



Épisode 2 : Explicitation collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires

Cette phase est relativement courte puisque la procédure est quasiment identique à celle conduisant au modèle précédent. Deux élèves, Tore et Sarah, passent au tableau. Les élèves se mettent d'accord sur le nombre de plis : 2. On peut constater que les élèves ont des difficultés à verbaliser l'action : ils emploient peu le vocabulaire géométrique, pas du tout le vocabulaire de position. Or, même si l'enseignante la sollicite : « Est-ce que quelqu'un voudrait réexpliquer comme s'il était le professeur, comme s'il était le maître ? » (M, 168), elle prend peu souvent à sa charge la formulation des actions des élèves lorsque le besoin s'en fait sentir. Les élèves restent alors démunis.

Épisode 3 : description collective du modèle

Les différentes questions de l'enseignante portent sur les côtés : « Alors, qui peut me décrire cette figure, quand même, me dire combien elle a de côtés... » (M, 176) ; « Est-ce que tous les côtés sont ... pareils ? » (M, 180) ; « Alors comment ils sont ces côtés ? » (M, 182).

- les élèves remarquent que certains côtés sont horizontaux, un autre vertical et le dernier « en diagonale », ce qui correspond à du vocabulaire de position.
- Tessa et Thalys relèvent la présence de « pointes » qu'elles dénombrent : « Il y a quatre pointes » (Tessa, 178), « On dirait qu'il y a trois pointes » (Thalis, 193) ; l'enseignante ne propose pas le mot géométrique.

Cette phase aurait pu se conclure par la comparaison entre le deuxième et le troisième modèle : leurs points communs, leurs différences, les pliages qui y conduisent... Il aurait alors été intéressant de conserver la trace du deuxième modèle.

Phase 5 : Reproduction d'un quatrième modèle

Épisode 1 : Réalisation individuelle du modèle

Un nouveau modèle est affiché au tableau. Les modalités de travail sont identiques.

On constate comme précédemment la difficulté de marquage d'un nouveau pli chez Nathan.

J



B



Épisode 2 : Explication collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires

Les deux plis nécessaires selon des médianes secondaires sont immédiatement identifiés. Ils nécessitent la juxtaposition d'un bord et d'une médiane du PLIOX, ce qui met en évidence cette médiane (élément figural 1D apparaissant au dos du PLIOX sous forme de pli) : « C'est le trait qui nous a aidé. » « Le trait qui est au milieu. Il nous a aidé à mettre le bleu et le vert au milieu et le rouge et le ... » « jaune au milieu. » (Tessa, 211 / 213 / 215). L'enseignante fait remarquer la position du pli, avant d'apporter la définition du mot « médiane » alors que ni « trait droit » ni « droite » n'ont jamais été évoqués : « Donc on a deux plis horizontaux qui coupent nos petits carrés à la ... » « Moitié ! Au milieu, hein ? ça s'appelle des médianes, hein ? » (M, 230/232).

Épisode 3 : description collective du modèle

« J'aimerais savoir aussi ce qu'on voit à l'intérieur. » (M, 232). Dans cette discussion, l'enseignante attire l'attention des élèves sur la présence d'éléments figuraux 1D et 2D dans la figure.

Les éléments figuraux 2D suivants sont identifiés :

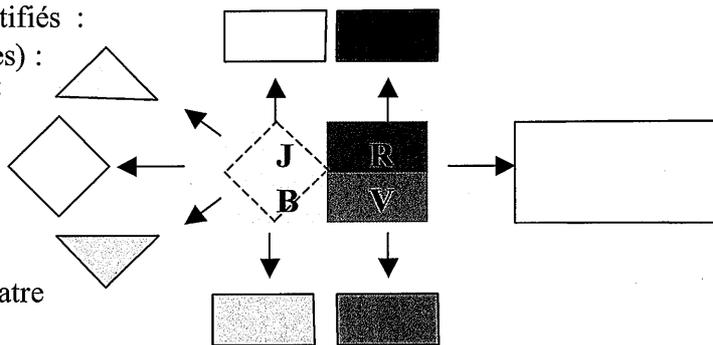
- des triangles (sous-figures monochromes) :

« Et ben en fait, on ... on voit que y'a du jaune et tout ... Et là ... Et ... Et on voit là des traces d'un triangle, voilà... » (Sarah, 234) ;

- un carré même s'il n'est pas nommé (sous-figure polychrome) : « Y'a deux triangles qui fait une forme. » (Brice, 236) ;

- sur sollicitation de l'enseignante, les quatre rectangles de couleur (figures internes) :

« Alors, ici, la surface jaune, ça représente quelle forme ? » (M, 243).



L'enseignante revient aussi sur les diagonales des carrés de couleur (en pointillés sur la figure ci-dessus), mais elle se place dans ce cas dans le rectangle jaune : le mot « diagonale » est alors employé à mauvais escient.

Elle cherche à forcer le changement de regard sur la figure par la consigne : « Donc, là, sur la figure principale, on voit quoi ? » (M, 256). La forme rectangulaire du modèle est immédiatement proposée : « Un rectangle. » (Juliette, 259). L'enseignante attend alors des élèves une justification de cette affirmation sous forme d'une liste de propriétés :

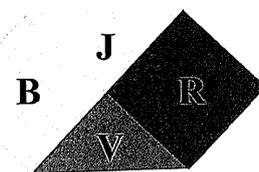
- le nombre de côtés et de sommets : « Quatre côtés. Quatre pointes, on peut dire angles. » (M, 268) ;
- la longueur des côtés : « Ensuite ... euh... vous pouvez me dire un peu les côtés, là ? » (M, 268) , « (...) y'en a deux plus longs. » (Brice, 278).

Cette phase se termine par un récapitulatif de l'enseignante portant sur les éléments figuraux 1D (« traces de diagonales » (M, 282) et « trace du pli principal » (M, 284)), et les figures internes (éléments figuraux 2D) identifiés dans le modèle.

Phase 6 : Reproduction d'un cinquième modèle

Épisode 1 : Réalisation individuelle du modèle

Un nouveau modèle est affiché au tableau. La consigne est toujours la même. Les élèves se lancent tous directement dans leur pliage, en regardant alternativement le modèle et leur PLIOX. La reproduction est pour la plupart très rapide. L'enseignante vient aider les deux ou trois élèves qui n'y arrivent pas.

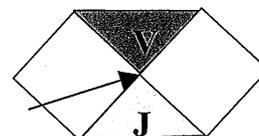


Épisode 2 : Explication collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires

Tore vient montrer sa procédure, mais ne la verbalise pas, non plus que l'enseignante. Celle-ci demande le nombre de plis nécessaires. Les élèves répondent immédiatement.

Épisode 3 : Discussion sur le centre du carré

Pour que le pliage soit correct, il faut que les deux sommets opposés que l'on cache soient superposés au centre du PLIOX sur le verso (voir figure ci-contre), ce qui met en évidence la présence d'un point particulier, le centre du carré comme point de jonction entre deux éléments figuraux 2D : « Et ben en fait, c'est le ... vert qu'on a plié sur la petite pointe, là ici. » (Tessa, 299).



L'enseignante fait remarquer que ce n'est pas « une pointe » (sous-entendu au sens de « sommet »), mais ne relève pas l'intervention pertinente d'Estelle qui identifie « Un petit point. » (Estelle, 305), c'est-à-dire un élément figural 0D, peut-être parce qu'il n'est pas marqué (bien qu'il soit à l'intersection des deux médianes réalisées par des plis) : « Ben ... y'a pas de point, hein. » (M, 306).

Elle cherche à faire deviner aux élèves que ce point se situe au centre du carré (relation de longueur) : « ... ici ... ça c'est double. Ça c'est double. » (Juliette, 318). Elle le définit par ailleurs comme (point d')intersection des médianes et des diagonales du PLIOX en demandant aux élèves de réaliser les pliages selon ces quatre directions : « Si vous regardez bien, le centre, vous avez tous les plis qui passent par le centre. » (M, 328). Enfin lors d'une intervention ultérieure, elle reprend une expression d'élève en parlant de « milieu du grand carré » (M, 367).

Épisode 4 : description collective du modèle

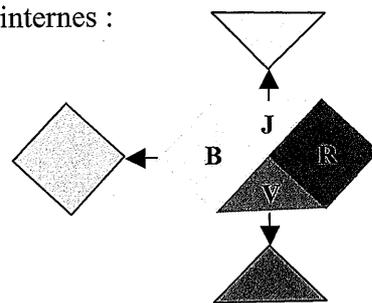
L'enseignante revient sur une autre consigne de travail collectif : il s'agit de « décrire la figure qu'on obtient » (M, 288). La discussion porte :

- d'abord sur le nombre de côtés de la figure externe : « Et ben là, y'a pas quatre côtés. » (Juliette, 335) ;
« Il y a six côtés » (Brice, 346) ;
- puis sur le nombre de sommets.

Ceci conduit les élèves à établir une relation entre le nombre de sommets et le nombre de côtés d'un polygone : « Y'a six pointes et six côtés. » (Brice, 350) et à réaliser une généralisation : « Quand y'avait six côtés, ben y'a six pointes. Quand y'a quatre côtés, il y a six ... quatre cô... pointes. Quand y'a sept ... côtés, y'a sept ... pointes » (Tessa, 358-360). La justification de ce résultat est apportée par une élève : « si tu fais un côté et ben t'arrives à la pointe » (Juliette, 364). L'explication de l'enseignante (correcte dans un polygone mais incorrecte dans le cas d'une ligne ouverte) n'éclaire pas : « Un côté, il part d'une pointe pour aller à l'autre pointe, il se termine à l'autre pointe. » (M, 365).

Suite à une relance de la maîtresse, les élèves identifient plusieurs figures internes :

- le carré secondaire bleu : « C'est un carré retourné. » (Brice, 375) ; suite à la contestation de plusieurs élèves : « Non ! C'est pas un carré. » (Juliette, 372) ; « C'est un losange. » (Sofiane, 377), l'enseignante apporte une explication de caractère ensembliste ; elle s'appuie implicitement sur les propriétés caractéristiques des losanges et des carrés (niveau 2 de Van Hiele), elle est donc inaccessible à la compréhension des élèves de CP ; de plus elle est erronée (!) : « Alors, le losange, c'est un carré. » (M, 378) , « Mais on l'appelle aussi losange parce qu'il est disposé ... voilà ... » ; une explication faisant appel à l'invariance constatée des figures suite à une rotation aurait été correcte et accessible aux élèves de cet âge par la manipulation du PLIOX ;
- les deux triangles jaune et vert que Quentin vient désigner au tableau.



Enfin une élève propose une analyse correcte en termes de couleurs et de taille : « c'est plus gros que les autres et ça a toutes les couleurs » « Et ben parce que avant ... et ben ... en plus on n'avait pas toutes les couleurs. » (Tessa, 400/404).

Commentaire

- Les élèves restent très impliqués dans une telle activité. En reprenant les mêmes indicateurs que pour l'analyse de la séance précédente (les prises de parole des élèves à des fins justifiées), on constate :
 - qu'il y a eu 68 interventions dans les 47 minutes de la séance (soit une proportion légèrement supérieure à celle de la séance précédente) ;
 - qu'au moins 17 élèves sur les 24 présents ont pris au moins une fois la parole à bon escient (contre 14/24 dans la séance précédente).

En outre, lors du visionnement de la vidéo, on peut constater que tous les élèves sont impliqués. En particulier, Maël continue à rester actif tout au long de la séance, même s'il n'intervient pas dans les discussions.

- Il est à noter que des difficultés psychomotrices peuvent faire obstacle à la réalisation de plis corrects, quand bien même l'élève a une bonne conscience du pliage à réaliser.

Dans ce cas, il est envisageable de proposer à ce type d'élève un PLIOX comportant tous les plis utiles pour la séquence : diagonales et médianes, principales et secondaires, bien marquées¹⁶.

• On peut souligner la difficulté (de l'enseignante et des élèves) pour désigner l'objet PLIOX durant toute l'activité. Ainsi plusieurs mots seront utilisés faisant référence à :

- un objet matériel :
 - « Et ben moi, j'ai pris une ... ma feuille comme ça » (Juliette, 42) ;
 - « D'accord, tu t'es repérée, comme l'autre fois, sur le trait qui est au dos de ... de ... de la feuille ... qui coupait le carré à la moitié. » (M, 216) ;
- la fonction de l'objet matériel : « Alors attention, vous reposez votre ... carré, votre **outil** » (M, 90) ;
- un objet géométrique plus ou moins identifié :
 - « Bon alors, vous posez ... la **figure**, vous la posez sur la table. » (M, 35) ;
 - « Mais, il est où ton **carré**, Ange ? » (M, 195) ;
- une chose indéterminée : « En fait, je l'ai pris comme ça » (Thomas, 103).

Ceci est dû au fait que l'enseignante n'a en effet jamais nommé le PLIOX, alors que les élèves ont déjà été amenés à le décrire et à décrire sa fonction.

• On constate de la part de l'enseignante une maîtrise partielle des connaissances géométriques en jeu dans la séquence du PLIOX, ce qui la conduit :

- à employer à mauvais escient du vocabulaire géométrique, comme par exemple « angle » à la place de « sommet », ou « diagonale » à la place de « en diagonale » ;
 - à apporter des propositions erronées aux élèves, comme notamment l'inclusion de l'ensemble des losanges dans celui des carrés (méconnaissance des relations entre les propriétés des carrés et des losanges) ou l'infirmité de l'existence d'un point au centre du PLIOX parce qu'il n'est pas marqué.
- Ces lacunes sont également assorties d'une non maîtrise des enjeux d'apprentissage inhérents à la séquence, ce qui a les conséquences suivantes :
- l'enseignante ne propose pas un réel travail sur le vocabulaire géométrique : elle continue par exemple à employer le mot « pointe » à la place de « sommet » tout au long de la séance ;
 - les occasions de « faire de la géométrie » sont manquées :
 - par exemple dans l'épisode 3 - phase 3, l'enseignante souligne que le modèle à réaliser possède le même nombre de sommets que le carré, mais ne poursuit pas par l'égalité du nombre de côtés et ne met pas en évidence le fait que des figures ayant le même nombre de côtés (en l'occurrence ici des quadrilatères) peuvent avoir des formes et des propriétés différentes ;
 - ou encore dans l'épisode 4 - phase 6, la confusion constatée entre losange et carré n'est pas prétexte à expliciter les similitudes et les différences entre ces deux figures ;
 - le travail sur les positions relatives des différentes figures internes n'est pas approfondi : le vocabulaire est peu utilisé, l'analyse des modèles se réalise selon l'inspiration des élèves et non selon la volonté de l'enseignante.

On peut enfin constater que l'enseignante reste beaucoup dans le faire et peu dans le dire ou dans l'analyse.

• Malgré tout, on constate que certains élèves affinent leur analyse de la figure :

- mise en évidence d'une sous-figure polychrome : un carré formé par des plis à l'intérieur du modèle 4 (épisode 3 - phase 5) ;
- mise en évidence d'éléments figuraux 1D : les diagonales (épisode 3 - phase 5), les médianes (épisode 2 - phase 5) ;
- apparition d'un élément figuratif 0D non tracé : le centre du grand carré (épisode 3 - phase 6).

¹⁶ D'autre part, le PLIOX a tendance à s'user au cours de la séance : des plis non conformes peuvent apparaître, le papier se déchire, il faudra donc prévoir des PLIOX supplémentaires...

4. MISE EN ŒUVRE DANS LA CLASSE DE P

Séance 1 - Introduction du PLIOX dans la classe - 05/04/2012

Durée : 20 minutes

Organisation : travail individuel

Matériel :

- une feuille (carré uni blanc de 21 cm de côté fabriqué à partir d'une feuille A4) par élève ;
- un PLIOX qui sert de modèle et qui sera affiché au tableau.

L'enseignante suit le déroulement proposé pour cette première séance.

Un seul élève ne réussit pas le carré en inversant le bleu et le vert.

Séance 2 - Réalisation de figures par pliage (1) -09/04/2012

Déroulement général

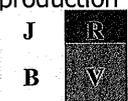
Durée : 27 minutes

Organisation : alternance de travail individuel, de discussions et de mises en commun collectives.

Matériel : - un PLIOX par élève ;

- un PLIOX qui sera utilisé pour proposer un modèle de figure à reproduire.

La séance se déroule en sept phases découpées elles-mêmes en plusieurs épisodes, ce qui est présenté du tableau suivant¹⁷ :

Phases	Durée des phases	Épisodes	Durée épisodes
Phase 1 (1-17) Entrée dans l'activité	1 min 53 s	Préparation du matériel (1) Rappel de la séance précédente (1-17)	50 s 1 min 03 s
Phase 2 (17-66) Reproduction 1 	3 min 31 s	Consigne (17-21) Recherche individuelle (21-23) Analyse collective d'une production incorrecte (23-66)	45 s 16 s 2 min 30 s
Phase 3 (66-145) Reproduction 2 	6 min 15 s	Lancement d'une nouvelle reproduction (66-70) Travail individuel (71-81) Discussion collective portant sur la procédure correcte (81-145)	58 s 2 min 18 s 2 min 59 s
Phase 4 (146-223) Reproduction 3 	6 min 25 s	Consigne (146-158) Travail individuel (158-169) Analyse collective d'une production incorrecte (170-207) Discussion collective portant sur la procédure correcte (207-223)	50 s 1 min 31 s 3 min 55 s 2 min 09 s
Phase 5 (224-236) Production de modèles	2 min 56 s	Consigne (223-225) Travail individuel (225-227) Discussion collective portant sur la validité de certaines productions (227-235)	1 min 16 s 1 min 12 s 28 s
Phase 6 (224-236) Reproduction d'un modèle d'élève 	2 min 55 s	Présentation du modèle et réalisation des élèves (235-241) Discussion sur la validité d'un pliage (241-267)	39 s 2 min 16 s
Phase 6 (224-236) Reproduction d'un modèle d'élève 	2 min 32 s	Présentation du modèle et discussion (267-296) Fin de l'activité (297-300)	1 min 56 s 36 s

¹⁷ Les nombres entre parenthèses correspondent aux lignes de la transcription (Annexe 10).

Remarque : Chloé est absente lors de cette séance.

Phase 1 : Entrée dans l'activité

Dès le début de la séance, un PLIOX est affiché au tableau. Les élèves sont invités à sortir leur PLIOX (épisode 1) puis à se rappeler ce qu'ils voient sur cet objet (épisode 2). Plusieurs points sont abordés :

- les quatre couleurs présentes sur le PLIOX : « On voit que y'a... y'a quatre couleurs... » (Noémie, 2)
- les quatre carrés secondaires (éléments figuraux 2D) : « On voit des carrés. » (Mathieu, 7) ;
- les deux médianes principales ainsi qu'une diagonale principale, visibles sous forme de plis (éléments figuraux 1D) : « On voit une croix au milieu qui fait ... des traits au milieu... et... en diagonale ! » (Lalie, 9).

Phase 2 : Reproduction d'un premier modèle

Épisode 1 : Présentation du modèle

Le premier modèle est réalisé hors de la vue des élèves. La consigne est donnée par l'enseignante : « Donc je vais... plier d'une certaine façon, hum, et vous, je vais vous demander de faire le même pliage avec votre PLIOX, d'accord ? » (P, 17).

Lilou la répète : « On plie ... le PLIOX comme tu l'as fait. » (Lilou, 20).

Épisode 2 : Recherche individuelle

Les élèves effectuent immédiatement un pliage et le montrent à l'enseignante comme une ardoise.

Épisode 3 : Analyse collective d'une production incorrecte

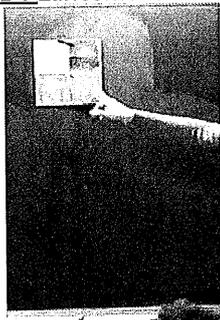
Voyant que la majorité de la classe a réussi rapidement, l'enseignante propose à la discussion les productions erronées de deux élèves, Fanny et Mokhtar (voir ci-contre) en demandant à ceux-ci d'expliquer leur procédure :

- Mokhtar essaie de verbaliser : « Ben, je l'ai mis comme ça, j'ai regardé le trait qui était au milieu et puis je l'ai plié. » (Mokhtar, 29). Il a ainsi identifié un élément figural 1D (la médiane) qui devient « pli » (donc dans l'espace sensible) pour pouvoir obtenir un élément figural 2D. Il est possible ici de parler pour cet élève de déconstruction dimensionnelle.
- Fanny montre son geste.

Après discussion, les élèves restent sur le fait qu'« elle s'est trompée de sens » (Noé, 51). La mise en commun porte ainsi l'attention des élèves sur le fait que la reproduction doit à la fois correspondre à la même figure externe et comporter les mêmes figures internes que le modèle.

Phase 3 : Reproduction d'un deuxième modèle

Épisode 1 : Lancement d'une nouvelle reproduction

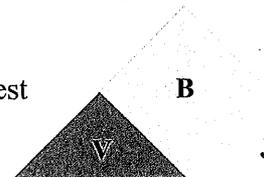


« ... maintenant, vous remettez votre PLIOX à plat comme ça... » (P, 66)

Avant de proposer un nouveau modèle à reproduire, l'enseignante incite tous les élèves à déplier et à repositionner leur PLIOX selon la même orientation initiale : « Bien, allez maintenant vous remettez votre PLIOX à plat comme ça » « Et dans le même sens que moi ? Et j'en vois qui ont déjà le PLIOX qui n'est pas dans le même sens que moi ! Ça y est ? » (P, 66/68).

La systématisation de la position initiale permet de fixer une orientation du PLIOX. Ceci facilite également les discussions : par exemple le carré en haut à gauche désigne alors toujours le carré jaune, le carré en haut à droite toujours le carré rouge.

Après vérification de la bonne orientation du PLIOX, un nouveau modèle est proposé.



Épisode 2 : Recherche individuelle

Pendant que les élèves cherchent, l'enseignante passe parmi eux, relance le travail, encourage : « Mais cherchez, cherchez, si vous ne trouvez pas tout de suite, ce n'est pas grave ! » (P, 74). On constate que l'étayage par un pair est une habitude de classe : « Est-ce que je peux l'aider ? » (Lili-Rose, 75).

Épisode 3 : Discussion collective portant sur la procédure correcte

Cette fois, les élèves sont sollicités pour expliquer leur procédure : « Maintenant qui est-ce qui peut venir expliquer avec des mots comment s'y prendre pour avoir ce pliage ? » (P, 81).

À chaque proposition, l'enseignante réalise le geste qui y correspond strictement, obligeant les élèves à une précision dans le vocabulaire et dans l'expression : lorsque Noé propose de plier selon une diagonale (« On prend le carré à la diagonale et on plie. », Noé 87), l'enseignante obtient le pliage erroné ci-contre. Les élèves précisent alors que la diagonale à choisir est :



- « Ce qui coupe le vert et le jaune. » (Lalie, 119), ce qui fait référence aux couleurs ;
- celle qui part en haut à gauche, ce qui fait référence à la position relative selon l'orientation initiale.

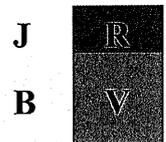
Par ce procédé, l'enseignante permet de rendre explicite l'existence de deux diagonales dans le carré et de les situer dans le PLIOX.

De plus, « il faut que le [carré] bleu il soit... il soit en haut ... » (Lilou, 100), ce qui fait référence aux figures internes ainsi qu'à leur position.

Phase 4 : Reproduction d'un troisième modèle

Épisode 1 : Présentation du modèle

De nouveaux les élèves sont invités à remettre le PLIOX en position de départ : « Alors on le remet comme au départ, attention, hein ! Allez Fanny, regarde ! Voilà, c'est bien ! Le jaune en haut à gauche et le rouge en haut à droite. » (P, 146). Puis l'enseignante propose un nouveau modèle en prenant soin de faire rappeler la consigne par un élève.

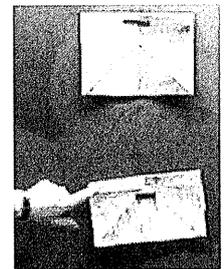


Épisode 2 : Travail individuel

Pendant que les élèves travaillent, l'enseignante passe dans les rangs et relance les élèves. Au bout de quelques minutes, presque tous les élèves ont réussi un pliage, mais comme souligné précédemment, l'ambiguïté du modèle conduit à des productions « approximatives ».

Épisode 3 : Analyse collective d'une production incorrecte

La discussion porte donc sur la production incorrecte de Juliette. L'enseignante l'affiche au tableau en-dessous du modèle en demandant : « Qu'est-ce qui change, Juliette ? » (P, 176). La réponse de Juliette est l'expression de la perception qu'elle a de la figure : « C'est plus petit. » (Juliette, 179). En revanche, les élèves ont des difficultés à exprimer ce qui est « plus petit » :



« Le jaune et le rouge, ce sont des rectangles. » (P, 196)

- certains élèves restent sur les couleurs : « Le jaune et le rouge. » (Lola, 187) ;
- d'autres utilisent des noms de formes géométriques :
 - incorrecte : « Les carrés. » (Sarah, 183) ;
 - correcte : « Ce sont des rectangles. » (Mokhtar, 195).

S'appuyant sur cette dernière remarque, l'enseignante relève le fait que les figures internes jaunes et rouges sont des rectangles dans les deux cas (le modèle et la reproduction incorrecte) : « Mais c'est des rectangles ! Mais ils sont plus fins ! » (un élève, 204).

Épisode 4 : Discussion collective portant sur la procédure correcte

L'enseignante relance alors la discussion par la question : « Donc pour avoir des rectangles qui soient comme les miens, comme sur mon pliage à moi, que fallait-il faire ? » (P, 207). Plusieurs élèves se succèdent, explicitant de manière de plus en plus élaborée :

- Noémie refait les gestes : « Ben là, tu mets la feuille comme ça. Ben là, tu regardes bien au tableau, tu mets la longueur et tu plies à la longueur du tableau » (Noémie, 210) ; elle confond le côté en position horizontale avec la longueur d'un rectangle (c'est le cas lorsque le rectangle est présenté en situation prototypique, son plus grand côté en position « horizontale ») ;
- Lucas met en évidence la médiane sans la nommer : « En fait, là, il y avait un p'tit trait et là ... et là ... un pliage. Et là fallait les plier et puis après là j'ai fait comme au tableau. » (Lucas, 220) ;
- Noé conclut : « Maître ! Fallait plier la moitié du carré. » (Noé, 222) ; il met ainsi en évidence une relation entre le carré et le rectangle ; l'enseignante ne revient pas sur cette relation.

Phase 5 : Production de modèles

Épisode 1 : Consigne

Après avoir remis le PLIOX dans sa position initiale, l'enseignante propose une nouvelle consigne, non prévue dans sa préparation initiale : « Vous allez... faire un pliage... et puis j'en choisirai un ... on viendra le mettre au tableau... et tous les autres élèves essaieront de faire le même. » (P, 225).

Épisode 2 : Travail individuel

Les élèves se lancent dans l'activité. Il n'y a plus aucun bruit dans la classe.

L'enseignante passe dans les rangs et rappelle que les élèves n'ont « droit qu'à un seul pliage. » (P, 225).

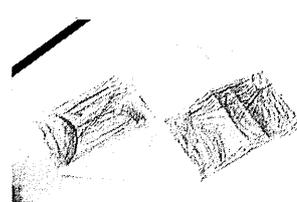
Quelques exemples de production sont donnés ci-après.



Production de Lilou



Production de Juliette B



Production de Maé
(non respect de la consigne)

Épisode 3 : Discussion collective sur la validité de certaines productions

L'enseignante repère des productions nécessitant plusieurs pliages et les fait invalider par le groupe classe.

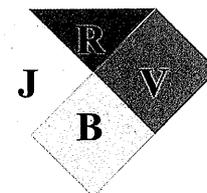
Phase 6 : Reproduction d'un premier modèle d'élève

Épisode 1 : Présentation du modèle et travail des élèves

L'enseignante choisit le modèle de Lilou « qui change un peu de ce qu'on avait jusqu'à maintenant. » (P, 235), et demande aux élèves d'essayer de réaliser le même pliage.

La reproduction de ce modèle est assez difficile puisqu'elle nécessite un changement d'orientation du PLIOX ainsi que la création d'un nouveau pli selon une diagonale secondaire. Ce modèle n'est a priori pas ambiguë puisqu'un unique pliage est possible qui conduit du carré au triangle rectangle isocèle.

Les élèves le réalisent immédiatement.

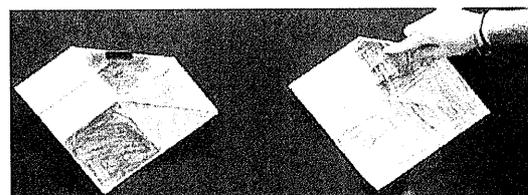


Épisode 2 : Discussion collective sur la validité d'un pliage

L'enseignante affiche au tableau la production de Mathieu en posant la question suivante :

« Alors, est-ce que ça c'est pareil? » (P, 241).

Le premier critère, celui du non respect des couleurs, est rapidement écarté. Les élèves constatent que celui de Mathieu « est plus gros » (Maria, 247), mais ont des difficultés à aller plus loin dans leur explication.



« Alors, est-ce que ça, c'est pareil ? » (P, 241)

L'enseignante demande alors à Lilou puis à Mathieu de montrer comment ils ont procédé :

- Lilou retourne son PLIOX face blanche vers la classe et explique : « et puis j'ai plié sur le point » (Lilou, 255) en désignant le centre du PLIOX.



« ... et puis j'ai plié sur le point... » (Lilou, 255)

- La classe constate que Mathieu « il a pas plié jusqu'au sommet, ben... ça fait un peu plus gros » (Noé, 259). On note que même sur le verso blanc du PLIOX, Noé identifie le centre du PLIOX comme le sommet sous-entendu de l'un des carrés secondaires.



Production de Mathieu

L'enseignante fait alors nommer le pli : « Elle a plié sur quel pli ? » (P, 263) « Sur la diagonale. » (Noé, 264). Mais elle ne précise pas de quel quadrilatère il est question (le carré rouge).

Phase 7 : Reproduction d'un deuxième modèle d'élève

Épisode 1 : Présentation du modèle et discussion

L'enseignante affiche la production de Lola. La réaction des élèves est immédiate car certains n'identifient que la figure externe : « On l'a déjà fait ! » (élèves, 271). D'autres contestent, et on constate plusieurs types d'arguments :

- certains liés à la différence des couleurs : « C'est pas la même couleur ! » (élève, 277) ;
- d'autres se focalisent sur la position de présentation du modèle : « C'est parce que... on a ... elle... nous on a mis couché et elle, elle a mis debout. » (Noé, 278) ;
- d'autres encore essaient de positionner les figures internes du modèle : « Et ben, elle... en fait... elle, elle a mis ... nous en fait... c'était le jaune à... à gauche ... et puis à droite... » (élève, 281).

L'enseignante oriente alors la discussion sur l'identification du pli nécessaire pour la réalisation de la figure : « Nous, on avait utilisé quel pli la dernière fois, la première figure que je vous ai montrée, on avait utilisé quel pli ? » (P, 282). La mise en position initiale du PLIOX permet l'utilisation du vocabulaire d'orientation et conduit à la conclusion concernant l'identification des deux médianes du PLIOX : « Chaque fois on a utilisé le pli du milieu. Moi, j'avais utilisé le pli du milieu qui est horizontal, et là, Lola, elle a utilisé le pli du milieu qui est... vertical, c'est ça ? » (P, 294).

Épisode 2 : Fin de l'activité

L'enseignante conclut en annonçant une séance ultérieure. Elle ne revient pas sur les différents éléments figuraux 1D identifiés : les deux médianes et les deux diagonales. Elle ne conclut pas sur des relations entre le carré, rectangle et le triangle qui ont pu être rencontrées au cours de la séance.

Commentaire

• Lors de cette séance, les élèves restent extrêmement motivés, impliqués et attentifs. En prenant comme indicateur le nombre de prises de parole à bon escient, on constate :

- qu'il y a eu 47 interventions d'élèves réparties sur les 27 minutes de la séance, soit en moyenne environ 8,7 prises de parole / 5 minutes ;
- qu'au moins 15 élèves sur les 25 présents sont intervenus au moins une fois.

Les élèves en grande difficulté dans la classe suivent attentivement :

- Mokhtar est le premier à identifier des rectangles (phase 4 – épisode 3) ;
- Mathieu voit des carrés (phase 1 – épisode 2) et essaie d'explicitier sa procédure (phase 6 – épisode 2) ;
- Mallauray qui ne parle pas si elle n'est pas sollicitée, réalise pourtant les pliages ;
- et surtout Lili-Rose, maintenue au CP l'année prochaine et qui a un grand problème de concentration (ce qui la situe à un niveau de Grande Section de maternelle) :
 - participe à la discussion (phase 2 – épisode 3),
 - réalise très rapidement les différents pliages,
 - propose d'aider son voisin Axel qui fait habituellement fonction de « tuteur » pour elle (phase 3 – épisode 2, puis phase 4 – épisode 2).

• Dans cette séance, l'enseignante ne demande pas de description de figure, mais met l'accent sur le vocabulaire :

- celui lié aux objets géométriques : carré, rectangle, diagonale, sommet ;
- celui lié à l'orientation et qui permet de désigner précisément certains objets géométriques : horizontal, vertical, en haut, en bas, à gauche, à droite, au milieu.

• Les formes géométriques identifiées sont uniquement des carrés et des rectangles, alors que les modèles proposés en phases 3 et 6 comportent des triangles, le modèle 2 (phase 3) étant par ailleurs lui-même un triangle. Ceci est probablement dû au fait que l'enseignante ne fait pas analyser les modèles, mais demande uniquement l'explicitation de la procédure : les élèves emploient les mots correspondant à leurs gestes, mais ne sont pas amenés à verbaliser ce qu'ils obtiennent. Ainsi, les éléments figuraux 1D mis en évidence sont les deux diagonales du PLIOX ainsi que les deux médianes (non nommées).

Séance 3 : Réalisation de figures par pliage (2) – 13/04/2012

Déroulement général

Durée : 54 minutes

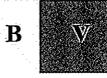
Organisation : alternance de travail individuel, de discussions et de mises en commun collectives.

Remarque : Lili-Rose et Fanny B sont absentes lors de cette séance.

Matériel : identique à la séance précédente.

Dans cette séance, les modèles à reproduire nécessitent deux, puis trois pliages.

La séance (dont la transcription est en Annexe 11) se déroule en neuf phases découpées elles-mêmes en plusieurs épisodes, ce qui est présenté dans le tableau suivant :

Phases	Durée des phases	Épisodes	Durée des épisodes
Phase 1 (1-28) Entrée dans l'activité	3 min 57 s	Préparation du matériel (1-11) Rappel de la séance précédente (11-28)	2 min 38 s 1 min 19 s
Phase 2 (28-92) Reproduction 1 	3 min 55 s	Consigne et présentation du modèle (28-30) Analyse collective du modèle (30-39) Réalisation individuelle (39-40) Explicitation collective de la procédure (41-92)	58 s 8 s 19 s 2 min 30 s
Phase 3 (92-137) Reproduction 2 	3 min 01 s	Présentation et analyse collective du modèle (92-96) Réalisation individuelle (96-100) Mise en commun de productions d'élèves (101-112) Explicitation collective de la procédure (113-137)	34 s 23 s 39 s 1 min 25 s
Phase 4 (137-246) Reproduction 3 	5 min 54 s	Présentation et analyse collective du modèle (137-184) Explicitation collective de la procédure (184-246)	2 min 22 s 3 min 32 s
Phase 5 (246-364) Reproduction 4 	8 min 35 s	Présentation du modèle (246-252) Analyse collective du modèle (252-271) Réalisation individuelle du modèle (271-277) Explicitation collective de la procédure (277-364)	1 min 10 s 1 min 1 min 15 s 5 min 10 s
Phase 6 (364-503) Reproduction 5 	8 min 23 s	Présentation du modèle (264-368) Analyse collective du modèle (268-388) Explicitation collective de la procédure (389-503)	48 s 1 min 33 s 6 min 02 s
Phase 7 (503-590) Reproduction 6 	7 min 05 s	Présentation du modèle (503 - 505) Analyse collective du modèle (505-539) Réalisation individuelle du modèle (540-555) Explicitation collective de la procédure (555-590)	32 s 2 min 55 s 1 min 08 s 2 min 30 s
Phase 8 (590-742) Reproduction 7 	11 min 19 s	Présentation du modèle (590-594) Analyse collective du modèle (594-637) Recherche individuelle (638-660) Explicitation collective de la procédure (660-742)	1 min 30 s 2 min 37 s 2 min 06 s 5 min 06 s
Phase 9 (743-796) Conclusion	1 min 26 s	Institutionnalisation locale et orale portant sur le vocabulaire.	1 min 26 s

Détail du déroulement

En fin de matinée, l'enseignante a déjà proposé une activité courte de reproduction de figures à un pliage avec le PLIOX¹⁸ dont l'objectif est le vocabulaire géométrique (on rappelle que cette séquence est la première de l'année sur les objets géométriques).

Phase 1 : Entrée dans l'activité

Épisode 1 : Préparation du matériel

La séance débute par la préparation du matériel.

Épisode 2 : Rappel de la séance précédente

L'enseignante commence la séance proprement dite par un rappel de la séance précédente : « Alors, qui peut me rappeler ce que nous avons fait la dernière fois avec le PLIOX ? Qui s'en souvient bien ? » (P, 11). Les interventions des élèves portent sur les manipulations qu'ils ont eues à effectuer : « En fait on avait plié de tous les côtés. » (Mathieu, 16). L'enseignante engage alors une petite discussion sur le nombre de plis qui avaient été nécessaires et conclut : « Nous avons plié une seule fois. » (P, 28).

Phase 2 : Reproduction 1

Épisode 1 : Consigne et présentation du modèle

L'enseignante explique tout d'abord le déroulement de la reproduction (qui va se répéter tout au long de la séance) : « (...) je vais vous montrer un PLIOX qui est plié, vous allez bien observer le PLIOX et ensuite vous essaierez de le plier comme moi et d'expliquer comment vous avez fait, d'accord ? » (P, 28).

Elle tourne ensuite le dos aux élèves pour réaliser le premier modèle (à deux pliages) qu'elle propose.

Épisode 2 : Analyse collective du modèle

Pour cette première reproduction, l'analyse est très rapide : les élèves identifient immédiatement le carré et précisent sa couleur : « Un carré rouge ! » (élèves, 32).

Épisode 3 : Réalisation individuelle

La plupart des élèves a réalisé le pliage correct durant l'épisode précédent et l'agite alors devant la maîtresse.

Par contre, Juliette B n'a pas encore réussi : lors de l'épisode précédent, elle a obtenu un triangle en pliant le PLIOX selon la diagonale (étape 1) ; elle observe le carré rouge au centre, puis retourne le PLIOX et replie au verso selon les deux demi-médianes du PLIOX (étapes 2 et 3) ; elle retourne enfin son PLIOX (étape 4) et obtient le modèle en ayant fait 3 pliages.



« En faisant deux plis, vous allez essayer d'obtenir le même carré que moi ... » (2 min 50s)



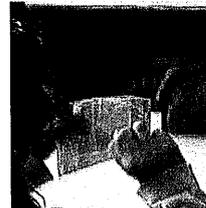
Étape 1



Étape 2



Étape 3



Étape 4

Épisode 4 : Explicitation collective de la procédure

L'enseignante enchaîne rapidement sur l'explicitation de la procédure : « Alors, qui explique comment il a fait ? » (P, 41), puis précise « Qui arrive à m'expliquer que avec des mots ? » (P, 45). Plusieurs élèves répondent :

- Noah et Fanny restent dans une explication mimée : « Et bien en fait, je le plie comme ça, après je ne plie comme ça. » (Fanny, 57) ;
- Maxime explicite les figures obtenues aux différentes étapes, mais pas comment il les obtient : « En fait, c'est ... en fait, au début c'est un carré ... » « Après on a un rectangle, après ... on plie avec le carré rouge. » (Maxime, 63/65).

¹⁸ Je n'ai pas pu me procurer la fiche de préparation de cette petite activité.

L'enseignante reprend l'explication étape par étape en sollicitant les élèves :

- Elle met tout d'abord en évidence le recto et le verso du PLIOX obtenus après un premier pliage. Elle fait ainsi apparaître que le partage d'un carré peut conduire à deux rectangles, mais le partage d'un rectangle en deux carrés reste implicite :

- 66. P : D'accord, alors quand on a ... plié pour avoir ... combien de rectangles ?
- 67. Élèves : Deux ! Deux.
- 68. P : Deux rectangles. Deux rectangles comment ?
- 69. Mathieu : Rouge et jaune
- 70. P : Rouge et jaune et un ... un autre rectangle qui est comment ? Ilona ?
- 71. Ilona : Rouge et vert.
- 72. P : Un rectangle qui est rouge et jaune et un rectangle qui est ?
- 73. Élèves : Rouge et vert. (*L'enseignante fait signe que non de la tête*).
- 74. Noé : Bleu et vert.

- Puis elle revient sur ce qu'on cherchait à obtenir : « Nous, on voulait avoir quoi comme carré ? Un carré rouge ou un carré jaune ? » (P, 88) ;

Elle fait enfin remarquer le nombre de pliages nécessaires à la réalisation du modèle : « Combien de fois on a plié ... tu as plié, Maxime ? » « Deux fois, donc là on est avec deux plis. D'accord ? Deux pliages. » (P, 90/92).

Phase 3 : Reproduction 2

Épisode 1 : Présentation et analyse collective du modèle

Dès que le nouveau modèle est présenté à la classe, les élèves cherchent à le reproduire, alors que l'enseignante attend d'abord une description. Celle-ci est immédiatement apportée par Lilou qui identifie les deux figures internes, leur couleur ainsi que leur position : « Y'a un ca... un ... à droite y'a un carré ... y'a un carré vert et à gauche y'a un triangle bleu. » (Lilou, 95). Cette réponse rapide est peut-être le fait que ce modèle a déjà été présenté aux élèves dans la matinée.



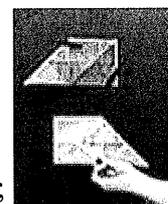
Épisode 2 : Réalisation individuelle

De même, la reproduction est immédiate.

Épisode 3 : Mise en commun de productions d'élèves

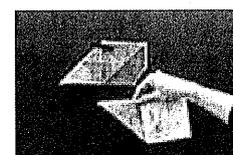
L'enseignante propose quelques productions à la validation collective :

- celle de Mathieu est correcte mais Mathieu n'a plié que le carré bleu, ce qui laisse voir le verso blanc du PLIOX derrière le triangle bleu ; il corrige immédiatement ;
- celle de Mallaury correspond au modèle symétrique, elle est placée sous le modèle ; par ses questions l'enseignante aborde les critères de réussite :



« Est-ce que c'est pareil ? » (P, 106)

- il faut que la figure soit composée des mêmes figures internes : « Alors est-ce que là j'ai bien un carré vert et un triangle bleu ? » (P, 103) ;
- il faut que les figures internes soient positionnées de la même façon les unes par rapport aux autres, ce qui est difficile à identifier comme le montrent les remarques des élèves portant sur la position du PLIOX : « C'est à l'envers ! » (Maxime, 105) « Maîtresse ! Maîtresse ! C'est pas du bon côté ! » (Lilou, 107) ; l'argument utilisé pour infirmer ces remarques consiste à tourner le PLIOX plié ; l'enseignante choisit à ce moment-là de ne pas aller plus loin, la phase suivante abordant ce sujet.



« Qu'est-ce que je dois faire ? » (P, 108)

Épisode 4 : Explicitation collective de la procédure

L'explicitation de la procédure devient alors indispensable. Les élèves sont sollicités pour « expliquer avec des mots » (P, 113).

L'explication de Noémie comporte des références aux couleurs des figures internes, aux côtés, ainsi qu'à deux sommets du carré jaune, les « pointes ».



« Il faut prendre la feuille comme ça » (Noémie, 118)



« Il faut plier en deux le côté bleu et le côté vert » (Noémie, 118)



« Le côté bleu, vous allez faire ... » (Noémie, 118)



« ...vous regardez la pointe et vous pliez jusqu'à la pointe... » (Noémie, 124)



« ...et après ça fait ça ! » (Noémie, 124)

L'enseignante fait reformuler avec le vocabulaire géométrique (carré et sommet) :

121. P : C'est ... c'est quoi le bleu ? C'est un ...

122. Noémie : Euh ... carré.

puis

126. P : D'accord ? Alors vous prenez une pointe ... comment on avait la dernière fois qu'on appelait cette pointe-là ?
On l'appelle comment ? Le ...

127. Noémie : Sommet.

En revanche, elle ne met pas en évidence les plis utilisés pour la reproduction en tant qu'éléments figuratifs 1D (médiannes du PLIOX).

Phase 4 : Reproduction 3

Épisode 1 : Présentation et analyse collective du modèle

Dès que le nouveau modèle est présenté à la classe, certains élèves comme Mokhtar, Mallauray, Mathieu, Adrien, Ilona, Emma, Juliette E, cherchent à le reproduire, alors que les autres écoutent et participent à la discussion. Celle-ci correspond à une suite de l'épisode 3 de la phase précédente : l'analyse va permettre de pointer les ressemblances et les différences entre les deux derniers modèles.

B



Au niveau de « ce qui est pareil » (P, 145) plusieurs éléments apparaissent, qui se font de plus en plus précis sous les questions de l'enseignante :

- la couleur sans distinction de forme : « Les couleurs. » (Noah, 143) ;
- les figures internes sans référence aux couleurs : « Les formes... » (Noémie, 144) ; « Le carré. » (Lilou, 150) ; « Le triangle » (Maria, 166) ;
- les figures internes avec référence aux couleurs : « Le carré vert » (Lilou, 154) », « Le triangle » « bleu » (Maria, 166/168) ;
- la position de certaines figures internes : « Le carré vert, comme dans le précédent, il est à droite. » (P, 158).

L'enseignante amène alors les élèves vers la question la plus importante : « Par contre, qu'est-ce qui change (...) ? » (P, 169). Les élèves proposent « le sens » (élèves, 171), l'enseignante précise « Le sens du ... triangle bleu. D'accord ? Il n'est pas orienté de la même ... façon. » (P, 174), puis explicite cette phrase en attirant leur attention sur l'un des sommets du triangle bleu :

180. P : La pointe là, la pointe, elle était où ?

181. Noémie : En bas.

182. P : En bas et là la pointe, elle est ...

183. Élèves : En haut !

184. P : En haut d'accord ?

On remarque qu'à cette occasion, elle utilise le vocabulaire familier des élèves, mais pas le mot géométrique « sommet ».

Épisode 2 : Explicitation collective de la procédure

Durant la discussion (épisode 1), les élèves ont réalisé leurs pliages, incitant l'enseignante à proposer tout de suite l'explicitation collective de la procédure.

On constate de nouveau que le premier élève (ici, Lalie) réalise les gestes sans expliquer : « Et ben en fait, et ben, je l'ai mis comme ça (inaudible) et puis on plie comme ça ... » (Lalie, 191).

L'enseignante aide alors à la formulation par un jeu de questions adressées à Lalie ainsi qu'au reste de la classe, en sollicitant l'usage du vocabulaire géométrique :

- elle précise les éléments figuratifs 2D obtenus après le premier pliage (qui est identique à celui réalisé pour le modèle précédent) : « Je t'aide. Là le carré rouge et le carré jaune [elle désigne le verso], et le carré vert et le carré bleu [elle désigne le recto]. Et ensuite ? » (P, 199) ;
- elle fait expliciter le pliage de la deuxième étape : « Le pli comme ça, ça veut dire quoi ? » (P, 201) ; « Pour avoir une moitié du carré ? On plie comment ? Qui peut expliquer un peu mieux ? » (P, 205) ; « Tout à l'heure, je l'ai dit avec Noémie. » (P, 209) ; « Le sommet. Qu'est-ce qu'on fait avec le sommet ? » (P, 213).

Comme dans la séance précédente (séance 2 – phase 3 – épisode 3), les gestes réalisés par l'enseignante correspondent à une interprétation stricte des propositions des élèves, ce qui rend certains faits explicites :

- le pliage selon l'une des diagonales du carré conduit à deux figures possibles (un trapèze jaune-vert ou un trapèze bleu-vert), selon que l'on plie « vers le recto » ou vers le « verso » du PLIOX ;

ceci souligne l'importance du sens du pliage ;



« Non ! Dans l'autre sens ! »
(élèves, 217)

- la formulation peut être ambiguë : « Mais regardez, là, là, j'ai pris un sommet, et si je plie comme ça, je mets ce sommet en bas sur le sommet d'en haut, ah ! » (P, 219) ;



« ... j'ai pris un sommet... »
(P, 219)



« ... je mets le sommet en bas sur le
sommet en haut ... » (P, 219)

l'utilisation du vocabulaire de position apparaissant alors nécessaire, comme l'illustre l'extrait suivant :

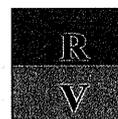
- 236. P : Alors, alors, ce sommet, c'est lequel celui-là ? Lalie, tu écoutes !
- 237. Noé : En haut
- 238. Lilou : En haut à gauche.
- 239. Noé : Là, c'est le sommet en bas.
- 240. P : On prend les deux sommets, celui d'en haut à gauche et celui d'en bas à droite ...
- 241. Noé : Et après on les plie.
- 242. P : Et on plie. On fait ... on fait un pli entre les deux, alors ?
- 243. Élèves : Oui ! Oui !
- 244. P : Entre le sommet en haut à gauche et le sommet en bas à droite. Et là on a bien la même ...
- 245. Noé : Chose
- 246. P : Figure. (...)

Phase 5 : Reproduction 4

Épisode 1 : Présentation du modèle

L'enseignante fait remettre le PLIOX à plat sur les tables et attend le retour au calme avant de présenter le nouveau modèle, avec la précision: « Toujours avec deux plis, hein. On est toujours avec deux plis. » (P, 252).

J
B



Épisode 2 : Analyse collective du modèle

Lorsque l'enseignante demande sa description, presque tous les doigts se lèvent ... Les propositions portent sur les éléments figuraux 2D présents à l'intérieur de la figure :

- les figures internes (sans référence à leur couleur) sont dénombrées : « On voit quatre rectangles. » (Ilona, 262) ;
- mais également des sous-figures polychromes témoignant d'une reconfiguration : « Deux carrés. » (Lucas, 253), mais cette proposition n'est pas retenue par l'enseignante.

Celle-ci attire plutôt l'attention des élèves sur la figure externe (« Alors, déjà, qu'est-ce que vous voyez dans l'ensemble ? », P, 257), puis sur les couleurs. On peut constater dans la discussion une alternance entre le point de vue global et la mise en évidence d'une décomposition méréologique :

- 263. P : Alors on voit un grand rectangle et ...
- 264. Élèves : Quatre petits rectangles !

L'enseignante conclut cette analyse en présentant certains points abordés : « Et on voit ... dans ce grand rectangle, quatre petits rectangles. Chut. Un de chaque couleur : un rouge... un jaune, un rouge, un bleu, un vert, d'accord ? » (P, 271). En revanche, elle ne revient pas sur la présence d'autres sous-figures polychromes.

Épisode 3 : Réalisation individuelle du modèle

Les élèves se lancent immédiatement dans l'activité pendant que l'enseignante passe dans les rangs. Cet épisode est très court : la plupart des élèves réalisent rapidement le modèle.

La production d'Adrien (voir ci-contre) est incorrecte, même si la forme globale (le rectangle) ainsi que le partage en quatre rectangles sont corrects : l'orientation incorrecte

J
B



Production d'Adrien

des quatre rectangles est due au choix des plis (les médianes incorrectes des carrés de couleur). Lilou, assise à son côté, le lui fait remarquer puis, pour appuyer ses dires, déplie son propre PLIOX et le replie pour retrouver la production d'Adrien. L'enseignante choisit de ne pas intervenir directement, mais propose la mise en commun à ce moment-là.

Lilou réalise de nouveau le pliage correct, mais lentement, observée par Adrien : celui-ci oriente alors correctement son PLIOX puis réalise le pliage correct, tout en vérifiant à chaque étape sur sa voisine par un bref coup d'œil. L'étayage, sans parole, est ainsi pris en charge par un pair.



Adrien

Épisode 4 : Explicitation collective de la procédure

Axel propose de plier d'abord le carré jaune et le rouge. On constate que l'enseignante devient plus exigeante sur la formulation :

- elle fait reprendre systématiquement les formulations qui n'utilisent pas le vocabulaire géométrique : « Le quoi jaune et le quoi rouge ? » (P, 287) ; « On a utilisé ... Comment ça s'appelle, ça ? [Elle repasse avec le doigt le long d'un côté du PLIOX] » (P, 299) ;
- elle attend de la précision : « Est-ce qu'on a plié les côtés ? Là je plie les côtés. Est-ce qu'on a plié les côtés ? » (P, 314).



« Là, je plie les côtés... » (P, 314)

Elle conclut ce premier sous-épisode par une formulation correcte : « Sur les carrés rouge et jaune, on a mis le côté en haut sur le côté en bas. » (P, 324).

Pour vérifier la bonne compréhension de cette phrase, elle demande à la classe la formulation de la procédure dans le cas des carrés bleu et vert : « Voilà, on fait pareil avec le carré bleu et le carré vert, c'est-à-dire ... vous répétez un peu pour voir si vous avez bien compris ? » (P, 326).

Elle ne conclut pas cette phase par une mise en évidence des relations entre le carré et le rectangle.

Phase 6 : Reproduction 5

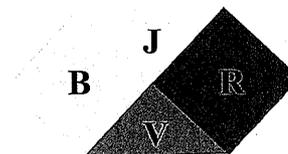
Épisode 1 : Présentation du modèle

L'enseignante fait remettre le PLIOX à plat sur les tables, présente le nouveau modèle et demande aux élèves de placer leur PLIOX sous leur trousse.

Épisode 2 : Analyse collective du modèle

Les élèves sont sollicités pour décrire ce qu'ils voient. Plusieurs points sont abordés :

- les figures internes :
 - les triangles d'abord : « Un triangle ... deux triangles. » (Noé, 369)
 - puis les carrés secondaires : « Un carré rouge ... » (Lalie, 383) puis « ... on a encore un carré bleu » (Lalie, 387)
- l'orientation : « c'est un triangle, il est à l'envers » (Lola, 371) ; « Un carré rouge mis sur la pointe » (Lalie, 383) ;
- les positions relatives : « Un triangle jaune en haut. » (P, 374) ; « Et le vert, il est en bas. » (Lola, 375) ; « Et sur la gauche on a encore un carré bleu sur la ... gauche. » (Lalie, 387).



Les caractéristiques de couleur sont employées sur les recommandations de l'enseignante : « Alors, dis les couleurs, ça va nous aider à voir. » (P, 370).

On constate que la reconnaissance des carrés en situation non prototypique n'est pas immédiate pour certains élèves, par exemple Noé : « C'est pas un carré. » (Noé, 384). Pour le convaincre, Lalie avance un argument de position (qui explicite une modification positionnelle) : « C'est un carré rouge en fait, il est tordu sur la pointe. » (Lalie, 385). L'enseignante n'intervient pas dans cet échange ; elle ne tourne pas non plus le PLIOX pour présenter les carrés en situation prototypique.

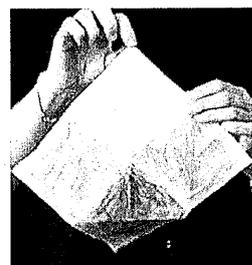
Elle conclut cette partie par une synthèse des points abordés : « Donc un triangle jaune en haut, un triangle vert en bas, un carré rouge, qui est tordu comme dit Lalie sur la droite, et un carré bleu qui est tordu comme dit Lalie sur la gauche. » (P, 388).

Épisode 3 : Explicitation collective de la procédure et du nombre de plis nécessaires

La reproduction est très rapidement réalisée, les élèves extrêmement motivés pour venir au tableau. Comme dans la phase précédente, on constate une plus grande exigence de rigueur de la part de l'enseignante dans le discours des élèves.

Nicolas explique qu'il a plié le « Le morceau jaune » « Euh ... là ... comme ça » (Nicolas 401/407), avant de préciser, sur sollicitation de l'enseignante qu'il s'agit du « carré jaune » plié « au triangle » (Nicolas, 403/409). Celle-ci reformule « Tu as fait un triangle en pliant ton carré ? » (P, 410) avant de demander la procédure de pliage : « Comment tu as fait pour faire un triangle ? » (P, 410) probablement dans le but de mettre en évidence la diagonale secondaire correspondant au pli. Plusieurs élèves vont alors tenter une explication :

- Nicolas verbalise son geste en le justifiant : « Après j'ai pris le sommet là jusqu'à là » « Parce qu'après il y a un trait » (Nicolas, 415/417) ;



« J'ai plié le sommet jusqu'au bout » (Nicolas, 419)

- Noah positionne son PLIOX « comme un diamant » (Noah, 419) en faisant référence à une discussion de la séance 2 (phase 6 – épisode 2), puis verbalise son geste : « Et après le jaune j'ai pris le sommet comme ça et je l'ai mis à l'envers » (Noah, 433) ;
- Fanny est la première à employer du vocabulaire de position : « Ben ... euh ... le sommet là et euh en bas là ... dedans ... et ben je regarde derrière ... » (Fanny G, 445) ; par un jeu de questions, l'enseignante obtient une formulation correcte :

- 446. P : Alors, tu prends le sommet qui est en ... en ...
- 447. Fanny G : Haut.
- 448. P : En haut.
- 449. Noé : Jusqu'en bas.
- 450. P : Jusque ...
- 451. Élève : Au trait !
- 452. Sarah : Jusqu'à la pointe !
- 453. P : La pointe, Sarah ? La pointe c'est le ...
- 454. Élève : Sommet !
- 455. P : C'est le sommet aussi, hein ! On prend le sommet qui est en haut, on le met sur le ...
- 456. Élèves : Sommet !
- 457. P : Sommet qui est ... en bas.

En continuant son jeu de questions, elle cherche en vain à faire expliciter le fait que les sommets sont sur une diagonale.

La formulation de Fanny est reprise pour la procédure de pliage du carré vert : « On ... on ... on met le sommet qui est en haut sur le sommet qui est en bas. » (Lalie, 462). En réalisant le geste l'enseignante plie le carré vert selon la diagonale correcte mais en ramenant le triangle sur le recto du PLIOX. Les réactions des élèves sont de deux types :

- Lilou considère la formulation non conforme : « Ben non, c'est l'inverse ! » (Lilou, 468) ;
- celle de Noé ajoute une précision à une formulation qu'il juge conforme : « Derrière ! » (Noé, 470).

Après un essai de reformulation laborieux par les élèves, l'enseignante conclut cette phase en intégrant les deux changements proposés par Lilou et Noé : « Donc on reprend nos explications. On a fait deux plis, Ilona j'aimerais bien que tu écoutes, on ... on fait ... on prend le sommet qui est en haut, on le met sur le sommet qui est en bas ... » « Là ... en pliant ... en arrière, et après on prend le sommet qui est en bas, on va le mettre sur le sommet qui est en haut mais en pliant en arrière toujours, hein ? Pas en pliant par-devant. En pliant par-dérrière, d'accord ? Et là, on a bien la même figure. » (P, 501/503).

On constate que dans cette phase, l'enseignante reste sur une analyse perceptive de la figure (seules les figures internes sont identifiées, ainsi que leurs positions), puis sur la procédure pour la reproduire. À l'issue de cette phase, aucune conclusion portant sur les relations entre le carré et le triangle n'est proposée.

Phase 7 : Reproduction 6

Épisode 1 : Présentation du modèle

L'enseignante fait ranger sous la trousse le PLIOX déplié, se tourne pour réaliser un nouveau modèle qu'elle présente à la classe. Celui-ci nécessite trois pliages.

B J

Épisode 2 : Analyse collective du modèle

Ce modèle est assez simple à analyser. Les élèves proposent :

- les deux figures internes : « On voit le bl ... le bleu ... le triangle ... bleu ... et puis ... le triangle ... jaune. » (Océane, 514) ;
- leur position : « En fait, y'a un triangle à gauche bleu et un triangle jaune à droite. » (520, Chloé) ;
- la figure externe : « Et ... euh ... le tout ça fait un triangle. » (Noé, 524) ;

La décomposition méréologique strictement homogène du triangle en deux triangle est ainsi sous-jacente. De plus, le fait que les triangles de couleur correspondent à des moitiés de carrés apparaît spontanément lors de la discussion :

535. P (désignant le triangle jaune) : Ça c'est une moitié de triangle ?
536. Noé : Non ! C'est la moitié du tri...
537. Élèves : Non !
538. Autre élève : C'est la moitié du carré !

L'enseignante ne précise pas à ce moment-là le nombre de plis nécessaires.

Épisode 3 : Réalisation individuelle du modèle

Pendant que les élèves réalisent leur pliage, l'enseignante précise le nombre de plis : « Moi, je vais vous demander de le faire avec trois plis. » (P, 553). La majorité des élèves réussit le pliage rapidement.

Épisode 4 : Explicitation collective de la procédure

On constate que l'exigence d'explication « avec des mots » (P, 563) conduit les élèves à passer d'une explicitation gestuelle à une verbalisation géométrique. Cette fois-ci, l'élève met en évidence les éléments figuratifs 1D comme lignes de pli :

- la médiane pour le premier pliage (qui conduit au rectangle bleu-jaune) : « J'ai plié sur ... j'ai pris la ... la ligne du milieu » (Lilou, 564) ; après réalisation par la maîtresse d'un pliage selon la médiane incorrecte, elle apporte une précision d'orientation : « Oui, j'ai ... j'ai pris à l'horizontale. » (Lilou, 566) ;
- les diagonales d'abord du carré jaune puis du bleu : « En fait, j'ai ... j'ai vu qu'il y avait un trait là. » « Et puis après j'ai fait la même chose avec l'autre côté. » (Lilou, 571/575) ; après réalisation par la maîtresse d'un pliage selon une diagonale incorrecte, Lilou apporte une précision d'orientation qui s'avère incorrecte du fait qu'elle est derrière le PLIOX : « La diagonale qui va de haut à ... droite et qui va à gauche. » (Lilou, 577) ; elle rectifie cette erreur dès que l'enseignante la fait pivoter.



« ... là aussi je plie selon la diagonale ... c'est pas pareil » (P, 576)

On constate que le mot « diagonale » est apporté par l'enseignante.

Celle-ci conclut cette phase en faisant remarquer aux élèves que le verso du pliage réalisé est « inversé » (Lalie, 589).

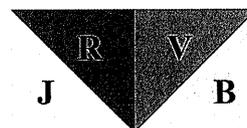
J B

Verso du modèle

Phase 8 : Reproduction 7

Épisode 1 : Présentation du modèle

Une nouvelle fois, l'enseignante fait ranger le PLIOX sous la trousse et présente un nouveau modèle aux élèves. Il s'agit d'un modèle obtenu avec au moins trois pliages.



Épisode 2 : Analyse collective du modèle

Les élèves sont invités à décrire ce qu'ils voient. Sont mis en évidence :

- les quatre figures internes : « Des triangles » (élève, 613) , « Y'a bleu, vert, rouge et jaune. » (élève, 616) ;
- deux sous-figures polychromes (correspondant à reconfiguration) : « On voit des carrés. » (Noé, 603) ;
- la figure externe après sollicitation de l'enseignante : « Un rectangle. » (Noé, 611).

De plus, la décomposition méréologique des deux sous-figures due au jeu des couleurs est soulignée : « Deux couleurs ! C'est des carrés par deux couleurs ! » (Maxime, 624) ; « Oui ! C'est des carrés partagés en deux. Y'a une moitié ça fait un triangle d'une couleur. » « Et l'autre moitié, ça fait un triangle d'une autre couleur. » (Noé, 625/627).

On constate ainsi une mise en évidence de relations entre figures qui est reprise par l'enseignante dans une phrase synthétique de conclusion : « Alors pour résumer ce que vous venez de dire, on voit un grand rectangle, et on voit deux carrés, partagés dans ce sens ... on voit deux carrés partagés chacun en deux triangles, premier carré un triangle rouge et un triangle jaune, deuxième carré un vert et un bleu. » (P, 636).

Épisode 3 : Réalisation individuelle du modèle

Pendant que les élèves qui le souhaitent réalisent leur pliage, les autres les regardent. L'enseignante rappelle le nombre de plis. Durant cet épisode, elle se promène dans les rangs, encourage (« Mokhtar, tu cherches aussi ? Très bien. », P, 658), relance (« Est-ce que c'est vraiment fini ? », P, 652), incite les élèves au travail. Ce dernier modèle est le plus difficile à réaliser puisqu'il nécessite notamment le pliage « par-devant » du PLIOX. Tous les élèves ne parviennent pas à la reproduction.

Épisode 4 : Explicitation collective de la procédure

Cette mise en commun se déroule alors en deux étapes.

Une première étape consiste à montrer la réalisation du modèle sans parole : « Alors Noah tu vas aller au tableau et sans rien dire, tu vas montrer comment tu as fait. Mais sans rien dire. D'accord ? Allez, va au tableau. Prends ton PLIOX. » (P, 660). À l'issue de cette monstration, certains élèves, comme Mokhtar, sont alors capables de reproduire le modèle.



Réalisation du modèle par Noah

La deuxième étape est plus classique : « Alors toi par contre, Maria, il va falloir que tu expliques avec les mots, hein. » (P, 680). Même si une élève est au tableau, les questions de l'enseignante s'adressent à toute la classe et balisent les étapes de la réalisation du modèle, en faisant expliciter ce qui est plié (« Alors qu'est-ce que tu as plié, là ? », P, 682) et comment (« Comment on le plie ? », P, 691) :

- Étape 1 : les élèves proposent de plier « Le carré rouge. » (Noé, 688), « Dans la diagonale ! » (Mathieu, 692) ; l'enseignante demande alors des précisions sur la ligne de pli, obtenues selon un jeu de questions s'apparentant à la maïeutique socratique :
 697. P : On plie le carré rouge sur la diagonale. Laquelle de diagonale ?
 698. Mathieu : (*inaudible*)
 699. Sarah : En bas ! (*la maîtresse fait signe que non*).
 700. Noé : En haut !
 701. P : Celle qui part de ... du sommet en haut ... en haut à ...
 702. Maria : Droite.
 703. P : En haut à gauche vers ...
 704. Maria : (*inaudible*)
 705. P : Alors attends, comment tu la regardes. En haut à droite vers en bas à ...
 706. Mathieu : Gauche !
 707. P : D'accord. Alors on plie le carré rouge sur la diagonale qui part de en haut à droite vers ...
 708. Mathieu : (*inaudible*)
 709. P : ... Du sommet en haut ... qui part du sommet en haut à droite vers le sommet en bas à gauche.
- Étape 2 : le même jeu se répète pour le pliage du carré vert :
 711. P : Oui, l'autre c'est sur le ...
 712. Mathieu : Vert, vert !
 713. P : Sur le carré vert. Qu'est-ce qu'on fait ? On plie sur la ...
 714. Maria : Diagonale.
 715. P : Diagonale qui part ... de ... du sommet ... en haut ... en haut à gauche vers le sommet en bas à droite.

- Étape 3 :

- avant de demander comment effectuer le pli, l'enseignante souligne la position de la partie pliée qui est différente des précédentes : « Alors là on ne plie pas à l'envers, hein ! On plie sur les couleurs. Parce que jusqu'à maintenant, on pliait toujours euh derrière, hein ? On mettait le pli derrière. Et là on plie devant. » (P, 719) ;
- les élèves remarquent la position du pli (« À l'horizontale. », élève, 725) sans autre précision, peut-être parce que le seul pli « horizontal » visible sur le PLIOX de l'enseignante correspond à cette médiane ;
- en réalisant un pliage selon une médiane secondaire (donc « horizontale » mais incorrecte), l'enseignante cherche à souligner l'imprécision de l'expression des élèves qui proposent alors de mettre le sommet « Jusqu'en bas. » (Maxime, 731) ; elle ne fait pas le lien avec la « ligne du milieu » évoquée dans la phase précédente (épisode 4).

L'enseignante clôt cette phase sans synthèse, peut-être à cause de la fatigue perceptible des élèves après plus de 50 minutes d'activité !

Phase 9 : Conclusion

L'enseignante termine la séance en demandant aux élèves un rappel des mots utilisés. Il s'agit d'une institutionnalisation locale concernant le vocabulaire. Par une gestion rationnelle des propositions des élèves, elle met en évidence les différentes catégories auxquelles les mots font référence :

- les couleurs : « Rouge, bleu, vert, jaune, les couleurs. » (P, 749) ;
- les éléments figuratifs 2D : « Les formes, d'accord, on va dire ça comme ça. Carré, triangle, rectangle, les formes. » (P, 758) ;
- des éléments figuratifs 1D que l'enseignante suit du doigt :
 - les plis en général d'abord : « Les traits. » (élèves, 761) ;
 - puis les médianes : « L'horizontale. L'horizontale. » (Lilou, 764) et « La verticale. » (Lilou et d'autres élèves, 766) ;
 - les diagonales : « La diagonale. » (élèves, 762) ;
 - les côtés du modèle rectangulaire lorsque l'enseignante les montre : « Les ... les côtés ! » (Noé, 768) ;
- parmi les éléments figuratifs 0D, les élèves notent « les sommets » (Noémie, 759) ; l'enseignante pointe du doigt des sommets du modèle rectangulaire mais également d'autres points intérieurs correspondant aux sommets des deux triangles rouge et jaune.



« Les sommets ... ici » (P, 760)

Commentaire

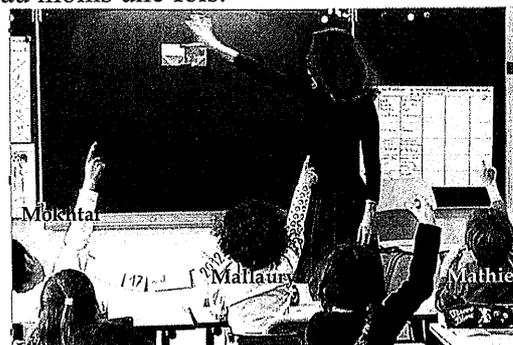
Au niveau des élèves

La séance 3 se déroule en début d'après-midi, et se situe dans la dernière semaine de classe avant les vacances de printemps, ce qui peut expliquer que les élèves soient plus agités que lors de la séance 2 : plusieurs rappels à l'ordre et retours au calme sont nécessaires tout au long de la séance, même si l'intérêt des élèves est toujours aussi vif. De plus, la séance est très longue pour des CP !

En prenant le nombre de prises de parole à bon escient, on constate :

- qu'il y a eu 144 interventions des élèves sur les 54 minutes de la séance, soit en moyenne environ 13,3 prises de parole / 5 minutes (elle était de 8,7 prises de parole / 5 minutes lors de la séance 2 !) ;
- qu'au moins 21 élèves sur les 24 présents sont intervenus au moins une fois.

Les élèves en difficulté restent attentifs et impliqués dans l'activité (l'illustration ci-contre montre Mokhtar, Mallaury et Mathieu au premier rang).



Un moment de classe - phase 4 (18 min 21 s)

Leur participation est d'ailleurs supérieure à celle qu'ils avaient dans la séance 2 (voir tableau ci-dessous).

	Mathieu	Mokhtar	Mallaury	Lili-Rose
Taux de prise de parole séance 2	4,3%	4,3%	0%	2,2%
Taux de prise de parole séance 3	10,4%	5,6%	1,4%	abs

Évolution des taux de prises de parole d'élèves en difficulté d'une séance à l'autre

Plus particulièrement :

- Mathieu intervient régulièrement tout au long de la séance (dans 7 phases sur les 9) :
 - il réussit toutes les reproductions à deux plis (phases 1 à 6) très rapidement (la durée des manipulations varie entre 9 s et 1 minute), et celles à trois plis (phases 7 et 8) après avoir observé l'élève au tableau ;
 - il emploie à bon escient le vocabulaire géométrique (« On va ... à l'autre sommet... », 215 ; « Non, des rectangles ! », 255 ; « Dans la diagonale ! », 692), ainsi que le vocabulaire de position (« Du haut, oui !! » 227 ; « Gauche », 706 ; « Par-devant », 720) ;
 - lors de la phase 4, il est capable de reproduire le modèle de la phase précédente à partir de celui qu'il vient de réaliser (les deux trapèzes bleu-vert).
- Mokhtar intervient lors des phases 5, 8 et 9 :
 - il réussit les reproductions à deux plis rapidement (la durée des manipulations varie entre 10 s et 1 minute) – sauf celle de la phase 4 (le deuxième trapèze bleu-vert que Mallaury réalise pour lui) – ainsi que celles à trois plis (phases 7 et 8) après avoir observé l'élève au tableau ;
 - il est capable d'expliquer certains gestes : « Non ! On a utilisé les traits. » (Mokhtar, 295), « On a mis le côté en haut sur le côté en bas. » (Mokhtar, 321) ;
 - il emploie à bon escient le vocabulaire géométrique : « Ben, un carré bleu. » (Mokhtar, 601), « La diagonale du ... » (Mokhtar, 696) ;
- Mallaury intervient lors des phases 5 et 8 :
 - elle réussit immédiatement les reproductions à deux plis des phases 2, 4, 5 et 6 (la durée des manipulations varie entre 8 s et 1 minute) ; lors de la phase 3, elle commence par produire la figure symétrique, puis corrige suite à une intervention de l'enseignante et au constat que « C'est à l'envers » (maxime, 105) après avoir mis côte à côte le modèle et sa reproduction (voir épisode 3) ; elle réussit également les reproductions à trois plis : celle de la phase 7 nécessite un peu plus de temps et sa réalisation « déborde » sur la mise en commun alors que celle de la phase 8 est terminée pendant l'analyse collective du modèle (1 minute 30 s après sa présentation) ;
 - elle emploie à bon escient du vocabulaire géométrique : « Des rectangles ! » (Mallaury, 256).

Le déroulement de la séance

On constate dans cette séance un schéma général de travail plus élaboré que dans la précédente et qui s'affine au fil du déroulement :

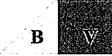
- à chaque proposition d'un nouveau modèle, celui-ci est analysé collectivement par les élèves,
- puis il est reproduit individuellement ;
- une discussion collective porte ensuite sur une procédure possible.

Les savoirs qui circulent pendant la séance

On constate que l'analyse du modèle conduit tout d'abord les élèves à l'identification de la figure externe ainsi que des figures internes (induites par le jeu des couleurs), puis progressivement à celle de sous-figures monochromes et polychromes. Ainsi les seuls éléments figuraux sont de dimension 2 et les interventions des élèves témoignent d'une déconstruction figurale : décomposition méréologique et reconfiguration. Les différents épisodes collectifs sont l'occasion pour les élèves d'utiliser le vocabulaire en situation. Dans cette séance, le vocabulaire utilisé est le suivant :

- le vocabulaire géométrique : carré, triangle, rectangle, côté, sommet, diagonale ;
- le vocabulaire de position : en haut, en bas, à droite, à gauche, derrière, devant
- le vocabulaire d'orientation : horizontal, vertical, à l'envers, à l'endroit,
- le vocabulaire des couleurs : jeune, rouge, vert, bleu.

Le tableau ci-après résume les points abordés lors des différentes épisodes d'analyse¹⁹.

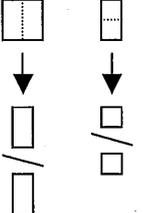
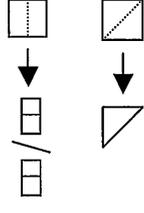
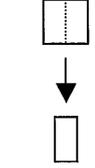
	Phase 2 	Phase 3 	Phase 4 	Phase 5 	Phase 6 	Phase 7 	Phase 8 
Figure externe	Carré			Rectangle (E)		Triangle	Rectangle(E)
Figures internes		Carré Triangle	Carré Triangle	Rectangle	Triangle Carré	Triangle	Triangle
Sous-figures				Carré (polychrome)			Carré (polychrome)
Couleur	✓	✓	✓	✓ (E)	✓ (E)	✓	✓
Position		✓	✓		✓	✓	
Orientation			✓		✓		

Remarque : Cette analyse permet également de clarifier le but à atteindre par l'explicitation de ses caractéristiques (ce qui correspond également aux critères de réussite).

L'explicitation de la procédure fait émerger de nouveaux éléments figuraux 2D, des éléments figuraux 1D, ainsi que des relations entre le carré, le triangle et le rectangle (même si celles-ci restent de l'ordre de l'implicite ou ne sont pas reprises par l'enseignante).

Le tableau ci-après récapitule les nouveaux points abordés lors des différents épisodes de mise en commun.

C'est également dans ces épisodes que le vocabulaire spatial est pleinement utilisé.

	Phase 2 	Phase 3 	Phase 4 	Phase 5 	Phase 6 	Phase 7 	Phase 8 
Nouveaux éléments figuraux 2D	Rectangle: figure externe intermédiaire			Carré secondaire			Carré secondaire
Éléments figuraux 1D		sommet, « pointe »	sommet, « pointe »	sommet côté, « bord » « trait » (pour médiane)	sommet, « pointe » « trait » (pour diagonale)	trait, « ligne du milieu » (pour médiane), diagonale	sommet diagonale
Relations							

¹⁹ (E) signifie que ce point est abordé après sollicitation de la part de l'enseignante.

5. L'ÉVALUATION SOMMATIVE

Présentation générale

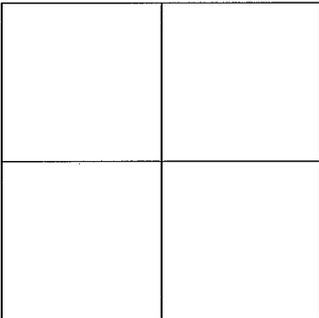
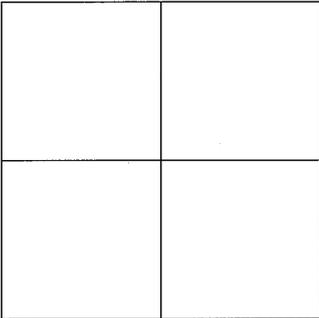
L'évaluation sommative proposée dans la première partie de cette expérimentation (classes de M et de P), reprend en très grande partie l'évaluation diagnostique proposée aux élèves au début de la séquence du PLIOX :

- les consignes sont identiques : il s'agit de repasser le tour d'un ... en couleur ;
- les tâches proposées conduisent à l'analyse des figures proposées : les consignes obligent les élèves à adopter un point de vue différent sur les figures.

Quelques changements de présentation, ou dus à l'analyse des résultats de l'évaluation diagnostique, ont été effectués, que nous présentons dans ce qui suit.

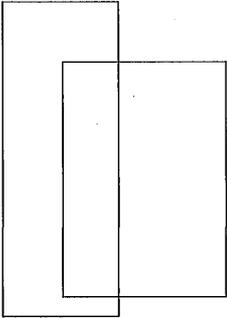
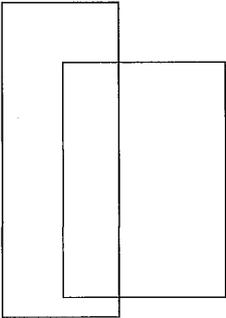
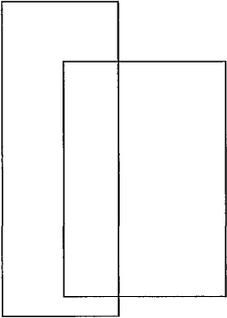
Analyse a priori

Activité 1

Activité 1 1. Repasse en couleur le tour d'un carré	2. Si tu le peux, repasse en couleur le tour d'un autre carré plus grand ou plus petit
	

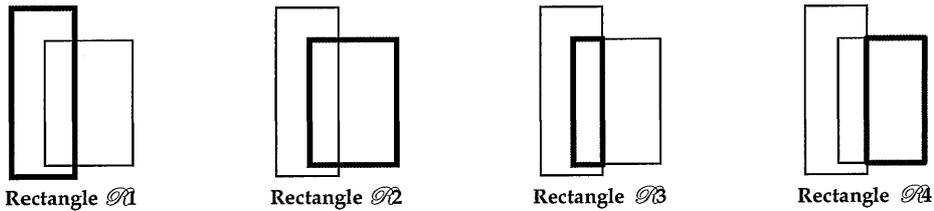
L'activité 1 est exactement la même que celle de l'activité 1 de l'évaluation diagnostique. L'analyse a priori est donc identique.

Activité 2

Activité 2 1. Repasse en couleur le tour d'un rectangle	2. Repasse en couleur le tour d'un autre rectangle	3. Si tu le peux, repasse en couleur le tour d'encore un autre rectangle
		

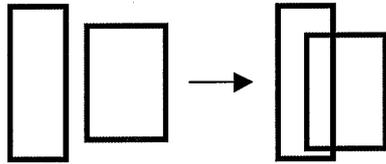
L'activité 2 reprend la même consigne que l'activité 2 de l'évaluation diagnostique. Pour ne pas faire une présentation identique, les figures proposées sont toujours des rectangles, mais ils sont « verticaux » et les trois questions sont proposées alignées.

La présentation conduit à l'identification de 4 rectangles :

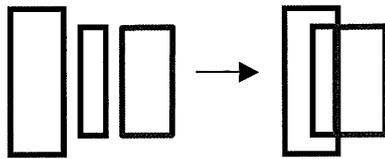


Il existe deux possibilités pour percevoir la figure :

- soit comme la superposition des deux grands rectangles R_1 et R_2 :



- soit comme la juxtaposition/superposition des trois rectangles R_1 , R_3 et R_4 :

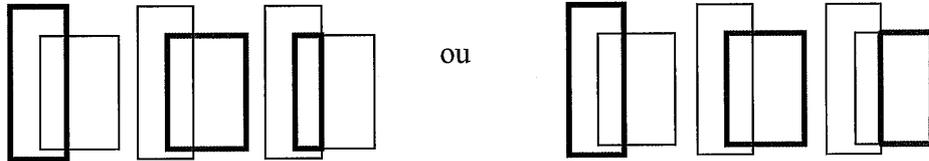


Il existe donc deux procédures correctes attendues possibles.

Procédure 1

- identifier les rectangles R_1 et R_2 ;
- remarquer la présence d'une troisième figure élémentaire (R_3 ou R_4).

Les productions attendues sont alors (dans cet ordre ou pas) :

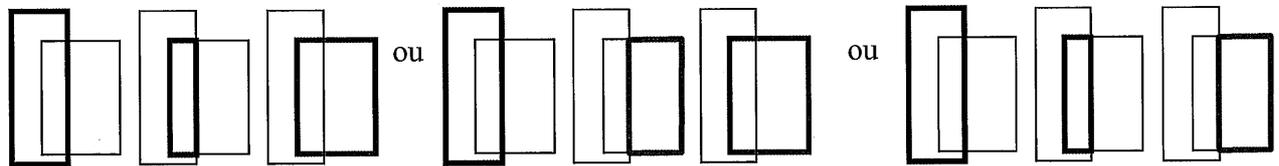


Selon les lois d'organisation visuelles, c'est la superposition de R_1 et R_2 qui risque d'être perçue ; on peut s'attendre à ce que des élèves ne voient pas l'un ou l'autre des deux petits rectangles.

Procédure 2

- identifier R_1 , R_3 et R_4 ;
- remarquer que deux d'entre eux forment un plus grand rectangle : R_2 .

Les productions attendues sont alors (dans cet ordre ou pas) :



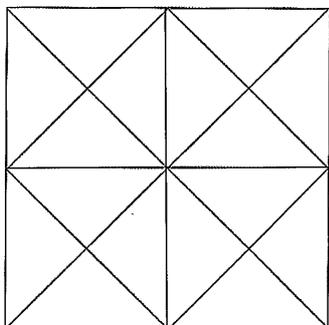
Selon les lois d'organisation visuelles, les élèves peuvent ne pas identifier le contour de R_2 .

L'obtention de la troisième production conduit à se poser la question du changement de point de vue : l'élève a-t-il identifié R_2 , ou considère-t-il la figure comme une superposition de trois rectangles ? Pour être sûr de la réponse, il aurait fallu demander un quatrième rectangle. En l'état, la réponse sera donnée en fonction des autres productions de l'élève lors des deux évaluations.

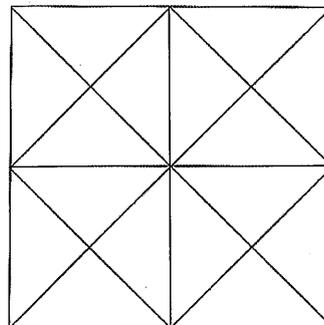
Analyse a priori de l'activité 3

Activité 3

1. Repasse en couleur le tour d'un carré



2. Repasse en couleur le tour d'un **autre** carré **plus grand ou plus petit**



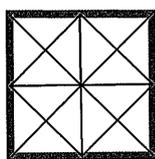
Suite aux résultats de l'évaluation diagnostique, l'activité 3 de l'évaluation sommative reprend la même figure mais dans une position différente pour que le carré central (le plus visible) ne soit plus dans une position prototypique. De plus, une question est rajoutée : il s'agit de trouver un deuxième carré.

La figure de la troisième activité, formée par un carré dans lequel figure un réseau de droites, fait référence au verso du PLIOX utilisé dans la séquence par la présentation de :

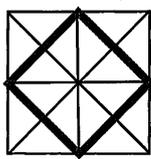
- ses diagonales,
- ses médianes,
- ainsi que des « diagonales secondaires ».

Dans cette nouvelle activité, les élèves doivent identifier deux carrés de types différents (en fonction de leur taille et de leur orientation dans la figure) formés par ce réseau de droites.

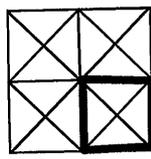
Comme dans l'évaluation diagnostique, il s'agit de savoir si les élèves peuvent reconnaître des formes 2D dans un réseau de droites où elles ne sont pas d'emblée visibles. Quatre types de carrés sont identifiables :



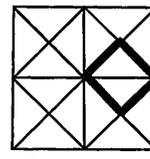
Carré type 1



Carré type 2



Carré type 3



Carré type 4

Les carrés de types 1 et 3 (types impairs) sont dans une situation prototypique ; ce n'est pas le cas des carrés de types 2 et 4 (types pairs). On peut penser que les carrés de types impairs seront majoritairement reconnus par les élèves.

Remarquons enfin que les carrés de type 1 et 3 correspondent à ceux envisagés dans l'activité 1 puisque la figure proposée est superposable à celle de l'activité 1.

Dans la classe de M

Activité 1

Sur les 25 élèves, tous les élèves reconnaissent au moins un carré :

- 7 élèves reconnaissent un petit carré et le grand carré (codage C - c) et répondent correctement.

Parmi eux, Mattéo propose les deux carrés sur la même figure.

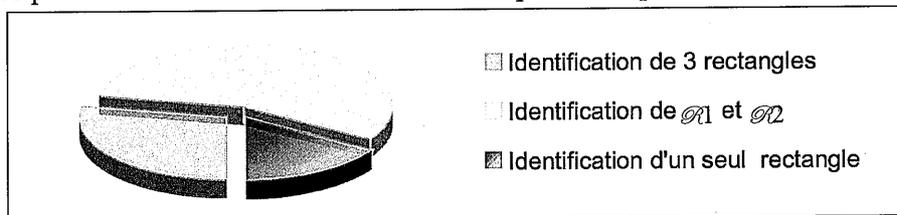
Lors de l'évaluation diagnostique :

- 3 élèves (Ange, Rosen et Tore) avait déjà réussi cette activité ;
- 2 élèves (Marin et Michel) avaient proposé un petit carré et un rectangle, témoignant d'un changement de point de vue ;
- Mattéo avait proposé deux petits carrés ;

- Thalys avait proposé quatre petits carrés et 2 petits carrés.
- Brice propose deux fois le même petit carré (*codage c - c*), alors qu'il avait vu le grand carré lors de l'évaluation diagnostique.
- Les 17 autres élèves (17) proposent deux petits carrés différents (*codage c - c'*). À noter que 2 élèves (Brice et Delphine) avaient pourtant réussi l'activité dans l'évaluation diagnostique.

Activité 2

La répartition des productions dans cette évaluation est représentée par le diagramme sectoriel suivant.



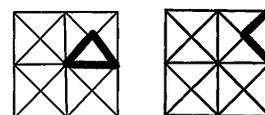
Répartition des productions dans l'activité 2 (classe de M)

Plus précisément, sur les 25 élèves :

- 7 élèves identifient trois rectangles :
 - 3 élèves identifient R_1 , R_2 et R_3 :
 - Brice a échoué à l'activité 1 ;
 - Juliette avait déjà réussi cette activité dans l'évaluation diagnostique ;
 - Tore a réussi l'activité 1 de cette évaluation ;
 - 4 élèves identifient R_1 , R_3 et R_4 :
 - Michel, Rosen et Tessa avaient réussi cette activité dans l'évaluation diagnostique ;
 - Marin, Michel et Rosen ont réussi l'activité 1 de cette évaluation ;
- Il est alors possible de penser que tous ces élèves sont capables de voir R_2 .
- 14 élèves colorient à chaque fois le contour de R_1 et R_2 et ne voient pas le contour d'un troisième rectangle, parmi ceux-ci Ange, Mattéo et Thalys ont réussi l'activité 1 :
 - 13 alternent R_1 et R_2 ;
 - Mattéo repasse le contour du rectangle précédemment trouvé ;
- 4 élèves proposent trois fois R_1 ; ils n'avaient pas le même profil lors de l'évaluation diagnostique :
 - Francesca était absente ;
 - Maxence et Romy avaient identifié R_1 et R_2 ;
 - Thomas n'avait identifié que R_1 .

Activité 3

Sur les 25 élèves, un seul élève, Maxence, ne propose aucun carré mais deux triangles semblables dans deux positions différentes (voir ci-contre). Il avait pourtant identifié le carré de type 2 lors de l'évaluation diagnostique.

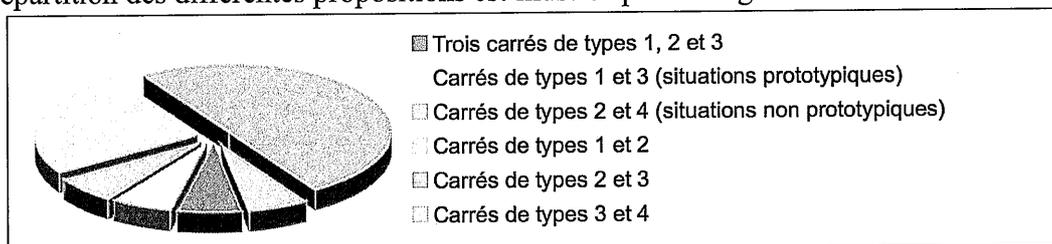


Parmi les autres :

- 16 élèves identifient au moins deux carrés de types différents :
 - Mattéo propose même les carrés de types 1, 2 et 3 ; il a réussi l'activité 1 ;
 - 8 élèves identifient les carrés de types 2 et 3, l'un « au centre » de la figure, l'autre en position prototypique, et notamment :
 - Brice a réussi l'activité 2 ;
 - Francesca et Romy n'ont identifié qu'un seul rectangle dans l'activité 2 ;
 - Michel a réussi toute l'évaluation ;
 - Nathan identifie les deux carrés en situation prototypique ;
 - 4 élèves identifient les carrés de types 1 et 2 ; parmi eux :
 - Ange a réussi l'activité 1 ;
 - Tore a réussi toutes les activités de cette évaluation ;

- Marin identifie les deux plus petits carrés (types 3 et 4) ; il a par ailleurs réussi toute l'évaluation ;
- Rosen identifie les deux carrés en situation non prototypique ; il est le seul élève à avoir réussi les deux évaluations ;

La répartition des différentes propositions est illustrée par le diagramme sectoriel ci-dessous.



Les différents couples corrects de carrés proposés (classe de M)

- 5 élèves identifient le même carré de type 3 dans deux positions différentes ;
- 3 élèves n'identifient qu'un seul carré :
 - Délia colorie celui de type 3 (de couleurs différentes selon les 4 zones triangulaires), puis un triangle formé de deux petits triangles (en deux couleurs) ;
 - Delphine colorie également celui de type 3, puis repasse deux traits en couleur sur la deuxième figure ;
 - Estelle identifie deux fois le carré de type 1 qui correspond au contour de la figure.

Dans la classe de P

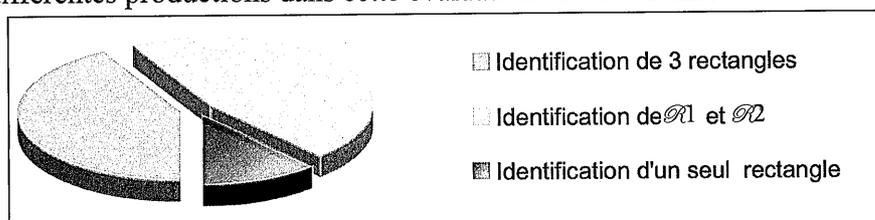
Activité 1

Sur les 26 élèves, tous les élèves, sauf un, reconnaissent au moins un carré :

- 9 élèves reconnaissent un petit carré et le grand carré et répondent correctement (*codage C - c*). Lors de l'évaluation diagnostique :
 - 6 élèves (Emma, Lalie, Lola, Maria, Maxime, Noé) avaient réussi l'activité 1 ;
 - 3 élèves (Fanny B, Lilou et Nicolas) avaient proposé deux petits carrés
- 14 élèves proposent deux petits carrés différents (*codage c - c'*). Il faut noter que 3 élèves (Chloé, Fanny G et Juliette B) avaient pourtant réussi l'activité 1 dans l'évaluation diagnostique ;
- Mallaury propose deux fois le grand carré composé des quatre petits carrés juxtaposés (*codage 4c - 4c*) comme lors de l'évaluation diagnostique ;
- Juliette E propose un petit carré et un rectangle (*codage c - 2c*) comme lors de l'évaluation diagnostique ;
- Mathieu repasse quelques traits en couleur (*codage traits*) alors que dans l'évaluation diagnostique, il avait proposé, comme Mallaury, le grand carré composé des quatre petits carrés.

Activité 2

La répartition des différentes productions dans cette évaluation est la suivante :



Les différentes productions dans l'activité 2 (classe de P)

Sur les 26 élèves :

- 11 élèves identifient trois rectangles :
 - Juliette E, Nicolas et Noé identifient $\mathcal{R}1$, $\mathcal{R}2$ et $\mathcal{R}3$:
 - Nicolas et Noé ont tous les deux réussi l'activité 1 de cette évaluation ;
 - Noé avait par ailleurs réussi l'activité 2 de l'évaluation diagnostique ;

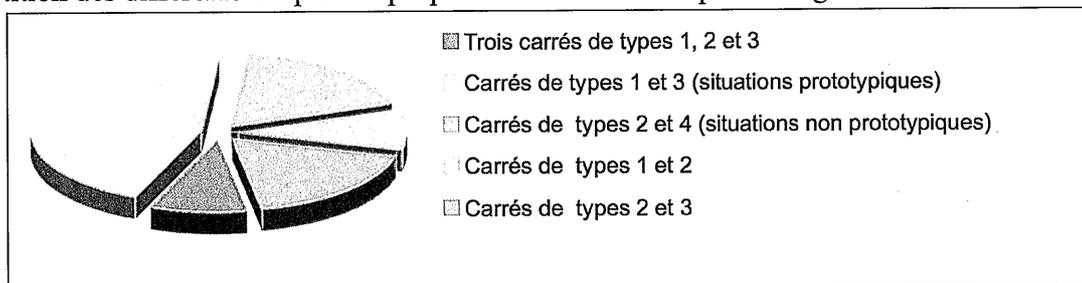
- Maxime identifie les rectangles $\mathcal{R}1$, $\mathcal{R}2$ et $\mathcal{R}4$; il a par ailleurs réussi l'activité 1 de cette évaluation ;
- 7 élèves identifient $\mathcal{R}1$, $\mathcal{R}3$ et $\mathcal{R}4$ (configuration problématique pour l'analyse) :
 - Lilou, Lola et Noémie avaient déjà réussi cette activité dans l'évaluation diagnostique ; Lilou et Lola ont également réussi l'activité 1 ;
 - Juliette B avait réussi l'activité 1 de l'évaluation diagnostique (mais pas celle de l'évaluation sommative) ; elle identifie le carré de type 2 (situation non prototypique) dans l'activité 3 ;
 - Emma a réussi l'activité 1 des deux évaluations ;
 - Lucas n'avait identifié que le rectangle R1 dans l'évaluation diagnostique ; il identifie le carré de type 2 (situation non prototypique) dans l'activité 3 ;
 - Adrien n'a répondu correctement qu'à cette activité.

Il est alors possible de penser qu'à part Adrien, ces élèves sont capables d'identifier $\mathcal{R}2$.

- 12 élèves identifient deux rectangles ; parmi ceux-ci 2 élèves (Fanny B et Maria) ont réussi l'activité 1 :
 - 11 élèves alternent $\mathcal{R}1$ et $\mathcal{R}2$;
 - 2 élèves repassent le contour du grand rectangle précédemment trouvé ;
 - Noah alterne $\mathcal{R}1$ et $\mathcal{R}3$;
- 3 élèves proposent trois fois $\mathcal{R}1$:
 - Chloé n'avait identifié que R1 dans l'évaluation diagnostique ;
 - Lalie et Mallaury avaient pourtant identifié R1 et R2 dans l'évaluation diagnostique ; dans l'activité 1, Lalie a identifié le grand et un petit carré alors que Mallaury a proposé deux fois le carré partagé en quatre petits carrés.

Activité 3

La répartition des différents couples de propositions est illustrée par le diagramme sectoriel suivant :



Les différents couples de carrés proposés dans l'activité 3 (classe de P)

Sur les 26 élèves, 2 élèves ne proposent aucun carré :

- Mathieu repasse en couleur plusieurs segments partant du centre ;
- Océane propose deux petits triangles semblables dans deux positions différentes.

Parmi les autres :

- 11 élèves identifient au moins deux carrés de types différents :
 - Lola propose les carrés de types 1, 2 et 3 (Lola est l'une des deux élèves ayant réussi les deux évaluations) ;
 - 2 élèves identifient les carrés de types 2 et 3 ; il avaient réussi l'activité 2 ;
 - 5 élèves identifient les deux carrés en situation prototypique :
 - Emma, Lalie et Noé ont réussi toute l'évaluation (Noé avait déjà réussi toute l'évaluation diagnostique) ;
 - Noémie a réussi l'activité 2 ;
 - Mokhtar partage le carré de type 1 en deux rectangles ;
 - Nicolas identifie les carrés de types 1 et 2 (il a par ailleurs réussi toutes les activités de cette évaluation) ;

- Lilou et Maxime identifient les deux carrés en situation non prototypique ; ils ont réussi toute l'évaluation ;
- 9 élèves identifient le même carré de type 3 dans deux positions différentes ; Maé les colorie ;
- 4 élèves n'identifient qu'un seul carré :
 - Ilona colorie le même carré de type 3 ;
 - Juliette E identifie le carré de type 3 puis un rectangle formé de deux carrés de type 3 : ce sont les mêmes qu'elle avait identifiés dans l'activité 1 ;
 - Lili-Rose colorie le carré de type 2 et annonce « Je ne sais pas faire » pour la deuxième figure ;
 - Mallauray identifie deux fois le carré de type 1 qui correspond au contour de la figure.

ANALYSE DES RÉSULTATS ET DES MISES EN ŒUVRES

1. UNE ANALYSE COMPARÉE DES ÉVALUATIONS

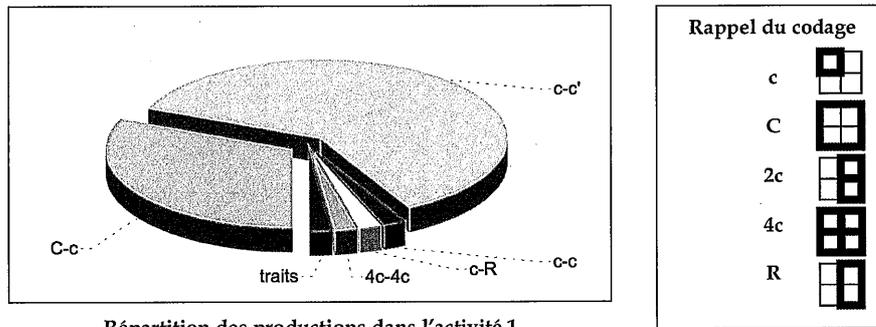
Dans ce paragraphe l'analyse comparée des évaluations (Annexes 3 et 4) est réalisée. Il s'agit de s'interroger sur l'impact éventuel de la situation du PLIOX sur les exercices proposés.

Activité 1

Sur les 50 élèves ayant fait partie de l'expérimentation, 16 d'entre eux ont su identifier un petit et le grand carré. Cette proportion est comparable à celle constatée lors de l'évaluation diagnostique. De même, **on ne constate pas d'évolution dans cette activité en ce qui concerne le changement de point de vue** (18/50 lors de l'évaluation diagnostique ; 17/50 lors de l'évaluation sommative).

En revanche, le nombre de productions incorrectes différentes diminue.

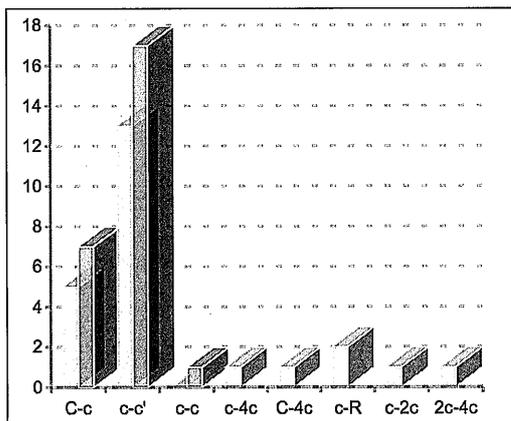
Dans un bilan général basé sur 50 élèves, les différentes productions se répartissent comme suit :



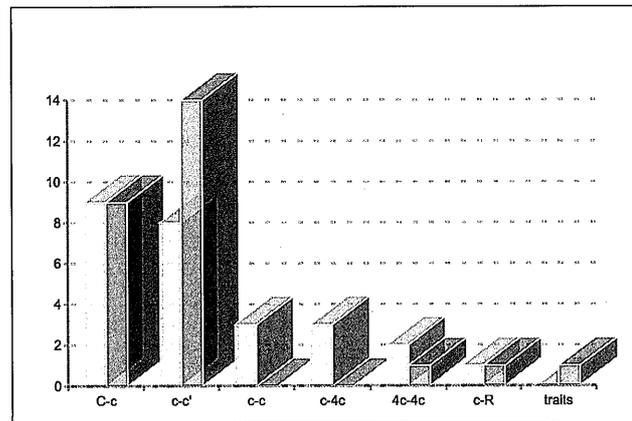
On remarque en outre que :

- les élèves de M ne proposent plus aucun rectangle ;
- plus aucun élève de P ne propose deux fois le même carré dans l'évaluation sommative.

Les deux diagrammes en bâtons suivants présentent l'évolution des productions dans les deux classes.



Évolution des productions dans la classe de M



Évolution des productions dans la classe de P

Or si on peut constater de manière globale que le nombre de productions réussies augmente légèrement entre l'évaluation diagnostique et l'évaluation sommative, ce ne sont pas toujours les mêmes élèves qui réussissent.

Pour tenter d'approcher l'impact que la situation du PLIOX peut éventuellement avoir sur les productions des élèves, nous proposons une analyse en termes d'évolution de ces productions.

Plusieurs cas de figure se présentent :

- *Réussite générale* : les élèves réussissent aux deux évaluations ; avant le début de la séquence, ils sont déjà capables d'identifier les carrés des deux types dans le support ;
- *Réussite partielle* : les élèves ont réussi l'activité 1 de l'évaluation diagnostique, ce qui prouve qu'ils sont déjà capables d'identifier les carrés des deux types dans le support, mais ont échoué lors de l'évaluation sommative ;
- *Réussite finale* : les élèves réussissent l'activité 1 de l'évaluation sommative alors qu'ils avaient échoué lors de l'évaluation diagnostique ;
- *Évolution* : il n'y a pas réussite, mais alors que dans la production de l'évaluation diagnostique une figure au moins n'est pas un carré, les deux figures proposées dans l'évaluation sommative sont des carrés différents (de même taille) ;
- *Statu quo* : les élèves proposent le même type de production incorrecte dans les deux évaluations ;
- *Autre* : les deux productions sont incorrectes et il n'est pas possible de constater une évolution (comme pour le cas de Mathieu dans la classe de P) ni d'en réaliser une analyse.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des différents cas de figure par classe :

	Réussite générale	Réussite partielle	Réussite finale	Évolution	Statu quo	Autre
Classe de M (24 élèves)	3	2	4	3	12	0
Classe de P (26 élèves)	6	3	3	6	7	1
Sur 50 élèves	9	5	7	9	19	1

Dans les cas de réussite finale ou d'évolution, représentant environ 1/3 des élèves de la cohorte (16/50) on peut supposer que la situation du PLIOX a eu un impact positif concernant cet exercice. Dans le cas de statu quo, représentant plus 1/3 des élèves de la cohorte (19/50), la situation du PLIOX ne semble pas avoir apporté d'amélioration concernant cet exercice, en tout cas à court terme. Enfin, il est difficile de se prononcer sur les cas de réussite générale ou partielle (moins d'1/3 des élèves).

On peut conclure à un faible impact de la situation du PLIOX sur la réussite de l'activité 1.

Activité 2

Par comparaison avec l'évaluation diagnostique, plus d'élèves réussissent cette activité dans chaque classe. De manière plus précise, et comme pour l'activité précédente, nous proposons une analyse en termes d'évolution de ces productions. Plusieurs cas de figure se présentent :

- *Réussite générale* : les élèves identifient trois rectangles aux deux évaluations ;
- *Réussite finale* : les élèves réussissent cette activité 2 alors qu'ils avaient échoué lors de l'évaluation diagnostique ;
- *Évolution* : il n'y a pas réussite, mais soit le nombre de rectangles identifiés augmente, soit il peut témoigner d'un changement de point de vue ;
- *Statu quo* : les élèves proposent le même type de production incomplète dans les deux évaluations ;
- *Autre* : la première production présente R1 et R2 alors que la seconde ne propose que $\mathcal{R}1$.

Le tableau ci-dessous présente la répartition des différents cas de figure par classe :

	Réussite générale	Réussite finale	Évolution	Statu quo	Autre
Classe de M (24 élèves)	4	3	0	15	2
Classe de P (26 élèves)	4	8	1	11	2
Sur 50 élèves	8	11	1	26	8

Dans les cas de réussite finale ou d'évolution, représentant environ 1/4 des élèves de la cohorte (12/50) on peut penser que la situation du PLIOX a eu un impact positif concernant cet exercice.

Dans le cas de statu quo, représentant la moitié des élèves de la cohorte (26/50), la situation du PLIOX ne semble pas avoir apporté d'amélioration concernant cet exercice, en tout cas à court terme.

Enfin, il est difficile de se prononcer sur les cas de réussite générale ou partielle qui représentent environ 1/3 des élèves de la cohorte (16/50).

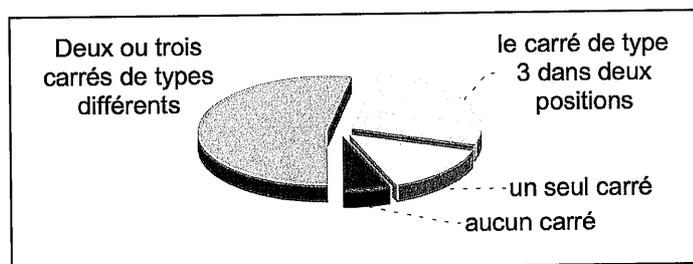
La conclusion est identique à la précédente : **l'impact de la séquence du PLIOX semble très faible.**

Activité 3

À l'issue de la séquence, on constate que :

- plus de la moitié des élèves perçoit au moins deux carrés de types différents dans la figure proposée (27/50),
- environ un tiers (16/50) identifie deux carrés de type 3 (en situation prototypique) ;
- 7/50 identifient un seul (carré de type 1, 2 ou 3) : parmi eux, seule Lili-Rose n'avait pas proposé un carré lors de l'évaluation diagnostique ;
- 3/50 ne proposent aucun carré alors qu'ils avaient tous identifié un carré lors de l'évaluation diagnostique (!)

Cette répartition est illustrée par le graphique sectoriel ci-dessous.



Répartition des productions dans l'activité 3

Ces résultats ne permettent donc pas de conclure pour l'instant sur l'impact de la séquence du PLIOX. On peut cependant émettre l'hypothèse que le changement d'orientation de la figure proposée a pu avoir une influence sur ceux-ci.

En comptabilisant les occurrences des types de carrés proposés par les élèves dans les deux classes (la proposition de deux carrés de même type à deux endroits différents étant comptabilisée deux fois), nous obtenons la répartition suivante (et ramenée à un quotient sur 50) :

- les carrés majoritairement trouvés (29/50) sont ceux de type 3 : ils sont en situation prototypique et correspondent aux petits carrés à identifier dans l'activité 1 (*codage c*) ;
- les carrés de type 2 (en situation non prototypique) sont proposés dans 11/50 cas ;
- les carrés de type 1 pourtant en situation prototypique et correspondant au contour de la figure (ainsi qu'au grand carré de l'activité 1), sont proposés dans environ 8/50 cas ;
- les carrés de type 4 (en situation non prototypique) ont été le moins proposés (2/50 cas).

Le tableau page suivante permet de comparer la répartition des productions entre les deux évaluations.

On constate tout d'abord que le changement d'orientation joue un rôle non négligeable dans la reconnaissance des carrés, et cela que le carré soit contour externe ou intérieur. Lorsqu'ils ne sont pas orientés prototypiquement, les mêmes carrés sont moins bien reconnus, **même après la séquence du PLIOX** : en effet le taux de reconnaissance des carrés de type 2 et 4 passe de 47/50 lors de l'évaluation diagnostique à 13/50 lors de l'évaluation sommative. D'autre part, lorsqu'ils sont orientés prototypiquement, les mêmes carrés sont beaucoup mieux reconnus : le taux de reconnaissance des carrés de types 1 et 3 passe de 3/50 lors de l'évaluation diagnostique à 37/50 lors de l'évaluation sommative. Ainsi, à l'issue de la séquence du PLIOX, l'évolution du taux de reconnaissance des carrés selon leur position est la suivante :

- le taux est divisé par 4 lorsque la position n'est plus prototypique ;
- le taux est multiplié par 12 lorsque la position devient prototypique.

On remarque également que lors de l'évaluation sommative, les carrés en situation non prototypique sont mieux identifiés (13/50 contre 3/50 pour l'évaluation diagnostique). Cette meilleure reconnaissance du carré peut donc être considérée comme un effet positif de la séquence du PLIOX.

D'autre part, dans l'analyse a priori, l'hypothèse selon laquelle les carrés de type 1 et 3 seraient majoritairement proposés, n'est que partiellement vérifiée : le carré de type 1 n'est identifié que dans 8 cas sur 50 (moins que le carré de type 3). Il semble donc que l'identification du contour de la figure ne soit pas encore immédiat, même après changement d'orientation de la figure. On ne peut rien dire quant à un impact éventuel de la séquence du PLIOX.

	Évaluation diagnostique		Évaluation sommative	
Type 2		$\frac{42}{50}$		$\frac{11}{50}$
Type 4		$\frac{5}{50}$		$\frac{2}{50}$
Type 3		$\frac{2}{50}$		$\frac{29}{50}$
Type 1		$\frac{1}{50}$		$\frac{8}{50}$

Les productions dans l'activité 3 des deux évaluations

Conclusion

En conclusion, ces résultats complètent l'analyse théorique et renforcent l'infirmité de l'hypothèse implicite de (Favrat & al, 2006) selon laquelle la séquence PLIOX aurait un impact sur le « changement de point de vue » sur la figure. En revanche, il semble que la reconnaissance des rectangles et des carrés, se soit améliorée, ce qui apparaît légitime au vu de l'analyse des connaissances en jeu ! Malgré cette conclusion, l'analyse du langage me paraît intéressante. C'est l'objet du paragraphe suivant.

2. UNE ANALYSE DU LANGAGE EMPLOYÉ

Il s'agit ici de s'interroger sur une éventuelle évolution du langage. Or, d'après Perrin-Glorian, « dans la classe de géométrie, le langage a plusieurs fonctions, au moins : langage pour mener l'activité géométrique elle-même (situation non didactique), langage pour **communiquer sur** l'activité géométrique (situation didactique) » (Perrin-Glorian, séminaire M615, 13 janvier 2011). Dans ce travail, je m'intéresse à la partie didactique en m'inspirant du travail de (Duval, 1995). Une analyse du vocabulaire employé pour désigner les objets de la géométrie est ainsi réalisée.

Les mots désignant les objets géométriques

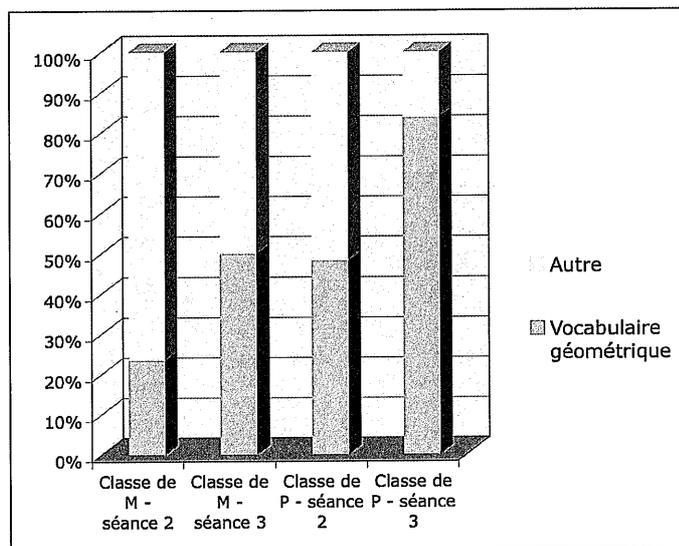
Dans un premier temps, j'ai identifié les différents mots utilisés par les élèves et les enseignants. Les désignations sont les suivantes :

- Pour les figures planes usuelles, elles relèvent soit du langage géométrique (triangle, rectangle, carré, losange), soit du langage des couleurs, ou encore des formes (« le carreau ») ;
- Pour les différentes droites ou segments, elles relèvent soit du langage géométrique (droite, diagonale, médiane, côté), soit à des mots du langage courant (ligne, trace) ou faisant référence à l'espace sensible (trait, pli, bord) ;
- Pour les points, elles relèvent soit du langage géométrique (point, sommet, centre), soit du langage courant en référence à l'espace sensible (« pointe », « coin », « pic »).

L'évolution du vocabulaire

Dans un deuxième temps, pour avoir une idée de l'évolution du vocabulaire par les élèves, je me suis intéressée à la proportion de mots relevant du langage géométrique par rapport à ceux relevant d'autres domaines langagiers et désignant les mêmes objets géométriques dans chaque classe et pour chacune des séances transcrites. Pour ce faire, j'ai dénombré l'occurrence de ces mots dans le texte des transcriptions, en distinguant ceux employés par l'enseignante et ceux employés par les élèves.

On constate une évolution positive de la proportion de mots géométriques dans les deux classes, mais les ressemblances s'arrêtent là. Ainsi, dans la classe de M, la proportion de mots non géométriques est encore importante à l'issue de la séance 2, alors que cette séquence s'insère dans une progression en géométrie. D'autre part, malgré le fait que les élèves de P n'ont pas eu de séance de géométrie avant la séquence du PLIOX, le vocabulaire employé lors de la séance 2 de P relève déjà plus souvent du langage géométrique que les élèves de M. Le diagramme ci-dessous illustre cette évolution générale et pointe des différences entre les classes.



Évolution du vocabulaire chez les élèves des deux classes

La mise en évidence de l'évolution de la proportion de mots géométriques **employés par les élèves** en fonction de la dimension des éléments figuraux élémentaires peut permettre de mieux cerner ce phénomène. Ceci est présenté dans le tableau ci-dessous. Par ailleurs, il est intéressant de croiser ces informations avec le nombre de mots géométriques **employés par l'enseignante** (entre parenthèses et en italique gras dans le tableau).

	Classe de M		Classe de P	
	Séance 2	Séance 3	Séance 2	Séance 3
« carreau », désignation de couleur carré, triangle, rectangle,...	39 15 <i>(10)</i>	33 28 <i>(56)</i>	9 8 <i>(17)</i>	7 48 <i>(112)</i>
« pointe », « coin », « pic » sommet, centre, point,...	4 0 <i>(0)</i>	14 16 <i>(32)</i>	0 2 <i>(4)</i>	5 26 <i>(60)</i>
« trait », « pli », « trace », « ligne », « bord » diagonale, droite, côté,...	6 0 <i>(0)</i>	8 1 <i>(9)</i>	5 3 <i>(8)</i>	6 19 <i>(33)</i>

Proportion de mots géométriques employés par les élèves des deux classes

On constate tout d'abord que M ne propose pas souvent le vocabulaire idoine. De plus elle s'exprime souvent avec des termes non géométriques ayant tendance à reprendre à son compte ceux des élèves (en général non géométriques).

P en revanche désigne systématiquement l'objet géométrique par son nom comme le montre par exemple l'échange suivant (extrait de la transcription de la séance 3, Annexe 11, 124-130) :

Noémie : Et ben, quand le carré bleu, et ben tu ... vous regardez la pointe et vous pliez jusqu'à la pointe, comme ça ... et après ça fait ça.

(...)

P : D'accord ? Alors vous prenez une pointe ... comment on avait la dernière fois qu'on appelait cette pointe-là (en désignant un sommet du rectangle bleu-vert) ? On l'appelle comment ? Le ...

Noémie : Sommet.

P : Dis-le plus fort ils n'entendent pas.

Noémie : Le sommet.

P : Voilà, on prend le sommet ici et on le met sur le sommet qui est ...

Par exemple, dans la classe de M, les mots désignant des droites ou des parties de droite ne sont jamais employés lors de la séance 2 : élèves et enseignante utilisent « trait », « pli » ou « ligne » ; lors de la séance 3 on constate que les élèves continuent à employer ces mots

Par contre l'emploi de tels mots devient très minoritaire lors de la séance 3 dans la classe de P. L'un des objectifs implicites d'apprentissage de P est en effet l'acquisition d'un premier vocabulaire géométrique, comme le montre le contenu de l'institutionnalisation qu'elle propose à ses élèves à la fin de la séance 3. On peut alors s'étonner de l'apparition de mots géométriques désignant des points dans la classe de M lors de la troisième séance, alors qu'ils n'ont pas été énoncés lors de la séance précédente. Ceci peut être expliqué par le fait que la modulatrice travaille en parallèle la géométrie...

Ainsi, si les élèves des deux classes ont à un moment ou à un autre employé du vocabulaire non géométrique, ce phénomène est resté à la marge dans la classe de P – car aussitôt rectifié – alors qu'il a subsisté dans celle de M malgré les séances de géométrie mises en œuvre par la modulatrice. Ceci souligne également le rôle important de l'enseignante lors des phases de formulation.

La reconnaissance de points

L'analyse du langage permet également de mettre en évidence la reconnaissance de certains objets représentés. Je présente dans ce qui suit le cas des points.

Les premiers points évoqués dans les mises en œuvre sont les sommets du PLIOX et des différents modèles qui apparaissent « au bord » d'un objet de l'espace sensible.

Les sommets des carrés secondaires sont mis en évidence lors des phases d'explicitation des procédures.

La mise en évidence du centre du PLIOX se réalise lorsque les élèves sont amenés à retourner leur PLIOX pour plier selon une diagonale secondaire (modèle 4.4) : ils doivent « placer un sommet sur l'autre ». Or sur le verso du PLIOX n'apparaissent que les marques des plis effectués, et en particulier ceux des deux médianes du PLIOX. Le point apparaît alors pour une élève et « *sa discrimination résulte de la relation d'incidence de deux autres unités figurales (intersection de 2 traits)* » (Duval, 1995, p.180) comme le montre l'échange suivant (Annexe 9, 302-307) :

M : (...) cette pointe tu l'as repliée ... est-ce que c'est une pointe, ça ? (*Elle désigne le centre du PLIOX*).

Élèves : Non !

M : Non, c'est quoi à votre avis ? Oui ?

Estelle : Un petit point.

M : Ben ... y'a pas de point, hein. C'est quoi ? Chut ! Oui, Juliette ?

Juliette : C'est ... c'est une trace quand on a plié ... et ben après, ça a fait une trace.

Ce point est ensuite désigné comme un « endroit de la surface délimitée par le PLIOX », comme « centre » et « milieu » toujours en référence à sa position, comme « repère » en référence à sa fonction lors de cette reproduction mais son identification en tant que point reste implicite (Annexe 9, 319-328) :

M : (...) On est où, à votre avis ? (*L'enseignante désigne le centre du PLIOX côté recto*).

Tessa : Derrière.

Juliette : On est ...

M : C'est exactement cet endroit-là !

Juliette : On est au milieu des carrés.

M : Et oui ! Mais bravo, Juliette ! Y'en a qu'une qui essaie de chercher, là, hein ! On est au milieu. C'est le centre. Bien sûr ! Regarde ! Et on est au milieu de quoi ? Que ... qu'est-ce qu'on voit ? Qu'est-ce qui passe par ce milieu ? Regardez c'qui ... regardez les traces. Qu'est-ce qui passe par ce milieu ? Oui.

Tessa : Un trait.

M : Un trait ? On a un pli. Un pli qui ... si on passe le crayon dessus, on aura un trait. Bon, alors, qu'est-ce qui passe par ce ... Ben, faites tous les plis, hein. (...) Oui ?

Tessa : Après, ben après, et ben le centre c'est c'qui nous aide à le mettre ... bien au centre.

M : Voilà, c'est un repère ! Si vous regardez bien, le centre, vous avez tous les plis qui passent par le centre. Regardez ! Essayez ! Vous avez les plis en diagonale... Regardez ! Les plis à l'horizontale ...

Ainsi plusieurs catégories d'expressions apparaissent dans les discours, certaines issues du langage courant, d'autres plus spécifiquement géométriques et d'autres encore liées à la position et à l'orientation.

On constate en outre que deux registres de représentation sont convoqués : celui du langage (avec un vocabulaire plus ou moins géométrique) ainsi que le registre figural. Duval souligne que dans l'activité mathématique, il est essentiel de pouvoir soit mobiliser plusieurs registres dans une même démarche, soit choisir un registre plutôt qu'un autre. Ainsi la coordination de plusieurs registres de représentation sémiotique lui apparaît fondamentale pour une appréhension conceptuelle des objets. Mais le rôle que joue l'enseignant est également fondamental pour la réaliser : s'il ne met pas les savoirs en évidence, ceux-ci restent transparents.

3. LES CONNAISSANCES MATHÉMATIQUES QUI CIRCULENT DANS LES MISES EN OEUVRE

Dans la partie IV, les connaissances en jeu ont été dégagées. Les différentes expérimentations viennent ainsi compléter l'analyse préalable.

Les connaissances géométriques

Par le choix des modèles à reproduire, les enseignantes ont fourni l'occasion aux élèves de rencontrer différents polygones, dont certains quadrilatères différents, et d'autres à plus de quatre côtés. Mais aucune des deux enseignantes ne les nomme.

Reconnaissance de figures planes

On constate, comme anticipé, que les figures planes telles que le carré, le triangle et le rectangle sont reconnues perceptivement et nommées par les élèves.

Plus particulièrement, la reconnaissance du carré dans une situation non prototypique est abordée dans chacune des deux classes, mais ne fait pas l'objet d'une institutionnalisation locale :

- Dans la classe de M :
 - elle est spontanément source d'interrogation de la part des élèves lors de la présentation du modèle 3.1 (séance 2) : est-ce un carré ou pas ? la question n'est pas réglée à l'issue de la discussion, aucun argument n'est avancé par les élèves ni par l'enseignante ...
 - lors de la séance 3, une nouvelle discussion s'engage à propos de l'analyse du modèle 4.4 : la justification est apportée par un élève qui évoque l'action de tourner le PLIOX pour « voir » le carré ; elle est confirmée implicitement par l'enseignante par la suite ;
- Dans la classe de P : elle apparaît lors de l'analyse du modèle 4.4. Comme pour l'autre classe, le même type de justification est apporté par un élève et confirmé verbalement par l'enseignante. En revanche, la question ne se pose en séance 2 ni lors de la reproduction du modèle 3.1, ni de celle d'un modèle élève : *aucune analyse de la figure n'est en effet sollicitée par l'enseignante lors de cette séance.*

Propriétés de certaines figures planes

Certaines propriétés caractéristiques de ces figures planes sont abordées uniquement dans la classe de M²⁰ :

- nombre de sommets de différents polygones ;
- nombre de côtés du triangle et du rectangle ;
- règle reliant le nombre de côtés et le nombre de sommets des polygones
- non égalité de longueur pour les côtés du rectangle.

²⁰ Les élèves de P abordent la géométrie pour la première fois au CP avec cette séquence. Ceci peut expliquer la non mise en évidence des propriétés par les élèves.

Le dénombrement des sommets des modèles apparaît dès la séance 2 à l'occasion des épisodes d'analyse : quatre pour le rectangle 3.1 ; trois pour le triangle 3.2 ; quatre pour le PLIOX (dès le début de la séance 3) ; quatre pour les deux trapèzes 4.2 ; quatre pour le rectangle 4.3 ; six (et non pas quatre !) pour l'hexagone 4.4. Ces propriétés sont contextualisées puisque liées au modèle mais non institutionnalisées par l'enseignante. Finalement, ce dénombrement systématique et spontané conduit une élève à remarquer la régularité et à énoncer la règle générale (donc décontextualisée !) reliant le nombre de côtés et de sommets d'un polygone : « Quand y'avait six côtés, ben y'a six pointes. Quand y'a quatre côtés, il y a six ... quatre cô... pointes. Quand y'a sept ... côtés, y'a sept ...pointes ».

Le dénombrement des côtés du triangle 3.2 est spontanément réalisé à l'occasion de l'épisode d'analyse ; celui des côtés du PLIOX au début de la séance 3 ; l'enseignante fait dénombrer les côtés du rectangle 4.3.

Dans la classe de M, l'enseignante fait remarquer aux élèves qu'un rectangle possède « deux petits côtés et deux grands (analyse du rectangle 4.3). Aucune institutionnalisation n'est réalisée par l'enseignante.

Les droites particulières du carré

Les deux diagonales sont mises en évidence dans les deux classes. Dans la classe de P en séance 2 (phase 3), le mot diagonale apparaît en référence à l'orientation, il est également évoqué comme un « trait ». P met à profit l'explicitation des procédures pour faire évoquer leur position à l'intérieur du PLIOX : mais le nombre de diagonales dans le carré reste implicite. De plus, l'enseignante ne propose pas d'institutionnalisation locale de ce qu'est une diagonale ni à la fin de la phase, ni à la fin de la séance ; le mot n'est d'ailleurs pas repris dans la séance suivante ... ni par l'enseignante, ni par les élèves. M évoque la diagonale en référence à l'orientation « en diagonale » de ces droites, mais ne définit pas ces droites.

Les médianes sont identifiées dans les deux classes comme les « traits » qui sont « au milieu ». Seule M utilise une fois le mot « médiane » en séance 3.

Les relations entre figures

Les élèves de P remarquent que le partage d'un carré en deux donne :

- un rectangle (explicitation de la procédure pour obtenir le 4.1) ;
- un triangle dans le rectangle 5.4 (épisode d'analyse).

Les deux faits ne sont pas reliés dans cette classe. En revanche, un élève de M remarque que le partage donne un rectangle ou un triangle.

Le partage d'un rectangle en deux parties selon une médiane est remarqué par un élève de P à l'occasion de l'explicitation de la procédure de reproduction du carré 4.1.

Aucune de ces relations n'est mise en évidence par les enseignantes.

Le vocabulaire géométrique

Le tableau ci-dessous présente le vocabulaire géométrique employé, pour chaque séance, dans chacune des deux classes :

	M		P	
	Élèves	Enseignante	Élèves	Enseignante
Séance 2	Durée: 30 min		Durée : 27 min	
Carré, triangle, rectangle	15	10	8	17
Côté	-	-	-	-
<i>Droites particulières : diagonale</i>	-	-	3	8
Sommets, points	-	-	2	4
Séance 3	Durée : 47 min		Durée : 54 min	
Carré, triangle, rectangle	27	51	68	112
<i>Autres formes planes : losange</i>	1	5	-	-
Côtés	16	26	13	18
<i>Droites particulières : diagonale, médianes</i>	-	6	6	14
Sommets	-	-	26	50
<i>Autres désignations de points : point, milieu, centre</i>	1	9	-	-

Ce vocabulaire n'est employé que lors des épisodes d'analyse et d'explicitation des procédures. Il est donc nécessaire de proposer des situations de formulation.

Les connaissances spatiales

La consigne de reproduction consiste à obtenir par pliage un objet de l'espace sensible. Les élèves font donc fonctionner des compétences spatiales. Mais celles-ci ne sont rendues explicites que lors des épisodes d'explicitation des procédures.

D'autres connaissances spatiales implicites sont présentes dans les mises en œuvre. Tout d'abord, le modèle à reproduire est placé sur le tableau (plan vertical), alors que le PLIOX des élèves se trouve sur leur table (plan horizontal).

Les élèves doivent donc effectuer un changement d'orientation vertical/horizontal, ce qui ne semble pas leur poser de problème. Il n'est pas pris en charge par M. P demande à chaque nouvelle reproduction que les PLIOX soient remis toujours selon la même position : carré jaune en haut à gauche, peut-être pour aider à ce changement d'orientation.

D'autre part, dans la classe de P, tous les élèves ne font pas face au tableau : un nouveau changement d'orientation (rotation d'un quart de tour) est également nécessaire. Ce problème a été soulevé par P lors de l'entretien préalable à la séance. C'est peut-être également pour cette raison, qu'elle demande le positionnement identique du PLIOX à chaque nouvelle reproduction. Ce changement d'orientation supplémentaire n'a pas non plus semblé poser de difficultés aux élèves.

On constate enfin que les épisodes d'explicitation des procédures (et quelquefois les épisodes d'analyse) peuvent contribuer à faire employer le vocabulaire spatial par les élèves, à partir du moment où ils l'ont à leur disposition. Lorsque ce n'est pas le cas, le rôle de l'enseignante est de l'apporter.

Le tableau ci-dessous présente le vocabulaire spatial employé, pour chaque séance, dans chacune des deux classes lors des étapes de reproductions de modèles communs :

	M		P	
	Élèves	Enseignante	Élèves	Enseignante
Séance 2	Durée: 30 min		Durée : 27 min	
Position : en haut, en bas, à droite, à gauche, au milieu, dessus	9	4	13	20
Orientation : en diagonale, à l'envers, vertical, horizontal	-	-	7	4
Séance 3	Durée : 47 min		Durée : 54 min	
Position : en haut, en bas, à droite, à gauche, au milieu, <i>au centre</i> , dessus, <i>sur</i> , <i>sous</i> , <i>derrière</i> , <i>devant</i> , <i>dedans</i> , à l'intérieur	16	16	72	88
Orientation : vertical, horizontal, en diagonale, à l'envers	9	12	12	10

Les relations entre les aires

Certaines relations entre surfaces sont mises en avant spontanément par les élèves :

- la relation de moitié entre un carré et le résultat de son pliage selon une médiane :
 - dans classe de M, les surfaces rouges et jaunes du rectangle 3.2 sont désignées comme « moitiés du rouge et du jaune » ; ceci est repris pour le rectangle 4.3 que l'on obtient en pliant les carrés secondaires « à la moitié » ;
 - les élèves de P évoquent le pliage « à la moitié du carré » à propos du rectangle 3.2, puis à propos du trapèze 4.2.
- la relation de moitié entre un carré et le résultat de son pliage selon une diagonale est évoqué par les élèves de P lors de l'analyse du rectangle 5.4 et lors des deux dernières reproductions de la séance 3.

Des comparaisons d'aires sont proposées dans la classe de P : les rectangles rouges et jaunes du rectangle 3.2 sont tout d'abord vus comme « des carrés plus petits » ; puis l'argument de « type » permet d'invalider une production approximative due à l'ambiguïté du modèle 3.2.

Remarque

On constate que certaines connaissances mathématiques *ne dépendent pas de l'enseignante* : elles sont induites par la situation. Il s'agit notamment des compétences spatiales mises en œuvre dans les phases d'action, de l'identification de triangles, rectangles et carrés (en position prototypique), de la prise en compte des diagonales et des médianes (même si le vocabulaire est absent), de certaines relations entre les surfaces et peut-être de certaines relations entre le carré et le triangle et le rectangle.

4. LES ÉLÈVES DANS LES MISES EN ŒUVRE

À l'issue des mises en œuvres, on peut constater que la dévolution du problème aux élèves est toujours réussie. Tout au long des différentes mises en œuvres auxquelles j'ai assisté, le constat est resté le même : **les élèves sont extrêmement motivés par cette activité**, même ceux qui ont du mal à rentrer dans le rythme de la classe (voir par exemple Maël dans la classe de M). La synthèse des différents indicateurs que j'ai présentés dans les commentaires des différentes séances est donnée dans les deux tableaux ci-dessous :

- Le nombre de prises de parole à bon escient, augmente entre les deux séances dans les deux classes.

Nombre de prises de paroles à bon escient par 5 min	Classe de M	Classe de P
Séance 2	6,7	8,7
Séance 3	7,2	13,3

- Le nombre d'interventions à bon escient augmente entre les deux séances dans les deux classes.

Nombre d'élèves ayant pris au moins une fois la parole à bon escient / nombre d'élèves de la classe	Classe de M	Classe de P
Séance 2	14/24	15/25
Séance 3	17/24	21/24

À plusieurs reprises, dans les deux classes, j'ai pu constater que les élèves ayant des difficultés scolaires ne sont pas les moins impliqués : ils cherchent et trouvent quelquefois plus rapidement que certains considérés comme « bons », ce qui est illustré par l'inversion du rôle de tuteur entre Lili-Rose et Axel (classe de P, séance 2 – transcription 75-81). Les participations de Mokhtar, Mallaury et Mathieu ont déjà été soulignées dans la partie V.

On peut enfin souligner que si la réalisation des pliages peut poser des problèmes à des élèves ayant des difficultés de motricité fine, cela ne présume pas qu'ils auront des difficultés à identifier ce qu'il faut faire. Nathan (classe de M) est dans ce cas. On peut donc voir sans faire...

5. LA MANIÈRE DONT LES ENSEIGNANTS S'EMPARENT DE LA SITUATION DU PLIOX

Dans ce paragraphe on étudie les similitudes et les différences entre les différentes mises en œuvre pour tester la « résistance » de la situation par rapport à son appropriation par les enseignants.

Les deux enseignantes gardent la progression générale proposée dans le scénario (Annexe 2) et basée sur le nombre de pliages nécessaires à la reproduction. Toutefois, P propose déjà en séance 3 des modèles de type T₃.

Les déroulements

Dans chaque séance, les deux enseignantes alternent les moments de recherche et les moments collectifs, mais les déroulements sont différents.

Lors de la séance 1, M suit le scénario.
M lors de la séance 2 se réfère au scénario et propose systématiquement une analyse du modèle avant la recherche de la solution, puis une explicitation collective de la procédure.
Les trois modèles de type T_1 du scénario sont proposés.

M ne suit plus ce schéma lors de la séance 3 : la recherche immédiate est suivie de deux moments collectifs le premier portant sur la procédure possible, le second sur l'analyse de la figure.
Les modèles proposés correspondent à ceux de type T_2 du scénario.

Lors de la séance 1, P semble suivre le scénario.
Lors de la séance 2, P ne se réfère pas au scénario. Tout d'abord la recherche individuelle suit la présentation du modèle, sans analyse préalable de celui-ci, et précède un temps collectif qui montre une adaptation « à chaud » de la part de l'enseignante en fonction de ce qui se passe dans la classe. Ce temps collectif peut en effet porter sur l'explicitation d'une procédure ou sur l'analyse de productions.

De plus, si les trois premiers modèles proposés sont issus du scénario, P change ensuite « à chaud » l'activité : après avoir demandé aux élèves de réaliser un pliage du PLIOX avec un pli, elle en choisit deux modèles qu'elle demande de reproduire.

Lors de la séance 3, P revient au scénario en proposant une analyse systématique du modèle avant reproduction, puis explicitation collective de la figure.

Elle conclut la séance (de 54 minutes !) par un retour sur le vocabulaire rencontré durant la séance.

Les modèles proposés correspondent à ceux du type T_2 , puis à certains de type T_3 du scénario.

La comparaison des deux déroulements conduit à quelques constats :

- l'absence d'analyse préalable du modèle (P, séance 2) permet de mettre en évidence la nécessité de cette étape, notamment pour l'émergence du vocabulaire géométrique.
- l'absence de phase d'institutionnalisation dans chaque séance de M, et l'unique phase d'institutionnalisation lors de la séance 3 dans la classe de P soulignent le manque de visibilité des apprentissages mathématiques potentiels du scénario, et également la difficulté des enseignants à identifier les connaissances mathématiques qui circulent et à les prendre en compte.

Les potentialités du PLIOX

Les potentialités du PLIOX ne sont pas toutes utilisées dans ces mises en œuvre. En particulier, aucune des deux enseignantes n'utilise le fait de pouvoir le tourner et le retourner, ce qui permet, par exemple, de confirmer que certaines figures internes sont bien des carrés (lorsqu'ils sont en situation non prototypique) et/ou de confirmer la justification apportée par d'autres.

Aucune des deux enseignantes ne profite du fait que l'activité selon la modalité retenue se déroule dans l'espace sensible, rendant possible par exemple la superposition du modèle et de la réalisation de l'élève.

Le rôle des enseignantes dans les moments d'action et de formulation

Lors des moments d'action, M relance les élèves, les aide, valide leurs propositions. Elle vise la réussite de tous les élèves dans le pliage, contraignant certains élèves à attendre le temps collectif (elle hésite d'ailleurs à présenter le modèle sans avoir réalisé le pliage devant les élèves). Elle encourage les échanges entre les élèves. Ces moments sont relativement longs (ils durent de 1 à plus de 3 minutes). Les phases collectives qui suivent correspondent à un discours sur l'action, ce qui devrait constituer la partie didactique de la situation selon (Perrin-Glorian, 2011) précédemment citée. Mais l'enseignante n'emploie pas le vocabulaire idoine (voir analyse précédente) et dégage rarement les connaissances qui circulent.

Les phases d'action dans la classe de P sont très courtes (de 10 secondes à 1 min 30 secondes). L'enseignante relance les élèves et repère le cas échéant les productions à mettre en évidence (par exemple parce qu'elles sont incorrectes). La phase collective suivante dépend alors de ce qu'elle a remarqué. P n'intervient pas sur la façon de réussir. Elle vise ainsi la mise en recherche de l'élève. Lorsqu'elle constate des productions incorrectes, les moments collectifs permettent une mise en évidence des erreurs et éventuellement de leur cause. L'enseignante échange avec les élèves, corrige le vocabulaire, verbalise les procédures lorsque c'est nécessaire, répète et fait répéter les éléments qu'elle juge importants. Mais l'institutionnalisation de la séance 3 porte uniquement sur le vocabulaire et elle a lieu à la fin d'une séance de 54 minutes !

Identification des enjeux d'apprentissage ?

A l'issue des mises œuvres, on constate alors que M reste beaucoup dans le « faire » et peu dans le « dire », même si ses fiches de préparations indiquent que l'objectif principal est l'analyse des figures (Annexes 6 et 7).

Pour P, l'objectif principal de la séquence semble être le vocabulaire, comme le montre la phase de conclusion lors de la séance 3. La place de la situation du PLIOX dans la progression de cette classe en géométrie peut en être une raison.

De plus, les enseignantes n'ont proposé aucune décontextualisation. Les élèves travaillent sur le PLIOX, obtiennent par pliage de carrés et de rectangles, d'autres carrés, rectangles ou triangles mais **aucune des deux enseignantes ne met en évidence les relations entre les figures, pas plus qu'elles n'en exhibe des propriétés**. Celles-ci doivent donc être explicitement citées dans le scénario didactique.

Enfin, il semble que les enjeux d'apprentissage ne sont pas clairement identifiés pour ces deux enseignantes, ce qui peut s'expliquer par le fait qu'elles n'enseignent plus la géométrie depuis au moins une dizaine d'années. Par exemple, lorsqu'une élève énonce la règle reliant le nombre de côtés et le nombre de sommets dans un polygone (M, séance 3), l'enseignante demande une justification portant sur la définition d'un côté ce qui relève du niveau 2 de Van Hiele. Cette remarque aurait pu être un appui à la décontextualisation portant sur le nombre de côtés et de sommets dans le triangle, le rectangle et le carré notamment.

Les deux enseignantes ont finalement offert aux élèves l'occasion de rencontrer le lexique de géométrie, de position et d'orientation et de discriminer quelques formes planes...

Conclusion

Ces différentes remarques sur les moments collectifs ainsi que sur les enjeux d'apprentissage rejoignent le constat que Margolinas & Laparra ont qualifié de « *dysfonctionnement d'un processus d'enseignement* » :

« Tout se passe comme si le professeur offrait à l'élève des possibilités de rencontres avec certains objets, sans que les conditions de construction des connaissances et des savoirs relèvent vraiment de sa responsabilité » (Margolinas & Laparra, 2008).

6. PROLONGEMENT : UN NOUVEAU SCÉNARIO DIDACTIQUE

À l'issue des mises en œuvres dans les deux classes, une nouvelle enseignante met en œuvre la séquence en période 5.

Le scénario didactique proposé est identique, mais les premiers constats établis suite aux analyses des différentes séances me conduisent à mettre en place une discussion préalable longue avec l'enseignante (un enregistrement audio partiel est réalisé).

Le protocole de travail reste le même :

- évaluation diagnostique identique à celle du temps 1 (non observée) ;
- séance de construction du PLIOX (non observée, non enregistrée) ;
- deux séances de reproductions de figures à l'aide du PLIOX (observées, filmées), précédées à chaque fois d'une discussion courte (enregistrée) avec l'enseignante ;
- évaluation sommative modifiée (non observée).

Par manque de temps, je n'ai pas pu transcrire les enregistrements réalisés lors de cette nouvelle mise en œuvre. C'est pourquoi je ne présente pas l'enseignante ni la classe dans ce travail. Cependant, cette troisième observation a été prise en compte, notamment lors de l'élaboration d'un nouveau scénario didactique. Les analyses qui suivent seront intégrées à une analyse a priori.

Des étapes importantes

Poser un problème

Pour qu'il y ait problème géométrique, la préparation du modèle (c'est-à-dire la réalisation du pliage du PLIOX par l'enseignant avant sa présentation à la classe) est cachée aux élèves. En effet, si le modèle est réalisé devant les élèves, l'activité se réduit à la reproduction d'un geste.

Remarque : La communication du nombre de pliages ne représente pas forcément une aide à la résolution car certains modèles peuvent être réalisés avec un nombre différent de pliages .

Analyser la figure

La demande d'analyse de la figure (phase de formulation) est une étape importante de l'activité. Tout d'abord elle incite les élèves à identifier explicitement les formes géométriques quelle que soit leur position, et à les nommer. Elle « force » le regard sur les figures et induit des décompositions/recompositions figurales.

Cette situation de formulation fournit ainsi l'occasion d'utiliser le vocabulaire géométrique et éventuellement spatial. Elle peut également conduire à la justification de propositions dans le but de convaincre les autres. Par exemple, lors de l'analyse du modèle 4.4, la reconnaissance du carré secondaire en situation non prototypique est justifiée par les élèves en faisant référence à l'action qu'il faudrait réaliser pour « retrouver » le carré (une rotation). **Elle doit donc faire partie du scénario didactique.**

Cette étape prend tout son sens lorsqu'elle est proposée en préalable à la recherche de la solution puisqu'elle offre un temps de réflexion *avant* l'action.

Expliciter la procédure

La mise en évidence des procédures, qui peut aider certains élèves à effectuer la reproduction attendue, est également une phase de formulation, qui porte sur les *gestes* à accomplir dans le micro-espace 3D. Elle permet ainsi de rendre explicite les compétences spatiales, et fournit l'occasion aux élèves d'utiliser le vocabulaire spatial et géométrique. Elle peut conduire également à mettre en évidence des relations entre les différentes figures.

Justifier des faits énoncés

Une demande de justification des faits énoncés peut contribuer à expliciter des propriétés par leur verbalisation et à décontextualiser.

En effet, le constat que le triangle 3.2 possède trois sommets n'apparaît pas comme une propriété générique des triangles : justifier que c'est un triangle conduit à énoncer par exemple le fait qu'il possède trois sommets.

L'explicitation des propriétés conduit alors au niveau 1 de Van Hiele.

Ceci a lieu une fois dans la classe de M, lors de l'analyse du rectangle 4.3, et c'est récurrent chez la troisième enseignante. Ainsi, le rôle de l'enseignant est de nouveau souligné.

Institutionnaliser

Lorsque l'enseignant ne dégage pas les connaissances qui circulent, alors cette connaissance ne devient pas objet d'apprentissage : « *lorsque le sujet reconnaît le rôle actif d'une connaissance sur la situation, pour lui, le lien inducteur de la situation sur cette connaissance devient inversible : il sait. Une connaissance ainsi identifiée est un savoir, c'est une connaissance utile, utilisable, dans ce sens qu'elle permet au sujet d'agir sur la représentation* » (Connes, 1992). **Il apparaît donc important de présenter des phases d'institutionnalisation dans le scénario didactique**, ce qui passe par une mise en évidence, dans le scénario didactique des connaissances mathématiques qui circulent et que l'on peut faire acquérir aux élèves.

Des remarques

La progressivité selon le critère du nombre de pliages à réaliser semble adaptée pour les premières séances tout au moins. Ceci n'est pas en contradiction avec le fait de proposer dans la même séance d'abord des modèles de type T_2 , puis des modèles de type T_3 .

L'analyse des modèles doit figurer dans le scénario didactique pour expliciter la progressivité, pour montrer aux enseignants des difficultés de certaines figures (leur ambiguïté, comment on peut s'appuyer sur ce qui a été fait avant), et surtout pour leur présenter des connaissances mathématiques qui peuvent circuler lors de la reproduction de ces modèles.

Les différents commentaires et analyses précédents conduisent à la proposition d'un nouveau scénario didactique.

Un nouveau scénario didactique

Le déroulement reprend et complète celui du scénario précédent. Il est rapidement présenté ici. Seuls les éléments d'analyse qui ne figuraient pas dans le premier scénario sont formulés.

Déroulement

Étape 1 : Introduction du PLIOX dans la classe.

Temps 1 (collectif) – Présentation du PLIOX

Temps 2 (travail individuel) – Pliages

Temps 3 (travail individuel) – Coloriage

Étape 2 : reproduction d'un premier modèle par pliage (modèle 1 – de type T_1)

Temps 1 (collectif) – Présentation et première analyse du modèle

Temps 2 (travail individuel) – Recherche

Temps 3 (collectif) – Explicitation de procédure/ invalidation éventuelle de productions

Temps 4 (collectif) – Conclusion suivie d'une institutionnalisation locale

Étape 3 : reproduction d'autres modèles avec un pliage (modèles 3.1 et 3.2 de type T_1).

Le même déroulement est conservé. Cependant lors du temps 1, l'identification des formes fait l'objet d'une *demande de justification*.

Étape 4 : reproduction de modèles de type T_2 (modèles 4.1, 4.2-a et 4.2-b, 4.3, 4.4).

Étape 5 : reproduction de modèles de type T_3 . (modèles 5.1-a et 5.1-b, 5.2, 5.3, 5.4).

Complément d'analyse

Étape 2

Le modèle 1 met en évidence une première relation entre le carré et le rectangle : le partage en deux parties du carré conduit à un rectangle. La conclusion peut alors porter sur les modalités de pliage ainsi que sur le fait que le partage en deux parties du PLIOX conduit à deux rectangles. Pour illustrer cette dernière remarque, il peut plier et déplier son PLIOX selon une médiane.

L'institutionnalisation locale portant sur le vocabulaire rencontré : carré, rectangle, côté.

Étape 3

Lors du temps 1, la demande de justification portant sur l'identification des formes conduit progressivement les élèves à la prise de conscience de certaines propriétés de ces formes ainsi que la mise en évidence de certains points communs. Par exemple :

- Le carré possède quatre côtés et quatre sommets ; tous ses côtés ont la même longueur ;
- Le rectangle possède lui aussi quatre côtés et quatre sommets mais les côtés n'ont pas tous la même longueur ;
- Le triangle ne possède que trois côtés et trois sommets.

Ainsi peut s'amorcer le passage de la reconnaissance immédiate de formes (niveau 0 de Van Hiele) à l'analyse (niveau 1).

Lors de la reproduction du modèle 3.2, la demande de justification des figures identifiées peut conduire à mettre en évidence leur nombre de côtés et de sommets.

La mise en commun se conclut en soulignant la création d'un nouveau pli sur le PLIOX partageant celui-ci en deux parties superposables : une diagonale. Le fait que le PLIOX partagé en deux parties peut donner deux triangles est également mis en évidence.

Lors de la reproduction du modèle 3.2, la demande de justification permet de souligner les points communs et les différences qui existent entre le carré et le rectangle : ils ont tous deux quatre côtés et quatre sommets, mais dans le rectangle tous les côtés n'ont pas la même longueur. Lors de la mise en commun on pourra également remarquer que parmi les différents rectangles qui apparaissent dans ce modèle certains ne sont pas des moitiés de carrés.

L'étape 3 débouche sur une institutionnalisation locale reprenant les différents points abordés tout au long de l'activité : objets géométriques, propriétés et relations mises en évidence. L'institutionnalisation peut porter sur les relations entre le carré, le rectangle et le triangle. En effet, le modèle 3.1 correspond à la construction d'un triangle à partir du partage d'un carré. On peut donc mettre en évidence qu'un carré partagé en deux parties peut donner deux triangles rectangles isocèles. De plus la réalisation des deux modèles a fait apparaître de nouvelles sous-figures monochromes à l'intérieur du PLIOX :

- deux triangles rectangles isocèles à l'intérieur des carrés secondaires vert et jaune pour le modèle 3.1 ;
- deux rectangles à l'intérieur des carrés secondaires rouge et jaune pour le modèle 3.2.

On peut donc mettre en évidence que :

- deux triangles isocèles rectangles peuvent donner un carré ;
- deux rectangles peuvent donner un carré.

Étape 4

A partir de cette étape, la phase de recherche est de plus en plus rapide, voire quasi-instantanée pour les modèles les plus simples !!! À l'issue de cette étape, l'institutionnalisation peut par exemple porter sur les droites particulières du carré.

Le modèle 4.2 conduit à mettre en évidence des relations entre le carré et le rectangle, et plus précisément :

- un carré partagé en deux peut donner un rectangle ;
- un rectangle partagé en deux peut donner un carré.

La réalisation du modèle 4.3 met de nouveau en évidence les relations entre le carré et le rectangle :

- les carrés secondaires partagés en deux donnent des rectangles ;
- deux de ces rectangles peuvent former soit un carré bicolore, soit un rectangle bicolore ;
- les quatre rectangles forment un grand rectangle.

Étape 5

La reproduction des deux modèles 5.1 et 5.2 conduit à la mise en évidence que deux triangles (rectangles isocèles) conduisent à un triangle (rectangle isocèle).

Lors de la phase de conclusion, on peut par exemple mettre en évidence que :

- la réunion de deux triangles peut donner un triangle et qu'un triangle partagé en deux peut donner deux triangles (d'après les modèles 5.1) ;
- la réunion de deux rectangles peut donner un carré et la réunion de deux carrés peut donner un rectangle (d'après le modèle 5.2) ;
- la réunion de quatre triangles peut donner un rectangle (d'après le modèle 5.4).

D'autres pistes

Dans ce scénario didactique, le réseau de droites qui apparaît sur le verso du PLIOX n'est pas vraiment mis à profit. Il serait en effet possible de s'appuyer sur l'identification des sous-figures monochromes ou polychromes du recto pour les faire apparaître au verso.

Je n'ai pas du tout exploité dans ce mémoire la modalité D et ses variantes, et en particulier lorsque le modèle est impossible. Une étape supplémentaire dans le scénario didactique pourrait d'ailleurs être envisagée selon la modalité D₁ et se conclure par la proposition d'un modèle impossible.

J'ai en revanche exploité la modalité D_{échelle} en formation continue de professeurs des écoles, avec un modèle nécessitant 6 pliages.

CONCLUSION

Le travail de ce mémoire a consisté à définir la situation du PLIOX et à analyser les savoirs en jeu. Une première « vague » d'expérimentations m'a conduit notamment à identifier le rôle de l'enseignant, et m'a permis de compléter l'analyse, puis d'élaborer un scénario didactique.

Ce travail montre tout d'abord que la potentialité mathématique de la situation du PLIOX porte sur la connaissance/reconnaissance d'éléments figuraux élémentaires. Ceci nécessite en plus d'une appréhension perceptive, une appréhension opératoire des figures 2D de type méréologique (décomposition et reconfiguration), de type positionnel, voire de type optique selon la modalité retenue. Les expérimentations montrent que ce type d'activité est non seulement possible en CP/CE1, donc avant le cycle 3, mais qu'elle peut également s'intégrer à une progression en géométrie dans ce cycle.

Mais la situation du PLIOX n'a pas encore révélé toutes ses potentialités. En effet, des éléments figuraux 1D sont mis en évidence par les pliages successifs et conduisent à un réseau de droites très visible au verso du PLIOX. Il est envisageable que le jeu sur le recto/verso du PLIOX permette de développer la capacité à identifier toutes les formes qu'il est possible de reconnaître dans ce réseau de droites. Selon Houdement, cette capacité doit être travaillée en parallèle de la déconstruction dimensionnelle des formes 2D perceptivement prégnantes. Ce nouveau développement de la situation du PLIOX pourrait alors s'intégrer dans le travail de Duval&Godin&Perrin-Glorian qui cherchent à développer des situations pour apprendre à regarder les figures.

D'autre part, l'analyse des expérimentations pointe le rôle de l'enseignant et met en relief la tension qui existe entre dévolution et institutionnalisation déjà relevée par Margolinas. Les expérimentations illustrent ainsi le dysfonctionnement qui consiste « à privilégier l'activité, le « faire », les attitudes, aussi bien des élèves que du professeur (...) [et] conduit à reléguer à l'arrière-plan les connaissances et les savoirs » (Margolinas, & Laparra, 2008). Ce constat est à rapprocher de l'identification de gestes professionnels nécessaires à un fonctionnement approprié de la classe de mathématiques, et notamment liés à l'analyse a priori. En effet Butlen&Masselot&Pézard notent qu'« une vigilance didactique insuffisante se traduit souvent par un manque d'analyse a priori des tâches induites par les situations proposées, débouchant sur une synthèse et une institutionnalisation faibles, peu explicites (...) » (Butlen&Masselot&Pézard, 2012, p.260), cette vigilance didactique étant « davantage liée à une perception des enjeux mathématiques des activités proposées, des procédures à privilégier plutôt qu'à une simple maîtrise des contenus mathématiques » (Ibid, p.261). Ces remarques débouchent sur une nouvelle question portant sur les conditions de dépassement de la tension entre dévolution et institutionnalisation dans la situation du PLIOX.

Finalement, la construction et la mise en œuvre dans plusieurs classes de la séquence du PLIOX, associées à un premier contrôle théorique de la construction et de la réalisation des séances pourraient constituer les « premières pierres » d'une ingénierie didactique de développement ...

BIBLIOGRAPHIE

- BERTHELOT R. & SALIN M-H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse. Université de Bordeaux I.
- BERTHELOT R. & SALIN M-H. (1993-1994). L'enseignement de la géométrie à l'école primaire. *Grand N 53*. Irem de Grenoble. 39-56.
- BERTHELOT R. & SALIN M-H. (1999-2000). L'enseignement de l'espace à l'école primaire. *Grand N 62*. Irem de Grenoble. 37-59.
- BOULEAU N. (2000-2001). Reproduction et géométrie en cycle 1 et 2. *Grand N 67*. Irem de Grenoble. 15-32.
- BOULE F. (2001). *Questions sur la géométrie et son enseignement*. Nathan Pédagogie : Paris.
- BRIAND J., CHEVALIER M-C. (1995). *Les enjeux didactiques dans l'enseignement des mathématiques*. Hatier pédagogie : Paris.
- BROUSSEAU G. (1996). *Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques*. In *Didactique des mathématiques* (BRUN J. dir.). Delachaux et Niestlé. 45-143
- BROUSSEAU G. (2001). *Les propriétés didactiques de la géométrie élémentaire : l'étude de l'espace et de la géométrie*. Actes du séminaire de didactique des mathématiques du département des sciences de l'éducation de l'université de Crète. 67-83.
- CHARLES-PÉZARD M. & BUTLEN D. & MASSELOT P. (2012). *Professeurs des écoles débutants en ZEP. Quelles pratiques ? Quelle formation ?* La Pensée Sauvage.
- CONNES F.(1992). Savoirs et connaissances dans la perspective de la transposition didactique. *RDM 12(2.3)*.222-267
- DUVAL R. (1988). Approche cognitive des problèmes de géométrie en termes de congruence. *Annales de didactique et de sciences cognitives 1*. Irem de Strasbourg. 57-74.
- DUVAL R.(1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives 5*. Irem de Strasbourg. 37-65.
- DUVAL R. (1994). Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique. *Repères Irem 17*. 121-138.
- DUVAL R. (1995). Figures géométriques et discours mathématique. In *Sémiosis et pensée humaine*. La pensée sauvage. 173-207.*
- DUVAL R. (2003). Décrire, visualiser ou raisonner : quels « apprentissages premiers » de l'activité mathématique ?. *Annales de didactique et de sciences cognitives 8*. Irem de Strasbourg. 13-62.
- DUVAL R. (2005). Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie : développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements. *Annales de didactique et de sciences cognitives 10*. Irem de Strasbourg. 5-53.
- DUVAL R. & GODIN M. (2005). Les changements de regards nécessaires sur les figures. *Grand N 76*. Irem de Grenoble. 7-27.
- DUVAL R. & GODIN M. & PERRIN-GLORIAN M-J. (2004). Reproduction de figures à l'école élémentaire. *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Irem Paris 7. 6-89.
- FAVRAT J-F (1991-1992). Tracés aux instruments et raisonnements géométriques, quelques exemples de consignes. *Grand N 49*. Irem de Grenoble. 11-35.
- FAVRAT J-F & al (2006). Problèmes et activités finalisées dans l'enseignement de la géométrie à l'école élémentaire. *Actes du XXXIIème colloque COPIRELEM Strasbourg 2005*. Irem de Strasbourg. 1-25.
- GOBERT S. (2005). Quelles formulations pour les savoirs de géométrie à l'école élémentaire ? *Grand N 76*. Irem de Grenoble. 29-44.
- GODIN M. & PERRIN-GLORIAN M-J. (2008). De la restauration de figures à la rédaction d'un programme de construction ; le problème de l'élève, le problème du maître. *Actes du XXXIVème colloque COPIRELEM Troyes 2007*. Iufm de Champagne-Ardenne. 1-20.
- HOUEMENT C. & KUZNIAK A. (1999). Géométrie et paradigmes géométriques. *Petit x 51*. Irem de Grenoble. 5-22.
- HOUEMENT C. & KUZNIAK A. (2000). Formation des maîtres et paradigmes géométriques. *Annales de didactique et de sciences cognitives 20(1)*. Irem de Strasbourg. 89-116.
- HOUEMENT C. & KUZNIAK A. (2006). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de didactique et de sciences cognitives 11*. Irem de Strasbourg. 175-193.
- ICEM. *Libres recherches en mathématiques 30*. Ed PEMF, Mouans-Sartoux.

- KUZNIAK A. (2003). Paradigmes et espaces de travail géométriques. Notes d'habilitation. IREM Université de Paris VII, Paris. <http://people.math.jussieu.fr/~kuzniak/Habilitation/Habilitation.pdf>
- KUZNIAK A. (2004). Sur la notion d'espace(s) de travail géométrique(s). Actes du séminaire national de didactique des mathématiques. Irem Paris 7. 91-109.
- KUZNIAK A. (2005). Espace de travail géométrique personnel : une approche didactique et statistique. *Actes des 3èmes rencontres internationales de l'analyse statistique implicite*. Palerme. 211-227.
- KUZNIAK A. (2005). La théorie des situations didactiques de Guy Brousseau. *Repères IREM* 61.19-35
- KUZNIAK A. (2010). Un essai sur la nature du travail géométrique en fin de la scolarité obligatoire en France. *Annales de didactique et de sciences cognitives* 15. Irem de Strasbourg. 75-95.
- LABORDE C. (1997). La multiplicité des contrats dans l'usage des figures. *Conférence in Bulletin d'information* 39. Irem de Rennes. 9-17.
- MARGOLINAS C. & LAPARRA M. (2008) Quand la dévolution prend le pas sur l'institutionnalisation. *Actes du colloque "Les didactiques et leur rapport à l'enseignement et à la formation "*. Bordeaux 2008. <http://www.aquitaine.iufm.fr/infos/colloque2008/cdromcolloque/communications/marg.pdf>
- MATHE A- C. (2006). *Jeux et enjeux de langage dans la construction d'un vocabulaire de géométrie spécifique et partagé en cycle 3*. Thèse. Université de Lyon I.
- PERRIN-GLORIAN M-J. & al (2007). Géométrie plane et figures au cycle 3 : une démarche pour élaborer des situations visant à favoriser une mobilité du regard sur les figures de géométrie. *Grand N* 79. Irem de Grenoble. 33-60.
- PERRIN-GLORIAN M-J. (2009). L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement de ressources et formation des enseignants. In *En amont et en aval des ingénieries didactiques*, *Actes de la XV^e école d'été de didactique des mathématiques*. La Pensée Sauvage. 57-78.
- PERRIN-GLORIAN M-J., SALIN M-H. (2009). Didactique de la géométrie : peut-on commencer à faire le point ? In *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*. Irem Paris 7. 47-81.
- PERRIN-GLORIAN M-J. (2012). Vers une progression cohérente de l'enseignement de la géométrie plane du CP à la fin du collège ? Les mathématiques en marche au long de la scolarité obligatoire. *Bulletin Vert* 499. APMEP. 325-332.

ANNEXES

ANNEXE 1

ACTIVITÉ : « PLIAGES D'UN CARRÉ »

d'après J. Favrat- S muller- B. Barbero- N. Bellard ; IREM de Montpellier
in Actes du XXXII^{ème} colloque de la COPIRELEM

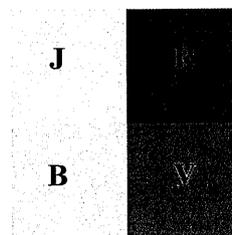
Objectif : Apprendre à analyser des figures complexes

Niveau : CP/CE1

*Descriptif : L'activité, directement inspirée de la brochure *Libres recherches en mathématiques* (n°30, ICEM) demande que chaque élève dispose d'un carré de papier présentant quatre zones colorées en rouge, bleu, vert et jaune, zones également carrées.*

Le but est de réaliser, par pliage, d'autres figures colorées.

La séquence principale compte quatre séances de 45 minutes ; elle s'est poursuivie sous la forme de moments plus brefs tant les élèves étaient ravis de travailler avec leur carré coloré.



SÉANCE 1 : INTRODUCTION DU CARRÉ DANS LA CLASSE

* Chaque élève reçoit un carré uni blanc de 21 cm de côté et doit le plier en deux, en superposant un côté contre un autre côté pour obtenir un rectangle. L'enseignant montre comment procéder.

Le but de cette séance, essentiellement « technologique », est que les élèves parviennent à un pli bien net ; des carrés supplémentaires sont nécessaires pour les élèves parfois maladroits ou empressés.

* Ce premier pli est ouvert. Les élèves doivent tourner leur feuille d'un quart de tour et effectuer un second pli semblable au premier, de manière à faire apparaître les quatre carrés à colorier selon le modèle affiché au tableau. On vérifie qu'il n'y a pas d'inversion gauche / droite dans les coloriages : il s'agit pour la suite que tous les élèves aient le même outil !

SÉANCE 2 : RÉALISATION DES PREMIÈRES FIGURES PAR PLIAGE

* Le maître montre une figure qu'il a obtenue en pliant une seule fois le carré coloré. Cette figure est affichée au tableau.

* Collectivement ou individuellement des élèves sont sollicités pour dire ce qu'ils voient, les formes qu'ils reconnaissent aussi bien sur le contour qu'à l'intérieur de la figure.

* Puis chacun doit réaliser une figure identique à celle qui est affichée à partir de son carré et grâce à un seul pliage.

* Ensuite quelques élèves expliquent (ou montrent s'ils ne parviennent pas à expliquer) comment ils s'y sont pris.

* La même activité est reprise plusieurs fois de suite en changeant la figure à reproduire.

Remarque : toutes les figures de cette séance peuvent être réalisées à l'aide d'un seul pliage.

Exemple des figures à réaliser :



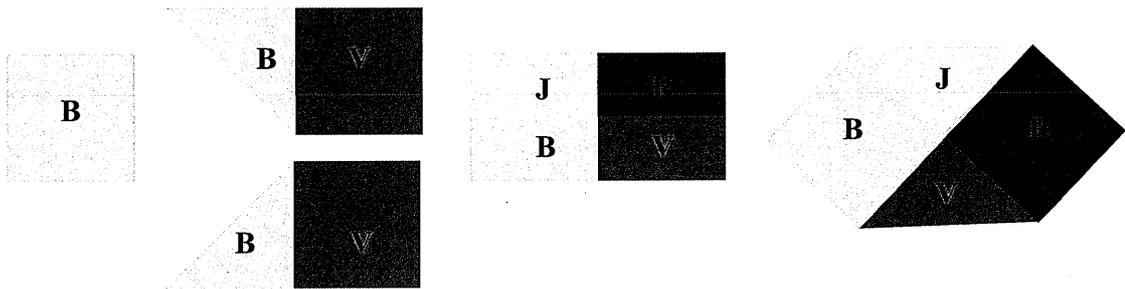
3ÈME SÉANCE : RÉALISATION DE NOUVELLES FIGURES PAR PLIAGE.

La séance est analogue à la précédente, toutefois les figures demandent deux plis pour être réalisées.

Avec ces figures, les élèves se rendent compte que des figures peuvent être très ressemblantes sans être identiques (voir les deux trapèzes, ou encore le recto et le verso du rectangle).

Ils s'aperçoivent aussi que pendant la réalisation, il vaut mieux contrôler l'agencement des couleurs, sinon gare aux erreurs d'orientation à la fin !

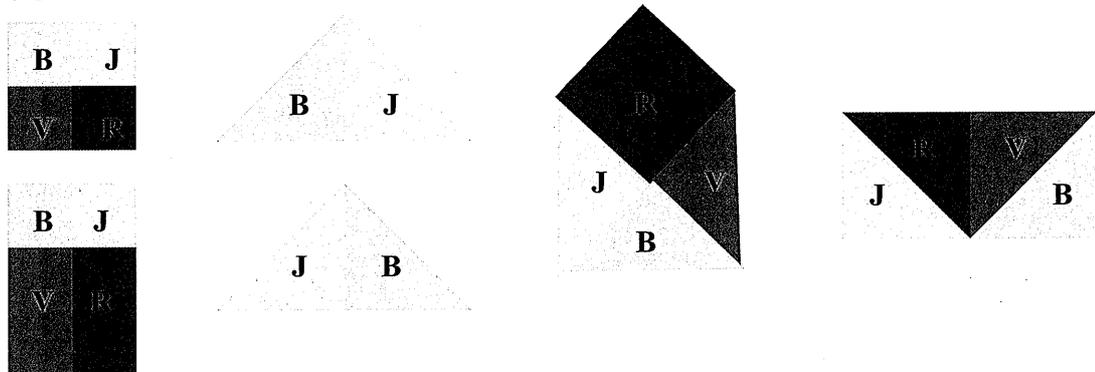
Exemple des figures à réaliser :



4ÈME SÉANCE : RÉALISATION DE NOUVELLES FIGURES PAR PLIAGE (SUITE).

Cette séance est un approfondissement des précédentes : les figures nécessitent maintenant trois pliages consécutifs. Les élèves peuvent avoir besoin de s'entraider mutuellement.

Exemple des figures à réaliser :



PROLONGEMENTS

D'autres figures sont proposées par le maître en guise de « gymnastique » géométrique, non plus sur des séances complètes mais à l'occasion de brefs moments (10 à 15 minutes).

Parfois ce sont les élèves qui inventent une figure pour leurs camarades.

Conclusion : Qu'avons-nous pu observer au fur et à mesure des séances ?

- D'abord, le carré initial s'enrichit de nouveaux plis, la connaissance du carré, de ses axes de symétrie, nous pouvons l'espérer, s'en trouve renforcée. Si ces plis ont été bien marqués, la manipulation ne pose plus de problèmes, les élèves peuvent ainsi se concentrer sur la recherche des solutions.

- De même les verbalisations s'étoffent de plus en plus : sommet, côté, centre, droite, gauche, carré, triangle, rectangle sont constamment réemployés.

- Par ailleurs les descriptions se diversifient : ainsi il devient « naturel » de voir, dans la figure ci-contre, un rectangle, deux carrés, quatre petits triangles ou encore un grand triangle. Autrement dit, ce sont les prémisses de la capacité attendue à changer de point de vue dans l'analyse d'une figure.



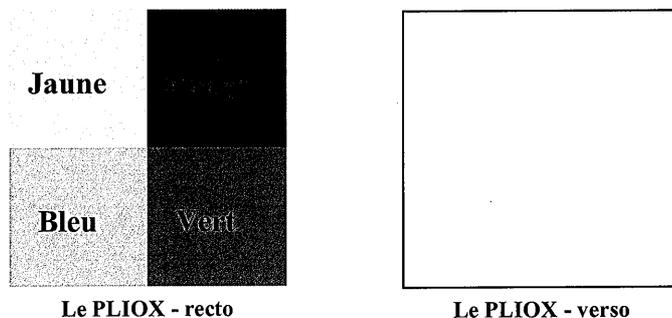
Ce n'est guère étonnant puisque pour réussir à reproduire une figure présentée sous la forme d'un pliage, il faut tout à la fois tenir compte du contour de cette figure et des formes des zones colorées visibles.

ANNEXE 2

LA SITUATION DU PLIOX

Le matériel

Un PLIOX est un carré de papier présentant sur une face quatre zones également carrées et colorées en rouge, bleu, vert et jaune, zones comme ci-dessous :



À partir d'un PLIOX, il est possible de réaliser différentes figures colorées selon un ensemble de pliages autorisés.

Remarque : On conseille de réaliser un PLIOX de 21 cm de côté, ce qui peut se faire à partir d'une feuille A4. Cette taille permet que les figures résultant des différents pliages proposés ne soient pas trop petites.

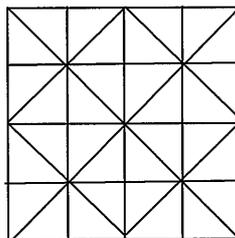
La situation

On considère alors la situation suivante²¹ :

Reproduire une figure modèle obtenue par pliage effectif d'un PLIOX.

Les éléments fixés de ce type de problème

Les directions de plis privilégiées correspondent aux axes de symétrie du carré (ses diagonales et ses médianes, c'est-à-dire les médianes de ses côtés opposés), ainsi qu'aux axes de symétrie des carrés « secondaires », c'est-à-dire des quatre carrés de couleur (leurs diagonales et leurs médianes ; celles qui ne sont pas confondues avec les diagonales ou médianes du PLIOX seront dénommées « secondaires » par la suite).



Directions de plis privilégiées

Chaque élève dispose d'un PLIOX.

Chaque reproduction s'effectue par pliage d'un PLIOX, donc dans le monde sensible.

Le modèle est fourni, il est disponible sous les yeux des élèves.

La validation est perceptive par comparaison visuelle entre le modèle et le résultat du pliage du PLIOX effectué.

Objectifs

Cette séquence peut d'abord être l'occasion de revoir le carré, de parler de diagonale.

Les figures sont dans différentes positions : on cherche à les reconnaître.

On utilise le vocabulaire géométrique (carré, rectangle, triangle, côté, sommet, diagonale,...), mais également celui lié à l'orientation (à droite de, à gauche de,...).

²¹ L'activité est directement inspirée de la brochure Libres recherches en mathématiques (n°30, ICEM) ainsi que d'une proposition de Favrat & al (2006). Problèmes et activités finalisées dans l'enseignement de la géométrie à l'école élémentaire. *Actes du XXXIIème colloque COPIRELEM Strasbourg 2005*. Irem de Strasbourg. 1-25.

Et surtout il s'agit d'apprendre à analyser une figure. Aucun instrument n'est utilisé et seuls les pliages sont convoqués. Ainsi l'activité est centrée sur l'analyse de la figure pour sa reproduction, plutôt que sur le tracé. Dans la tâche d'analyse d'une figure, il s'agit de prendre en compte à la fois :

- la forme du modèle à reproduire (aspect global)
- le « motif interne » (point de vue local), ce qui revient à :
 - identifier les figures élémentaires qui composent la figure (par exemple voir le carré comme deux triangles)
 - et reconnaître l'organisation spatiale relative de ces figures élémentaires.

Un exemple de scénario possible

La séquence mise en place par Favrat (et que j'avais envoyée) s'est déroulée sur 4 séances de 40 à 45 minutes. Je propose un scénario moins contraignant, qu'il est possible de ne pas suivre).

Séance 1 : introduction du PLIOX dans la classe.

[→ pas d'observation]

L'enseignant présente le PLIOX et l'affiche au tableau. Il fait verbaliser les élèves sur ce qu'ils voient. Chaque élève reçoit ensuite un carré uni blanc²².

Le maître donne la première consigne et montre comment procéder. Consigne : « *Vous devez plier votre carré en deux, en superposant un côté contre un autre côté pour obtenir un rectangle.* »

Les élèves doivent parvenir à un pli bien net. Le maître passe dans les rangs pour vérifier ce premier pliage ; des carrés supplémentaires sont nécessaires pour les élèves parfois maladroits ou empressés. Ce premier pli est ouvert. Les élèves doivent alors tourner leur feuille d'un quart de tour et effectuer un second pli semblable au premier de manière à faire apparaître les quatre carrés. Les élèves sont enfin invités à colorier les quatre carrés selon le modèle affiché au tableau. Le maître vérifie qu'il n'y a pas d'inversion gauche / droite dans les coloriages : il s'agit pour la suite que tous les élèves aient le même support ! À la fin de cette étape, chacun d'entre eux dispose d'un carré coloré identique au modèle.

Remarque : Cette étape correspond à une phase d'appropriation du matériel.

Pour les élèves, le but de cette étape est la fabrication d'un objet technique (c'est-à-dire dont la finalité est d'assurer un service de caractère pratique, utilitaire).

Pour l'enseignant, il s'agit de rappeler le premier vocabulaire géométrique (carré, rectangle, côté), d'introduire le pliage, modalité de reproduction qui sera utilisée tout au long de cette activité, mais surtout de présenter le matériel comme étant un carré (point de vue global) partagé en quatre zones carrées (point de vue local) soulignées par la présence des couleurs.

Séance 2 : réalisation des premières figures par pliage.

[→ observation]

Le maître montre une figure qu'il a obtenue en pliant *une seule fois* le PLIOX. Cette figure est affichée au tableau. Collectivement ou individuellement des élèves sont sollicités pour dire ce qu'ils voient, les formes qu'ils reconnaissent aussi bien sur le contour qu'à l'intérieur de la figure.

Puis le maître donne la consigne : « *Chacun doit réaliser par pliage une figure identique à celle qui est affichée à partir de son PLIOX.* ». Ensuite quelques élèves expliquent (ou montrent s'ils ne parviennent pas à expliquer) comment ils s'y sont pris.

La même activité est reprise plusieurs fois de suite en changeant la figure à reproduire, et éventuellement en proposant des modèles nécessitant 2 pliages.

Séance 3 : réalisation de nouvelles figures par pliage .

[→ observation]

La même activité avec la même consigne est de nouveau proposée, selon les mêmes modalités de travail, mais avec de nouveaux modèles à reproduire, nécessitant 1, 2, voire 3 pliages...

Prolongements

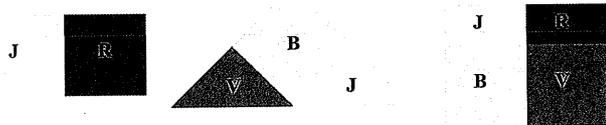
[→ pas d'observation]

D'autres figures sont proposées par le maître en guise de « gymnastique » géométrique, non plus sur des séances complètes mais à l'occasion de brefs moments (10 à 15 minutes). Parfois ce sont les élèves qui inventent une figure pour leurs camarades.

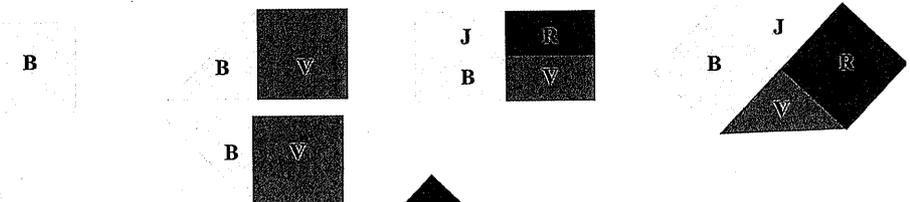
²² On conseille de proposer un carré de 21 cm de côté, ce qui peut se faire à partir d'une feuille A4. Cette taille permet que les figures résultant des différents pliages proposés ne soient pas trop petites.

Exemples de modèles, mais il y en a d'autres...

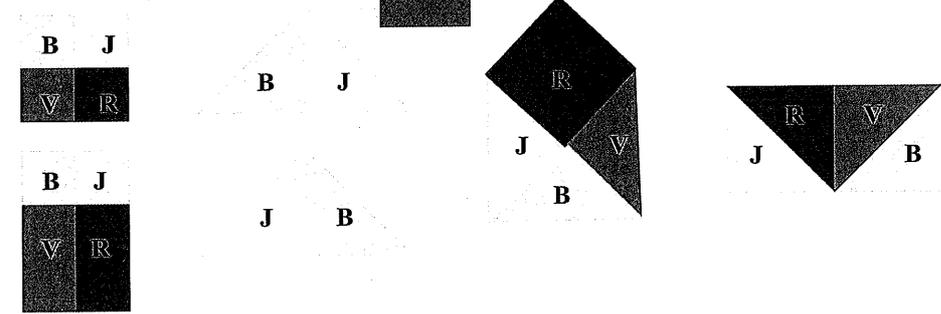
Avec un pliage



Avec deux pliages



Avec 3 pliages



Quelques remarques sur le modèle à reproduire et le nombre de pliages

Selon le modèle que l'on choisit, l'activité est rendue plus ou moins difficile. Le nombre de plis peut être un facteur de difficultés, mais le nombre de figures élémentaires composant le modèle, leurs positions relatives, ainsi que la position qu'elles occupent dans le modèle (jouant sur l'identification perceptive) interviennent également.

Par exemple :

- ce modèle à un seul pliage



est plus simple à reproduire que ce modèle



à trois pliages

- Mais ce modèle à un seul pliage

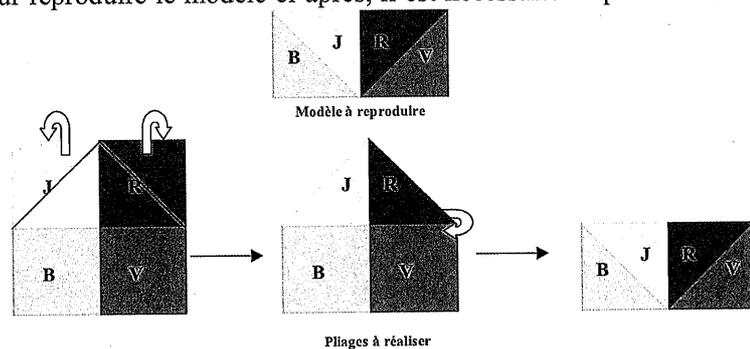


est plus difficile que celui-ci



pourtant à 4 pliages

De plus, l'utilisation des parties déjà pliées peut rendre l'activité plus difficile selon qu'on utilise le « recto » ou le « verso ». Par exemple pour reproduire le modèle ci-après, il est nécessaire de prendre en compte le « verso » du pliage :



Un autre facteur de difficulté concerne la présence préalable sur le PLIOX des plis nécessaires à la reproduction du modèle. En effet, lorsqu'ils n'apparaissent pas sur le PLIOX, alors l'élève doit les identifier. Il existe enfin des modèles plus ou moins *ambigus* en termes de choix de plis. Par exemple le modèle ci-dessous est ambigu car le non respect des directions de plis privilégiés pourrait conduire à la figure :

Modèle

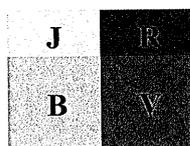
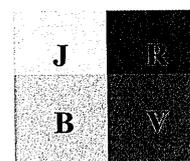


figure obtenue



Dans ce cas, le pli n'est pas réalisé selon une médiane secondaire. L'ambiguïté d'un modèle est d'autant plus importante si les directions de plis nécessaires n'apparaissent pas sur le PLIOX.

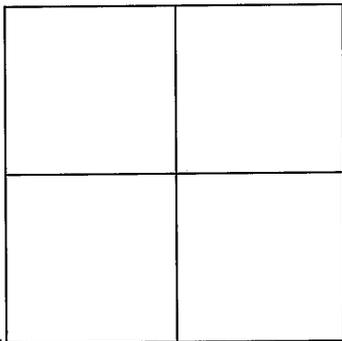
ÉVALUATION DIAGNOSTIQUE

Prénom :

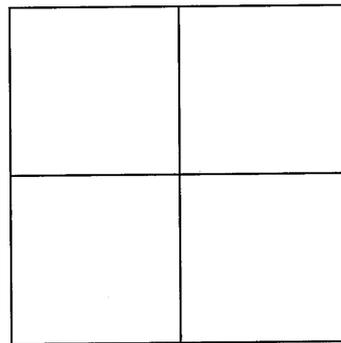
Matériel : feutres ou crayons de couleur

Activité 1

1. Repasse en couleur le tour d'un carré

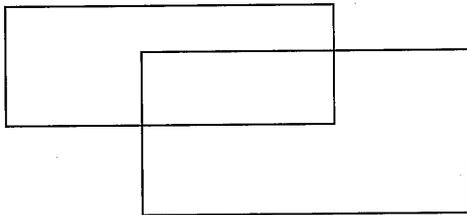


2. Si tu le peux, repasse en couleur le tour d'un *autre* carré **plus grand ou plus petit**

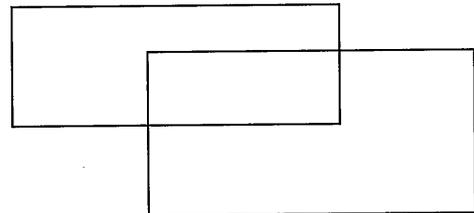


Activité 2

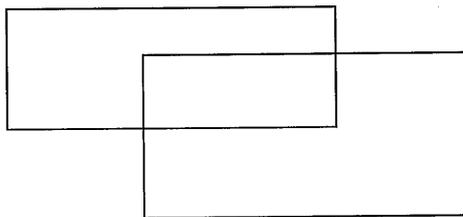
1. Repasse en couleur le tour d'un rectangle



2. Repasse en couleur le tour d'un *autre* rectangle

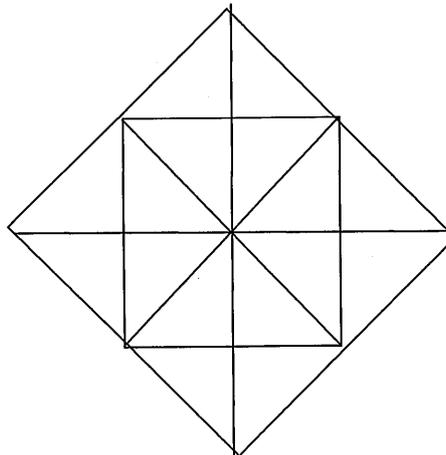


3. Si tu le peux, repasse en couleur le tour *d'encore un autre* rectangle



Activité 3

Repasse en couleur le contour d'un carré



ANALYSE DE L'ÉVALUATION

Présentation générale

Toutes les activités proposées dans cette évaluation diagnostique ont des points communs que nous présentons dans ce qui suit.

Les consignes

Toutes les consignes demandent à l'élève de « repasser le tour d'un ... en couleur ». Le vocabulaire choisi n'est pas propre à la géométrie, pour ne pas ajouter de difficultés supplémentaires : en effet, à ce niveau de la scolarité (CP/CE1) la signification du mot « côté » n'est pas encore stabilisée.

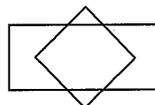
De plus, les activités usuelles de coloriage demandent aux élèves de la précision pour ne pas « déborder du contour » ; or dans certaines des figures demandées, une décomposition méréologique apparaît et l'élève doit alors colorier au-delà des bords des formes 2D intérieures à la figure. Pour contourner l'obstacle qui pourrait apparaître, la consigne demande de « repasser le tour en couleur » de ces figures et pas de les colorier.

Les tâches

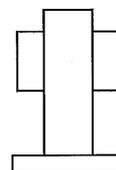
Les différentes consignes conduisent à analyser chacune des figures proposées. L'analyse s'effectue ici en fonction des formes (unités figurales 2D en reprenant la terminologie de Duval), que les élèves vont reconnaître et des propriétés visuelles de ces formes, c'est-à-dire qu'elle est perceptive.

De plus, ces formes 2D correspondent à des contours fermés : tous les éléments figuraux sont des traits. Dans ce cas, « l'organisation perceptive des figures suit la loi de clôture et de continuité, (...) [les différents traits] se détachent comme figure sur fond » (Duval, 1988, p59). Les lois d'organisation des données visuelles imposent, selon la Gestalt Theorie, la reconnaissance de certaines formes contre la reconnaissance d'autres formes. Selon le cas, une figure pourra alors être perçue :

- soit comme un assemblage de formes par superposition, comme par exemple la figure ci-dessous vue comme la superposition d'un carré et d'un rectangle :



- soit comme un assemblage de formes par juxtaposition, comme par exemple la figure ci-dessous vue comme la juxtaposition de plusieurs rectangles :



Les activités présentées obligent donc les élèves à adopter deux points de vue successifs et différents sur une même figure. *Le but des consignes des activités 1 et 2 est de pousser les élèves à passer, à basculer, d'un point de vue à l'autre.*

Analyse a priori de l'activité 1

Les deux figures de cette activité (Favrat) sont composées d'un grand carré partagé en quatre carrés plus petits selon ses médianes (les médiatrices de ses côtés).

Dans cette activité, les élèves doivent donc :

- observer que le grand carré est comme une mosaïque composée de plusieurs sous-figures élémentaires (quatre carrés) ;
- remarquer que le contour global est aussi une figure élémentaire (un carré).

C'est-à-dire que la procédure visée dans cette activité consiste à repasser en couleur (dans cet ordre ou pas) :

- les côtés de l'un des quatre petits carrés, soit à obtenir l'une des quatre figures ci-contre :

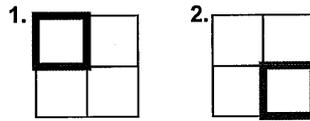


- les côtés du grand carré, soit à obtenir la figure ci-dessous :



Or selon les lois d'organisation visuelles, c'est la juxtaposition des 4 petits carrés qui risque d'être uniquement perçue. On peut donc s'attendre à ce qu'une majorité d'élèves colorient à chaque fois le contour de l'un des quatre carrés dans les deux figures, ne respectant pas de ce fait la contrainte que le deuxième carré soit de taille

différente du premier (ce constat a d'ailleurs déjà été obtenu par Favrat & al dans le cadre d'un coloriage des figures) :

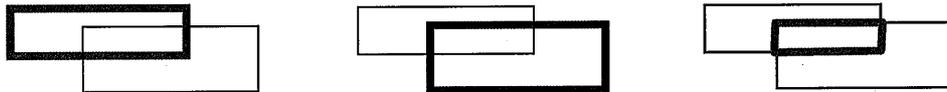


Analyse a priori de l'activité 2

La figure de la deuxième activité est formée par deux grands rectangles « superposés », leur intersection formant un troisième rectangle plus petit alors inclus dans les deux autres. Dans cette activité, les élèves doivent :

- identifier les deux plus grands rectangles ;
- remarquer la présence d'une troisième figure élémentaire (le petit rectangle).

La production attendue est alors (dans cet ordre ou pas) :



Or dans cette figure, et selon les lois d'organisation visuelles, c'est la superposition des deux rectangles qui risque d'être perçue ; on peut s'attendre à ce qu'une majorité d'élèves colorient à chaque fois le contour d'un des deux grands rectangles et ne voient pas le contour du troisième.

Analyse a priori de l'activité 3

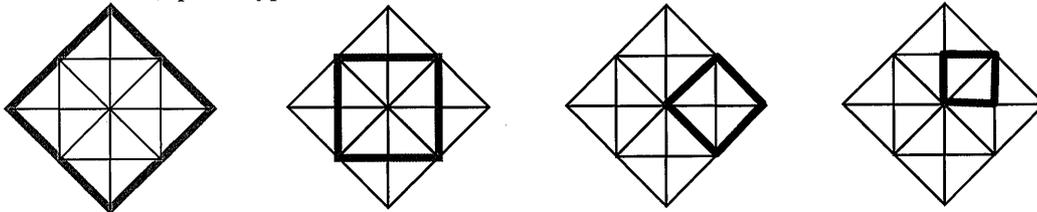
La figure de la troisième activité est formée par un carré dans lequel figure un réseau de droites :

- ses diagonales,
- ses médianes,
- ainsi que les « diagonales secondaires » (c'est-à-dire les diagonales des quatre petits carrés définis par les deux médianes du grand carré).

On peut également voir le carré comme un puzzle formé d'une juxtaposition de triangles rectangles.

Dans cette activité, les élèves doivent identifier un carré formé par ce réseau de droites (ou formé par des assemblages de triangles rectangles, selon l'analyse envisagée).

Il s'agit ici de savoir si les élèves peuvent reconnaître des formes 2D dans un réseau de droites où elles ne sont pas d'emblée visibles. Ici, quatre types de carrés sont identifiables :



Carré type 1

Carré type 2

Carré type 3

Carré type 4

De plus, cette figure fait référence au PLIOX qui sera utilisé dans la séquence, ainsi qu'à ses plis : je cherche à mesurer les progrès éventuels, en restant dans le même contexte. Lors de l'évaluation de fin de séquence, j'envisage de proposer la même évaluation.

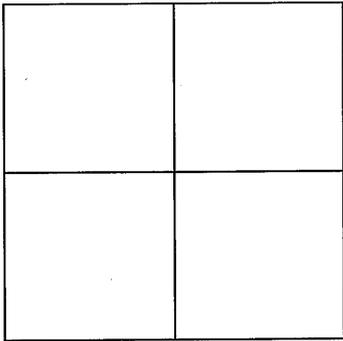
ÉVALUATION SOMMATIVE

Prénom :

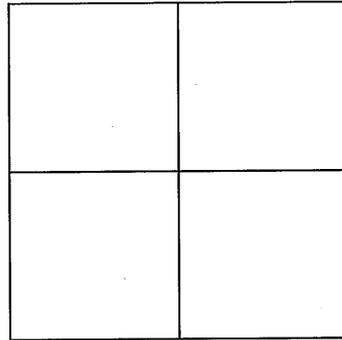
Matériel : feutres ou crayons de couleur

Activité 1

1. Repasse en couleur le tour d'un carré

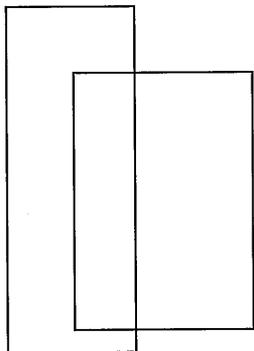


2. Si tu le peux, repasse en couleur le tour d'un **autre** carré *plus grand ou plus petit*

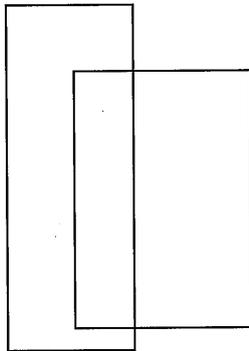


Activité 2

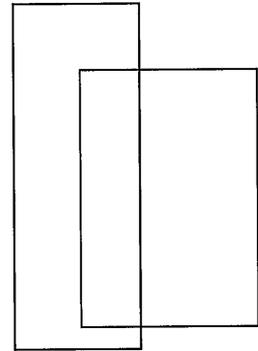
1. Repasse en couleur le tour d'un rectangle



2. Repasse en couleur le tour d'un **autre** rectangle

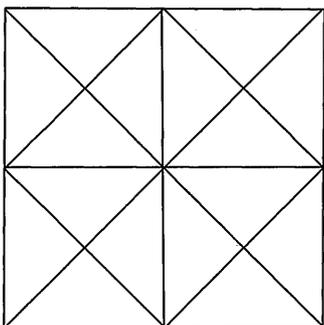


3. Si tu le peux, repasse en couleur le tour **d'encore un autre** rectangle

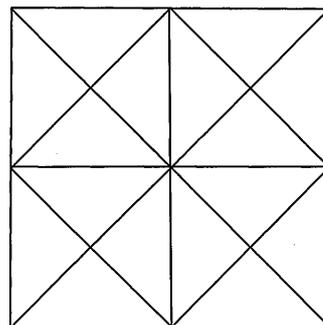


Activité 3

1. Repasse en couleur le tour d'un carré



2. Repasse en couleur le tour d'un **autre** carré *plus grand ou plus petit*



Analyse a priori des activités

L'activité 1 est exactement la même que celle de l'activité 1 de l'évaluation diagnostique.

L'activité 2 reprend la même consigne que l'activité 2 de l'évaluation diagnostique. Pour ne pas faire une présentation identique, les figures proposées sont toujours des rectangles, mais ils sont « verticaux ». De plus, les trois questions sont alignées.

Suite aux résultats de l'évaluation diagnostique, l'activité 3 de l'évaluation sommative reprend la même figure mais dans une position différente pour que le carré central (le plus visible) ne soit plus dans une position prototypique. De plus, une question est rajoutée : il s'agit de trouver un deuxième carré.

ANNEXE 5

TRANSCRIPTION EVALUATION DIAGNOSTIQUE (M)

1. M : Tessa, tu nous lis la consigne. D'abord tu te tiens bien.
2. Tessa : Activité 1. Un : Repasse en couleur le tour d'un carré.
3. M : Qui la relit cette consigne ? Vas-y Estelle.
4. Estelle : A...
5. M : Activité...
6. Estelle : Activité 1. Un : Repasse en... en ...
7. M : En couleur
8. Estelle : En couleur le tour d'un carré.
9. M : Très bien. Tout le monde a vu ce qu'il faut faire ? Vous voyez donc l'activité 1, la figure 1, vous mettez le doigt dessus... Voilà. Mets le doigt sur l'activité 1 la figure 1, voilà... Repasse en couleur le tour d'un carré. Donc, vous choisissez la couleur que vous voulez, ça nous est égal... le tour d'un carré. Là, je ne copie pas... C'est comme vous voulez, hein, pas besoin de copier parce que de toute façon c'est ni juste ni faux, c'est comme on veut. ... Voilà... Et vous faites le tour.
La maîtresse passe dans les rangs
(à un élève) Voilà, là ici, tu choisis un carré et tu fais le tour...
(à un autre) C'est bien, c'est bien, tu ne t'inquiètes pas.
10. M : Bon... C'est bien... Alors maintenant... Est-ce que j'ai dit qu'on en était là ? J'ai dit qu'on faisait l'activité 1, monsieur J'écoute-c'que-j'veux. Maintenant, on va mettre le doigt sur le numéro 2 de l'activité 1 qui est juste à côté, hein, mettez le doigt. Thalys, ne regarde pas sur la voisine, tu fais ce que tu veux ! Il y aura plusieurs possibilités. (À un élève) Oui mon grand, c'est là. Qui me lit la consigne ? Délia...
11. Délia : Si tu le peux, repasse en, en...
12. M : En couleur
13. Délia : En couleur le tour ...
14. M : Le ? Le tour
15. Délia : Le tour d'un carré ...
16. M : Non. Tu es sûre que tu es au bon endroit ? Mets le doigt sur la consigne. D'un autre carré.
17. Délia : D'un autre carré plus grand ou plus petit.
18. M : Je vous la relis la consigne. Donc vous avez tous le doigt sur la figure... voilà... Mets le doigt sur la figure qu'on te demande d'observer.... Si tu le peux, donc c'est si tu le peux repasse en couleur le tour d'un autre carré plus grand ou plus petit.
La maîtresse déambule dans la classe. A un élève :
Ici, tu repasses le tour d'un autre carré, plus grand ou plus petit C'est là, hein si tu le peux repasse le tour d'un autre carré plus grand ou plus petit. Surtout te presse pas !
Elle continue à déambuler pendant que les élèves travaillent.
C'est bon ? Activité numéro 2. Alors vous avez tous le doigt dessus. Qui me lit la consigne ? Michelle.
19. Michelle : Repasse en couleur le tour d'un rectangle.
20. M : Repasse en couleur le tour d'un rectangle. Donc on est à l'activité numéro 2 et on est au numéro 1 de cette activité. Repasse en couleur le tour d'un rectangle. On est ici, d'accord ?
Les élèves travaillent.
21. M : Vous allez vous mettre sur la figure à côté ...activité numéro 2 et le numéro 2... hein, dès que vous avez fini. La même figure on va dire qu'on voit apparaître... Si tu veux, très bien. Attention ! Mettez le doigt dessus... l'activité qui est à côté. Tu mets le doigt dessus, Tessa, bon ! Parce que je vous connais... « à côté » ça veut dire des fois n'importe quoi chez certains ! Qui me lit la consigne ? Nathan
22. Nathan : 2. Repasse en couleur le tour d'un autre rectangle.
23. M : Très bien. Repasse en couleur le tour d'un autre rectangle...
(À un élève) Ah non, on n'a pas dit qu'on faisait des cœurs, hein, là ! Repasse en couleur le tour d'un autre rectangle.
(À un autre élève) C'est toi qui choisit, tu es libre !
(À un troisième élève) Là ! Donc je dis repasse en couleur le tour d'un autre rectangle. Et quand vous avez fini vous mettez le doigt sur la figure qui est en dessous donc toujours activité 2 le numéro 3.

(À un élève) C'est bien !

Vous avez le doigt sur l'exercice numéro 3 ? Qui me lit la consigne ? Sarah !

24. Sarah : 3. Si tu le peux, repasse en couleur le tour d'encore un autre rectangle.

25. M : Voilà, je vous le redit assez fort. J'aimerais que miss soit un peu plus organisée. Si tu le peux, repasse en couleur le tour d'encore un autre rectangle.

Les élèves travaillent.

(A un élève) Non, mais je te rassure, hein, pour l'instant tout va bien, monsieur, tu es libre, tu fais encore comme tu veux. Chuuutt. Thomas !

Et quand on a fini, on se met sur l'activité numéro 3 qui est tout en bas.

Les élèves continuent de travailler.

Vous avez le doigt sur la dernière activité ? Mattéo, c'est toi qui parle ? Maël, tu mets le doigt sur la dernière activité, la numéro trois tout en bas. Qui me lit la consigne ? Romy.

26. Romy : Activité

27. M : Attends, Romy, plus fort.

28. Romy : Activité 3. Repasse en couleur le contour d'un carré.

29. M : Alors, je la redis. Repasse en couleur le contour d'un carré. Le contour, qu'est-ce que ça veut dire ? Le... ?

30. Elève : Le carré.

31. M : Le... ?

32. Elève : Le tour...

33. M : Le tour...

34. Elève : D'un carré.

35. M : Le tour d'un carré. Un carré que vous voyez. On a bien dit un seul.

En se promenant

Si tu en vois un, hein, si tu vois un carré, c'est si tu le peux. Si tu ne vois pas de carré, nous ça nous est égal.

36. CW : Si vous ne voyez pas de carré, vous mettez une petite croix en couleur sur la ... sur la feuille.

37. M : Et ne copiez pas sur le voisin, parce qu'en fait heu... il y a plusieurs possibilités. Chutt. Et bien voilà, je vais demander aux élèves qui sont de distribution et de ramassage de ramasser les feuilles. Normalement c'est fini pour tout le monde.

(fin à 12 minutes)

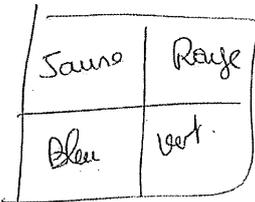
EXTRAITS DE LA FICHE DE PRÉPARATION – SÉANCE 1 (M)

OBJECTIFS GÉNÉRAUX : Apprendre à analyser des figures complexes par manipulation (pliage)

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES : être capable de :

Savoir(s) : (Connaissances)	Savoir Faire : (Capacités)	Savoir être : (Attitude)
<ul style="list-style-type: none"> • identifier des formes planes géométriques (carré-rectangle-triangle) • identifier des propriétés axes de symétrie / diagonales médianes / etc. • emploi d'un vocabulaire en relation avec les figures / centre de gravité 	<ul style="list-style-type: none"> • pliage précis et ordonné • Changement de point de vue dans l'analyse d'une figure (contour global / contour local) 	<ul style="list-style-type: none"> • attention et soin • donner et justifier son point de vue. • écouter et accepter le point de vue de l'autre

ORGANISATION :	DEMARCHE :	MATERIEL :	DUREE :
alternance travail collectif travail individuel	<ul style="list-style-type: none"> - impérative - acquisition du vocabulaire par imprégnation 	1 carré 10 cm de côté par élève + quelques en + 1 pour le maître	Eva. 20 mn 20 mn 140 mn

DEROULEMENT :	DUREE :	OBSERVATIONS :
① Afficher le Carré vierge de pli ② Distribution individuelle des carrés ③ Consigne écrite de la démonstration : « Vous devez plier votre carré en deux, en superposant un côté contre un autre par obtuse un rectangle »		déballage verbal obtenir un pli bien net
④ le pli reste ouvert « Vous devez obtenir 4 carrés par pli en laissant la feuille d'1/4 de carré et en effectuant un second pli pareille au 1er » + démonstration		la 11 passe dans les rangs faire émerger les commentaires idem
⑤ Coloriage 		m modèle par tous

EXTRAITS DE LA FICHE DE PRÉPARATION – SÉANCE 2 (M)

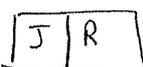
OBJECTIFS GÉNÉRAUX : Apprendre à analyser des figures complexes par manipulation (pliage).

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES : être capable de :

Savoir(s) : (Connaissances) Savoir Faire : (Capacités) Savoir être : (Attitude)

m̄ chose que séance ①

ORGANISATION :	DEMARCHE :	MATERIEL :	DUREE :
idem	idem	L'outil carré coloré.	

DEROULEMENT :	DUREE :	OBSERVATIONS
<p>①  <u>Figure 1</u></p> <p>La 1^{re} séance au pliage et à l'aide de la figure obtenue.</p> <p>Que pouvez-vous dire sur cette figure ?</p>		<p>Réponses attendues :</p> <p>1 2 carrés - 1 rectangle</p> <p>le contour : les côtés - les angles</p> <p>les pointes - les surfaces.</p>

Vous devez refaire la même figure

② Une fois réalisée par chaque élève qu'avez-vous fait ?

Comment vous y êtes vous pris pour faire comme moi

Figure 2.

m̄ chose.

① faire la figue devant les élèves.

② laisser les remarques émerger.

③ faire reproduire.

Comment as-tu fait ?

Figure 3

⚠ 1 seul pliage.

1 pliage côté par côté.

Réponses attendues :

J'ai plié à la moitié.

J'ai mis bord à bord.

J'ai mis le vert et le bleu sur le jaune et le rouge.

moitié.

R

vocabulaire

moitié

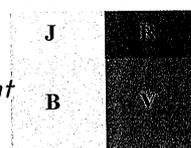
chute = ligne

ANNEXE 8

TRANSCRIPTION SÉANCE 2

1. M : On va travailler avec le matériel qu'on a fabriqué la semaine dernière. Alors, qui est de distribution ? (Aux élèves distributeurs) Donc normalement, il y a bien les prénoms, vous regardez. Allez-y. (Les élèves distribuent. Pendant ce temps, la maîtresse affiche le PLIOX au tableau.)
2. E : Maîtresse !
3. M : Bon, ben ça y est, il a sa feuille. (A Mael) Ben, tu t'en souviens ou pas ? Tu n'étais pas là, ben on t'en donnera un. Tu veux le faire avec nous ? Ou tu ne veux pas travailler ce matin ?
4. Mael : ...
5. M : Ah, c'est comme tu veux, je ne sais pas moi. Tu veux te mettre au travail ou pas ... avec nous ?
6. Mael : Oui.
7. M : Oui ? Ah ben alors volontiers. (A un élève distributeur) Alors, tu vas à ta place si tu as fini de distribuer. Nathan ! Maxence ! Bon, je vois qu'il manque celui de Thomas. Toi, tu ne l'avais pas fait, j'en ai un en plus : Thomas, tu n'avais pas mis ton prénom. Qu'est-ce qu'on fait ?
8. Thomas : Ben si je l'ai mis.
9. M : Alors, c'est lequel le tien ? Viens le chercher. La prochaine fois tu ne fais pas le travail. (A Mael) Et Mael, tu as celui-ci pour toi. Il faut bien écouter, d'accord ? (A toute la classe) Voilà. Avant juste de vous montrer quelque chose, je voulais que vous me rappeliez un petit peu ce qu'on a fait à la séance précédente. Juliette ?
10. Juliette : On a pris une feuille, et puis on a plié, et puis après on a fait des carrés et après on a colorié.
11. M : D'accord. Est-ce que quelqu'un peut dire autre chose ? Tessa ?
12. Tessa : Et bien en fait aussi, on faisait ça pour faire un travail de forme.
13. M : Un travail de forme.
14. Élève : non de géométrie !
15. M : De géométrie. Géométrie, forme. Vas-y Délia.
16. Délia : On a fait ce travail pour qu'on sache comment on fait pour plier.
17. M : D'accord. Oui d'accord
18. Délia : Pis, on a aussi colorié.
19. M : Oui. Alexandro ?
20. Alexandro : C'est un outil
21. M : C'est un outil. Oui c'est un outil, pour... ?
22. Tessa : Pour travailler pour les « géométriques ».
23. M : Pour travailler en géométrie. La géométrie qu'est-ce que c'est ?
24. Elèves : Ce sont des formes.
25. M : Les formes. D'accord, on est d'accord. Alors vous allez bien regarder. Surtout vous ne pliez pas. Vous ne touchez pas, vous posez la feuille. Pose la feuille. Et je vais faire une figure. Regardez bien. (L'enseignante plie le PLIOX devant les élèves, manœuvre exécutée deux fois, et affiche le modèle au tableau. Puis elle le reprend, le déplie et le replie de nouveau avant de le laisser affiché au tableau). Non, non, non, non, j'ai pas dit qu'on la reproduisait. Je voudrais savoir quelles remarques vous pouvez faire. Tessa ?
26. Tessa : Ben, ça a la... la forme d'un triangle.
27. M : On lève sa main, hein. Brice ?
28. Brice : D'un rectangle
29. M : La forme d'un rectangle. Tu es d'accord Tessa, ou tu maintiens que c'est un triangle ?
30. Tessa : Je suis d'accord avec lui.
31. M : D'accord. C'est un rectangle. Tout le monde est d'accord ?
32. Elèves : Oui !
33. M : Oui. Qu'est-ce que vous pouvez me dire d'autre ? Oui ? Thomas ?
34. Thomas : On ne voit plus le vert et le bleu.
35. M : On ne voit plus le vert et le bleu. C'est une bonne remarque. Oui. Tessa ?
36. Tessa : On ne voit plus le vert et le bleu parce que tu as retourné ce qui est en bas, du coup ça fait maintenant un rectangle.

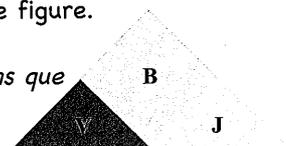
37. M : Oui. Brice tu voulais t'exprimer. Qu'est-ce tu voulais ? Tu voulais compléter ce que disait Tessa. Elle disait qu'on ne voyait plus le vert et le bleu. (A un élève) Qu'est-ce qu'il fait ? Est-ce que j'ai dit qu'on touchait ? Absolument pas ! Alors maintenant il écoute ! Vous avez d'autres remarques à faire ?
38. Elèves : Non.
39. M : Non. Et bien je vais vous proposer... Oui, alors, Maël ?
40. Maël : On ne voit que le jaune et le rouge.
41. M : Oui, on ne voit que le jaune et le rouge. Très bien. Le jaune est de quel côté et le rouge de quel côté ? Levez la main. Oui Rosen ?
42. Rosen : Le rouge est à droite et le jaune à gauche.
43. M : D'accord. Alors je vais vous demander de reproduire cette figure. Je vous rappelle. J'ai fait combien de plis ?
44. Elèves : Un !
45. M : Allez ! Et je passe dans les rangs. (La maîtresse passe dans les rangs pendant que les élèves font leurs pliages.) Je veux la même figure que celle, voilà, que celle heu affichée au tableau. (A une élève) Assieds-toi. Et on ne bouge plus, c'est-à-dire qu'on laisse la sur la table et ... (Le résultat vient rapidement sauf pour quelques élèves, que l'enseignante sollicite. C'est ça Francesca ? Mets-toi là. Vasy pose ta figure. Regarde... au tableau. Regarde bien, hum, voilà. (A un élève) Oui, c'est très bien, regarde bien. (A Alexandro) Alors on la bouge plus. Regarde bien comment, regarde bien, Alexandro. Je veux la même figure. (A un autre) Oui. Voilà. (A Sofiane) Sofiane, je t'attends ; Sofiane, regarde bien le tableau, la figure au tableau. (A Tessa) Tessa, tu veux dire quelque chose ?
46. Tessa : Oui, parce qu'en fait, si tu retournes ça (en montrant le PLIOX plié correctement) , et ben, on ne voit même plus le jaune et le rouge, maintenant on voit le bleu et le vert.
47. M : Oui, alors ça, ça t'intéresse. Il y a deux surfaces ... de couleur... qu'on ne voit plus.
48. Élève : Ah ouais.
49. M : Alors qu'est-ce que tu pourrais dire de plus ? En fait moi, ma question c'est, comment avez-vous fait pour obtenir cette figure ? Mattéo et Thalys ! Comment vous avez fait pour obtenir cette figure ? Alors, Sarah ?
50. Sarah : Et ben on a plié la ...la feuille en ... en rectangle.
51. M : Comment tu as fait ? Comment tu as fait ? Quelle manipulation tu as faite ?
52. Elèves : Et ben...
53. M : Alors je vais, bon, interroger Tessa parce qu'elle a levé son doigt. Et si tu lèves ton doigt, on t'interrogera.
54. Tessa : Et ben en fait, on a mis les deux rectangles qui étaient en haut...
55. M : Attends, attends, attends, tu as des rectangles en haut ?
56. Tessa : Non, les deux carrés qui étaient en haut sur les deux carrés qui étaient en bas.
57. M : Oui, très bien. Est-ce que vous pourriez utiliser un autre mot de vocabulaire ? Elle a dit « on a mis les deux carreaux... les deux carrés en haut on les a mis sur les deux carrés en bas. Est-ce qu'on peut dire d'autres mots ? Vous savez qu'on essaie toujours d'être plus précis, hein, pour parler, pour se faire comprendre. Brice ?
58. Brice : D'abord, c'est un carré.
59. M : Oui
60. Brice : Et après, on a terminé, c'est devenu un rectangle.
61. M : D'accord. Maël ?
62. Maël : Ben en fait moi, pour regarder comment il fallait faire, ben j'ai regardé les autres couleurs et ben je les ai trouvées.
63. M : D'accord, bon. On a mis, me dit-elle, on a plié... Oui, Juliette ?
64. Juliette : Et ben, si on tourne la feuille de l'autre côté et ben c'est pas comme le tableau.
65. M : Et oui.
66. Juliette : Que les dessins (inaudible)
67. M : Oui. C'est ce qu'elle veut dire. On a caché... elle dit on a caché deux couleurs... deux carrés de couleur. Très bien. Et par un seul pliage. Vous gardez votre... heu...
68. Elèves : Feuille.
69. M : Et je vais vous ... je vais ... faire une autre figure. Et vous regardez bien. Et vous vous ne touchez pas votre... Nathan ! Tu le poses maintenant. Donc je rouvre (elle déplie le PLIOX). Oh ! Je vais plier. Ohlala. (Elle plie devant les élèves selon une médiane secondaire en montrant bien comment elle s'y prend : elle retourne le PLIOX pour que les élèves voient qu'elle met bord à bord le côté du grand carré et la médiane qui lui est parallèle).



70. Elèves : Oh, c'est pas dur !
71. Elèves : C'est super dur !
72. M : Ah stop ! On ne touche à rien ! Je voudrais juste... non, non, non, non Francesca. Attends ma grande. Je voudrais juste qu'on me dise ce qu'on voit, les remarques qu'on peut faire sur ce qu'on voit. Sarah ?
73. Sarah : On voit en fait que... que ... y a le bleu et le vert qu'on voit, et le jaune et le rouge qu'on voit à la moitié. Et ... et t'as... et t'as plié le... la moitié du rouge et du jaune.
74. M : Oui, est-ce que tout le monde est d'accord avec Sarah ?
75. Elèves : Oui...
76. M : Oui, hein. Euh ... Juliette ?
77. Juliette : Et ben en fait, ce que t'as fait c'est que tu... tu les as ... tu les as remis droits, après tu as ... t'as vu que il fal... que... t'as vu qu'il fallait pas qu'on plie tout sinon ça faisait pas cette forme alors t'as plié un peu.
78. M : J'ai plié un peu, donc Sarah elle dit que j'ai plié à ...
79. Elèves : Moitié...
80. M : A la moitié ... de la couleur jaune et de la couleur rouge. Tessa.
81. Tessa : Surtout, et beh, tu as ... n'as pas plié le vert et le bleu parce que sinon et beh, on voy...on savait pas c'était quoi comme forme ; mais si tu pliais que ça la moitié de l'autre et beh ça faisait une forme.
82. M : D'accord. Thalys elle veut. C'est bien Thalys de prendre la parole, je suis très contente.
83. Thalys : Et ben, y a quatre pointes sur ... les côtés.
84. M : Oui, oui, oui... et là j'ai quatre pointes aussi ?
85. Elèves : Oui... Non...
86. M : Tu veux venir nous montrer les pointes, heu... Thalys ? Non, mais c'est vrai qu'on a quatre pointes, hein.
87. Thalys (en pointant chaque sommet du modèle présenté au tableau) : Un, deux, trois, quatre.
88. M : Oui, très très bien. Et tout à l'heure, j'avais quatre pointes aussi ?
89. Elèves : Oui, oui.
90. M : Alexandro, tu veux parler ?
91. Alexandro : Non
92. M : Tu te réveilles ? Vous avez... oui, Quentin ?
93. Quentin : Y'a la moitié du rouge ... non... du jaune et du rouge , et ... et... et le bleu et le vert c'est ... tout en entier.
94. M : Et la surface du carré bleu et du vert est restée...
95. Elèves : Entiers
96. M : Entière... est restée la même. Oui
97. Quentin : Et que le jaune et le rouge, ils sont à moitié.
98. M : D'accord. Et Juliette elle veut encore nous dire quelque chose.
99. Juliette : Avant, quand t'avais fait l'autre forme, on voyait que le ... que le jaune et le rouge. Maintenant ... on voit toutes les couleurs.
100. M : Voilà, voilà.
101. Quentin : Et la moitié du jaune et du rouge.
102. M : On voit toutes les couleurs, mais le jaune et le rouge, vous venez de le dire, on les voit à moitié. Bon, alors, vous allez reproduire cette figure. Attention, on n'avait qu'un seul pli, hein !
L'enseignante passe dans les rangs pendant que les élèves réalisent leurs pliages.
(A un élève) Je vais vérifier mais, hé, hé, c'est pas bon ! Regarde un peu, est-ce que tu es à la moitié, là ?
(A un autre) C'est bien.
(A Rosen) Qu'est-ce que tu dis Rosen ?
103. Rosen : *(inaudible)*
104. M : Alors tu nous l'expliqueras ..., tu nous l'expliqueras après.
(A Thalys) Thalys, oui, réfléchis. Est-ce que tu as la moitié, là ? Non, tu n'es pas convaincue. Comment tu peux faire pour avoir la moitié ? *(inaudible)* Ben essaye.
105. Thalys : Comme ça ?
106. M : *(à un autre élève)* Est-ce que tu as la moitié des deux côtés, là ? Non, tu n'es pas convaincue. Essaie de te débrouiller pour avoir la moitié, alors. Comment tu as fait, alors ? *(A Thalys)* Ah, tu as la moitié tu penses tu as la moitié ?
107. Thalys : *(inaudible)*

108. M : Mais tu as fait combien de plis, là ? Et moi j'ai dit combien de plis ? Combien j'ai fait de plis, moi, tout à l'heure ?
109. Thalys : Un.
110. M : Oui, alors il faut que tu te débrouilles avec un pli. ... C'est bien Thalys, parce que tu cherches aujourd'hui. (*Maël montre sa réalisation (mal pliée).*) C'est pas grave. Il propose d'ajuster le côté à plier le long de la médiane qui lui est parallèle. Ah, bravo ! Maintenant on se débrouille ! *Maël effectue alors le pliage correct.*)
111. M : Alors vous allez poser sur la table maintenant que vous avez... Alors je vois qu'il y a des élèves qui s'en sont sor... qui ont ...reproduit sans difficulté, d'autres qui ont tâtonné, et puis certains... non mais attends je t'ai pas interrogé, bon...et puis, beh écoutez, on va... on va ...en discuter, et puis comme à ça on va ... on va s'entraider. Moi, je voudrais savoir ... comment vous avez fait. Alors déjà, pose bien ta feuille comme moi j'ai posé... j'ai ... affiché au tableau. Comment...heu...vous avez fait, réalisé, la même figure que celle affichée au tableau. Ben Mattéo ?
112. Mattéo (*montrant la médiane du carré*) : Avec le trait.
113. M : Le trait. Alors viens au tableau et explique... Viens au tableau, viens devant le tableau avec la feuille et explique ce que c'est que ce trait. Vas-y.
114. Mattéo : Ben le trait...
115. M : Alors tu... tu vas venir comme ça, tu vois, tu vas te tourner. Vas-y, on t'écoute.
116. Mattéo (*montrant la médiane du carré du côté non coloré du PLIOX*) : C'est le trait qui nous aide.
117. M : Alors... oui... Alors Mattéo nous dit quelque chose de bien intéressant, il a fait une bonne remarque. Il dit c'est le trait qui nous aide (*pointant la médiane du carré du côté non coloré du PLIOX*). Essaie d'expliquer encore....
118. Mattéo : ...
119. M : Ce trait, il est au dos de ta feuille et t'a aidé. Alors...qu'est-ce que tu peux dire d'autre ?
120. Mattéo (*pliant le côté sur la médiane*) : Euh... avec le trait on...on s'aide.
121. M : On s'aide pour faire quoi ?
122. Mattéo : Pour faire ça (*il montre l'ajustement entre le côté et la médiane*).
123. M : C'est-à-dire ?
124. Mattéo : ...
125. M : Pour...
126. Elèves : Plier le papier !
127. M : Pour plier le haut de ta feuille et mettre comment ?
128. Mattéo : ...
129. M : C'est bien Mattéo, essaie d'aller... euh... jusqu'au bout... Alors, tu as remarqué qu'il y avait un trait (*elle montre la médiane côté non coloré du PLIOX*) et là, ç'a été un repérage pour plier le haut de ta feuille...
130. Mattéo : Il faut le mettre à la pointe (*toujours en désignant le côté du PLIOX et la médiane*).
131. M : Il faut le mettre à la pointe, dit-il. Est-ce que ... c'est exactement ça ? C'est pas mal hein déjà ! Est-ce que c'est exactement ça ?
132. Elèves : Oui...
133. Mattéo : Il faut replier jusqu'au trait.
134. M : Alors tu dis que tu replies comment ? Tessa ?
135. Tessa : Jusqu'au trait.
136. M : C'est-à-dire ?
137. Tessa : C'est-à-dire qu'on met là... là ... ça ... au trait aussi... c'est-à-dire qu'on met ça au trait.
138. M : Alors on met au trait, comment on dit ? Comment ... on n'a pas des mots, un expression plus... parce que si tu dis ça à une autre classe, les élèves ne vont certainement pas comprendre. Sarah ?
139. Sarah : En fait on plie à la ligne, et... et après ça nous aide et...on voit. Après le derrière on voit l'autre couleur... la même couleur.
140. M : Oui. Juliette ?
141. Juliette : Et beh en fait, le trait et ben ça sert à... à bien le plier parce que si tu plies, et ben des fois tu peux plier tordu.
142. M : Et oui, tu peux plier tordu, donc ce ... ce trait comme vous dites, qui est au milieu, donc... ce trait là qu'on voit au dos, c'est ce... c'est ce... ce trait c'est un pli, hein, c'est le ... le premier pli qu'on a fait. C'est un repère pour replier cette moitié... cette partie de feuille. Quentin ?

143. Quentin : Avant, quand ...quand on avait fait ça (*en refaisant le premier pliage*) ça avait touché la dernière ligne, et que maintenant ça fait ça (*en montrant le pliage sur la médiane*), ça touche cette ligne-là.
144. M : Ça touche cette ligne, ça touche donc on dit qu'on...
145. Elève : S'exclame.
146. M : Qu'on...
147. Elève : S'exclame.
148. M : Qu'on s'exclame. Non ! Je ne m'exclame pas ! Qu'on...superpose. ça vous va pas, ce mot, superpose ? ça vous dit rien ce mot, superpose ?
149. Elèves : Oui...
150. M : Oui, Rosen ?
151. Rosen : (*inaudible*) c'était mon idée.
152. M : D'accord, alors comment ça ce fait qu'il a pris ton idée ?
153. Rosen : ...
154. M : Bon, le enfants vous allez poser la... feuille et je vais vous faire une nouvelle figure.
155. Elèves : Ah !!!!
156. M : Voilà. (*L'enseignante présente alors un troisième modèle qu'elle a réalisé sans que les élèves ne le voient*).
157. Elèves : Ohhh !!
158. M : C'est la magie ! ... Non, stop, stop, stop ! Posez vos feuilles. Avant toute chose on fait des remarques sur ce qu'on voit et après on essaie de reproduire la figure. Thalys ?
159. Thalys : Y'a trois de pointes maintenant.
160. Elève : Facile !
161. M : Y'a trois pointes, vient les montrer, c'est bien.
162. Elèves : C'est facile, ça !
163. M : (*pendant que Thalys pointe les sommets*) Un , deux, trois , très bien.
164. Maël : Et j'ai trouvé moi.
165. M : Attends, attends, on n'y est pas encore. Vas-y, Quentin ?
166. Quentin : En fait, le bleu il est tout entier, et le vert et le jaune il est... il est... ils sont à moitié.
167. M : Oui. Sarah ?
168. Sarah : En fait... en fait... le... le bleu c'est...c'est plus ... c'est plus un carré.
169. M : Alors, elle me dit, Sarah, le bleu n'est plus un carré. D'accord, quoi d'autre ?
170. Quentin: Euh.
171. Sarah : Et le jaune et le vert ils ... ils sont triangles.
172. M : Et le jaune et le vert sont deux triangles. D'accord.
173. Quentin : Le bleu c'est un... c'est... un ... un carré.
174. M : Un carré, d'accord. Juliette ?
175. Juliette : Et ben en fait, là, et ben t'as deux...deux triangles en bas, à droite et à gauche.
176. M : Oui.
177. Juliette : et t'as ...
178. M : Tu écoutes un petit peu, avant. Oui
179. Juliette : Et t'as le carreau en haut.
180. M : Et tu as le carreau en haut. D'accord. Delia ?
181. Delia : T'as le jaune, le bleu et le vert, et on voit le jaune, le bleu et le vert mais le rouge on le voit pas.
182. M : D'accord. Euh Nathan ?
183. Nathan : Et on a pris aussi le bleu... y'a que le bleu, le vert et le jaune, mais le rouge il n'y est pas.
184. M : D'accord, on l'a déjà dit. Quentin ?
185. Quentin : Alors j'ai oublié ce que je voulais dire, maintenant.
186. M : Tessa ?
187. Tessa : Et ben, en fait tu as mis le rouge sur...heu... tu as mis le rouge là... tu as mis le rouge là.
188. M : Bon, bien, je... vous reproduisez la ... la figure...
189. Maël : J'ai réussi, moi...
190. M : Et on va voir... Bon et bien range-la sur la table. (*Elle vient voir Maël qui brandit fièrement sa production.*) Posez-le.
191. Elève : Je suis deuxième.



192. Maël : Ouais mais moi je suis le premier! (*Une partie de la classe trouve, comme Maël, très rapidement le pliage. Quelques élèves éprouvent plus de difficultés.*)
193. M : (*A Maël*) Tu as bien travaillé, toi ! (*A tous*) J'aimerais que les figures soient posées sur la...
194. Elève : Maîtresse
195. M : Oui...Vous posez que je regarde quand même, parce que je pense que Claire va passer dans les rangs pour filmer vos productions. Alors posez-les et clamez-vous. Voilà.
196. Elève : (*inaudible*)
197. M : Voilà. Je vais vous demander de vous calmer. (*Deux élèves, Alexandro et Nathan, n'ont pas réussi à reproduire, ils n'essaient même aucun pliage.*) Tous les autres ont trouvé : ils sont assis à côté.
 (*A Nathan*) : Alors, il y a une partie à cacher, tu m'as dit. Comment tu vas faire pour la cacher ?
 (*A Alexandro*) Pour toi, c'est pareil. Alors Alexandro, tu regardes la figure. (*Les deux enfants regardent la figure sans faire mine de trouver quelque chose.*)
198. M : Donc moi ce que je voudrais voir, ben dis donc Delphine, qui voudrait montrer au tableau comment il a fait pour reproduire cette figure ? Et bien je vais demander à Maël. Alors Romy, tu l'écoutes. On écoute, euh... Maël.
199. Maël : Pour voir j'ai essayé de ce côté (*en pliant selon une diagonale*), ben ça a pas marché alors j'ai essayé de ce côté (*en pliant selon l'autre*), ça l'a fait.
200. M : Et tu peux nous expliquer comment tu as fait le pli ?
201. Maël : Il était comme ça (*il montre le PLIOX déplié*), et du coup j'ai fait...(*il place le PLIOX selon la même orientation que sur le tableau, face non colorée visible*) j'ai fait... comme ça (*il plie bord à bord selon la diagonale*).
202. M : D'accord, est-ce que quelqu'un peut expliquer mieux ? Délia, tu viens au tableau ? Ben regarde Nathan ! Alexandro et Nathan, profitez de ce qu'on fait les autres pour comprendre ce qu'il faut faire. Regarde, Alexandro !
203. Délia : La feuille était comme ça (*le PLIOX est déplié*) et après on a pris le bout et on a fait en triangle (*elle plie en deux rectangles*).
204. M : C'est ce que tu as fait là à l'instant ?
205. Délia : J'arrive pas à le faire.
206. M : T'arrives plus ... ah ! (*Délia y arrive et montre le résultat puis retourne à sa place*). Alors, pour aider Nathan et Alexandro, quelqu'un qui viendrait ?
207. Elèves : Moi, moi !
208. M : Toré ? Ben prends ta feuille, hein ! Tu te mets au tableau et tu expliques, et puis eux, ils vont écouter un peu aussi, hein.
209. Toré : (*inaudible*) et puis on plie comme ça (*elle effectue le pliage et s'applique à plier bord à bord*).
210. M : Vas-y, essaie, Nathan. Et elle a dit comme ça, regarde ! (*A Delia*) Est-ce que tu pourrais expliquer mieux ?
211. Delia : ...
212. M : Bon, laissez-les faire. (*Délia refait proprement son pliage. Deux élèves se lèvent pour « aider » et finissent par faire eux-mêmes le pliage.*) Bon alors, est-ce que tout le monde... (*A Alexandro*) Ben voilà, tu a compris. Redéfais-le et ré-essaye, refais-le. Alors vas-y, non, remets de l'autre côté, voilà, comme... comme au début... allez, maintenant re-débrouille-toi avec ta feuille. Comment on fait ? Voilà, et tu y arrives ! Bon, on va ramasser... les enfants, vous allez reprendre la forme... première... et on va ramasser vos carrés, d'accord ? Allez.

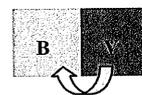
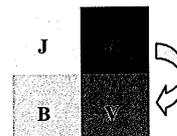
(29 minutes)

ANNEXE 9

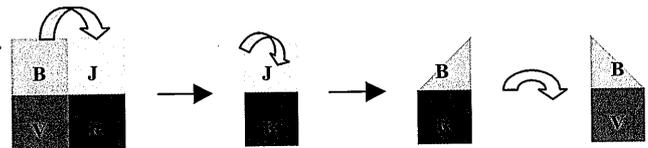
TRANSCRIPTION SÉANCE 3 (M)

1. M : Et bien, avant de commencer, j'aimerais juste que vous me disiez qu'est-ce que vous avez sur vos tables. Pas très longtemps, mais... Tessa ?
 2. Tessa : Un carré.
 3. M : Un carré. Quoi d'autre ? Sarah ?
 4. Sarah : On a des couleurs. Y'a du bleu, du vert, rouge, jaune.
 5. M : Donc un carré avec euh des couleurs, est-ce que ...
 6. Sarah : Quatre couleurs.
 7. M : Quatre couleurs. Est-ce que quelqu'un veut dire autre chose ? Oui ?
 8. Maxence : Quatre pointes.
 9. M : Quatre pointes. Est-ce qu'on dit « pointe » ? Est-ce qu'il n'y a pas un autre mot ?
 10. Élèves : Coin!
 11. M : Un coin. Un autre mot ?
 12. Élève : Pic.
 13. M : Pic, oui.
 14. Élève : En fait, il y a plusieurs couleurs
 15. M : Il y a plusieurs couleurs. Quand vous êtes là (*en désignant un sommet*), vous pouvez dire pointe, hein, vous pouvez dire aussi l'angle. Hein ? Voilà. Qu'est-ce que je veux ... heu... Autre chose, oui ?
 16. Thalys : C'était un outil.
 17. M : C'était un outil, c'était un outil, quoi d'autre ?
 18. Tessa : Il a quatre côtés.
 19. M : Quatre côtés. Tout le monde est d'accord avec Tessa ?
 20. Élèves : Oui, oui !
 21. M : Il a quatre côtés. Quoi d'autre ? Oui
 22. Sarah : Quatre couleurs.
 23. M : Quatre couleurs. Qu'est-ce que vous pouvez me dire de ces couleurs ? Oui ...
 24. Rosen : Elles recou... elles recouvrent un carré.
 25. M : Il y a quatre carrés sur un carré. Tout le monde est d'accord ?
 26. Élèves : Oui !
 27. Rosen : Les couleurs recouvrent la feuille.
 28. M : Les couleurs recouvrent la feuille. D'accord. Oui. Elles recouvrent la feuille en quatre carrés de quatre couleurs différentes. Quatre carrés dans un grand carré. Bon la se... la semaine dernière, qu'avions-nous fait avec cette feuille, cet outil comme tu nous as dit ?
 29. Sofiane : On avait fait plein de ... plein de formes.
 30. M : Nous avons fait des formes. Ah... euh , oui ? (*Brouhaha*)
 31. Nathan : Pour plier.
 32. M : Nous avons fait des formes pour plier. Brice a dit il y a plein de plis, voilà. Ne jouez pas avec, encore ! Bon. Et bien aujourd'hui on va continuer les plis. Alors, je... on va voir ; si... si vous allez vous débrouiller. Je vais afficher au tableau la nouvelle figure que je veux que vous obteniez... mais je ne vous dis pas ... comment j'ai plié et combien de plis j'ai fait. (*Le niveau sonore augmente dans la classe pendant la recherche*). Je vous laisse faire.
- B**
33. Élèves : Trop facile !
 34. Autre élève (*en mettant le PLIOX sur sa tête*) : Ça fait un chapeau !
 35. M : Bon alors, vous posez ... la figure, vous la posez sur la table. Je passe dans les rangs et je vous interroge pour m'expliquer comment vous avez fait. Et je veux qu'on ... s'explique ... avec des mots. (*A Maël*) C'est bien, tu t'assoies s'il te plaît, correctement. Très bien, qui veut s'exprimer ? Et bien je vais commencer par Thalys.
 36. Thalys : Et ben moi ...
 37. M : Oui.
 38. Thalys : J'ai fait... (*elle a le carré jaune devant elle*)
 39. M : Attends, montre-moi ce que tu as fait. Moi, je ne vois pas de bleu, là.
 40. Thalys : ...

41. M : Ah non, non. Je vois pas ce que j'ai demandé. Il faut que je vérifie ce que j'ai ... si vous avez obtenu la figure que j'ai demandée. (À un élève) Laisse-le ! Après, essaie d'écouter comme ça tu le referas. Juliette ?
42. Juliette (réalisant le pliage en même temps) : Et ben moi, j'ai pris une ... ma feuille comme ça (elle tient son PLIOX verticalement) ... après j'ai plié et après j'ai encore plié.
43. M : Mmm... D'accord. Et alors tu as fait combien de plis ?
44. Élèves : Deux !
45. Juliette (étudiant son pliage) : Deux.
46. M : Deux. Est-ce que tout le monde a fait deux plis ?
47. Élèves : Oui ! Oui
48. M : Oui. Tessa ?
49. Tessa : J'ai fait le tour, j'ai plié et après j'ai replié encore. Les deux rouges ils étaient pliés. Ils étaient pliés.
50. M : Viens au tableau, viens au tableau nous montrer et expliquer.
51. Tessa : J'ai mis le jaune et le rouge en bas du bleu et du vert...
52. M : Comment on peut dire quand on a fait ça ? Elle me dit, j'ai mis les deux... alors le jaune et le rouge en bas ... y'a un mot ... que tu as déjà utilisé... Juliette ? On a ...
53. Juliette : On a plié...
54. M : Oui ! Et on a ...
55. Juliette : Contre !
56. M : Contre. Alors on a ...
57. Élève : plié...
58. M : Oh ! Attendez ! Non, non ! Cherchez-moi un bon mot.
59. Élève : On a plié contre le vert et le ...
60. M : Délia ?
61. Delia : on a plié contre le vert et le bleu.
62. Élève : Contre les pointes.
63. M : Contre les pointes alors on a mis bord à bord. Les côtés contre côtés. On dit que l'on a superposé. Hein ! On a superposé, voilà ... ces deux surfaces. Voilà ... (à Tessa) ensuite qu'est-ce qu'as fait ?
64. Tessa : Et après, le vert je l'ai ... replié sur le jaune... et ça a fait la forme.
65. M : Et ... on voit donc la forme ... donc tu as superposé ces deux surfaces. Donc le vert il est maintenant sous le bleu. Ils sont superposés. D'accord. Qu'est-ce qu'on voit ? Qu'est-ce qu'on obtient ?
66. Marin : Quel le bleu ! On voit que le bleu.
67. M : Oui, qu'est-ce qu'on obtient ? Dites-moi des choses ... euh... des, des mots ... mathématiques. Des mots justes. Oui ?
68. Juliette : On voit la moitié du bleu et on voit la moitié du blanc.
69. M : De quoi ? Tu vois la moitié du bleu et la moitié du ... ?
70. Juliette : Blanc.
71. M : Blanc ? Non, non ! C'est bleu, hein. Regarde ton carré, c'est tout bleu, hein. Oui ?
72. Tessa : On retourne et puis après on voit le vert.
73. M : Si je retourne, je vois le vert.
74. Élèves : Oui ! Non, pas moi ! Je vois le jaune ! Non le vert !
75. M : Je vois le jaune, moi.
76. Mattéo: Moi, je vois le vert !
77. M : Donc, c'est ... il y a eu un problème avec la couleur, alors.
78. Élèves : Moi je vois le vert !
79. Thomas : Moi aussi.
80. CW : C'est normal, ça dépend comment tu plies.
81. M : Comment tu plies, oui, oui, c'est normal, ouais, ouais ...
82. CW : Si tu plies, comme ça ...
83. M : Bon alors il y en a qui vont voir le vert et y'en a qui vont voir le jaune, ça dépend comment on plie. Alors moi, ce que je vous propose, sous le contrôle de ce que tu me dis, on va essayer de voir le jaune, derrière, et après on va essayer de voir le vert.
84. Élève : moi, j'y arrive !
85. Autre élève : moi j'ai fait les deux.
86. M : Faites les deux.



87. Élèves : *(inaudible)*
88. M : Voilà, on peut voir une fois le jaune...
89. Élève : j'ai réussi !
90. M : Et une fois le vert. D'accord ? *Les élèves cherchent à obtenir les deux pliages.* Alors attention, vous reposez votre ... carré, votre outil, et ... je voudrais cette... *(L'enseignante affiche le deuxième modèle)*
91. Élèves : Ouh ! Ouhlala ! *(Les élèves se lancent immédiatement dans la recherche)*
92. M : Faites moins de bruit ! *L'enseignante va voir les élèves, les relance, les aide.* *(À Nathan)* Regarde bien ! *(À Alexandro, en l'aidant à plier correctement selon la diagonale secondaire)* Tu vois, ça se superpose. *(À Nathan)* Allez Nathan, c'est bien, tu vas y arriver. *(À un autre élève)* Non, non, si tu n'es pas soigneuse, recommence. Bon est-ce que tout le monde est ... est arrivé à le faire ?
93. Élèves : Oui !
94. M : Posez-le ! Posez-le ! Posez-le et je voudrais que vous m'expliquiez un, com ... bon, Mattéo ! Estelle ! Je voudrais un que vous m'expliquiez comment vous avez fait et deux je veux que vous me décriviez la figure. Alors un, comment vous avez fait. Tessa ?
95. Tessa *(en réalisant la figure en même temps)* : En fait, j'ai ... plié le bleu sur le jaune et le vert sur le rouge, après j'ai pris le bleu et je l'ai plié sur le jaune qui était derrière. Le jaune c'est un carré, mais après c'est ... c'est des deux moitiés ... je les ai ...
96. M : Alors, tu me dis, le jaune... viens, viens ici. Tu me dis le jaune c'est carré, j'ai plié, alors t'as plié comment, là ?
97. Tessa *(tenant le PLIOX replié selon une médiane)* : En fait, c'est ... j'ai pris le bleu et j'ai plié contre le ... le ... jaune *(elle obtient la figure ci-contre)*.
98. M : Alors tu l'as... Et tu obtiens quelle figure, là ? Et regarde, là ça fait ça ? *(L'enseignante affiche le résultat au tableau, à côté du modèle)*.
99. Tessa : Non.
100. M : Alors, comment il fallait plier ? Pour avoir comme moi ?
101. Tessa : ...
102. M : Regardez bien, là. Qui voudrait venir expliquer ? Thomas ? *(À Tessa)* Va à ta place. Maxence ! *(À Thomas)* Oui...
103. Thomas : En fait, je l'ai pris comme ça *(en plaçant le PLIOX comme ci-dessous)* .
104. M : Oui.
105. Thomas : J'ai mis le bleu en haut et j'ai plié comme ça *(il plie selon la médiane verticale en laissant apparaître les deux carrés jaune et rouge)* et puis je l'ai plié comme ça *(il plie le demi carré bleu sur la face jaune)* et je l'ai mis comme ça *(il retourne le PLIOX plié du côté bleu/vert et le tourne pour qu'il soit dans la même position que le modèle)*.
106. M : D'accord. T'as fait combien de plis ? .
107. Élève : Trois...
108. M : Ouais. Je voudrais avec... C'est, c'est juste, mais vous avez fait combien de plis, en général ?
109. Élèves : Trois ! Trois !
110. M : Levez la main qui en a que trois. *(Des élèves lèvent la main, dont Thalys, Romy, Francesca, et Thomas qui vient de refaire le pliage).* Avec deux plis. Qui a fait avec deux plis ? *(D'autres élèves lèvent la main, parmi eux Brice, Rosen et Lucie)* Tu viens, Brice ? C'est bien Thomas, on reviendra ... enfin ... viens, Brice et montre-nous avec deux plis. *(Brice vient au tableau à la place de Thomas)* Alors, vas-y.
111. Brice : Au début, ça fait un carré *(il tient le PLIOX comme Thomas)*. Après on l'a plié, ça fait un rectangle *(il montre la face rouge/jaune)*. Après *(il replie le demi carré bleu sur la face jaune)*, on l'a plié en ... pour faire ... un ... triangle. En ... et le bleu est devenu un triangle *(il montre le trapèze bleu/rouge car le pliage voulu est face à lui)*.
112. M *(en lui prenant le PLIOX et en le retournant pour l'afficher au tableau)* : Et le bleu est devenu un triangle. Donc là tu as plié ce pli *(elle désigne la demi-diagonale)* On a plié ... Est-ce que quelqu'un arriverait à le trouver.
113. Elèves : Non !
114. M : Regardez, regardez bien *(elle déplie le triangle bleu du PLIOX)*. Là , j'ai un carré *(en désignant le carré bleu)*, je plie comme ça *(selon la diagonale)*, c'est un trait qui est ... en ...
115. Élèves : *(inaudible)* Verticale !
116. M : Tu m'as dit en ... ?



117. Élève : Verticale.
118. M : Alors, là (*elle désigne l'un des côtés verticaux du pliage affiché au tableau*) il est en verticale.
119. Élève : Oui.
120. M : Et là ? Est-ce que quelqu'un connaît ce nom ?
121. Élève : Non ! (*inaudible*)
122. M : Alors on dit en diagonale. D'accord ? Oui ! En diagonale. Très bien (*Brice retourne à sa place*). Avec deux plis. Alors y'en a qui ont fait avec trois plis, on l'a vu, on reste sur deux plis. Est-ce que quelqu'un peut nous montrer avec trois plis ? Clara ? Vas-y.
123. Clara : Alors en fait, je ... je...
124. M : Attends, parle plus fort.
125. Clara : En fait, heu, j'ai mis comme ça (*elle regarde son PLIOX déplié face à elle*), après j'ai plié.
126. M : (*En s'adressant à d'autres enfants*) Chutt ! (*À Clara*) Attends, remontre-moi, j'ai pas vu... Tu as mis en ... ?
127. Clara : J'ai plié comme ça (*elle plie selon la médiane incorrecte*).
128. M : Un pli, rectangle. Et ensuite ? (*Clara tourne, déplie et replie son PLIOX*) Bon, alors ?
129. Clara : Et après j'ai ... (*Elle continue à plier et déplier selon la diagonale incorrecte*)
130. M : Je crois que tu as perdu le ... comment tu as fait. Bon, allez, c'est bon, tu vas à ta place. Très bien. Alors attention ! Je vais... Est-ce que vous pouvez me décrire la figure ? (*Brouhaha dans la classe*) J'ai demandé ! Bon ! Vous pouvez m'expliquer ce qu'on voit ... me la décrire ?
131. Élève : Un ...
132. M : Euh ... Thalís ?
133. Thalís : ...
134. M (*en désignant Juliette*) : Oui !
135. Juliette : On voit un carré et un triangle.
136. M : On voit donc un carré et un triangle. Est-ce que quelqu'un veut dire autre chose ? Oui ?
137. Thalís : Y'a un... y'a encore trois ... trois ... trois petites pointes.
138. M : Viens montrer les trois petites pointes, Thalís. Tu les aimes les pointes ! Tu l'aimes ce mot, hein ? (*Thalís vient au tableau. Elle pointe du doigt chaque sommet pendant que l'enseignante compte.*) Un, deux, trois, quatre. Donc tu en as trois ou quatre ?
139. Thalís : Quatre.
140. M : Voilà. Y'a... Alors on peut dire aussi un angle, c'est ... c'est cette partie (*en désignant le secteur angulaire*). Un, deux, trois, quatre. Très bien. (*Thalís retourne à sa place*). Dans le carré, il y en avait combien au début ?
141. Élèves : Quatre !
142. M : Aussi, quatre. Très bien. Bon alors, là par contre, je vous demande de faire cette figure. (*Elle affiche le nouveau modèle au tableau*).
143. Élève : Voilà, celle-là. (*Les élèves se lancent dans la recherche*).
144. Élève : Ben, oui, là.
145. M : (*À Estelle*) Regarde bien ce que c'est. Réfléchis ! (*À toute la classe*) Regardez bien comment euh ... est le triangle bleu. *L'enseignante déambule dans la classe.*
 (*À un élève*) Pose-le sur la table !
 (*A Maël*) C'est absolument pas la figure !
 (*À toute la classe*) Le carré, il est à droite ou à gauche ? Le carré vert, il est à droite ou à gauche, au tableau ?
146. Élèves : A droite !
147. M : A droite, hein ! (*À un élève*) Oui... (*À un autre*) Pose-le ! Voilà ! (*À un troisième*) Le carré vert, il est à droite ou à gauche ? Ah ! (*À un quatrième élève*) Regarde au tableau. Pose-le sur la table ! Pose-le. (*À Mattéo*) Mattéo, pose-le. (*À un autre élève*) Oui... À ce moment là, la majorité des élèves a reproduit le modèle. Pendant ce temps, Nathan plie de la même manière que pour le modèle précédent (*la diagonale secondaire correspondant au pli correct n'est pas marquée, alors que la diagonale principale, déjà utilisée est bien marquée*), mais il constate qu'il n'a pas la bonne orientation du triangle. Il déplie alors le carré bleu, puis le replie de nouveau et retourne le pliage obtenu pour obtenir un trapèze de même forme générale mais pas avec les bonnes couleurs. Puis il s'arrête. Alexandro refait lui aussi le même pliage que précédemment, puis déplie le carré bleu, le replie, le redéplie. Il pose le rectangle (formé du carré bleu et du carré vert) sur la table et effectue des allers-retours visuels entre le modèle affiché au tableau et son



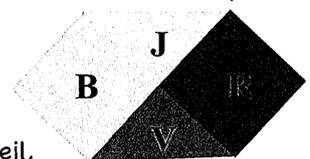
- rectangle. Il reprend son PLIOX plié, le retourne côté jaune/rouge, revient au bleu/vert. Mais cette fois, le carré bleu est à droite, le carré vert à gauche.
148. M : (À Nathan et Alexandro) Alors ? Ça se passe ... (À Alexandro) Déjà le carré vert, il est où ? (Alexandro tourne alors son rectangle bleu/vert) Voilà. Maintenant comment tu vas plier ce carré ... pour obtenir le triangle que tu vois ? Réfléchis, regarde. Comment tu vas faire ? Quelle est la partie que tu vas replier, que tu vas mettre dessus l'autre ? (Alexandro prend la partie en bas à gauche du rectangle et essaie de la replier selon la diagonale secondaire correcte). Oui. Alors réfléchis.
149. CW : ils peuvent s'aider tous les deux. Regarde, lui, il l'a mis dans la bonne position, mais ...
150. M (À Nathan) : Ah, regarde ! C'est la bonne position, effectivement, mais là c'est pas le bon carré (elle désigne le carré rouge). Comment il a fait pour obtenir cette figure ?
151. CW : A tous les deux, vous pouvez vous en sortir.
Nathan tourne et retourne son pliage pendant qu'Alexandro n'ose pas marquer le pli.
152. M (À Alexandro) : Tu es là. On est d'accord. Ton carré vert est à droite. Regarde au tableau. (En désignant le carré bleu) Quelle est la partie de ce triangle qui va être sous l'autre ? (Alexandro reprend son PLIOX et replie la partie en bas à gauche). Oui. (Il continue son geste) Et bien voilà. (Mais il ne plie pas vraiment selon la diagonale). Seulement après tu as un problème de manipulation. Regarde. Tu vas replier cette partie (l'enseignante désigne le sommet en bas à gauche), là (elle fait mine de replier sous le carré). On est d'accord ? C'est ce que tu m'as montré. Comment tu as fait là ?
153. Alexandro : (inaudible)
154. M : Et bien regarde (L'enseignante retourne le PLIOX). Tu vas le faire. Allez vas-y, vas-y. Replie-le. (Pendant ce temps, Nathan tourne, retourne, déplie son PLIOX et le regarde intensément.)
155. CW : Vous savez que vous avez le droit de faire des nouveaux plis, hein ?
156. M (À Nathan) : Là tu fais un pli en diagonale, comme ça (Elle désigne la diagonale marquée dans l'activité précédente). Maintenant, regarde bien le tableau. Quelle est la partie qui va être repliée ?
157. Nathan : ...
158. M : Quelle est la partie qui est cachée ? Montre-moi avec le doigt. (Nathan désigne le demi-carré bleu du haut déterminé par la diagonale incorrecte). Non. Regarde le tableau. (Nathan regarde le tableau puis désigne le demi-carré bleu du bas déterminé par la diagonale incorrecte). Ah non, c'est pas là qui est caché. Regarde. Regarde la diagonale, elle est comme ça (Elle désigne la diagonale secondaire sur le modèle affiché au tableau). Alexandro, montre-lui. Pour voir si tu sauras le refaire.
159. CW : Oui, oui, c'est bon tu y es ! Oui, oui, oui, oui. (Mais Alexandro prend le PLIOX des mains de Nathan). Laisse-le faire. Il ... il y est !
160. M : Bon, qui veut venir au tableau ? Et comme ça, Nathan ...
161. CW : (Nathan reprend le PLIOX). Non, c'était tout à l'heure. Non, là tu n'y es pas.
162. M : Qui vient au tableau montrer ? Non, pas toujours les mêmes ! Tore, Et on écoute Tore. (Tore vient au tableau). Chut ! Attends ! Alors vas-y, montre bien, comme ça Nathan il va regarder.
163. Tore : Alors je prends le rectangle (elle tient le rectangle bleu/vert face à la classe) et puis après je fais ça (elle plie selon la diagonale secondaire du carré bleu)
164. M : Oui
165. Toré : Ça fait...
166. M : Oui, mets-le au tableau. Voilà, d'accord. Combien tu as fait de plis ?
167. Tore : Deux.
168. M : Deux. Est-ce que quelqu'un voudrait réexpliquer comme s'il était le professeur, comme s'il était le maître ? Sarah ? Allez ! Va à ta place, Tore.
169. Sarah : Et ben en fait, et ben, j'ai ... j'ai... j'ai fait le pli comme ça. Après j'ai retourné avec le jaune... et puis ...
170. M : Viens au tableau comme ça Alexandro et Nathan vont te comprendre.
171. Sarah : En fait, je l'ai pris comme ça ... (elle montre le rectangle bleu/vert)
172. M : Alors on regarde bien ! Donc elle obtient le rectangle, Nathan. D'accord. Le vert à droite, le bleu à gauche. Pour l'instant tu y es bien. Et ensuite, t'as replié comment ? Montre !
173. Sarah : Après je l'ai retourné (elle retourne le PLIOX plié côté rouge/jaune) pour que ... que je le mets de ce côté (elle plie selon la diagonale correcte) et après, ça fait ça (elle retourne de nouveau le PLIOX du côté bleu/vert).
174. M : Voilà. Vas-y Nathan, essaye ! Il ne trouve pas.
175. CW : C'est parce que ... les plis sont pas faits.
176. M (À Nathan) : Tu vois, tu vas ... là t'as une diagonale, et ben tu vas faire un nouveau pli. Tu vois, tu vas faire ... tu vas faire ça (elle mime de replier « par-dessous »). Et comme là tu vas pas faire un bon

travail, tu vois, tu retournes ... tu retournes ta feuille (*elle retourne le PLIOX côté jaune/rouge*), tu mets bord à bord, et tu fais ton pli (*elle le fait*), Nathan, oui ? (*À toute la classe*) Alors, qui peut me décrire cette figure, quand même, me dire combien elle a de côtés... j'aimerais bien que vous soyez très très précis, comme si vous étiez ... comme si vous alliez expliquer cette figure par exemple aux maternelles ou aux CE1. Alors, vas-y Tessa.

177. Tessa : Elle a quatre pointes.
178. M : Bon, alors, ça sera quatre pointes, d'accord. Quoi d'autre ?
179. Tessa : Elle a quatre côtés.
180. M (*en pointant chaque côté*) : Un, deux, trois, quatre, d'accord. Est-ce que tous les côtés sont pareils ?
181. Élèves : Non.
182. M : Alors comment ils sont ces côtés ?
183. Élève : En fait y'en a un comme ça ... (*Il montre le côté en diagonale*)
184. M : Alors, comment on dit « comme ça » ? En ...
185. Élève : Vertical.
186. Mattéo : Diagonale.
187. M : Diagonale. Voilà. Donc ensuite, ça c'est (*elle désigne l'une des deux bases du trapèze*) ... Comment on dit ? Vous le savez ? SSSSS...
188. Élève : Vertical...
189. M : Voilà. C'est un ... c'est ... Non, c'est pas vertical, c'est ... ?
190. Élèves : Horizontal ! (*L'enseignante désigne le troisième côté*) Vertical ! (*Elle désigne la deuxième base*) Horizontal !
191. M : Très bien. Oui, Thalys ?
192. Thalys : On dirait qu'y a trois pointes.
193. M : Oh, non, mais là, là... les pointes tu les aimes beaucoup. On vient de les compter, hein, tes fameuses pointes, Thalys. D'accord ? Bon, je vous fait une autre figure. (*Brouhaha dans la classe pendant que l'enseignante réalise le pliage suivant*).
- | | |
|---|---|
| J | R |
| B | V |
194. Élèves : Oh non ! Oui !
195. M : Voilà ! Regardez bien la figure. Essayez d'être soigneux quand vous faites vos plis. (*À Tore*) C'est bien, Tore. (*À Ange*) Mais, il est où ton carré, Ange ? (*À un autre*) Bon, ben c'est bien. (*À toute la classe*) Allez posez-le que je regarde. Je vois ma ... Alexandro ? Ben voilà, non ? Ben voilà, ça y est ! (*À Nathan*) Alors, comment on va faire, Nathan, pour plier ? (*À la classe*) Chut ! Faites-les bien, les plis ! Comme ça ils vont rester marqués. (*À un élève*) Tu peux t'asseoir autrement s'il te plaît ? ... Bon, alors ! Faites ... Marquez-les bien les plis, hein...
196. Maël (*en arborant fièrement son PLIOX qu'il vient de plier correctement*) : Maîtresse !
197. M : Bon, alors ... (*À Alexandro*) Oui, chéri. (*À la classe*) Qui, heu ... peut me dire, déjà, combien de plis vous avez fait ? Vas-y ... Tore ! (*Pendant ce temps, Nathan regarde son PLIOX et tente de le plier selon une médiane secondaire approximative ; il ne marque pas le pli*).
198. Tore : Deux.
199. M : Tu as fait deux plis. Ensuite, vous avez plié à quel niveau dans la ...
200. Élève : La moitié.
201. M : Alors, à moi, qui veut venir expliquer comment il a fait ?
202. Alexandro : Moi !
203. M : Et bien tu viens, Alexandro ? (*Alexandro se déplace au tableau*) Et bien ! ça y est ! Tu nous expliques ? (*À la classe*) Chutt ! (*Pendant ce temps, Nathan tourne son PLIOX et tente de réaliser l'autre pli, mais ne le marque pas*)
204. Alexandro : (inaudible)
205. M : Parle plus fort s'il te plaît.
206. Alexandro : En fait, j'ai mis derrière ... (*il fait le geste en même temps*)
207. M : Donc t'as retourné ta feuille, tu l'as pris au dos. Ensuite ?
208. Alexandro : J'ai retourné ... (*Nathan retourne lui aussi son PLIOX, mais il ne sait plus quoi faire. Constatant que ses difficultés sont toujours d'ordre psycho-moteur, je marque tous les plis acceptables de son PLIOX, c'est-à-dire toutes les médianes et diagonales secondaires. Lorsqu'il le récupère, il tente immédiatement de le plier selon la médiane secondaire traversant les carrés jaunes et rouges. Ce premier essai se réalise sur le pli approximatif réalisé juste avant. Il recommence en tentant d'aligner le côté du PLIOX le long de la médiane principale, mais plie légèrement de travers. Il met ensuite plusieurs minutes pour faire la même chose côté bleu/vert*).
209. M : Et t'as retourné quoi ? Comme ça ? Au pif ?

210. Alexandro : Non.
211. Tessa : C'est le trait qui nous a aidé.
212. M : Ah ! C'est quel trait ? Très bien ! Vas-y Tessa !
213. Tessa : Le trait qui est au milieu. Il nous a aidé à mettre le bleu et le vert au milieu et le rouge et le...
214. Élève : ... jaune ...
215. Tessa : ... jaune au milieu.
216. M : D'accord, tu t'es repérée, comme l'autre fois, sur le trait qui est au dos de ... de ... de la feuille ... qui coupait le carré à la moitié. Bon, et là, vous avez ... vous avez fait un pli à quel niveau à peu près ?
(À un élève) T'arrête de te balancer ! (À la classe) Oui ? Juliette ?
217. Juliette : À peu près à la moitié.
218. M : À peu près à la moitié. Elle me dit j'ai fait un pli à peu près à la moitié. Bon, ben c'est à la moitié en fait. Alors, est-ce que c'est un pli comme ceux de toute à l'heure ?
219. Élèves : Non ! Non !
220. M : Alors, qui peut m'expliquer ? Oui Juliette ?
221. Juliette : Là, en fait ... avant, et ben ... c'était un ... un pli mais c'était pas ... euh ... c'était pas triangulaire. C'était triangulaire alors.
222. M : C'était triangulaire donc tu avais fait un pli comment ?
223. Juliette : Beh, ...
224. M : On avait fait un pli comme ça. On avait dit un pli en ... ? ... en ? en diagonale !
225. Juliette : Diagonale !
226. M : Bon là est-ce que ... Oui, très bien ... Est-ce qu'on a fait un pli en diagonale, là ?
227. Élèves : Non !
228. M : On a fait un pli ...
229. Élèves : (inaudible)
230. M : Voilà, ça nous fait ... un trait, comme vous disiez tout à l'heure, ça nous fait un pli horizontal. Donc on a deux plis horizontaux qui coupent nos petits carrés à la ...
231. Élèves : Moitié !
232. M : Moitié ! Au milieu, hein ? ça s'appelle des médianes, hein ? C'est bien ! OK ? Vous avez fait deux plis. D'accord ! Euh ... Est-ce que vous pouvez me dire quelque chose sur la figure qu'on obtient ? Tiens-toi Quentin ! (Alexandro retourne à sa place) Euh ... j'aimerais avoir les côtés, j'aimerais avoir les fameuses pointes de Thalys, si elle pouvait nous donner le nombre d'angles ça serait bien... J'aimerais savoir aussi ce qu'on voit à l'intérieur. Parce qu'on ... on voit des ... des plis, hein ! Aussi, quand même ! Moi je sais pas. Allez, soy ... essayez de ... de décrire la figure. (Pendant ce temps, Nathan tente toujours de plier correctement, malgré le marquage. Alexandro le voyant en difficulté, lui montre le verso de son PLIOX, sur lequel on voit que les deux côtés opposés se rejoignent selon la médiane principale ; il le déplie, et désigne du doigt cette médiane. Constatant son aide inefficace, il finit par prendre le PLIOX de Nathan et réaliser le pliage correct).
233. M : Sarah ?
234. Sarah : Et ben en fait, on ... on voit que y'a du jaune et tout ... Et là ... Et ... Et on voit là des traces d'un triangle, voilà...
235. M : Alors, tu vois ... une trace, c'est-à-dire que tu vois un pli ... en triangle, oui.
236. Élève : Ah oui !
237. M : Quoi d'autre ?
238. Sarah : Et en bas, c'est bleu, ça fait une forme.
239. Quentin : En fait, on voit ... ça fait hop, hop, hop ...
240. Brice : Y'a deux triangles qui fait une forme.
241. M : Viens ici, Quentin, parce que moi ... hop, hop, hop, heu ..., ça ne me dit rien ! Essaie de trouver un autre mot. (Quentin se déplace au tableau)
242. Quentin : Ici, on voit que là c'est ... hop ... comme ça, comme ça, comme ça et comme ça (il suit avec le doigt les deux demi-diagonales du carré bleu puis celles du carré jaune).
243. M : Alors, ici (la maîtresse désigne le rectangle jaune), la surface jaune ça représente quelle forme ?
244. Quentin : Un rectangle.
245. Élèves : Un rectangle.
246. M : Un rectangle. Et vous me dites qu'on voit les traces ... des plis (elle replie le rectangle jaune selon les deux plis visibles, c'est-à-dire selon les deux demi-diagonales du carré jaune) et que ... on voit, on voit ... on voit quoi comme trait, là (l'enseignante désigne la demi-diagonale du carré jaune) ? On l'a dit tout à l'heure. On voit ... des ... ?

247. Élèves : Traits.
248. M : Le trait ... Le trait, là, il est comment ? Il est en ... ?
249. Élève : Dago ...
250. M : Dia...
251. Élèves : ...gonales !
252. M : On voit des diagonales. Très bien.
253. Quentin (*en désignant la partie verte*) : Ici aussi.
254. M : Et ... sur les quatre petits rectangles.
255. Élève : Et sur le rouge !
256. M : Donc, là, sur la figure principale, on voit quoi ? Un ... ?
257. Élève : Sur le rouge ...
258. M : Bon ! (En tapant des mains) J'ai posé une question ! La figure principale, on voit quoi? (*Elle suit du pouce et de l'index les deux côtés longs du modèle de forme rectangulaire*).
259. Juliette : Un rectangle.
260. M : On voit un rectangle qui est constitué de quoi ? Juliette ?
261. Juliette : De ... En fait, y'a un grand rectangle et après ...
262. M : Bon, d'accord, le grand rectangle il est fait comment ? Tu peux me le décrire. Oui, Tessa.
263. Tessa : Il est fait avec les plis. Ça fait des traces.
264. M : Bon, d'accord. Là, tu peux me dire ... qu'est-ce qu'on voit ? Oui ?
265. Tessa : Y'a des rectangles avec des ...
266. M : Bon, alors le grand rectangle il a un, deux, trois, quatre ...
267. Élèves : Côtés !
268. M : Quatre côtés. Quatre pointes, on peut dire angles. Ensuite ... euh... vous pouvez me dire un peu les côtés, là ?
269. Élève : Euh, non.
270. M : Qui font que c'est un tri... un rectangle, qui font que vous avez reconnu que c'est un rectangle.
271. Élève : Parce que ...
272. M : Oui, Brice ?
273. Brice : Parce que y'a deux ... côtés ... euh ... et deux ... euh ...
274. M : Y'a deux côtés ...
275. Élève : ... petits...
276. Brice : ... petits ...
277. M : ...courts ...
278. Brice : ... et y'en a deux plus longs.
279. M : Et qui sont ?
280. Élève : Plus long.
281. Brice : Euh ...
282. M : Chaque fois qu'y a le long, y'a l'autre qu'a la même longueur. D'accord ? Bon. Ensuite vous me dites qu'on voit quatre petits rectangles. À l'intérieur de ces quatre petits rectangles, on voit les traces des plis et entre autres on voit des traces de diagonales. Est-ce qu'on voit que des traces de diagonales ?
283. Élèves : Non.
284. M : On voit aussi la trace du pli principal, hein, Juliette, dont tu nous a parlé tout à l'heure. Stop, c'est bien. Je vous fais une autre figure.
285. Élèves : Oui ! Oh non !
286. M : Chut ! (*Elle affiche au tableau le nouveau modèle*)
287. Élèves : Super facile !.
288. M : Euh ... Je ... oui ... je veux la même figure, je veux que ça soit orienté pareil, le jaune ... regardez les couleurs où elles sont. (*À Nathan qui a orienté correctement son PLIOX*) Alors, Nathan, t'es bien parti déjà, réfléchis. (*À Alexandro qui a orienté correctement son PLIOX et a déjà obtenu le triangle jaune*) Ça y est, hein ? Tu as compris. (*À Nathan*) Alors, comment tu fais ? Regarde bien le jaune. Quelle est la partie que tu vas cacher? (*Elle reste près de Nathan et l'aide à réaliser correctement le pli lorsqu'il a identifié la partie à replier en lui montrant bien le geste à réaliser. Pendant ce temps, la majorité des autres élèves a réalisé le modèle. Le bruit augmente dans la classe pendant que l'enseignante passe dans les rangs.*) Bon, alors ! Je vous trouve bien agités ! Chut ! Ah non, non ! Ceux qui n'y arrivent pas, je vais venir vous aider. (*Nathan regarde son PLIOX plié recto et verso. Je le déplie et lui demande de refaire le modèle. Nathan s'exécute immédiatement.*) (*À la classe*) Alors, quel est l'élève qui ... Stop ! Quel est l'élève ... quel est l'élève ... Assieds-toi bien ... quel est l'élève qui



- va venir me dire déjà combien il a fait de plis, comment il a fait, et ensuite je voudrais un deuxième élève qui vienne bien nous décrire la figure qu'on obtient. Et bien on envoie Toré. Allez ! Chut !! (*Tore se dirige vers le tableau*) Attends Tore, on va essayer d'avoir un grand silence. Vas-y.
289. Tore : Et ben j'ai mis ça comme ça (*Elle présente le PLIOX orienté comme l'est le modèle*).
290. M : Donc t'as orienté ta feuille en suivant les couleurs ... Très bien ! Et après ?
291. Tore : Je l'ai tournée ... (*Elle place le PLIOX face colorée contre le tableau*)
292. M : Oui. (*Tore replie le demi carré jaune*) Comme ça !
293. Tore : Puis j'ai retourné (*elle remet le PLIOX face aux élèves*)
294. M : Oui.
295. Tore : Puis j'ai retourné à l'envers (*elle tourne le PLIOX d'un demi-tour puis le retourne face contre le tableau*)
296. M : Voilà. (*Tore plie le demi-carré vert puis retourne le PLIOX correctement plié vers la classe*). D'accord. Donc, on a fait combien de plis ?
297. Élèves : Deux ! Deux
298. M : Deux, très bien ! Ensuite, qui veut m'en dire plus ? Déjà sur la figure qu'on obtient ... et puis les traces de plis, les traces comme vous disiez. Heu ... ben Tessa.
299. Tessa : Et ben en fait, c'est le ... vert qu'on a plié sur la petite pointe, là ici (*elle désigne le centre du PLIOX*).
300. M : Est-ce que c'est la pointe, là ici ?
301. Élèves : Non !
302. M : Elle est en train de me ... En fait c'a été ton repère, tu me dis ... cette pointe tu l'as repliée ... est-ce que c'est une pointe, ça ? (*Elle désigne le centre du PLIOX, croisement des deux médianes*).
303. Élèves : Non !
304. M : Non, c'est quoi à votre avis ? Oui ?
305. Estelle : Un petit point.
306. M : Ben ... y'a pas de point, hein. C'est quoi ? Chut ! Oui, Juliette ?
307. Juliette : C'est ... c'est une trace quand on a plié ... et ben après, ça a fait une trace.
308. M : Oui, c'est quoi ? Vous pouvez pas m'en dire plus ? Ben, regardez ! (*L'enseignante retourne le PLIOX face blanche devant les élèves*).
309. Thalys : Ben moi j'ai ...
310. M : Oui, vas-y !
311. Thalys : J'arrive pas à plier
312. M : J'arrive.
313. Élèves : Maîtresse !
314. Maël : Est-ce que je peux l'aider ? (*L'enseignante fait signe que oui. Maël part aider Thalys*)
315. M : C'est quoi, Juliette ?
316. Juliette : Et ben en fait, quand on a plié, et ben après ...
317. M : Tore !
318. Juliette : ... ici ... ça c'est double. Ça c'est double.
319. M : Donc, tu as fait ça (*L'enseignante replie les deux demi-carrés jaune et vert du PLIOX*). Et là, ici, tu me dis c'est une pointe. On n'est pas une pointe. On est où, à votre avis ? (*L'enseignante désigne le centre du PLIOX côté recto*).
320. Tessa : Derrière.
321. Juliette : On est ...
322. M : C'est exactement cet endroit-là !
323. Juliette : On est au milieu des carrés.
324. M : Et oui ! Mais bravo, Juliette ! Y'en a qu'une qui essaie de chercher, là, hein ! On est au milieu. C'est le centre. Bien sûr ! Regarde ! (*Elle montre le PLIOX déplié.*) Et on est au milieu de quoi ? Que ... qu'est-ce qu'on voit ? Qu'est-ce qui passe par ce milieu ? Regardez c'qui ... regardez les traces. Qu'est-ce qui passe par ce milieu ? Oui.
325. Tessa : Un trait.
326. M : Un trait ? On a un pli. Un pli qui ... si on passe le crayon dessus, on aura un trait. Bon, alors, qu'est-ce qui passe par ce ... Ben, faites tous les plis, hein. (*En aparté avec moi*) Peut-être que je sors du cadre, hein ? C'est intéressant, non, le centre ? (*À Tessa*) Oui ?
327. Tessa : Après, ben après, et ben le centre c'est c'qui nous aide à le mettre ... bien au centre.

328. M : Voilà, c'est un repère ! Si vous regardez bien, le centre, vous avez tous les plis qui passent par le centre. Regardez ! Essayez ! (*En effectuant différents pliages*) Vous avez les plis en diagonale (*selon la diagonale*)... Regardez ! Les plis à l'horizontale ... (*selon l'une des médianes principales*).
329. Élève : Ah, ouais.
330. M : Je sais pas, essayez ! (*Pendant ce temps, Maël a essayé de plier le PLIOX de Thalys, puis il est allé chercher le sien pour avoir un modèle et a mis les deux PL IOX côte à côte*). (À Maël) Oui, mon grand !
331. Maël : C'est ... c'est que ... Elle peut pas parce qu'elle a mis le jaune de l'autre côté. (*Lors de la séance 1, Thalys avait réalisé un PLIOX incorrect qui avait été écarté lors de la séance 2 mais qui réapparaît malencontreusement dans celle-ci. L'enseignante apporte alors un nouveau PLIOX.*)
332. M : Essayes avec celle-ci ! (À la classe) Chut ! Alors, vous avez essayé ? Est-ce que ça passe toujours par le centre ?
333. Élèves : Ouais !
334. M : Qu'est-ce qu'on voit comme ... alors, heu ... je vais peut-être refaire ma figure ... (*L'enseignante plie le PLIOX comme indiqué sur le modèle*) c'était ça ... voilà ... (*puis elle le déplie*) Vous avez découvert autre chose là quand même. Bon qu'est-ce qu'on peut dire d'autre sur cette ... heu... figure ? (*L'enseignante affiche de nouveau au tableau le modèle*) Vous voyez que vous avez des plis, si on passait un trait ... des fois on le fait, ça, je vous fais faire un pli, vous partagez la feuille en deux, et puis après je vous fais tracer sur le ... le pli. Donc c'est comme si on avait des traits, parce qu'on n'a pas passé le crayon. Juliette ?
335. Juliette : Et ben là, y'a pas quatre côtés.
336. M : Y'a pas quatre côtés. Alors viens me voir, viens nous expliquer pourquoi y'a pas quatre côtés.
337. Juliette (*en venant au tableau avec son PLIOX plié*) : Ben, là, y'a pas quatre côtés, parce que quand on avait le carré (*elle déplie son PLIOX*), y'avait quatre côtés.
338. M : Oui.
339. Juliette : Alors que maintenant...
340. M : Alors attends ! Elle me dit, le carré ... Brice ! ... le carré avait quatre côtés, hein. Un, deux, trois quatre (*l'enseignante longe chaque côté avec son doigt*). Elle me dit que de faire ça (*elle réalise le modèle*), elle n'a plus quatre côtés. Est-ce que vous êtes tous d'accord avec Juliette ?
341. Élèves : Oui ! Oui !
342. Thalys : Non !
343. M : Qui a dit non ?
344. Brice : Un , deux, trois, quatre ...
345. M : Très bien, Thalys, tu viens nous montrer les côtés.
346. Brice : Il y a six côtés.
347. M : Ah !
348. Élèves : Six pointes ! Y'a six côtés ! Ouais !
349. M (*pendant que Thalys désigne le premier sommet*) : Un ...
350. Brice : Y'a six pointes et six côtés.
351. M : Mais ! (À Thalys) Vas-y !
352. Thalys (*en pointant les sommets*) : un, deux ...
353. M : Elle me compte pas, tu me comptes pas les côtés, là, tu me comptes des pointes. Le côté, c'est ça (*l'enseignante longe du doigt l'un des côtés*), c'est ce tour, c'est ce bord. Un, deux, (*Thalys suit chaque côté du doigt*) trois, quatre, cinq, six. Tu as six côtés. Mais tu as un côté qui, on va dire, est droit (*l'enseignante désigne le bord jaune horizontal*), et l'autre côté (*elle désigne l'un des côtés bleus*) qui est rectiligne mais en dia ...
354. Élèves : ... gonale !
355. M : Voilà ! Mais c'est un côté. Combien on a de pointes, comme nous dit toujours Thalys ?
356. Élève : Six. Six.
357. M : Six. On dit six pointes ou six angles. D'accord ? Qu'est-ce que vous pouvez me dire d'autre ? Oui, Tessa ?
358. Tessa : Quand y'avait six côtés, ben y'a six pointes. Quand y'a quatre côtés, il y a six ... quatre cô... pointes. Quand y'a sept ... côtés, y'a sept ...
359. M : Oui.
360. Tessa : ... pointes.
361. M : Oui, parce que ... Comment tu pourrais définir un côté ? Un côté, c'est quoi ? Et c'est peut-être intéressant ce qu'elle nous dit, Tessa !
362. Juliette : Un côté ...

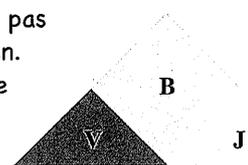
363. M : Sarah !
364. Juliette : Un côté, et ben ... tu ... et ben ... si tu fais un côté (*elle suit le bord avec son doigt*) et ben t'arrives à la pointe.
365. M : Voilà ! Un côté, il part d'une pointe pour aller à l'autre pointe, il se termine à l'autre pointe. Est-ce que vous avez d'autres choses à dire ? Tessa ?
366. Tessa : Et ben en fait, le vert et le jaune, ils sont au milieu du ... du carré mais surtout le vert et le jaune se touchent au milieu des carrés.
367. M : Se touchent au milieu du grand carré ... hum ... par la pointe ... par leur pointe. D'accord.
368. Tessa : Et puis après ça aboutit à sa ... forme.
369. M : Oui, ça obtient ... on obtient cette forme. Et cette forme, elle est composée de quelles autres formes ? Qu'est-ce qu'on voit ?
370. Brice : Des carrés
371. M : Qui m'a dit des carrés ? (*À Juliette*) Tu peux aller à ta place. Tu viens, Brice, m'expliquer où sont les carrés ? (*Brice se lève et vient montrer le carré bleu*) Ah ! Alors Brice me dit que c'est un carré, vous êtes d'accord ?
372. Juliette : Non ! C'est pas un carré.
373. Élève : Oui !
374. M : Alors, Juliette ?
375. Brice : C'est un carré retourné.
376. M : C'est un carré retourné. J'aimerais bien entendre Sofiane, c'est bien que tu lèves ton doigt.
377. Sofiane : C'est un losange.
378. M : C'est un losange ... Alors, Brice me dit, c'est un carré retourné, et Sofiane me dit, c'est un losange. Alors, le losange, c'est un carré.
379. Sofiane : Ah.
380. M : Ça a les mêmes ... euh ... voilà. Mais on l'appelle aussi losange parce qu'il est disposé ... voilà ... dans sa disposition il est comme ça, retourné comme dit ...
381. Tessa : Et il a aussi quatre pointes.
382. Sarah : Non, y'en a cinq.
383. M : Viens me montrer les pointes du carré qu'est un losange. Vas-y.
384. Sarah (*commençant à compter les sommets en les pointant*) : Un, deux, trois ...
385. M : Mais tu ... tu confonds pointes et côtés, alors s'il te plaît, sois rigoureuse, hein.
386. Sarah : Un, deux, trois, quatre, cinq (*elle compte de nouveau le premier sommet*).
387. M : Non, mais là, tu l'as déjà compté.
388. Brice (*refaisant les mêmes gestes*) : Un, deux, trois, quatre.
389. M : Là, tu es de mauvaise... (*Sarah fait mine de retourner à sa place*) Non ! Sarah, là, tu es de mauvaise foi, hein, tu l'avais déjà compté. Une, deux, trois, quatre. Quatre pointes et quatre côtés.
390. Élèves : côtés.
391. M : Bon ! Et ... et est-ce qu'il y a d'autres formes ?
392. Quentin : Oui, y'a deux triangles.
393. M : Alors viens les montrer, Quentin. (*Quentin vient au tableau et désigne les triangles jaune et vert*) Alors, et on a ... deux triangles. Avez-vous d'autres remarques à faire sur les plis par exemple ?
394. Ange : Maîtresse !
395. M : Oui.
396. Ange : (*inaudible*)
397. M : Et ben non, il peut pas. Là aussi, hein, là aussi. Non, stop, une seconde Thalys. Oui, vas-y.
398. Tessa : Ben, euh ... cet objet, là ...
399. M : Cet outil.
400. Tessa : Cet outil, et ben, c'est plus gros que les autres et ça a toutes les couleurs.
401. M : Elle me dit qu'il est plus gros que les autres, elle me dit que cette forme, cette figure ... est plus grosse que les autres figures.
402. Élèves : Ben oui, oui !
403. M : Pourquoi ?
404. Tessa : Et ben parce que avant ... et ben ... en plus on n'avait pas toutes les couleurs.
405. M : Voilà ! ça dépend de ... ce qu'on a caché ou pas. ... Bon je pense qu'on va s'arrêter là ... Les enfants c'est très bien, je vous remercie.

(FIN - 46 min 43 s)

TRANSCRIPTION SÉANCE 2 (P)

1. P : Bien alors, heu... vous avez préparé ... un PLIOX. Vous l'avez dans votre chemise bleue, vous le sortez. *(Les élèves sortent leur matériel dans un léger brouhaha.)* Noé tu regardes ici, et pas la caméra s'il te plaît ! Alors moi aussi j'ai un PLIOX, je l'ai mis au tableau, vous voyez *(en désignant le PLIOX)* ? On va voir un peu si vous vous souvenez de ce qu'on voit sur ce PLIOX. Qu'est-ce qu'on voit sur ce PLIOX ? Noémie ?
2. Noémie : On voit que y'a... y'a quatre couleurs...
3. P : Mmm...
4. Noémie : Euh... rouge, jaune, bleu, vert.
5. P : Qu'est-ce qu'on voit encore ? Lili-Rose ?
6. Lili-Rose : Euh... *(inaudible)*
7. Mathieu : On voit des carrés.
8. P : On voit des carrés. Oui Mathieu , on voit des carrés. Lalie ?
9. Lalie : On voit une croix au milieu qui fait *(en montrant un axe vertical et un axe horizontal)*... des traits au milieu... et... en diagonale ! *(Un des deux plis en diagonale est assez visible).*
10. P : Oui, très bien, ensuite, qu'est-ce que vous voyez d'autre ? Moi, je ne les vois pas les traits, hein.
11. Élèves : Oui, oui...
12. Noé : Nous des fois, on les a pliés...
13. P : Ah, ce sont des plis, alors, que l'on voit en diagonale !
14. Élèves : Oui !
15. P : D'accord. Mais ils ne sont pas tracés ces traits-là...
16. Élèves : Non !
17. P : Ce sont les plis que l'on voit-là. Bon ! Très bien. Alors, aujourd'hui... Donc, lors de la séance précédente vous aviez réalisé le PLIOX, vous aviez colorié le PLIOX, d'accord. Aujourd'hui on va un peu jouer avec. Donc je vais... plier d'une certaine façon, hum, et vous, je vais vous demander de faire le même pliage avec votre PLIOX, d'accord ? Je me cache un peu... *(L'enseignante réalise le premier modèle hors de la vue des élèves puis l'affiche au tableau.)* Voilà le mien... Maintenant vous allez ... faire ... le même pliage avec votre PLIOX. Chacun. J 
18. Élève : Il est de la même couleur ou pas ?
19. P *(L'enseignante fait un signe de la main pour signifier « bouche cousue ».)* : Qui répète la consigne ? Allez, Lilou ?
20. Lilou : On... on replie comme... t'as ... fait. On plie ... le PLIOX comme tu l'as fait.
21. P : Voilà, comme moi je l'ai fait. *(Les élèves effectuent immédiatement le pliage et le montrent à l'enseignante.)*
22. Élève : Et ça fait bleu vert !
23. P : Et vous le posez sur la table. *Elle circule parmi les élèves pour voir leurs productions.*
Alors... Là c'est ce que me montre Mokhtar... et c'est ce me montre aussi Fanny. J  B
Alors vous allez nous expliquer... Lalie, qu'est-ce que tu as fait ?
24. Lalie : Ben j'ai fait ... comme ça...
25. P : Est-ce que tu as fait le même pliage que moi ?
26. Élève : Non...
27. Lalie : Mmm... *(Lalie n'avait pas plié son PLIOX, elle le fait à ce moment-là correctement).*
28. P : Voilà, alors, vous allez nous expliquer tous les deux, Mokhtar puis Fanny, vous allez nous expliquer, voir comment vous avez fait.
29. Mokhtar : Ben, je l'ai mis comme ça, j'ai regardé le trait qui était au milieu et puis je l'ai plié.
30. P : Tu as regardé le trait qui était au milieu, puis tu as trouvé. Et toi Fanny ?
31. Fanny : *(inaudible)*
32. P : Montre-nous alors. Viens devant le tableau et montre-nous. *(Pendant que Fanny vient au tableau)* Je ne vous ai pas montré comment j'avais fait, moi. Je vous ai montré le pliage une fois qu'il était terminé. *(À Fanny)* Alors comment tu as fait, toi ?
33. Fanny : Moi, j'ai plié comme ça *(Elle plie selon l'autre médiane que celle nécessaire).*
34. Noé : Elle a pris du mauvais sens !
35. P : Alors... va t'asseoir, Fanny.

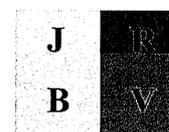
36. Noé: Elle a pris du mauvais sens !
37. P : Est-ce que c'est la même chose ? (*À Fanny*) Viens le mettre dessus, viens le mettre dessus... Est-ce que c'est la même chose ?
38. Élèves : Non !
39. P : Non, qu'est-ce qui change ?
40. Élève : Ben, c'est ...
41. Autre élève : Elle l'a mis à l'env...
42. P : Sarah ?
43. Sarah : La couleur.
44. P (*en acquiescant de la tête*) : C'est-à-dire ?
45. Autre élève : Elle l'a mis à l'envers.
46. P : La couleur, c'est-à-dire ?
47. Élèves : ...
48. P : C'est-à-dire ?
49. Lili-Rose : C'est envers, c'est envers.
50. P : C'est en vert, ça ?
51. Noé : Non, c'est ... il faut que ce soit... elle s'est trompée de sens.
52. Élève : Oui.
53. Noé : Parce que...
54. P : Maxime.
55. Maxime : Parce qu'avec le jaune, le rouge et le bleu ça doit...c'est pas ... pareil.
56. P : Alors moi j'ai du jaune et du rouge, et toi tu as du jaune et du bleu. Est-ce que c'est la même chose ?
57. Élèves : Non !!
58. Noé : En fait il nous... il nous... elle l'a pris comme ça et puis...
59. P : Alors, Lalie, tu as une idée de la façon dont elle s'y est prise ?
60. Lalie : Ben en fait, elle ... elle a... elle... Normalement, elle l'a mis comme... elle l'a plié comme... comme ça (*elle plie selon la médiane incorrecte*) alors que normalement il faut que ... il faut qu'il soit comme ça (*elle montre le PLIOX plié correctement*). Elle l'a mis dans le mauvais sens...
61. Noé : Elle l'a mis comme ça (*en montrant le PLIOX selon la médiane incorrecte*) alors qu'il fallait faire Noé ça (*en pliant selon la médiane correcte*).
62. P : Elle s'est trompée de quoi, alors ?
63. Élèves : De sens ! De sens !
64. P : Euh, de se... elle s'est trompée de sens, allez on en reste là ! Vous voulez dire, au lieu de plier comme ça (*en pliant selon la médiane correcte*) elle a plié comme ça (*en pliant selon la médiane incorrecte*) c'est ça que vous voulez dire ?
65. Élèves : Oui !!
66. P : Et vous, vous dites « on s'est trompé de sens » ... On va en rester là, d'accord. Bien, allez maintenant vous remettez votre PLIOX à plat comme ça (*en le dépliant et le remettant au tableau*)... ça y est ? tout le monde l'a fait ?
67. Élèves : Oui !!!
68. P : Et dans le même sens que moi ? Et j'en vois qui ont déjà le PLIOX qui n'est pas dans le même sens que moi ! Ça y est ? D'accord, pour tout le monde il est bien. Alors, maintenant cachez vos yeux, moi je vais me cacher aussi et je vais faire un autre pliage. Voilà, allez ! Toujours la même consigne : il faut que ... vous réalisiez le même pliage que moi pour avoir la même figure.
69. Lili-Rose : Comme ça ?
70. P : Je ne sais pas ! Cherche, cherche ! (*Les élèves se mettent immédiatement au travail (sauf Maé qui rêve).* L'enseignante vient regarder ce que font les élèves, mais ne commente pas).
71. Lili-Rose (*elle agit fièrement sa production*) : Voilà ! J'ai gagné !
72. P : Posez-le à plat votre pliage quand il est terminé. ... (*Passant derrière Maé*) Tu cherches Maé ?
73. Lilou : Trop cool, le PLIOX !
74. P (*À Sarah*) Cherche un peu ! (*Pendant ce temps, Maé cherche et trouve... Son voisin a trouvé également. Mais Axel, pourtant bon élève regarde son PLIOX d'un air désolé.*) Alors, Maria tu nous expliqueras tout à l'heure, pose-le sur la table, et tu expliqueras après. Les autres cherchent. Si vous ne trouvez pas tout de suite, ce n'est pas grave, hein ! On cherche. ... Mais cherchez, cherchez, si vous ne trouvez pas tout de suite, ce n'est pas grave !



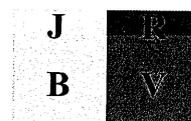
75. Lili-Rose (*désignant son voisin Axel*) : Est-ce que je peux l'aider ?
76. P : Tu veux l'aider ? Alors, vas-y aide-le ! (*Lili-Rose prend le PLIOX d'Axel et réalise le bon pliage.*)
Alors, alors, est-ce que tu l'aides, ou est-ce que tu fais à sa place, là ? Est-ce que c'est comme ça qu'on t'aide d'habitude, Lili-Rose ?
77. Lili-Rose : Non.
78. P : Non d'habitude on t'explique. Là, il faut que tu lui expliques, pas que tu lui montres comment tu as fait... Remarque, c'est une façon d'expliquer, aussi,... alors là tu lui as montré comment tu av... comment il fallait faire ? (*À Axel*) Tu as vu ? Tu as vu Axel ? (*Axel fait un signe d'assentiment*) Bon, alors tu le reprends (*l'enseignante déplie le PLIOX et le tend à Axel*) et tu fais comme elle t'a montré cette fois. (*Axel reprend le PLIOX, le plie selon la bonne diagonale mais regarde le verso du PLIOX, puis le recto mais dans une autre orientation que celle du tableau.*) Est-ce que c'est la même chose que ce que tu as au tableau ? (*Constatant que ce n'est pas la même figure que le modèle, Axel déplie le PLIOX. Puis il le replie, le déplie, le replie encore une fois et le tourne. Pendant ce temps, Lili-Rose tourne et retourne le pliage obtenu.*)
79. P : Est-ce que là c'est la même chose que ce que tu as au tableau ?
80. Axel : Oui. (*Axel a retrouvé le sourire.*)
81. P : Alors, d'accord, très bien. Alors ... euh... Lili-Rose, elle a montré à Axel comment elle avait fait, et lui a recommencé de la même façon, maintenant qui est-ce qui peut venir expliquer avec des mots comment s'y prendre pour avoir ce pliage ? (*Tous les doigts se lèvent.*)
82. Noémie : Je sais !
83. Lalie : Je sais !
84. P : Noé, tu essaies ? Alors
85. Noé : On... on prend...
86. P : Sans faire, juste avec des mots.
87. Noé : On prend le carré à la diagonale et on plie.
88. P : D'accord. On prend une diagonale et on le plie. Alors, regarde... moi ... je prends un carré à la diagonale et je plie (*l'enseignante effectue le pliage selon la diagonale incorrecte*). Ah, c'est pas la même chose !
89. Lalie : Je sais ! Je sais maîtresse, je sais, je sais !
90. Mathieu (*montrant la diagonale*) : Et celle-là elle est (*inaudible*).
91. Noé : Et en fait on le prend de l'autre côté ... dans l'autre sens.
92. P : Et comment faire pour savoir dans quel sens il faut le prendre ?
93. Lilou (*se levant de sa chaise*) : On le prend comme ça, on le prend comme ça et comme ça ! (*Elle présente son PLIOX dans la même orientation que le modèle affiché au tableau, « sur la pointe », le carré bleu en haut*).
94. Lalie : Je sais, je sais, je sais !
95. P : Donne-moi des indications pour me dire ... non Lalie, ça suffit, tu attends, tu attends.
96. Noé : Ben, euh, on met comme ça, comme ça (*Noé présente sa feuille « sur la pointe », le carré bleu en haut*).
97. P : Non, non, dis avec des mots. Qu'est-ce qu'on peut utiliser comme mots ?
98. Élèves : Ah ! On le met...
99. P : Lilou ?
100. Lilou : On le met à... on met le... rect... le ... carré euh... sur euh... sur le ... sur euh... attends... On le tourne, et puis il faut que le bleu il soit... il soit en haut ... et puis après tu le plies.
101. Noémie : Je sais !
102. P : Tu mets le bleu en haut ?
103. Lilou : Oui, et puis tu le plies.
104. P : Et je plie ?
105. Lilou : Oui.
106. P : Comment je plie ?
107. Lilou : Ben tu plies euh...
108. Noé : À la diagonale !
109. Lilou : En diagonale.
110. P : Sur la diagonale ?
111. Lilou : Oui. T'as un trait.
112. P : Je mets le carré bleu en haut et je le plie ... (*elle le plie selon la diagonale verticale*).



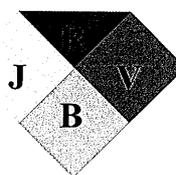
113. Noé : Non, pas comme ça !! De l'autre côté (*Il mime le geste de replier le papier selon la diagonale horizontale*).
114. P : Mais laquelle de diagonale, alors ?
115. Noé : L'autre !
116. Noémie : L'autre.
117. P : Alors, quelle diagonale, là ?
118. Lilou : Le trait, le trait !
119. Lalie : Ce qui coupe le vert et le jaune.
120. Lilou : Oui, voilà !
121. Noé : Comme ça, comme ça !
122. P : Ce qui coupe le vert et le jaune, c'est une diagonale ?
123. Lilou : Non !
124. P : Le trait qui coupe le vert et le jaune ?
125. Élèves : Oui !
126. P : Alors, je mets le bleu en haut, et je plie sur le vert et le jaune ?
127. Élèves : Oui ! Oui !
128. P : Comme ça ?
129. Élèves : Oui !!
130. Noé : Comme ça on met le vert ... le vert en haut à gauche, le bleu en haut droite et on le ...
131. P (*en manipulant le PLIOX en même temps*) : Alors on met le vert en haut à gauche ou le vert en haut à...
132. Élèves : à droite !
133. P : à droite et on plie à la diagonale.
134. Élèves : Oui ! (*L'enseignante plie selon la diagonale incorrecte et obtient la figure ci-contre.*)
135. Élèves : Non !
136. Noé : Dans l'autre diagonale !
137. P : Dans l'autre diagonale.
138. Élèves : Oui ! (*L'enseignante remet le PLIOX dans la position prototypique.*)
139. P : C'est laquelle de diagonale, alors ? celle-là ou celle-là ?
140. Élèves : Celle-là (*en faisant de grands gestes du bras*).
141. P : Comment je fais pour savoir que c'est celle-là ? Celle qui part...
142. Noé : À droite !
143. Élèves : En haut...
144. P : En haut à gauche. Hein, d'accord. Et là, c'est bon ?
145. Élèves : Oui !!
146. P : Allez, vous remettez le PLIOX comme au départ, d'accord ? Ça y est ? Alors on le remet comme au départ, attention, hein ! Allez Fanny, regarde ! Voilà, c'est bien ! Le jaune en haut à gauche et le rouge en haut à droite. Ilona !... euh... Nicolas, voilà ! Est-ce que vous y êtes tous ? Non, Noah, regarde, regarde ! Est-ce que vous y êtes tous ?
147. Élèves : Oui !
148. P : Oui, bon alors, c'est bon ! Cachez vos yeux et je vous en montre encore une. Allez, regardez, là.
149. Élèves : Trop fas'...
150. P : Toujours la même consigne. C'est quoi la consigne, d'ailleurs ? Mallauray, tu rappelles la consigne, un peu ?
151. Mallauray : ... (*Il fait un signe de la tête que non*).
152. P : Comment faire ? Juliette, qu'est-ce qu'il faut faire ?
153. Juliette : (*inaudible*)
154. P : On n'entend pas, Noé ?
155. Noé : Il faut plier de la même façon que toi.
156. P : Voilà, pour avoir la même ...
157. Élève : Figure...
158. P : ... figure que moi. (*Certains élèves arrivent immédiatement à reproduire le modèle.*) Allez, je viens voir Maé.
159. Lili-Rose (*qui a déjà trouvé le pliage*) : Est-ce que je peux aider Axel, maîtresse ?
160. P : Il va trouver. Il va chercher un peu, il va trouver. Il sait exactement comment faire. (*En effet, Axel, après avoir réfléchi un peu, trouve également le pliage.*)



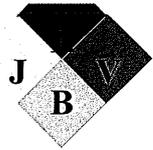
161. Lilou : C'est trop facile ! C'est trop facile ! (*L'enseignante passe dans les rangs pour savoir comment travaillent les élèves. Elle les relance.*)
162. P : Maria, tu as fini ? Tu n'as pas trouvé ?
163. Maria : Si !
164. P : Ah, bien je vois que presque tout le monde a trouvé, hein, à peu près.
165. Lilou : Mais oui, c'était facile !
166. P : Ah et ce que tu as trouvé, Juliette, est-ce que c'est exactement euh comme ce que j'ai fait au tableau ? (*Juliette n'a pas respecté le pliage selon la médiane secondaire.*)
167. Lilou : Non !
168. Élève : Elle a mis pas ça, elle a mis que ça ici !
169. Élève : Il faut en rajouter un petit peu, là !
170. P : Alors attends, attends ! Attendez, là ! Ne parlez pas tous en même temps ! Juliette, viens au tableau avec ta... avec ton carré de couleur. Viens ici. Viens voir. (*Pendant ce temps, Juliette corrige sa production*) Ah, mais tu as changé ! Tu triches alors ! (*L'enseignante refait la première production.*) Tu avais fait ça, c'est ça ?
171. Juliette : Oui. (*L'enseignante affiche au tableau la production incorrecte.*)
172. P : Et en suite, elle a changé. Qu'est-ce que tu as fait quand tu as changé ?
173. Juliette : Euh...
174. P : Bon, déjà, ici, est-ce que c'est pareil que moi ?
175. Élèves : Non ! Non !
176. P : Qu'est-ce qui change, Juliette ?
177. Élèves : La petite...
178. P : Chut ! Qu'est-ce qui change ?
179. Juliette : C'est plus petit.
180. P : Qu'est-ce que c'est qui est plus petit ?
181. Juliette : ...
182. P : Sarah, qu'est-ce que c'est qui est plus petit ?
183. Sarah : Les carrés.
184. P : Quels carrés ?
185. Sarah : ...
186. P : Qu'est-ce que c'est qui est plus petit, là ? Lola ?
187. Lola : Le jaune et le rouge.
188. P : Et le jaune et le rouge, ce sont ... quoi ? Lilou ?
189. Lilou : Les deux couleurs qui sont en haut.
190. P : D'accord que ce soient des couleurs, mais quelles formes géométriques ?
191. Lalie : Je sais.
192. Noé : Des carrés ! (*L'enseignante fait non de la tête.*)
193. P : Le jaune et le rouge, ce sont des carrés qui sont plus petits ?
194. Élève : En fait...
195. Mokhtar : Ce sont des rectangles.
196. P : Très bien Mokhtar, le jaune et le rouge ce sont des rectangles. (*En montrant les deux rectangles rouge et jaune du modèle*) Ici, ce sont des rectangles ?
197. Élèves : Oui ! Oui !
198. P : Ce sont des rectangles. Et oui, ce sont des rectangles ! *Puis elle montre les deux rectangles rouge et jaune de la production de Juliette.* Et ici, ce sont des rectangles ?
199. Élèves : Oui ! Non ! Si !
200. P : Le jaune et le rouge ce sont des... ?
201. Élèves : Si ! Oui !
202. Noé : C'est des rectangles fins !
203. P : Le jaune et le rouge sont aussi des rectangles. Par contre...
204. Noé : Mais c'est des rectangles ! Mais ils sont plus fins !
205. P : Ici, ils sont plus fins
206. Noé : Fins !
207. P : Ils sont plus petits que ceux en haut. Donc pour avoir des rectangles qui soient comme les miens, comme sur mon pliage à moi, que fallait-il faire ? Va t'asseoir. Y'a que Lilou et Noé qui veulent expliquer ? Ah ! Noémie aussi elle veut bien expliquer. Maria ! Tu ne l'as pas f... Tu l'as fait ?
208. Noémie : Moi, je sais, je sais !



209. P : Allez, Noémie, explique. Viens au tableau et explique. Fais la maîtresse un peu. Là elle est contente, de faire la maîtresse !
210. Noémie : Ben là, tu mets la feuille comme ça (*Elle place le PLIOX selon la même orientation que sur le tableau*). Ben là, tu regardes bien au tableau, tu mets la longueur et tu plies à la longueur du tableau. (*Elle fait les gestes en même temps*).
211. P : Moi je l'ai vue faire autrement.
212. Lilou : Oui ! Moi !
213. P : Je l'ai vue faire autrement pour avoir deux rectangles exactement comme les miens, jaunes et rouges. Comment tu as fait, Lucas ?
214. Noé : C'est moi qui lui ai dit.
215. P : Ah oui, d'accord, mais il va quand même nous le dire lui. Comment as-tu fait pour avoir... viens t'asseoir euh... Noémie, merci... comment as-tu fait pour avoir... des rectangles, des rectangles rouges et jaunes de la même taille que les miens... au tableau ?
216. Lilou : Moi, je sais !
217. P : Noah, tu as trouvé ?
218. Noah : Et ben moi, ...
219. P : Et bien viens au tableau et explique-nous. Vous allez nous dire, vous, si vous avez fait de la même façon.
220. Noah : En fait, là, il y avait un p'tit trait (Il désigne la médiane) et là ... et là ... un pliage. Et là fallait les plier et puis après là j'ai fait comme au tableau.
221. P : Bon, tu as plié sur le même pli, et on avait exactement la même figure qu'au tableau.
222. Noé : Maîtresse ! Fallait plier la moitié du carré.
223. P : Voilà. Fallait plier la moitié du carré. Et on obtient la même figure. D'accord ? Bon, alors on va un petit peu changer la séance. Maintenant on va faire autre chose, écoutez bien. Vous allez mettre votre PLIOX comme moi... comme moi, d'accord ? Ah ça va un petit mieux, vous arrivez mieux à l'orienter maintenant, hein ! Sauf Maé. Mais Maé, c'est parce qu'elle ne veut pas faire. Ce n'est pas parce qu'elle ne sait pas faire, mais c'est parce qu'elle ne veut pas. Maintenant écoutez bien la consigne.
224. Noé : Maîtresse !
225. P : Non, tu écoutes. Maintenant... chacun a son PLIOX, on est bien d'accord ? Vous allez... faire un pliage... et puis j'en choisirai un ... on viendra le mettre au tableau... et tous les autres élèves essaieront de faire le même. D'accord ? On fait comme ça ? Et on va voir si les autres font de la même façon que nous ... le pliage pour avoir la même ... figure. Allez-y ! Cherchez ! ... Un seul pliage ! Vous n'avez droit qu'à un seul pliage. ... Un seul pliage ... Alors évidemment, ne faites pas quelque chose que vous avez déjà vu, hein ! (*À Noé*) Tu as fait un seul pliage ? Est-ce que tu as fait un seul pliage pour faire ça ?
226. Noé : Non.
227. P : Non, un seul pliage. (*À Lilou qui lève le doigt*) Ah ! Pas mal, ça, d'accord. (*L'enseignante passe dans la classe. Un élève qui avait proposé un pliage selon une droite quelconque du carré se voit proposer une autre droite.*) Alors stop, on arrête maintenant. Alors regardez. J'avais demandé un seul pliage. Est-ce que là j'ai un seul pliage ?
228. Élèves : Non ! Deux !
229. P : Il y en a deux. D'accord. Alors Juliette elle avait fait ça. Est-ce qu'il y a un seul pliage ?
230. Élèves : Non !
231. P : Euh... Il y en a combien ?
232. Élèves : Quatre ! Deux ! Trois ! Quatre !
233. P : Il y en a combien de pliages ? Combien de fois tu as plié ?
234. Juliette : Deux.
235. P : Deux fois, on est d'accord. Alors moi je vais prendre un pliage qui... qui change un peu de ce qu'on avait jusqu'à maintenant. (*À un élève*) Celui-là revient au même. (*À la classe*) Chut ! Regardez ici, voilà le pliage de Lilou, alors je ne sais pas dans quel sens le mettre, d'ailleurs, parce qu'on pourrait le mettre comme ça... comment, comment veux-tu ?
236. Lilou : oui, comme ça.
237. P : Comment, comment veux-tu que je le mette ? Comme ça ou comme ça ?
238. Lilou : Oui, comme ça !
239. P : Tu veux que je le mette comme ça ?
240. Lilou : Oui, ça fait un diamant.



241. P : Un diamant, voilà. Alors essayez de réaliser le même pliage. Et après vous viendrez me dire comment vous avez fait. Attention ! Regardez les couleurs ! (*Les élèves sont tous en activité et cherchent à reproduire le modèle affiché.*) Alors, est-ce que ça c'est pareil ? (*Elle affiche la production de Mathieu.*)
242. Élèves : Non !
243. Élève : Oui, c'est pareil !
244. Noé : Oui ! Oui, c'est pareil !
245. Élève : C'est la couleur, parce que c'est orange et que l'autre c'est rouge.
246. P : Non, non, c'est la même couleur. Maria ?
247. Maria : C'est plus gros.
248. P : Lequel est le plus gros ? Celui de Mathieu ... ou celui de Lilou ?
249. Élèves : Mathieu ! Mathieu !
250. P : Et pourquoi il est plus gros, celui de Mathieu ?
251. Élève : Parce que...
252. Élève : Parce qu'il y a plus de (*inaudible*)
253. Élève : Moi, j'ai, j'ai...
254. P : Bon, alors, Lilou, tu viens nous montrer comment tu as fait ton pliage. Allez, prends ton pliage. Alors
255. Lilou : Je l'ai pris comme ça (*elle positionne son PLIOX « sur la pointe », carré rouge en haut*) et j'ai retourné (*elle retourne le PLIOX face blanche vers la classe*), et puis j'ai plié sur le point (*elle place le sommet rouge sur le centre*). En fait, ça fait ça.
256. P : Alors, tandis que Mathieu ... viens nous montrer comment tu as fait, toi.
257. Mathieu : Alors, moi, j'ai regardé le derrière là (*il place le PLIOX face colorée vers la classe*) et après j'ai plié comme ça (*il replie le coin rouge à l'arrière du PLIOX*).
258. P : Voilà, il a fait comme ça. Est-ce que tu as plié jusqu'au point ? Parce que Lilou, elle a bien expliqué qu'elle avait plié jusqu'au coin, ici, hein... jusqu'au sommet.
259. Noé : Oui, comme lui il a pas... il a pas plié jusqu'au sommet, ben... ça fait un peu plus gros.
260. P : Voilà. Ça, ça donne... comme ... Mathieu n'a pas ... plié jusqu'au sommet, ça donnait... (*L'enseignante effectue le pliage en même temps pour illustrer. Elle montre d'abord le pliage correct.*)
261. Noé : Là, ça fait la même taille que Lilou. (*L'enseignante refait alors le pliage de Mathieu.*) Là, ça fait la même taille que Lilou ?
262. Élève : Non !
263. P : Une partie rouge plus grande. (*À Lilou, en désignant son pliage*) Euh... donc t'as plié sur quel pli, là ? (*En désignant la diagonale secondaire*) Regarde, qu'est-ce que c'est ce pli, là ? (*À la classe*) Elle a plié sur quel pli ?
264. Noé : Sur la diagonale.
265. P : Sur la diagonale... on est d'accord ? Allez, c'est bien. Voilà. (*Les enfants retournent à leur place*) Bon... Lilou ? (*L'enseignante tend son PLIOX à Lilou qui retourne s'asseoir.*) Alors, tout le monde y arrive ? *L'enseignante balaie la classe du regard pour s'assurer que les élèves ont correctement reproduit cette fois.* C'est bien.
266. Mathieu (*montrant son pliage à la maîtresse*) : C'est ça ?
267. P : Très bien. Voilà ! C'est ça. Alors maintenant ... euh... une autre figure qui me plaisait bien aussi.
268. Élèves : (*inaudible*)
269. Élève : Moi, j'avais fait comme ça.
270. P (*en désignant Lola*) : Voilà, viens ! (*Elle aime la figure au tableau*) Voilà une autre figure. Essayez de faire pareil.
271. Élèves : On l'a déjà fait !
272. Élève : Mais non !
273. P : Est-ce qu'on l'a déjà fait ?
274. Élèves : Oui ! Non !!!
275. P : Alors qui est-ce qui pense que non ? Pourquoi non ? Emma ?
276. Emma : Parce que nous on avait fait comme ça.
277. Élève : C'est pas la même couleur !
278. Noé : C'est parce que... on a ... elle... nous on a mis couché et elle, elle a mis debout.
279. P : Non, dites-moi un peu les deux mots des grands pour « couché » et « debout », hein.
280. Noé : Je sais ! Je sais !
281. Élève : Et ben, elle... en fait... elle, elle a mis ... nous en fait... c'était le jaune à... à gauche ... et puis à droite...



282. P : Nous, on avait utilisé quel pli la dernière fois, la première figure que je vous ai montrée, on avait utilisé quel pli ?
283. Élève : (*inaudible*).
284. P : Mais quel pli ?
285. Élève : Ah ! On avait le ...
286. P : Non, quel pli ? Le pli... tu m'as dit « couché », c'est quoi le « pli couché » ?
287. Noé : Le pli horizontal !
288. P : Le pli horizontal, alors que là, elle a utilisé le pli...
289. Élèves : Vertical !
290. P (*en montrant sur le PLIOX déplié*) : Là on a utilisé le pli horizontal et là elle a utilisé le pli ... au milieu...
291. Noé : Aussi...
292. P : ... vertical.
293. Noé : Aussi, aussi les deux couleurs...
294. P : Chaque fois on a utilisé le pli du milieu. Moi, j'avais utilisé le pli du milieu qui est horizontal, et là, Lola, elle a utilisé le pli du milieu qui est... vertical, c'est ça ? Allez, on va s'arrêter là.
295. Élèves : Moi aussi, maîtresse... , moi aussi !
296. Noé : Maîtresse !
297. P : Bon, euh... vous écoutez ! Noé, tu écoutes. Alors, je vois que ça vous plaît bien, le PLIOX, hein ?
298. Élèves : Oui ! Oui !!
299. P : Donc vous voyez qu'en jouant on peut arriver à ... à trouver plein de ... figures différentes en restant sur les ... en restant sur les plis qui existent déjà. Euh... on jouera une autre séance sur le PLIOX, mais pour l'instant on va rester à un seul pli, d'accord ? Là, rangez le PLIOX dans votre chemise bleue.

(Fin 26 min 27s)

TRANSCRIPTION SÉANCE 3 (P)

1. P : Aujourd'hui nous sommes encore avec Claire pour ... pour ... pour voir ce que vous arrivez à faire avec le PLIOX. Vous allez prendre le PLIOX qui est dans la chemise bleue. *(Pendant que les élèves sortent le PLIOX, l'enseignante affiche le sien au tableau selon la position initiale.)*
2. Lilou *(à moi)* : C'est trop facile ! J'ai déjà sorti mon PLIOX, moi. Ce matin, on a déjà fait du PLIOX !
3. P : Est-ce qu'il y a des enfants qui n'étaient pas là la dernière fois qu'on avait fait le PLIOX ?
4. Emma : Chloé !
5. P : Chloé n'était pas là, sinon qui d'autre n'était pas là ?
6. Élève : Plus personne.
7. P : Il n'y avait que Chloé qui n'était pas là ? D'accord.
8. Lalie: Et Sarah.
9. P : Non, non, tous les autres enfants étaient là. Il n'y avait qu'un absent. Alors, aujourd'... la dernière fois, qu'est-ce que nous avons fait ? Est-ce que vous vous en souvenez ?
10. Mathieu : Une ...
11. P : Alors, attends, avant de commencer ... avant de commencer tu attends que tout le monde ait rangé la chemise bleue, et que tout le monde ait sorti le PLIOX sur la table, bien à plat, comme moi j'ai mis à plat au tableau. On range *(Léger brouhaha)* ... Non ! ... On range ... Alors mets-le bien à plat, comme moi j'ai mis à plat au tableau. Maria, on range. Emma, nous t'attendons... *(À moi)* Là, là peut-être que tu peux couper parce que ça peut prendre un moment, hein... Voilà ... On va pouvoir y aller *(À Emma)* Lève-toi... Lève-toi *(L'enseignante ramasse les affaires d'Emma qui sont tombées par terre)*. Vous mettez votre PLIOX comme au tableau, bien à plat sur votre table, d'accord ? Noé tu regardes devant. Ça y est ? Non ? Alors, qui peut me rappeler ce que nous avons fait la dernière fois avec le PLIOX ? Qui s'en souvient bien ? Juliette.
12. Juliette E : Et bien, en fait, tu nous as montré des ... des ... plis ... et nous *(inaudible)*
13. P : Moi j'ai plié le papier et vous deviez faire la même chose.
14. Mathieu : Oui, c'est ça.
15. P : C'est tout ce que vous aviez à faire ?
16. Mathieu : Non ! En fait on avait plié de tous les côtés.
17. P : Combien de fois aviez-vous plié ?
18. Noé : Deux !
19. Mathieu : Deux fois.
20. Maria : Trois !
21. Élèves : Deux ! Deux !
22. P : Une fois ? Deux fois ?
23. Élève : Oui !
24. P : Vous êtes sûrs ?
25. Élèves : Oui ! Non !
26. Autres élèves : Trois !
27. Lucas : Une ! Une fois !
28. P : Alors qui se souvient avoir plié une fois ? *(Lucas et Nicolas lèvent le doigt)* Baissez la main. Qui se souvient avoir plié deux fois ? *(Mathieu, Emma, Ilona, Mallauray, Lola, Maxime, Lilou et Lalie lèvent le doigt)*. Qui se souvient avoir plié plus de deux fois ? *(Emma, Mathieu, Juliette E, Noémie, Mokhtar lèvent le doigt)*. Baissez la main. Qui ne se souvient plus combien de fois vous aviez plié ? *(Noémie, ", Maria lèvent le doigt)*. Ah ! Voilà des gens honnêtes ! Nous avons plié une seule fois. D'accord ? Bien alors aujourd'hui, nous allons continuer à jouer avec le PLIOX, toujours de la même façon. Je vais vous proposer une façon de plier, non, je vais vous montrer un PLIOX qui est plié, vous allez bien observer le PLIOX et ensuite vous essaieriez de le plier comme moi et d'expliquer comment vous avez fait, d'accord ? Vous êtes prêts ?
29. Élèves : Oui !!
30. P : Allez ! Fermez les yeux pendant que je plie. *(L'enseignante réalise le pliage en tournant le dos aux élèves)*. Alors, une précision que je vous donne ... je vous la donnerai après. *(Elle affiche le premier modèle)*. D'abord vous regardez bien ce que vous voyez.

(Mathieu lève le doigt) Regardez d'abord, regardez bien (pendant ce temps, les élèves ont pris leur PLIOX et essaient de reproduire le modèle). Que voyez-vous ?

31. Lola : Un carré
32. Élèves : Un carré rouge !
33. P : un carré ...
34. Élèves : Rouge !
35. P : Un carré rouge. Vous êtes sûrs ?
36. Élèves : Oui !
37. P : Tout le monde est d'accord ?
38. Élèves : Oui !
39. P : Vous voyez un carré rouge. Maintenant écoutez bien la consigne. Avec ... En faisant deux plis... vous allez essayer ... de ... d'obtenir le même carré que moi ... en pliant ... le PLIOX (pendant qu'elle parle, la plupart des élèves a terminé sa reproduction et l'agite devant la maîtresse). Tout le monde y arrive ?
40. Élèves : Oui !
41. P : Alors, qui explique comment il a fait ?
42. Noé : Moi ! Moi ! Moi ! Moi ! Moi !
43. P : Allez, Noah, viens !
44. Noah : En fait, ma feuille elle était comme ça (il mime la position verticale), et puis aussi ... et puis après je l'ai mise comme ça (en mimant le geste) et puis après je l'ai mis ici et puis après, je ... je ...
45. P : Voilà. Alors viens, viens montrer. (Noah vient au tableau) Qui arrive à m'expliquer que avec des mots ?
46. Sarah : Moi !
47. Noé : Moi !
48. Noémie : Moi !
49. Mokhtar : Moi !
50. P : Alors, attends, attends (Noah revient à sa place) . Qui arrive à m'expliquer que avec des mots ?
51. Sarah: Moi ! Moi !
52. P : Mallaury, tu veux expliquer seulement avec des mots ?
53. Mallaury : ...
54. P : Non ? Qui arriverait à m'expliquer qu'avec des mots ?
55. Élèves : Moi ! Moi !
56. P : Fanny ? Oui ?
57. Fanny (en faisant le geste) : Et bien en fait, je le plie comme ça, après je ne plie comme ça.
58. P : Non, tu expliques avec des mots mais en même temps tu montres. Comme si tu devais expliquer à quelqu'un qui ne te verrais pas.
59. Maxime : Je sais ! Je sais !
60. Mathieu : Moi !
61. Mallaury : Moi !
62. P : Maxime.
63. Maxime : En fait, c'est ... en fait, au début c'est un carré ...
64. P : Oui.
65. Maxime : Après on a un rectangle, après ... on plie avec le carré rouge.
66. P : D'accord, alors quand on a ... plié pour avoir ... combien de rectangles ?
67. Élèves : Deux ! Deux.
68. P : Deux rectangles. Deux rectangles comment ?
69. Mathieu : Rouge et jaune
70. P : Rouge et jaune et un ... un autre rectangle qui est comment ? Ilona ?
71. Ilona : Rouge et vert.
72. P : Un rectangle qui est rouge et jaune et un rectangle qui est ?
73. Élèves : Rouge et vert. (L'enseignante fait signe que non de la tête).
74. Noé : Bleu et vert.
75. P : Bleu et vert, et ensuite ?
76. Adrien : On doit ... on va avoir ...
77. P : Alors, attends, attends, attends. On plie pour avoir un rectangle qui est ...
78. Élèves : Rouge...



79. P : Rouge et jaune et un rectangle ... tiens je montre ici (*l'enseignante prend le PLIOX de Mathieu*) tu viens montrer Maxime ? (*Maxime vient au tableau*).
80. Lalie : Un autre rouge et vert.
81. Maxime (*en montrant son PLIOX*) : En fait, il est comme ça le modèle. On plie comme ça ...
82. P : C'est là qu'on dit qu'on a deux rectangles, un rouge et jaune et un ...
83. Maxime : Un vert et bleu. (*Il montre le recto et le verso*).
84. P : Un vert et bleu. Voilà. Et ensuite ? Ça c'est un pli, et ensuite ?
85. Maxime : Et après on plie le PLIOX comme ça (*il retourne le PLIOX face rouge et jaune côté classe et replie selon la médiane*).
86. P : Et on a ?
87. Maxime : On voit rouge.
88. P : Un carré ... rouge. D'accord ? Nous, on voulait avoir quoi comme carré ? Un carré rouge ou un carré jaune ?
89. Élèves : Un carré rouge !
90. P : Un carré rouge. Combien de fois on a plié ... tu as plié, Maxime ?
91. Élèves : Deux ! Deux
92. P : Deux fois, donc là on est avec deux plis. D'accord ? Deux pliages. D'accord ? Allez remettez le PLIOX bien à plat ... et je vous propose autre chose. (*L'enseignante tourne le dos à la classe et réalise un nouveau modèle*). Ça y est ? Vous regardez !



93. Lilou : On a fait ça ce matin !
94. P : Alors, qui me ... m'explique, me décrit ce que vous voyez au tableau ? Lilou.
95. Lilou : Y'a un ca... un ... à droite y'a un carré ... y'a un carré vert et à gauche y'a un triangle bleu. (*Certains élèves commencent immédiatement le pliage*).
96. P : Bleu. Alors à droite un carré vert et à gauche un triangle bleu. Allez, allez-y en essayant de plier deux fois, vous essayez de ... d'avoir le même PLIOX.
97. Lilou : Maîtresse ! On l'a fait ce matin !
98. Élève : Moi, j'ai réussi !
99. Élève : On l'a fait ce matin encore.
100. P : Oui, celui-là on l'avait fait. Mais tout le monde n'a pas trouvé et on ne l'a pas expliqué.
101. Mathieu : Ah, voilà ! Regarde ! (*Il montre son pliage à la maîtresse : c'est correct mais Mathieu n'a plié que le carré bleu, ce qui laisse voir le verso blanc du PLIOX derrière le triangle bleu. L'enseignante le montre alors à la classe*).
102. Élèves : Non ! Non !
103. P (*elle prend celui de Mallaury qui correspond au modèle symétrique*) : Alors est-ce que là j'ai bien un carré vert et un triangle bleu ?
104. Élèves : Oui !
105. Maxime : C'est à l'envers !
106. P (*elle place la reproduction sous le modèle et s'adresse à Mallaury*) : Est-ce que c'est pareil ? (*Mallaury secoue la tête en signe de dénégation*)
107. Lilou : Maîtresse ! Maîtresse ! C'est pas du bon côté !
108. P : Qu'est-ce que je dois faire ? (*elle tourne la reproduction*)
109. Lilou : C'est pas du bon côté !
110. Élèves : Non ! Non !
111. Maria : Comme ça ! (*Elle montre sa reproduction correcte*).
112. Noémie (*montrant sa production correcte*) : Maîtresse ! Comme ça !
113. P : Noémie, est-ce que tu saurais faire, comme Maxime tout à l'heure, expliquer avec des mots comment tu as fait ?
114. Noémie : Oui !
115. P : En montrant ? Allez viens au tableau.
116. Lilou : Ohlala !
117. P (*À Mallaury*) : Alors regarde bien, peut-être qu'après les explications de Noémie, tu vas mieux comprendre. Alors regardez bien ! Ilona !
118. Noémie : Il faut prendre la feuille comme ça (*elle tient le PLIOX en position initiale*), bien, puis il faut plier ... il faut le plier en deux du côté bleu et vert (*elle plie selon la médiane correcte*), et le côté bleu et vert ... et ben ... le côté bleu vous allez faire ...
119. P (*en désignant le carré bleu*) : Qu'est-ce que c'est ça ? C'est quoi ?
120. Noémie : Le bleu.

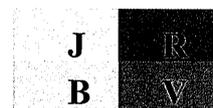
121. P : C'est ... c'est quoi le bleu ? C'est un ...
122. Noémie : Euh ... carré.
123. P : Le carré vert, Ilona tu écoutes.
124. Noémie : Et ben, quand le carré bleu, et ben tu ... vous regardez la pointe et vous pliez jusqu'à la pointe, comme ça (*elle replie le carré bleu en triangle selon la diagonale correcte du côté jaune-rouge*) ... et après ça fait ça.
125. Élèves (*en agitant leur production*) : Comme ça ! Comme ça !
126. P : D'accord ? Alors vous prenez une pointe ... comment on avait la dernière fois qu'on appelait cette pointe-là (*en désignant un sommet du rectangle bleu-vert*) ? On l'appelle comment ? Le ...
127. Noémie : Sommet.
128. P : Dis-le plus fort ils n'entendent pas.
129. Noémie : Le sommet.
130. P : Voilà, on prend le sommet ici et on le met sur le sommet qui est ...
131. Noémie : Euh ... à l'autre sommet.
132. P : Un autre sommet ?
133. Noémie : Non !
134. Lalie : Maîtresse, maîtresse !
135. P : Il est où l'autre sommet ? Bon, enfin, l'autre sommet ici. On le plie et on obtient exactement ...
136. Élèves : Pareil !
137. P : La même figure. D'accord ? (*Des élèves dont Mathieu et Mallaury agitent fièrement leurs productions*). Bon et bien justement, on va essayer de ... on va essayer de ... faire comme l'avait fait Mallaury, qui est un petit peu différent. Vous remettez votre PLIOX à plat. (*L'enseignante se tourne et réalise un nouveau modèle ; pendant ce temps les élèves restent agités*). Alors, regardez ici. Chut !! On regarde ici. On regarde ici. (*Pendant que certains discutent, d'autres élèves comme Mokhtar, Mallaury et Mathieu sont déjà en activité*). Ça y est ? Tout le monde regarde ? Alors ... qu'est-ce ... qu'est-ce que vous voyez, là, est-ce que vous pouvez me décrire ce que vous voyez ?
138. Maxime : Un carré... (inaudible)
139. P : Alors, attends, qu'est-ce qui est pareil ?
140. Noah : Les couleurs.
141. Élève : Les couleurs.
142. P : Les couleurs. Ensuite, Noah.
143. Noah : Euh ...
144. Noémie : Les formes...
145. P : Qu'est-ce qui est pareil ?
146. Élève : Le carré.
147. P : Sarah.
148. Sarah : Il est à l'envers.
149. P : Je te demande ce qui est *pareil* par rapport à celui qu'on vient de faire. Ce qui est pareil.
150. Lilou : Le carré.
151. P : Le carré ?
152. Lilou : Il est...
153. P : Le carré de quelle couleur ?
154. Lilou : Le vert et il est à gauche.
155. P : Le carré vert, c'est la même chose. Il est ... ?
156. Lilou : À gauche
157. Noé : À droite.
158. P : Il est à droite. Le carré vert, comme dans le précédent, il est à droite. Qu'est-ce qui change ?
159. Élèves : Moi, je sais ! Je sais, maîtresse !
160. Noémie : En fait, ce qui change, c'est que quand tu l'as comme ça ...
161. P : Non, non, non ! Qu'est-ce qui change ? Il y a autre chose ...
162. Noé : Le sens !
163. P : Le carré vert, c'est pareil, il est à droite. À gauche, qu'est-ce qu'on a, qui est pareil encore ?
164. Élèves : (*inaudible*)
165. P : Qu'est-ce qu'on a à gauche qui est ... pareil ?
166. Maria : Le triangle.
167. P : Le triangle ... ?
168. Maria : Bleu.

B



169. P : Bleu. Par contre, qu'est-ce qui change, Noé ?
170. Noé : Le ... Le ...
171. Élèves : Le sens.
172. P : le sens ...
173. Noé : En fait on ...
174. P (*en faisant le geste de retournement*) : Le sens du ... triangle bleu. D'accord ? Il n'est pas orienté de la même ... façon.
175. Élèves : Maîtresse !
176. P : Dans l'exemple que je vous ai montré avant, il était comment, le triangle bleu ?
177. Noé : Comme ça !
178. Mathieu (*qui a refait le modèle précédent et l'agite*) : Comme ça ! Il était comme ça.
179. Juliette E (*qui essaie de tourner sa production pour reproduire le modèle précédent*) : Comme ça !
180. P : La pointe là, la pointe, elle était où ?
181. Noémie : En bas.
182. P : En bas et là la pointe, elle est ...
183. Élèves : En haut !
184. P : En haut d'accord ? Bon, alors là, vous essayez de plier votre PLIOX comme je l'ai plié. (*Tous les élèves lèvent leur production*).
185. Lalie : Je peux aller montrer ?
186. P : Tu veux aller montrer ?
187. Lalie : Oui. (*Lalie va au tableau*).
188. P : Tout le monde y est arrivé ?
189. Élèves : Oui ! Non !
190. P : Posez-le sur votre table. Posez-le sur votre table. Alors tu commences.
191. Lalie : Et ben en fait, et ben, je l'ai mis comme ça ... et puis on plie comme ça ...
192. P : Attends, je t'aide... parce qu'elle a la main dans le plâtre (*l'enseignante plie selon la médiane pour obtenir le rectangle bleu-vert*). Alors là
193. Lalie : Alors on prend comme ça et puis après ...
194. P : Alors là, on a quoi ? On plie ...
195. Mathieu : Comme le jaune... (*Il montre le verso de sa production*). En fait, faut qu'il est comme ça. Là, là y'a le jaune...
196. Lalie : Faut plier comme ça.
197. P : On le plie comme tout à l'heure pour avoir les deux.
198. Mathieu : Là ...
199. P : Je t'aide. Là le carré rouge et le carré jaune (*elle désigne le verso*), et le carré vert et le carré bleu (*elle désigne le recto*). Ensuite ?
200. Lalie : On plie comme ... ça...
201. P : C'est-à-dire ? Le pli comme ça, ça veut dire quoi ?
202. Lalie : Ça veut dire on plie ... on ... on plie en (*inaudible*).
203. P : Et on plie quoi ? Noé tu écoutes s'il te plaît.
204. Élèves : La moitié du carré.
205. P : Pour avoir une moitié du carré ? On plie comment ? Qui est-ce qui peut expliquer un peu mieux ?
206. Mathieu : Moi !
207. P : Noé, tu peux expliquer ?
208. Noé : Euh ... parce que là ...
209. P : Tout à l'heure, je l'ai dit avec Noémie.
210. Noémie : On plie ... on plie comme ...
211. P : Noé ! (*Elle désigne un sommet*) Comment on avait dit qu'on appelait cette partie-là ?
212. Élèves : Le sommet !
213. P : Le sommet. Qu'est-ce qu'on fait avec le sommet ? Mathieu ?
214. Lalie : On va à l'autre ... on va le ... on va à l'autre là.
215. Mathieu : On va ... à l'autre sommet...
216. P : On va à l'autre sommet comme ça ? (*L'enseignante replie selon la diagonale correcte mais sur le recto, faisant apparaître un triangle jaune*)
217. Élèves : Oui ! Non ! Non ! Dans l'autre sens ! (*Elle s'exécute*) Oui !!
218. Mathieu : Et voilà !

219. P : Mais regardez, là, là (*elle désigne le sommet commun en bas côté carré bleu*) j'ai pris un sommet, et si je plie comme ça (*elle plie selon une médiane secondaire*), je mets ce sommet en bas sur le sommet d'en haut, ah !
220. Lalie : Mais non ! (*Elle désigne le sommet opposé dans le carré bleu*) C'est celui-là, c'est comme ça.
221. P : On le plie comment, alors ?
222. Élèves : (*Inaudible*)
223. P : Attends, laisse parler Noé.
224. Noé : On prend pas les sommets qui partent d'en haut à droite et qui vont en bas à gauche, on prend le sommet qui va de ... de en haut à gauche à en bas à droite.
225. P : D'accord. Donc, je prends la pointe ici (*elle désigne le sommet du carré bleu en bas à gauche*).
226. Noé : Non,...
227. Mathieu : Du haut, oui !!
228. P : Viens, viens expliquer, Noé.
229. Mathieu : C'est de en haut !
230. P : Chut, laisse-le parler. Viens expliquer. Non, avec ... laisse-le tien, prends celui de ... (*Noé vient au tableau*) Donc, on garde le carré vert, mais, sur le carré bleu, qu'est-ce qu'on fait ?
231. Noé : On prend ces deux sommets-là (*il désigne les deux sommets opposés du carré bleu qui sont à l'extrémité de la diagonale secondaire selon laquelle il faut plier*).
232. P : Oui.
233. Noé : Et puis après, on le plie, euh...
234. P : On prend les deux sommets, celui qui est ...
235. Noé (*en désignant la diagonale secondaire*) : Là tu plies.
236. P : Alors, alors, ce sommet, c'est lequel celui-là ? Lalie, tu écoutes !
237. Noé : En haut
238. Lilou : En haut à gauche.
239. Noé : Là, c'est le sommet en bas.
240. P : On prend les deux sommets, celui d'en haut à gauche et celui d'en bas à droite ...
241. Noé : Et après on les plie.
242. P : Et on plie. On fait ... on fait un pli entre les deux, alors ?
243. Élèves : Oui ! Oui !
244. P : Entre le sommet en haut à gauche et le sommet en bas à droite. Et là on a bien la même ...
245. Noé : Chose
246. P : Figure. (*L'enseignante rend le PLIOX à Lalie*) Là c'est à toi. (*Les deux enfants retournent à leur place*). Maintenant, c'est un peu plus difficile. Alors, vous remettez le PLIOX à plat, voilà, et on vous propose une nouvelle figure. Vous êtes prêts ?
247. Élèves : Oui ! Non !
248. P : Non, tout le monde n'est pas prêt.
249. Élèves : Non, non ! Si ! Non !
250. P : On va attendre. Alors, je vais attendre Maé, je vais attendre Juliette, Chut ! Et quand j'aurai tous les PLIOX bien à plat sur la ... sur les tables, je ... vous montrerai une autre figure. Ça y est, Juliette ? Oui ?
251. Juliette : Oui.
252. P : Mettez-le comme ça votre PLIOX (*l'enseignante présente son PLIOX en position initiale*). Bien, allez, je prépare un nouveau. (*Elle tourne le dos aux élèves et réalise un nouveau modèle*). Toujours avec deux plis, hein. On est toujours avec deux plis. (*Elle l'affiche au tableau*). Toujours avec deux plis. Vous ne touchez pas votre PLIOX, vous allez le mettre sur la trousse pour pas y toucher. Mettez-le sur la trousse. Mettez votre PLIOX sur votre trousse. Voilà, tous. Et vous allez ... Juliette, on t'attend. Et vous allez bien expliquer ce que vous voyez au tableau. Bien me décrire ce que vous voyez. (*Presque tous les élèves lèvent le doigt*). Qu'est-ce que vous voyez ici ? Chut ! Chut ! J'aimerais bien que tout le monde réfléchisse un peu. Lucas, qu'est-ce que tu vois, là ?
253. Lucas : Deux carrés.
254. Maxime : Des rectangles !
255. Mathieu : Non, des rectangles !
256. Mallauray : Des rectangles !
257. P : Alors, déjà, qu'est-ce que vous voyez dans l'ensemble ?
258. Élèves : Un rectangle !

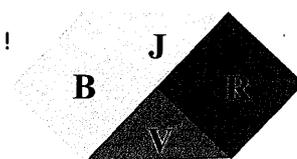


259. P : Un rectangle, d'accord. Et ensuite ?
260. Élèves : *(inaudible)*
261. P : Ilona.
262. Ilona : On voit quatre rectangles.
263. P : Alors on voit un grand rectangle et ...
264. Élèves : Quatre petits rectangles !
265. P : Petits rectangles. De quelle couleur ?
266. Chloé : Un rouge, un bleu, un jaune, un vert.
267. P : Un jaune, un rouge, un bleu, un vert, d'accord ?
268. Élèves : Oui !
269. P : On voit un grand rectangle ...
270. Élève : Un jaune ...
271. P : Et on voit ... dans ce grand rectangle, quatre petits rectangles. Chut. Un de chaque couleur : un rouge... un jaune, un rouge, un bleu, un vert, d'accord ? Allez avec deux plis, vous allez essayer de faire la même chose que moi, la même figure, et ensuite vous viendrez expliquer. *(Les élèves se lancent immédiatement dans la réalisation)*. Chut ! Tu veux venir, Adrien, expliquer ?
272. Lilou : Il a mal fait.
273. Adrien : Non !
274. Lilou : Si, si ! Il a mal fait Adrien.
275. P : Mais, pourquoi tu dis qu'il a mal fait ?
276. Lilou : Ben parce que, parce que il avait fait comme ça *(Lilou déplie son PLIOX et replie selon les médianes secondaires incorrectes pour retrouver la production d'Adrien)*. Et comme ça. *(Pendant ce temps, les autres élèves ont terminé)*.
277. P : *(À Adrien)* Cherche, cherche encore un peu. Euh ... Sarah, tiens ! Sarah, là, viens nous montrer Sarah. Alors, chut, vous regardez bien... *(Sarah a déplié son PLIOX et tente de le replier)*. Euh attends, on va prendre celui d'Axel. Axel vient ! *(Axel vient au tableau ; à Sarah)*... va te mettre à ta place ... euh... Sarah. *(À Axel)* Ne le déplies pas, ne le déplies pas. Chut ! On va regarder si c'est le même. Est-ce que c'est le même ?
278. Élèves : Oui !!
279. P : Bon, d'accord. Alors maintenant tu nous expliques comment tu as fait pour trouver le même.
280. Axel : En fait, là ... *(inaudible)*
281. P : Chut ! Tu écoutes, Noé. Oui.
282. Axel : Après ... euh ... Il suffit de mettre là ...
283. P : Alors, qu'est-ce que tu as plié ?
284. Axel : Euh ... ça ... *(inaudible)*
285. P : On écoute ! On écoute ! Alors, vas-y, qu'est-ce que tu as plié d'abord ?
286. Axel : Le jaune et le rouge.
287. P : Le quoi jaune et le quoi rouge ?
288. Axel : Le carré ... jaune et le rouge ... le carré rouge.
289. P : Alors tu dis que tu as plié le carré jaune et le carré rouge. D'accord. Comment tu les as pliés ?
290. Axel : Et ben ... *(il regarde la médiane)*.
291. P : Tu as utilisé les sommets comme tout à l'heure ?
292. Axel : ...
293. P : Est-ce qu'on a utilisé les sommets comme tout à l'heure ?
294. Élèves : Non !
295. Mokhtar : Non ! On a utilisé les traits.
296. P : Les traits ...
297. Noémie : Oui, parce que ... les carrés, en fait ... *(brouhaha)*
298. Mathieu : Les rectangles !
299. P : Non, non, tu arrêtes Mathieu. On a utilisé ... Comment ça s'appelle, ça ? *(Elle repasse avec le doigt le long d'un côté du PLIOX)*.
300. Élève : Un carré.
301. P : Non.
302. Autre élève : Les côtés.
303. P : Les ...
304. Élèves : Côtés.
305. P : Les côtés ...



306. Autre élève : Les sommets !
307. P : Est-ce qu'on a utilisé les sommets ?
308. Élèves : Non !
309. P : Tout à l'heure on avait utilisé les sommets, là on a utilisé les ...
310. Axel : Côtés.
311. Élève : Bords.
312. P : Côtés, et qu'est-ce qu'on a fait avec les côtés ?
313. Mokhtar : On a plié le côté de l'autre...
314. P (*faisant un signe de dénégation*) : Est-ce qu'on a plié les côtés ? Là je plie les côtés (*elle replie « un coin »*) Est-ce qu'on a plié les côtés ?
315. Élèves : Non !
316. P : On s'est servis des côtés, qu'est-ce qu'on a fait avec les côtés ?
317. Noémie : Je sais !
318. Mokhtar : Ben, ben en fait ... on a plié, on a plié et ... les deux côtés...
319. Élève : Et un côté, on l'a coupé en deux...
320. P : Très bien, répète un peu, Mokhtar.
321. Mokhtar : On a mis le côté en haut sur le côté en bas.
322. P : Non, attends, stop, parce que les enfants ne t'écoutent pas. Je vois Fanny qui n'écoute pas, Ilona qui n'écoute pas, alors on va attendre.
323. Mokhtar : Ben moi j'ai plié le côté d'en haut vers le côté de derrière en bas.
324. P : Ce n'est pas ce que tu as dit tout à l'heure. Tout à l'heure il a dit : on a mis le côté en haut sur le côté en bas. D'accord. Sur les carrés rouge et jaune, on a mis le côté en haut sur le côté en bas. D'accord ? Et ensuite ?
325. Axel : Et bien ensuite on fait pareil avec le carré ... bleu et le carré vert. (*Brouhaha dans la classe*).
326. P : Voilà, on fait pareil avec le carré bleu et le carré vert, c'est-à-dire ... vous répétez un peu pour voir si vous avez bien compris ? Qu'est-ce qu'on fait euh ... de la même façon avec le carré vert et le carré bleu, on ... ?
327. Noémie : On les coupe en deux.
328. P : Non.
329. Élève : On coupe le carré ...
330. P : Non, on coupe rien du tout, on n'a pas de ciseaux.
331. Lalie : On plie en deux.
332. Élève : On plie !
333. P : On plie comment ?
334. Maxime : En rectangle.
335. Noé : Euh ... de la même façon qu'en haut.
336. P : Oui, comment on avait fait, justement ?
337. Lalie : De la même façon qu'en haut ...
338. P : Comment a-t-il expliqué, Mokhtar, il avait très bien expliqué.
339. Lilou : On a ... on a pris le côté d'en haut et puis on l'a p ... sur le côté en bas.
340. Maxime : Non, on a ... on a pris les deux ...
341. P : Euh ... c'est ... Tout à l'heure on a pris le côté ...
342. Noé : En haut.
343. P : Les côtés en haut et on l'avait mis sur le côté en bas du carré ...
344. Lilou : Là on prend le côté... on prend d'en bas et on le met en haut.
345. P : Là, c'est l'inverse. On met le côté qui est en bas et on le met sur le côté ...
346. Élèves : En haut !
347. P : En haut.
348. Élève : Et ça le fait ...
349. P : Pour le carré vert et le carré bleu. D'accord. Et, est-ce que c'est bien la même chose ?
350. Élève : Euh ... oui !
351. P : Oui, très bien. Bon, c'est de mieux en mieux. Euh ... vous avez tous réussi ... tu as réussi maintenant Adrien ?
352. Lilou : Oui parce que je lui ai montré.
353. P : Tu as ... Je t'ai demandé, Lilou ? Non ! J'ai posé la question à Adrien. Adrien, es-tu arrivé ?
354. Adrien : Oui.

355. P : Est-ce que tu es arrivé parce que c'est Lilou qui l'a fait pour toi ou est-ce que tu es arrivé parce que Axel et Mokhtar t'ont expliqué ?
356. Adrien (*il baisse la tête*) : ...
357. CW : Elle lui a montré ...
358. P : Elle lui a montré.
359. CW : Mais elle ne l'a pas fait dessus, elle l'a fait sur le sien, et lui il s'est servi du sien en même temps.
360. P : Oui, oui, d'accord. C'est pas copié.
361. CW : Non, c'est pas copié.
362. P : C'est pas copié du tout. C'est une autre façon de faire, mais c'est pas copié du tout. Vous regardez, oui. Alors on va ... on va finir ici.
363. Élève : Oh non !
364. P : Enfin, on va ... on va arrêter pour ce ... cet exemple-là, mais on va faire un autre. Vous allez remettre le PLIOX à plat sur votre table
365. Juliette B : Maîtresse, j'ai mon PLIOX qui est tout froissé.
366. P : Et oui ! (*Elle se tourne pour réaliser un nouveau modèle*). Heu, regardez ici ! (*Elle affiche le modèle*). Alors, c'est toujours pareil, vous mettez le PLIOX sous la trousse parce que sinon vous allez commencer à le faire dès le début. Ça y est ? (*À Juliette*) Ah oui, d'accord, c'est un PLIOX qui montre ses faiblesses ! (*À la classe*) Bon, vous regardez ici. (*La classe revient au silence*).
367. Noé : Maîtresse !
368. P : Non, pas maintenant. Alors vous regardez au tableau et vous me dites ce que vous voyez, vous me décrivez ce que vous voyez. Nicolas, j'ai demandé que tu écoutes.
369. Noé : Un triangle ... deux triangles.
370. P : Alors, dis les couleurs, ça va nous aider à voir.
371. Lola : Y'a un jaune, c'est un triangle, il est à l'envers.
372. P : Ah, tu penses que celui-là est à l'envers ? (*elle montre le triangle jaune*). Et il est où. En haut ou en bas ?
373. Lola : En bas... En haut.
374. P : Un triangle jaune en haut.
375. Lola : Et le vert, il est en bas.
376. P : D'accord. Ensuite, qu'est-ce que tu vois ? Tu ne vois qu'un triangle jaune et un triangle vert ?
377. Lola : Non.
378. P : Qu'est-ce que tu vois d'autre ? Allez Juliette !
379. Noémie : Je sais !
380. P : Allez, dis-le !
381. Noémie : Moi, je sais !
382. P : Lalie.
383. Lalie : Un carré rouge mis sur la pointe.
384. Noé : C'est pas un carré.
385. Lalie : C'est un carré rouge en fait, il est tordu sur la pointe.
386. P : Ouais.
387. Lalie : Et sur la gauche on a encore un carré bleu sur la ... gauche.
388. P : D'accord. C'est bien. Donc un triangle jaune en haut, un triangle vert en bas, un carré rouge, qui est tordu comme dit Lalie sur la droite, et un carré bleu qui est tordu comme dit Lalie sur la gauche. D'accord ? Allez, en faisant deux plis, vous allez faire ça.
389. Élèves : (*inaudibles*).
390. P : Chut ! (*Brouhaha*) Qui est-ce qui veut bien venir faire ça ?
391. Élèves : Ouais ! Moi ! (*Une forêt de doigts se lève*).
392. P : Lucas, tu veux ?
393. Lilou : Il a pas fait, Lucas.
394. P : Déjà, montre-moi si tu as fait la même chose.
395. Lilou : Mais non, il est en train de le faire. Il est en train de le faire.
396. P : Allez Nicolas, viens essayer.
397. Élèves : Oh ! Non ! (*Nicolas vient au tableau*).
398. P : Chut ! Alors ! Chut ! (*L'enseignante prend le PLIOX triangle vert en haut*) Ce n'est pas le même, hein ! (*L'élève fait signe de le tourner, l'enseignante acquiesce tout en essayant de ramener la classe au calme*). Alors, attends, on écoute ! On écoute. Écoutez bien.



399. Nicolas : J'ai plié comme ça ... *(il plie le carré jaune selon la diagonale secondaire)*
400. P : Maé ! *(À Nicolas)* Alors, qu'est-ce que tu as plié ?
401. Nicolas : Le morceau jaune.
402. P : Le ... le quoi, jaune ?
403. Nicolas : Le truc ... le carré jaune.
404. P : Oui.
405. Nicolas : Là.
406. P : Comment tu l'as plié ?
407. Nicolas : Euh ... là ... comme ça.
408. P : Non, non. Avec des mots. Noémie !
409. Nicolas : Euh ... je l'ai plié au triangle ... là ...
410. P : Tu as fait un triangle en pliant ton carré ? Comment tu as fait pour faire un triangle ?
411. Nicolas : Ben, en fait *(inaudible)*.
412. P *(en montrant le sommet jaune)* : Comment ça s'appelle, ça ?
413. Nicolas : Un triangle ...
414. P : Un quoi ? Le sommet ...
415. Nicolas : Après j'ai pris le sommet là jusqu'à là *(il désigne le centre du PLIOX au verso)*.
416. P : Oui.
417. Nicolas : Parce qu'ici il y a un trait *(il désigne le pli d'une diagonale)*.
418. P : Oui.
419. Nicolas : J'ai plié le sommet jusqu'au bout.
420. P : Euh ... Il a plié le sommet jusqu'au bout. Qu'est-ce que ça veut dire ?
421. Nicolas : Là ...
422. P : Comment on pourrait dire autrement ? Qui peut me dire autrement ?
423. Élève : Moi !
424. Autre élève : Chut !
425. P : Qui peut expliquer autrement ?
426. P : Noah ?
427. Noah : Il a ... Il a ...
428. P : Euh ... attends, attends. On va attendre que Chloé écoute.
429. Noah : On prend le ... le PLIOX ... le PLIOX comme un diamant, et ensuite après ...
430. P : Il l'a pris comme un diamant ?
431. Noah : Oui.
432. P : D'accord.
433. Noah : Et après le jaune j'ai pris le sommet comme ça et je l'ai mis à l'envers *(il fait le geste de passer derrière le PLIOX)* et ...
434. P : Qui est-ce qui explique ?
435. Noémie : Moi, je peux expliquer mieux !
436. Noé : Je sais !
437. Noah : Et puis ... *(inaudible)*
438. P : Oui, d'accord, mais ... essayez de ... d'utiliser un peu les mots qui faut ... pour qu'on sache de quoi vous parlez. Fanny ? Bon alors attends, Lalie ! Va à ta place et puis tu écoutes.
439. Fanny G : En fait, tu le prends et tu le mets comme ça.
440. P : Oui.
441. Fanny G : Après, tu ...
442. P : Viens ici, viens ici. *(Fanny G vient au tableau où se trouve encore Nicolas)*. Alors, comment on pourrait expliquer avec des mots ?
443. Fanny G : Et bien en fait ... ça et ça *(elle désigne les deux sommets opposés du carré jaune qu'il faut superposer)*.
444. P : C'est quoi, ça et ça ?
445. Fanny G : Ben ... euh ... le sommet là et euh en bas là ... dedans ... et ben je regarde derrière ... en fait là ... et tu le plies là.
446. P : Alors, tu prends le sommet qui est en ... en ...
447. Fanny G : Haut.
448. P : En haut.
449. Noé : Jusqu'en bas.
450. P : Jusque ...

451. Élève : Au trait !
452. Sarah : Jusqu'à la pointe !
453. P : La pointe, Sarah ? La pointe c'est le ...
454. Élève : Sommet !
455. P : C'est le sommet aussi, hein ! On prend le sommet qui est en haut, on le met sur le ...
456. Élèves : Sommet !
457. P : Sommet qui est ... en bas. Le sommet qui est en haut, par rapport à ce sommet-là (*elle désigne le centre du PLIOX*), il est où ?
458. Élèves : En haut !
459. P : Ça c'est le sommet en haut, et ça c'est le sommet en bas, mais il est où ? Ils sont ...
460. Élèves : En haut !
461. P : Non. On verra ... on verra plus tard. Donc on plie le sommet en ... en mettant le sommet qui est en haut sur le sommet qui est en bas. Ensuite ?
462. Lalie : On ... on ... on met le sommet qui est en haut sur le sommet qui est en bas.
463. P : Alors attendez ! Si je mets le sommet qui est en haut sur le sommet qui est en bas, ça fait ça ... ah, ah ! (*elle plie le carré vert selon la diagonale correcte mais en ramenant le triangle sur le recto du PLIOX*).
464. Nicolas : Non, ça fait pas comme ça !
465. P : Regardez. On est ... Est-ce que ... Regardez ! Si je ... j'écoute ce qu'ils m'ont dit. Je mets le sommet qui est en haut sur le sommet qui est en bas et j'ai ça.
466. Nicolas : C'est pas ça !
467. P : Ah, alors ?
468. Lilou : Ben non, c'est l'inverse !
469. P : On le met ...
470. Noé : Derrière !
471. P : Derrière. Alors, le sommet qui est ...
472. Noé : Voilà !
473. P : ... en haut sur le sommet qui est en bas, mais derrière. Est-ce que c'est pareil ?
474. Noé : Oui ! Oui !
475. Élèves : Oui !
476. P : Oui, c'est pareil, d'accord ?
477. Noé : Oui, c'est pareil !
478. P : Donc, qui est-ce qui me rappelle tout depuis le début ?
479. Noé : Maîtresse !
480. P : Allez, Fanny, tu regardes là les enfants et les autres vous écoutez. Tout le monde y est arrivé à le faire, là ?
481. Élèves : Oui !
482. P : Bon alors, rappelle comment.
483. Fanny G : On le met comme ça, le (*inaudible*)...
484. P : Mathieu ! (*À Fanny*) Non ! Le s...
485. Fanny G : Le sommet sur ... sur le trait ...
486. P : Non, c'est pas ça qu'on avait dit, on avait été plus précis...
487. Noémie : Maîtresse ! En fait tu mets le s... le sommet qui est en haut ...
488. P : Oui.
489. Noémie : et ben ... le sommet ... euh ... le sommet qui est en haut ben, tu retournes la feuille, alors y'a du blanc et tu regardes ... la ... le ... la pointe qu'est là ...
490. P : Est-ce qu'on a besoin forcément de retourner la feuille ?
491. Élèves : Non ! Non !
492. P : Parce que qu'est-ce qui se passe si on retourne la feuille ?
493. Noé : Ben on voit rien !
494. Lilou : C'est tout blanc.
495. P : C'est tout blanc ?
496. Noémie : Sinon, tu fais comme ça. Tu prends le sommet du haut ...
497. P : Si on retourne la feuille, tu écoutes Noémie ? Si on retourne la feuille, c'est tout blanc et alors ?
498. Mathieu : Ben, on peut pas plier avec les couleurs !
499. P : On peut pas se servir des couleurs pour plier, hein. Donc ...
500. Noémie : Mais (*inaudible*)

501. P : Donc on reprend nos explications. On a fait deux plis, Ilona j'aimerais bien que tu écoutes, on ... on fait ... on prend le sommet qui est en haut, on le met sur le sommet qui est en bas ...
502. Noé : Voilà !
503. P : Là ... en pliant ... en arrière, et après on prend le sommet qui est en bas, on va le mettre sur le sommet qui est en haut mais en pliant en arrière toujours, hein ? Pas en pliant par-devant. En pliant par-derrière, d'accord ? Et là, on a bien la même figure. (*À Nicolas et Fanny G*) Très ben, allez vous asseoir. (*À la classe*) On en fait encore une ?
504. Élèves : Oui ! oui ! non ! oui !
505. P : Bon, alors vous posez votre PLIOX sous la trousse, bien déplié. (*L'enseignante se tourne pour réaliser un nouveau modèle*). Chut ! Chut ! Alors, regardez ici ! Qu'est-ce que vous voyez ? Allez, Ilona ?
506. Ilona : Un triangle ...
507. P : Non, non, attends, pardon ! Je vais changer un peu. Océane, qu'est-ce que tu vois ? J'ai dit, on met d'abord le PLIOX sous la trousse. Allez-y. J'attends.
508. Océane : Euh...
509. P : Non, non, attends. On attend que tout le monde ait mis le PLIOX sous la trousse. Vous faites deux choses en même temps et ça ne va pas. J'attends que tout le monde ait mis son PLIOX sous la trousse. Ça y est ? Non, ça n'y est pas. On n'y est pas. Maxime n'y est pas. Est-ce que ça y est ?
510. Maxime : Oui.
511. P : Bien, alors maintenant... Non, on n'y est pas. Lalie n'y est pas ! (*Lalie déplie son PLIOX*)
512. Élève : Parce que ...
513. P : Chut ! Lalie, nous t'attendons, hein ! Bon alors maintenant, Océane, tu nous expliques ?
514. Océane : On voit le bl ... le bleu ... le triangle ... bleu ... et puis ... le triangle ... jaune.
515. P : Alors, qui est-ce qui précise un peu mieux ?
516. Élèves : Moi ! Moi !
517. P : Elle a dit qu'il y avait un triangle bleu et un triangle jaune, je suis d'accord. Qui précise un peu mieux ? Emma, un triangle bleu, un triangle jaune, est-ce que tu peux préciser ?
518. Emma : Mmm...
519. P : Chloé, est-ce que tu peux préciser ?
520. Chloé : En fait, y'a un triangle à gauche bleu et un triangle jaune à droite.
521. P : Voilà ! Très bien. Un triangle bleu à gauche...
522. Noé : Et en plus, le ...
523. P : ... un triangle jaune à droite. D'autres précisions, Noé ?
524. Noé : Et ... euh ... le tout ça fait un triangle.
525. P : Et ces deux triangles font ...
526. Noé : Un triangle.
527. P : ... un triangle. Bien. D'autres précisions ?
528. Noémie : Oui.
529. P : Mallaury ? (*Mallaury, qui discutait, fait signe que non*) Non ? Noémie ?
530. Noémie : Euh ... tu vois la moitié du triangle en jaune et l'autre moitié en bleu. (*Brouhaha*)
531. P : Alors ... euh... (*À Juliette B*) Qu'est-ce que tu fais avec le PLIOX dans les mains ? Je croyais qu'il était sous la trousse ! Tu ... Non ! Tu le mets sous la trousse, tu n'as pas écouté la consigne. Là, on est en train de regarder ce qu'il y a au tableau.
532. Noémie : Maîtresse !
533. P : Oui.
534. Noémie : Le triangle, tu vois la moitié du triangle du côté jaune ... du côté droit en jaune et l'autre côté du triangle à gauche ...
535. P (*désignant le triangle jaune*) : Ça c'est une moitié de triangle ?
536. Noé : Non ! C'est la moitié du tri...
537. Élèves : Non !
538. Autre élève : C'est la moitié du carré !
539. P : Ah ! Tu veux dire la moitié du grand triangle ! Donc il y a un grand triangle, et toute la moitié du grand triangle est le triangle bleu à gauche et l'autre moitié du grand triangle c'est un triangle jaune à droite. On est d'accord ? Parfait !
540. Noé : Maîtresse ! Maîtresse !
541. P : Bon, alors maintenant, vous prenez votre PLIOX qui est sous la trousse et comme avant, vous essayez de faire le modèle.



542. Noé : Maîtresse !
543. P : Oui.
544. Noé : Lilou, elle a plié avant et elle l'a mis sous la trousse !
545. P : Bon, je n'aime pas les enfants qui rapportent. Si tu regardais devant, tu n'aurais pas vu ce qu'elle a fait. Bien, alors ... Cette fois-ci il y a un peu de changement, est-ce que vous allez faire avec deux plis ?
546. Élèves : Non !
547. Autre élève : Ben oui, parce que ...
548. Noé : Non !
549. P : Combien de plis ?
550. Lilou : Avec quatre plis.
551. Noé : Trois !
552. Autre élève : Deux !
553. P : Moi, je vais vous demander de le faire avec trois plis.
554. Élève : J'arrive pas.
555. P : Et posez-le à plat sur votre table. Posez-le à plat sur votre table ! Chut ! Allez, Lilou, viens !
556. Noé : Maîtresse, Lilou, elle l'a déjà fait !
557. P : Allez, elle est déjà venue Lilou ?
558. Noé : Ouais.
559. P : Allez, tu montres.
560. Lilou : En fait, je l'avais placé comme ça mon PLIOX (*elle tient le PLIOX vertical les carrés bleu et jaune en haut, le recto face à la classe*), après j'ai fait plier ... derrière (*elle plie selon la médiane pour obtenir le rectangle bleu-jaune*).
561. P : Comment tu l'as plié ?
562. Lilou (*en dépliant puis repliant son PLIOX*) : Comme ça.
563. P : Explique ! Si tu n'expliques pas avec des mots...
564. Lilou : J'ai plié sur ... j'ai pris la ... la ligne du milieu et puis après je l'ai ... plié...
565. P : Mmmm, oui. Regarde, là aussi je prends une ligne du milieu, et je plie ... (*L'enseignante plie selon l'autre médiane*).
566. Lilou : Oui, j'ai ... j'ai pris à l'horizontale.
567. Élève : Maîtresse !
568. P : A l'horizontale, d'accord. La ligne horizontale du milieu, c'est ça ?
569. Lilou : Et après, faut faire quatre plis ... (*inaudible*)
570. P : Et après, là tu avais un pli, deux plis, trois plis. D'accord ? Bon, alors, quand tu as plié, là ? (*elle désigne la diagonale du carré bleu*).
571. Lilou : En fait, j'ai ... j'ai vu qu'il y avait un trait là.
572. P : Elle a ... elle a vu le trait, là. Elle a plié sur le ... sur la diagonale.
573. Lilou : Après je l'ai plié.
574. P : Oui.
575. Lilou : Et puis après j'ai fait la même chose avec l'autre côté.
576. P : Tu as fait la même chose sur la diagonale de l'autre côté. Alors, regarde. Là tu plies selon la diagonale (*l'enseignante montre la diagonale correcte du carré bleu*) mais là aussi je plie selon la diagonale (*elle plie selon l'autre diagonale*) c'est pas pareil !
577. Lilou : La diagonale qui va de haut à ... droite et qui va à gauche.
578. P : Tu as pris la diagonale qui part d'en haut à droite ...
579. Lilou : À dr... à gauche et qui va en bas à droite.
580. P : Regarde, Lilou (*L'enseignante place le PLIOX de Lilou sur le tableau*). Elle a pris la diagonale qui part de en haut à droite vers en bas à gauche. D'accord ? Et elle a plié. Et ici ...
581. Lilou : Je suis partie de ...
582. P : Attends, attends, parce qu'il y en a beaucoup qui n'écoutent pas. Tu es partie ... tu as pris la diagonale qui part de ...
583. Lilou : En haut à ... droite.
584. P : Attends, regarde, regarde comme ça ! (*Lilou se tourne dos au tableau*) Regarde comme ça ! (*L'enseignante fait pivoter Lilou pour qu'elle soit bien en face du tableau*). Elle a pris la diagonale qui part de en haut à ...
585. Lilou : Gauche !
586. P : Gauche, vers en bas à droite.

587. P : Voilà, et elle a fini, d'accord ? C'est le même. Très bien. Et regardez derrière. Est-ce que c'est pareil ? (*L'enseignante présente le verso*).
588. Noé : Non !
589. Lalie : C'est inversé !
590. P : Derrière, c'est inversé. Allez ! (*Lilou retourne à sa place*). Chut ! Vous voulez faire une autre figure ?
591. Élèves : Oui ! Non !
592. P : Bien, ceux qui veulent faire une autre figure, vous me mettez votre PLIOX sous la trousse. Quand vous allez regarder l'autre, vous allez la faire avec moi. Les autres qui ne veulent pas faire une autre figure, vous mettez aussi le PLIOX sous la trousse, mais vous n'y toucherez plus. Bon, pour l'instant, tout le monde met son PLIOX sous la trousse. Et vous n'y touchez plus. Ceux qui veulent continuer continuent ... ceux qui ne veulent pas continuer, ils regardent.
593. Maxime : (*inaudible*)
594. P : Après. D'accord ? Vous y êtes ? Attends... Là c'est toujours avec trois plis, hein. Je vais vous proposer une autre figure avec trois plis. (*L'enseignante se tourne et réalise un nouveau modèle. Pendant ce temps, Sarah, Maé, Juliette E, Noémie, Maria, Mokhtar ont mis leur tête dans les bras*). Chut ! Allez. (*L'enseignante affiche le nouveau modèle au tableau*).
-
- Alors, ceux qui ne veulent pas faire, vous ne faites pas mais par contre tout le monde a le PLIOX sous la trousse. Voilà, hop, vous regardez ... Qu'est-ce que j'ai dit, Lilou ? Vous regardez. Que voyez-vous ? Que voyez-vous ? Chut ! (*À Chloé*) Non, non, non les mouchoirs, non ! Non, non, non, non, non ! J'ai dit non pour les mouchoirs. Non, tu vas le poser dans le ... dans la corbeille. Tu regardes, tu te moucheras après. (*Chloé retourne s'asseoir*). Vous regardez ici. Euh ... j'aimerais bien que vous me décriviez un peu ce que vous voyez. Maé, qu'est-ce que tu vois ?
595. Maé : Deux carrés.
596. P : Tu vois deux carrés.
597. Maé : Oui.
598. P (*en faisant le tour du modèle avec la main*) : Si on prend la grande figure, qu'est-ce qu'on voit ?
599. Axel : Euh ... un los... un ... rectangle.
600. P : C'est un grand rectangle, ça ? Si on prend la grande figure, qu'est-ce qu'on voit ? Mokhtar, qu'est-ce qu'on voit ?
601. Mokhtar : Ben, un carré bleu.
602. P : Non, non, si on prend la grande figure qu'est-ce qu'on voit ?
603. Noé : On voit des carrés.
604. P : La grande figure.
605. Élève : Ah, ben ... euh...
606. P : Ne ... Qu'est-ce que tu as sorti, là, Lucas ? Montre-moi. Qu'est-ce que tu vois sur cette figure-là ?
607. Lilou : Une feuille de papier.
608. P : La grande figure, c'est quoi ? Allez, ce sera la dernière.
609. Élève : Des triangles.
610. P : La grande figure, qu'est-ce que c'est ?
611. Noé : Un rectangle.
612. P : Un rectangle. Bon, et comme figures ?
613. Élève : Des triangles.
614. Lilou : Des carrés.
615. P : Des triangles.
616. Élève : Y'a bleu, vert, rouge et jaune.
617. P : Y'en a qui ont vu autre chose, y'en a qui voient des triangles et y'en a qui voient aussi des ... ?
618. Lola : Carrés.
619. P : Carrés. Combien de carrés ?
620. Lola : Deux !
621. Élèves : Deux !
622. Noé : Des carrés partagés en deux !
623. P : Des triangles ?
624. Maxime : Deux couleurs ! C'est des carrés par deux couleurs !
625. Noé : Oui ! C'est des carrés partagés en deux. Y'a une moitié ça fait un triangle d'une couleur.
626. P : Oui !
627. Noé : Et l'autre moitié, ça fait un triangle d'une autre couleur.

628. P : Donc des carrés partagés en deux, deux quoi, alors ?
629. Maxime : Deux morceaux !
630. P : En ... ?
631. Noé : Deux triangles !
632. P : En deux triangles. Y'a deux carrés partagés chacun en deux triangles. Hein ? Si on prend les couleurs, qu'est-ce qu'on peut dire en parlant des couleurs maintenant ? Maxime.
633. Maxime : Le rouge, il est avec le jaune
634. P : Oui.
635. Maxime : Le vert, il est avec le bleu.
636. P : Voilà. Alors pour résumer ce que vous venez de dire, on voit un grand rectangle, et on voit deux carrés, partagés dans ce sens ... on voit deux carrés partagés chacun en deux triangles, premier carré un triangle rouge et un triangle jaune, deuxième carré un vert et un bleu. On est tous d'accord ?
637. Élèves : Oui !
638. P : Alors maintenant, ceux qui ont décidé de continuer à chercher avec le PLIOX, ils vont prendre leur PLIOX et ils vont ... essayer ... de faire la même figure que moi au tableau. Ceux qui ne veulent pas essayer, tant pis, vous laissez. Mais vous ... vous regardez faire les autres (*inaudible*).
639. Juliette B : Maîtresse, j'ai mal à la tête.
640. P : C'est le dernier, après on arrête.
641. Élève : Oh, mais ...
642. P : C'est le dernier, on va voir.
643. Élève : Maîtresse, est-ce que je peux ...
644. P : Chut ! Après.
645. Le même : (*inaudible*) Faire comme ça ?
646. P : Non !
647. Sarah : Je peux aller au tableau ?
648. P : Non, non, non ! Maintenant vous faites la même figure que moi, en pliant. Trois fois !
649. Maxime : J'ai fini !
650. P : Tu as fini ? Bon, bravo, bravo ! Alors Maxime il a trouvé.
651. Mallauray : Moi j'ai trouvé.
652. P : Tu crois ? Est-ce que c'est vraiment fini ?
653. Élèves : Non !
654. P : Non. Pas tout à fait. Euh ... tu ne cherches pas Axel ? Noé, tu cherches ? Non ? (*inaudible*) Lilou, tu cherches ?
655. Lilou : Non.
656. P : Bon, range la colle et range le papier. Range la colle ! Non, la colle, tu ne la mets pas dans la trousse. Tu la mets à côté.
657. Élève : Il est pas facile, celui-là !
658. P : Euh ... Mokhtar, tu cherches aussi ? Très bien. Euh ... Fanny tu cherches aussi ?
659. Fanny G : ...
660. P : Oui ? Non ? Très bien Fanny elle a trouvé aussi. Ça en fait deux qui ont trouvé. Toi aussi, Noah, tu as trouvé ? Très bien ! Bravo ! Alors Noah tu vas aller au tableau et sans rien dire, tu vas montrer comment tu as fait. Mais sans rien dire. D'accord ? Allez, vas-y, va au tableau. Prends ton PLIOX.
661. Élève : (*inaudible*)
662. P : Ah ! Écoute ! Il va montrer comment il a fait. Chut ! (*À Mokhtar*) Tu as réussi aussi ?
663. Mokhtar : Oui.
664. P : Euh, non, pas tout à fait.
665. Noémie : J'ai réussi, maîtresse !
666. P : (*À Noah*) Alors regarde, on prend comme ça, et puis comme ça (*Elle déplie le PLIOX de Noah*). (*À la classe*) Alors, regardez ! Sans rien dire, hein ! (*Pendant que Noah effectue le pliage*) Un, deux ... et puis ... et puis ... et puis trois ! D'accord ?
667. Noémie : Maîtresse !
668. P : Alors, maintenant, Fanny et Ma ... Maxime, tu peux venir expliquer au tableau ?
669. Noémie : Moi, maîtresse !
670. P : (*Mokhtar montre son pliage*) Oui ! (*À la classe*) Regardez ! Sans rien dire, rien qu'en montrant il y en a d'autres qui ont trouvé. Très bien. D'accord, bon euh ... Fanny, tu étais venue expliquer au tableau comment tu avais ... comment faire, une fois ?
671. Fanny G : Euh ...

672. Maxime : Non ... oui ! Oui ! Oui ! Oui tout à l'heure !
673. P : Tu es venue tout à l'heure. Maxime tu es venu toi aussi ?
674. Maxime : Oui.
675. Élève : Moi j'suis pas venu !
676. P : Euh ... Noé est venu.
677. P : Maria tu n'es pas venue ?
678. Mathieu : Moi ! Moi non !
679. Maria : Non.
680. P : Alors viens expliquer, Maria. (*À Noah*) Merci Noah, très bien. (*Maria vient au tableau*). Alors toi par contre, Maria, il va falloir que tu expliques avec les mots, hein. (*À la classe*) Alors, on regarde ici, et ceux qui n'ont pas encore leur nouvelle forme peuvent essayer. (*À Maria*) Alors, tu le prends dans quel sens, d'abord ? Comme ça ? Comme ça, d'accord. (*Maria présente son PLIOX avec les carrés rouge et vert en haut*). Alors, regardez bien, elle va vous expliquer avec des mots. Attends, attends, il y en a qui n'écoutent pas. Maxime, écoute. Noé, écoute.
681. Maria : (*inaudible*)
682. P : Oui. Alors explique-nous, qu'est-ce que tu as plié, là ?
683. Maria : (*inaudible : elle répond mais avec une petite voix et elle tourne le dos à la classe*).
684. P : Plié sur quoi ? Mathieu !
685. Maria : (*inaudible*)
686. P : Alors tu as pris ... Alors, là tu plies quoi, déjà ? (*Elle désigne le carré rouge*). Qu'est-ce que c'est ça ? Tu plies le ...
687. Maria : Le carré.
688. Noé : Le carré rouge.
689. P : Le carré ...
690. Mokhtar : Rouge !
691. P : Rouge. Le carré rouge. Comment on le plie ?
692. Mathieu : Dans la diagonale !
693. P : Sur ... Très bien Mathieu, sur la diagonale. Laquelle de diagonale ?
694. Mallauray : La rouge et la verte.
695. P : Non.
696. Mokhtar : La rouge ! La diagonale du ...
697. P : On plie le carré rouge sur la diagonale. Mais laquelle de diagonale ?
698. Mathieu : (*inaudible*)
699. Sarah : En bas ! (*la maîtresse fait signe que non*).
700. Noé : En haut !
701. P : Celle qui part de ... du sommet en haut ... en haut à ...
702. Maria : Droite.
703. P : En haut à gauche vers ...
704. Maria : (*inaudible*)
705. P : Alors attends, comment tu la regardes. En haut à droite vers en bas à ...
706. Mathieu : Gauche !
707. P : D'accord. Alors on plie le carré rouge sur la diagonale qui part de en haut à droite vers ...
708. Mathieu : (*inaudible*)
709. P : ... Du sommet en haut ... qui part du sommet en haut à droite vers le sommet en bas à gauche. Après ?
710. Maria : (*inaudible*)
711. P : Oui, l'autre c'est sur le ...
712. Mathieu : Vert, vert !
713. P : Sur le carré vert. Qu'est-ce qu'on fait ? On plie sur la ...
714. Maria : Diagonale.
715. P : Diagonale qui part ... de ... du sommet ... en haut ... en haut à gauche vers le sommet ... en bas à droite. Et on plie. D'accord. Et ensuite, qu'est-ce qu'on fait ?
716. Maria : (*inaudible*)
717. P : On plie comment ?
718. Maria : (*inaudible*)

719. P : Alors qu'est-ce ... qu'est-ce qu'on fait, là ? Alors là on ne plie pas à l'envers, hein ! On plie sur les couleurs. Parce que jusqu'à maintenant, on pliait toujours euh derrière, hein ? On mettait le pli derrière. Et là on plie devant. Et on plie comment ?
720. Mathieu : Par devant.
721. P : Oui, mais comment ?
722. Noé : Par la ... verticale.
723. P : Euh ... par la verticale ... elle est où la verticale ? Elle est là, la verticale.
724. Noé : Non, pas la verticale. À l'horizontale.
725. Élève : À l'horizontale.
726. P : À l'horizontale ?
727. Élèves : Oui !
728. P : Regardez ! (*L'enseignante propose le pli sur une médiane secondaire*) Là aussi, là aussi, je plie à l'horizontale, hein, mais c'est pas la même chose.
729. Noah : Non, encore un peu plus.
730. P : Alors, qu'est-ce que je fais ? Je plie ... je mets le sommet ... d'en haut ...
731. Maxime : Jusqu'en bas.
732. Noé : Comme ça. Comme ça, puis tu plies.
733. P : ... Jusque ...
734. Maxime : Voilà, voilà !
735. P : Jusqu'à ... Vous le voyez ? Sur la ... sur le côté en bas. (*Brouhaha*) Tout le monde est arrivé ?
736. Élèves : Oui ! Oui !
737. P : Super. Allez, bon. Alors bien écoutez, vous avez bien travaillé. Bravo Maria.
738. Noémie : Moi aussi j'avais ça !!
739. P : Euh ... Cette ... cette figure-là était très difficile.
740. Mathieu : On va en faire une autre ?
741. P : Donc on va arrêter parce que ça fait un bon moment qu'on travaille.
742. Élèves : Ohhhh !
743. P : Vous allez ranger... Attendez, attendez, attendez ! Attendez ! Avant de ranger. Avant de ranger. Non. Mettez la chemise dedans le casier. Gardez votre PLIOX. Et on va rappeler un peu tous les mots que vous avez utilisés, là. Rappelez-moi un peu les mots que vous avez utilisés. Alors, déjà ...
744. Maxime : Rouge.
745. P : Rouge
746. Maxime et les autres : Bleu, vert et jaune.
747. P : Ça ce sont les ...
748. Élèves : Couleurs !
749. Mokhtar : Carré !
750. P : Couleurs. Rouge, bleu, vert, jaune, les couleurs. D'accord. Ensuite ?
751. Noémie : Les sommets !
752. P : Attends. Carré ...
753. Noé : Triangle.
754. P : Carré, triangle, ...
755. Mokhtar, Noé : rectangle !
756. P : Et rectangle. Donc carré, triangle et rectangle. Donc carré, triangle et rectangle ce sont les ...
757. Noé : Euh ... formes.
758. P : Les formes, d'accord, on va dire ça comme ça. Carré, triangle, rectangle, les formes. Jaune, bleu, rouge, vert, les couleurs. Ensuite, qu'est-ce qu'on a utilisé comme autres mots que vous connaissez moins bien, ceux-là.
759. Noémie : Les sommets !
760. P : Les sommets ... ici ... (*elle les désigne sur le PLIOX affiché au tableau*).
761. Élèves : Les traits.
762. Autres élèves : La diagonale.
763. P : Les diagonales. Les traits.
764. Lilou : L'horizontale. L'horizontale.
765. P : L'horizontale.
766. Lilou et d'autres élèves : La verticale.
767. P : La verticale. Et là (*elle suit du doigt les côtés du modèle*), ça, ça, ça et ça, c'est quoi ?
768. Noé : Les ... les côtés !

769.P : Les côtés. Et bien écoutez, c'est pas mal ! Par rapport à la dernière fois, vous avez utilisé beaucoup plus de mots. Et bien très bien, je vous félicite. Vous pouvez ranger votre PLIOX dans votre pochette.

(Fin 53 min 35 s)