

DE SITUATIONS DE REPRODUCTION DE FIGURES PAR PLIAGE D'UN PLIOX A L'ECOLE ELEMENTAIRE A L'ELABORATION D'UNE RESSOURCE A DESTINATION DES ENSEIGNANTS

Claire GUILLE-BIEL WINDER

Maîtresse de conférences, Aix-Marseille Université
IRES Aix-Marseille, AMPIRIC, COPIRELEM
Claire.winder@univ-amu.fr

Christophe DRACOS

Conseiller pédagogique départemental en mathématiques, DSDEN13
IRES Aix-Marseille, ADEF
Christophe.dracos@ac-aix-marseille.fr

Stéphane GINOUILLAC

Maitre de Conférences, INSPÉ de l'Académie de Versailles, UVSQ
Laboratoire LMV, UVSQ
Stephane.ginouillac@uvsq.fr

Christine MANGIANTE-ORSOLA

Maîtresse de Conférences, INSPÉ Lille HdF
Laboratoire de Mathématiques de Lens
christine.mangiante@univ-lille.fr

Barbara STRBA

Conseillère pédagogique de circonscription Hautes-Alpes 05
Barbara.strba@ac-aix-marseille.fb

Sylvie BLANQUART

PRAG, INSPE-Université de Bordeaux
Lab E3D, IREM de Bordeaux
sylvie.blanquart@u-bordeaux.fr

Résumé

Cet atelier prend sa source dans une recherche portant sur le développement de séquences de reproduction de figures par pliage d'un artefact particulier, le Pliox. Elle s'inscrit dans le cadre d'un travail collaboratif en cours entre chercheurs, formateurs et enseignants (le projet J2MA). Les séquences élaborées dans ce cadre sont destinées aux élèves des différents niveaux de l'école élémentaire (du CP au CM2, de 6 à 11 ans) et mettent en scène des situations d'action et de communication. Afin d'assurer la diffusion de ces travaux, le groupe de recherche a conçu une ressource à destination des enseignants, qui vise des enjeux de développement professionnel. L'atelier vise à interroger les choix liés à la conception de cette ressource (situations didactiques proposées, indications relatives à leur mise en œuvre, savoirs en jeu, gestes professionnels requis). Les analyses produites dans l'atelier mettent en évidence des enjeux à prendre en compte dans la production d'une ressource à destination des enseignants et fournissent des points d'appui pour enrichir le document, tant au niveau du fond que de la forme.

Dans le cadre d'un travail collaboratif (le projet J2MA¹) entre chercheurs, formateurs et enseignants, nous avons développé plusieurs séquences de géométrie à destination d'élèves des différents niveaux de l'école élémentaire (du CP au CM2, de 6 à 11 ans). Ces séquences mettent en scène des situations d'action et de communication (Brousseau, 1998). Nous avons rendu compte de ce travail lors d'un précédent atelier (Guille-Biel Winder et al., 2025). Afin d'assurer la diffusion de nos travaux, nous avons ensuite conçu une ressource à destination des enseignants, qui vise à permettre une reprise de ces situations en classe, ainsi qu'à apporter aux enseignants des éléments contribuant à leur développement professionnel². L'objectif de cet atelier est de faire produire aux participants une analyse de cette ressource (identification des contraintes, des besoins et des leviers), afin d'interroger les choix effectués. Après être revenus sur les situations de reproduction de figures ainsi que brièvement sur les situations de formulation (partie I), nous présentons la ressource que nous avons élaborée ainsi que les choix qui y ont présidés (partie II). Nous exposons ensuite le déroulement de l'atelier (partie III). Dans les deux parties suivantes, nous restituons les productions, analyses, réflexions et apports des participants à propos des situations didactiques (partie IV) puis de la ressource elle-même (partie V). Une synthèse clôt ce compte-rendu (partie VI).

I - SITUATIONS DE REPRODUCTION DE FIGURES PAR PLIAGE D'UN PLIOX

Un Pliox est un artefact (Rabardel, 1995), c'est-à-dire une « chose ayant subi une transformation d'origine humaine visant une finalité » (Houdement et Kuzniak, 2006, p. 186). Il prend la forme d'un carré de papier qui présente sur une face quatre zones colorées, également carrées, l'ordre des couleurs étant jaune, rouge, vert, bleu quand on tourne dans le sens des aiguilles d'une montre (figure 1a). Cet ordre de couleurs est important et fait partie intégrante de l'artefact. Le Pliox possède également un ensemble de douze plis autorisés qui correspondent aux axes de symétrie du carré principal et des carrés « secondaires » (figure 1b) – trois plis dans chaque direction parallèle à un des côtés ou à une des diagonales. Le verso du Pliox est laissé blanc.

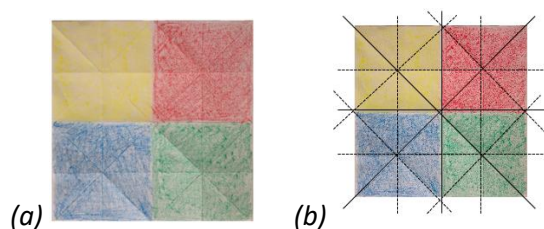


Figure 1. Recto du Pliox (a) ; plis autorisés (b)

À partir de cet objet, nous avons conçu un ensemble de situations didactiques d'action et de situations de formulation (Brousseau, 1998) qui peuvent être mises en œuvre du cycle 2 (voire de la fin du cycle 1) au cycle 3. Nous les présentons rapidement dans ce qui suit – en renvoyant pour plus de détails à (Guille-Biel Winder, 2014a, 2014b, 2021, 2025 ; Guille-Biel Winder et al., 2025).

¹ Le projet J2MA (*Jeux et Manipulations en Mathématiques pour Apprendre*) s'inscrit dans les travaux communs de l'équipe pilote Maths-Ampiric du PIA3-AMPRIC et de l'IRES d'Aix-Marseille. Les membres impliqués en 2024-2025 au niveau national dans le projet sont : Émilie Blanchetier (Groupe mathématiques des Landes, IREM de Bordeaux), Sylvie Blanquart (LabE3D, IREM de Bordeaux, Université de Bordeaux), Christophe Dracos (ADEF, IRES d'Aix-Marseille, DSDEN des Bouches-du-Rhône), Stéphane Ginouillac (LMV, Université de Versailles-Saint Quentin en Yvelines), Claire Guille-Biel Winder (ADEF, AMPRIC, IRES d'Aix-Marseille, Aix-Marseille Université), Clémence Larcher (IRES d'Aix-Marseille), Christine Mangiante-Orsola (LML, Université de Lille), Émilie Mari (IRES d'Aix-Marseille, INSPE), Anne Prouha (IRES d'Aix-Marseille), Barbara Strba (IRES d'Aix-Marseille).

² Mais comme des participants l'ont indiqué dans l'atelier, si le public visé par cette ressource est prioritairement celui des enseignants, il est certain qu'elle sera également lue et utilisée par des formateurs !

1 Des situations d'action

Exemples de situations de reproduction

Les situations d'action associées au Pliox consistent à demander la reproduction de figures modèles par pliage effectif d'un Pliox selon les plis autorisés. Nous présentons ci-dessous des éléments d'analyse sur les enjeux mathématiques et cognitifs de ces situations d'action, ainsi que sur l'adéquation de ces enjeux aux instructions officielles françaises actuelles. Voici trois exemples parmi les premières figures que nous proposons de reproduire dans la brochure :

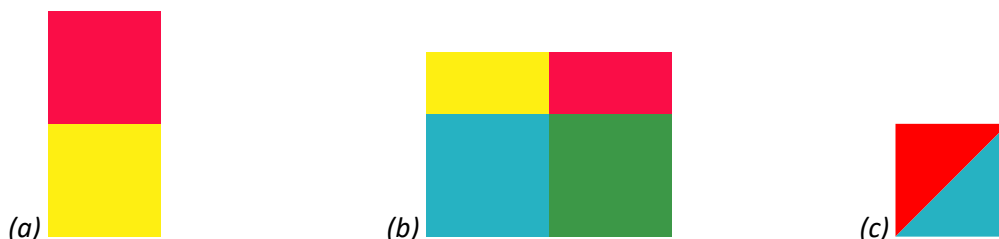


Figure 2. Exemples de figures modèles à reproduire

Les figures modèles 2a et 2b sont parmi les plus simples, parce qu'elles nécessitent chacune un seul pli. Pour autant, elles ne présentent pas le même niveau de difficulté, le pli à effectuer pour reproduire la figure modèle 2b étant moins évident à identifier. Par ailleurs, il est plus difficile de produire des formulations permettant de reproduire la figure modèle 2b que la figure modèle 2a. Enfin la figure modèle 2c introduit de nouvelles difficultés : au moins trois pliages sont nécessaires pour la reproduire ; les deux figures juxtaposées sont des sous-figures de carrés monochromes (rouge et bleu) n'ayant aucun côté commun sur le Pliox (autrement dit, les figures modèles 2a et 2b correspondent à des sous-figures du Pliox, alors que ce n'est pas le cas de la figure modèle 2c). Nous retrouverons plus loin les deux figures modèles 2a et 2c, que nous avons utilisées dans l'atelier.

Éléments d'analyse

Un premier enjeu cognitif associé à l'ensemble de ces situations didactiques est le fait d'acquérir de manière progressive une sorte de flexibilité quant à la reconnaissance des formes, qui peuvent se présenter dans différentes positions, et être détachées ou intégrées dans d'autres figures (Guille-Biel Winder, 2014).

Les connaissances mises en jeu sont de différentes natures : géométriques, spatiales et langagières. Certaines sont en cours d'apprentissage en CP et CE1 (élèves de 6 à 8 ans) et d'autres sont plus anciennes. Les connaissances géométriques peuvent concerner, selon le choix des figures modèles à reproduire, des quadrilatères particuliers (le carré, le rectangle, voire le trapèze), certaines de leurs propriétés (nombre de côtés, égalités de longueurs, angles droits notamment), des triangles isocèles-rectangles, d'autres polygones (en particulier des pentagones ou hexagones) ainsi que des relations entre différentes formes, telles par exemple que la relation entre le rectangle « demi-carré » et le carré (cas de la figure modèle 2a) ou celle entre le triangle isocèle-rectangle et le carré (cas de la figure modèle 2c). Les droites particulières du carré (médianes, diagonales, axes de symétrie) peuvent également être mises en évidence. Par exemple, la médiane commune des carrés jaune et rouge, qui est utilisée dans la reproduction de la figure modèle 2b, peut être effectivement perçue comme une droite lorsqu'on la regarde du verso (donc détachée des côtés des carrés).

Un premier enjeu langagier se situe dans l'introduction et l'utilisation progressive de termes géométriques. Le vocabulaire géométrique est ainsi introduit et utilisé en situation, sans brider l'expression spontanée des élèves. Les termes de la vie courante peuvent être acceptés s'ils permettent et facilitent une bonne communication, et peuvent être repris si besoin par l'enseignant à un moment ultérieur pour les remplacer progressivement par des termes spécifiques du langage géométrique.

Les connaissances spatiales³ en jeu sont relatives à l'orientation et à la position des différentes sous-figures dans les figures modèles. Les connaissances liées à la position sont en jeu dans l'identification de la position des figures internes les unes par rapport aux autres, ainsi que dans l'explication des actions à effectuer sur le Pliox pour obtenir la figure modèle. Les connaissances relatives à l'orientation sont convoquées lors du passage au plan fronto-parallèle du modèle affiché au tableau au Pliox posé sur la table de l'élève, qui dans certaines classes n'est d'ailleurs pas assis face au tableau, ainsi que dans les explicitations de procédures en lien avec l'orientation du Pliox. Ces connaissances spatiales, liées à l'orientation et la position, sont implicites au moment de l'action. Elles peuvent être explicitées ensuite lors de mises en commun, en incitant à évoluer vers des formulations adaptées. Elles concernent donc également l'usage adéquat du vocabulaire.

Adéquation aux instructions officielles françaises

Ces situations didactiques sont particulièrement adaptées aux élèves de cycle 2 (CP-CE1-CE2, élèves de 6 à 9 ans). En effet, les nouveaux programmes, applicables en septembre 2025⁴, stipulent qu'au CP et au CE1 les connaissances géométriques qui portent sur le carré, le rectangle et le triangle « s'acquièrent à partir de manipulations, de descriptions et de résolutions de problèmes » (BOEN 41 du 31/10/2024, p. 34) et que « les concepts généraux de la géométrie plane (droite, point, segment) sont introduits en situation, sans faire l'objet de définitions formelles » (ibid.). De même, au CE2, « l'acquisition des connaissances sur les figures de référence se poursuit à partir de descriptions, de constructions et de résolutions de problèmes. » (ibid., p. 35). L'acquisition du vocabulaire lié aux positions relatives se poursuit également. De manière générale, concernant les compétences langagières, le programme indique :

Il est particulièrement important [au cycle 2] que le professeur s'exprime dans un langage précis, utilisant le vocabulaire géométrique approprié, et qu'il encourage les élèves à se l'approprier et, progressivement, à l'utiliser. Ce vocabulaire prend son sens grâce aux manipulations et aux situations d'action proposées. (ibid., p. 32)

2 Des situations de formulation

Nous avons proposé aux participants de l'atelier d'analyser un extrait du début de la ressource, qui porte sur les situations d'action, accessibles aux élèves à partir du cycle 2. De ce fait, nous ne développons pas longuement dans ce compte-rendu l'analyse des situations de formulation, qui viennent ensuite dans la ressource. Nous en donnons tout de même quelques éléments ici, dans la mesure où ces situations permettent de mettre plus clairement en évidence les dimensions langagières également présentes dans les situations d'action.

Les situations de formulation consistent à émettre (par un émetteur) et interpréter (par un récepteur) des messages, qui peuvent être produits à l'oral ou à l'écrit, visant à permettre au récepteur de reconstruire une figure modèle par pliage d'un Pliox sans voir cette figure. Lors de la phase d'interprétation du message, les émetteurs peuvent être incités à observer les récepteurs en train de décoder le message qu'ils ont produit, ce qui procure une forme de rétroaction. En effet, ces situations visent tout d'abord à confronter les élèves à leurs propres messages – à les amener à avoir un regard critique sur leurs productions – et à argumenter en utilisant des connaissances mathématiques. Elles mettent en jeu de nouveau des connaissances géométriques, spatiales et langagières. Les connaissances géométriques et spatiales sont similaires à celles identifiées plus haut pour les situations d'action. Une particularité des situations liées au Pliox réside dans la nécessité de conjuguer l'emploi de termes géométriques et de

³ « Par connaissances spatiales, nous désignons les connaissances qui permettent à un sujet un contrôle convenable de ses relations à l'espace sensible. Ce contrôle se traduit par la possibilité pour lui de : reconnaître, décrire, fabriquer ou transformer des objets ; déplacer, trouver, communiquer la position d'objets ; reconnaître, décrire, construire ou transformer un espace de vie ou de déplacement. » (Berthelot et Salin, 1999-2000, p. 38)

⁴ <https://www.education.gouv.fr/bo/2024/Hebdo41/MENE2415135A>

termes spatiaux : il est en effet très difficile de produire des messages en employant uniquement du vocabulaire géométrique. Ceci met en évidence des connaissances géométriques et spatiales en interaction. Par ailleurs, l'explicitation des connaissances spatiales nécessite que celles-ci soient perçues, acceptées et reconnues comme des connaissances « valides » par l'enseignant, ce qui passe par leur institutionnalisation.

Concernant les connaissances langagières, ces situations de formulation confrontent les élèves à la nécessité de développer un langage qui soit à la fois commun et précis. Les élèves sont en effet obligés de se mettre d'accord sur un vocabulaire et sur des formulations afin de « parler la même langue ». Par ailleurs, ces situations les amènent à devoir qualifier complètement les objets géométriques en jeu, c'est-à-dire à indiquer, dans la désignation de l'objet, la nature des relations que celui-ci entretient avec d'autres objets au moment de cette désignation (les termes employés pouvant alors relever du langage géométrique ou du langage courant). Nous disons qu'un objet est *complètement qualifié* quand sa désignation donne à voir la relation complète qu'il entretient avec d'autres objets du milieu. Nous parlons de qualification *partielle* quand une partie de la relation est implicite ou qu'un terme est manquant. Ainsi, l'expression « le milieu » permet une qualification partielle d'un élément de dimension 0D (un point), alors que l'expression « le milieu du segment [AB] » correspond à une qualification complète de ce point. La construction d'un répertoire de formulations (vocabulaire et syntaxe) est ainsi au cœur de ces situations. Ce répertoire se met en place progressivement, à la fois par l'action, dans l'action et pour l'action. Le contexte de la situation et les dimensions pragmatiques peuvent conférer une efficacité au moment de l'échange aux qualifications incomplètes. Identifier que des qualifications sont incomplètes et apprendre à les compléter sont également des enjeux d'apprentissage.

Ces situations de formulation supposent une certaine familiarité ou une fréquentation préalable des situations d'action. Elles sont particulièrement adaptées pour des élèves de début de cycle 3 (CM1-CM2, de 9 à 11 ans), notamment en lien avec l'objectif de CM2 « Élaborer un programme de construction ».

3 Pourquoi proposer des situations de reproduction de figures par pliage d'un Pliox ?

Nos observations de pratiques ordinaires d'enseignants, en tant que formateurs et chercheurs, nous amènent à estimer que l'enseignement de la géométrie est généralement centré sur l'acquisition d'un vocabulaire, la connaissance de certaines propriétés et la maîtrise des instruments usuels. Les situations de reproduction de figures par pliage d'un Pliox sont alors d'abord un moyen de travailler la géométrie autrement. Par ailleurs, un autre intérêt de ces situations est lié au fait qu'elles « plaisent » aux enseignants qui les ont essayées dans leur classe, ainsi qu'aux élèves dont elles provoquent l'adhésion, et qu'elles permettent des rencontres géométriques. Cet engouement est confirmé par l'implication des acteurs que nous avons pu observer à chaque mise en activité, quel que soit le contexte (élèves, étudiants, enseignants en formation initiale ou continue, participants au colloque).

Les activités géométriques suscitées par ces situations mettent en jeu des actions matérielles sur des objets matériels, qui sont le seul type d'activité géométrique envisageable au CP selon Perrin-Glorian et al. (2013). Elles reposent en outre sur l'usage d'un matériel peu onéreux et aisément réalisable dans une classe. Les connaissances mises en jeu sont conformes aux instructions officielles. Enfin, il ne s'agit pas d'un travail papier-crayon, qui serait plus formel, ce qui rend ces situations moins stressantes pour les enseignants et plus « accessibles » pour les élèves, et ce dès le CP. Nous avons notamment constaté que les élèves habituellement en difficulté en mathématiques ne le sont pas forcément dans ces situations. La simplicité de la consigne, la validation instantanée (visuelle) du résultat, le côté attrayant, concret et motivant, sans pour autant être facile, permettent en effet un enrôlement des élèves. Enfin, l'aspect ritualisé conduit rapidement à une autonomie des élèves, ce qui facilite la mise en œuvre. Ces situations, pas très éloignées *a priori* des pratiques enseignantes, sont alors susceptibles de faire « un peu bouger » ces pratiques.

Les nombreuses potentialités d'apprentissage, le lien avec l'usage d'un langage géométrique, le rôle implicitement joué par les connaissances spatiales, ainsi qu'une certaine « robustesse » quant à la circulation des savoirs dans la classe, sont des éléments que nous avons constatés lors de différentes mises en œuvre de ces situations de reproduction de figures par pliage d'un Pliox, et qui nous ont incités à vouloir les diffuser auprès des enseignants. Or, comme en attestent certaines de nos recherches (Mangiante-Orsola et Leclercq, 2014 ; Guille-Biel Winder, 2017), les enjeux d'enseignement sont parfois difficilement perçus par les enseignants et, par suite, ces derniers peuvent alors avoir du mal à cerner les savoirs à institutionnaliser. Ces éléments nous ont conduit à réfléchir aux accompagnements à donner dans la diffusion de ces situations, afin d'aider les enseignants à aller « au-delà » d'une dimension d'enrôlement ou de jeu, et à exploiter les savoirs mathématiques mis en jeu. L'enjeu que nous visons par ces accompagnements est d'aider les enseignants à « exercer une vigilance didactique » (Guille-Biel Winder, 2025), c'est-à-dire à « pilot[er] prioritairement [la classe] par les mathématiques, 'au plus près' des apprentissages visés » (Charles-Pézar, 2010, p. 211). La réalisation d'une brochure concrétise cette réflexion. Sa présentation fait l'objet de la partie suivante.

II - PRESENTATION DE LA RESSOURCE ET DE NOS POINTS D'APPUI POUR SA CONCEPTION

Avant de présenter la ressource elle-même, nous revenons sur les choix que nous avons faits pour élaborer une première version, en explicitant les points d'appui, les tensions entre différents écueils ou différents choix possibles, visant des besoins ou des publics différents, ainsi que les clés de compréhension.

1 Points d'appui pour la conception

Plusieurs éléments ont présidé aux choix opérés dans la réalisation de la première version de la ressource.

Tout d'abord, nous prenons en compte les résultats de recherches, menées à la fois en didactique de la géométrie (Duval, 1988, 1995, 2005 ; Duval et Godin, 2005 ; Duval et al., 2005), sur les pratiques enseignantes et la formation des enseignants de l'école primaire (Butlen et al., 2011, 2017 ; Charles-Pézar, 2010; Charles-Pézar et al., 2012), notamment en lien avec la géométrie (Allard et al., 2019 ; Mangiante-Orsola et Leclercq, 2014 ; Blanquart et al., 2024), ainsi que sur les ressources (Tricot et al., 2003) et les enjeux de formation qui leurs sont associés (Goigoux, 2007).

Nous prenons également en considération le contexte institutionnel français dans lequel s'inscrit ce travail : les instructions officielles et leurs rapides évolutions (six changements en vingt-deux ans), en particulier concernant l'enseignement de la géométrie (dont la place dans les programmes tend à se réduire), ainsi que les nombreuses modifications dans la formation des enseignants (Bilgot et al., 2024).

Par ailleurs, les situations didactiques (d'action et de formulation) reliées aux reproductions de figures par pliage d'un Pliox ont été testées à tous les niveaux de classes de l'école élémentaire (du CP au CM2, élèves de 6 à 11 ans), voire en maternelle (en GS, élèves de 5 à 6 ans). Nous souhaitons donc prendre en considération ces différents niveaux de classes possibles dans notre ressource. À cette fin, nous avons fait le choix de produire deux brochures, présentées selon la même organisation, l'une concernant les niveaux CP-CE1 (et abordant la GS), l'autre les niveaux CE2-CM1-CM2 (à venir). L'annexe 1 présente les extraits de la première version de la brochure CP-CE1 que nous avons donnés à analyser aux participants de l'atelier.

Enfin, dans l'élaboration de la ressource, nous avons également pris en compte deux « niveaux » différents de nos expérimentations. Le premier correspond à des mises en œuvre des situations didactiques dans différentes classes, qui ont abouti à une version préliminaire de la ressource. Le second correspond à des expérimentations menées par des enseignants non-concepteurs, qui se sont appuyés sur cette version préliminaire pour implémenter les situations dans leurs classes. En appui sur ces éléments, l'aspect collaboratif de notre recherche, menée dans le cadre d'une équipe pluri-catégorielle,

s'est révélé fondamental dans l'élaboration de la brochure. Cette collaboration a en effet permis d'apporter des solutions aux « points de tensions » qui ont accompagné ce travail, et sur lesquels nous revenons dans ce qui suit.

Arbitrer entre en dire trop ou pas assez

De nombreuses questions ont balisé notre travail. Une première série concerne les indications à fournir. Quel degré de précision doit-on viser dans les indications données ? Que choisir de préciser ou au contraire de laisser libre ? Que choisit-on de présenter dans le cadre d'une situation, de façon contextualisée, ou en-dehors d'un tel cadre, de façon décontextualisée ? Faut-il choisir d'en dire plus, au risque d'en dire trop et que le texte ne devienne surchargé ou ne donne plus envie de lire ? Faut-il en dire moins, au risque de ne plus en dire assez et de ne pas aider suffisamment les enseignants ? Où trouver un juste équilibre entre trop et pas assez ? Entre cadrage et liberté ?

Nos expérimentations ont montré que certaines étapes nécessitent des gestes professionnels spécifiques et particulièrement précis qu'il importe de respecter. Cependant, cadrer toute la gestion des situations proposées n'assurerait pas une reprise similaire à ce qui est proposé : il est important que les enseignants saisissent les enjeux d'enseignement, mais ils ont dans tous les cas besoin de disposer de marges de manœuvre et de possibilités d'adaptation. Pour chaque élément, se pose la question de ce qu'il convient d'indiquer aux enseignants — sans pour autant les contraindre au point de les freiner dans leur capacité d'adaptation — et de ce qu'il faut laisser libre — tout en veillant à ce que les indications données permettent d'éviter que les situations soient dénaturées. Cette recherche d'équilibre entre indications à donner et marge de manœuvre à laisser est d'autant plus complexe que les besoins varient considérablement d'un enseignant à l'autre, rendant difficile la formulation d'une réponse unique adaptée à tous. Par conséquent, il s'agit d'opérer des arbitrages permettant de baliser suffisamment le chemin — afin que les enseignants, divers dans leurs pratiques et leurs conceptions, puissent conduire leurs élèves vers les apprentissages visés, notamment en rendant visibles les enjeux qui ne le sont pas de prime abord — tout en maintenant des marges de manœuvre indispensables.

Gérer la présentation et la mise en lien d'éléments de différentes natures

Une deuxième série de questions récurrentes porte sur la présentation de la ressource. Qu'est-ce qui doit venir avant ou après ? Tel élément peut-il être présenté avant tel autre, ou bien nécessite-t-il d'être placé après ? Mais dans ce cas ne vient-il pas trop tard ? Et peut-on lire effectivement sans lui les éléments qui sont placés avant ? Par exemple, doit-on présenter d'abord les choix qui sont faits, et ensuite les raisons qui les justifient, ou bien retenir l'ordre l'inverse ? De même, doit-on présenter d'abord des éléments d'ordre généraux, avant d'aller vers le détail des séances, ou bien l'inverse ?

La difficulté réside dans le fait que des éléments de natures différentes sont souvent en interaction entre eux, et que parfois chacun d'eux peut servir d'aide, voire de prérequis, pour mieux comprendre l'autre. Or, une présentation sous forme de texte oblige à agencer linéairement des éléments. Par ailleurs, si regrouper des éléments liés peut sembler une approche plus efficace, cela peut aussi conduire au risque de produire des textes longs et peu digestes. *A contrario*, séparer des éléments ayant des liens entre eux, mais des natures différentes, peut certes faciliter la lecture, mais présente le risque de produire un texte morcelé ou qui limite l'identification des liens qui existent entre ces éléments (par exemple entre les choix et leurs justifications, ou entre les tâches de manipulations à proposer aux élèves et les savoirs qu'elles visent à construire à plus long terme). Il s'avère alors nécessaire d'arbitrer des choix entre associer ou dissocier des éléments théoriques et pratiques, de trouver un équilibre entre la présentation de gestes professionnels et celle de contenus didactiques, de prendre en compte les enjeux de formation en mathématiques : il s'agit de faire bouger les pratiques, mais pas trop, afin de rester dans la « zone proximale de développement des pratiques professionnelles » (Abboud-Blanchard et Robert, 2015), qui par ailleurs n'est pas la même pour tous les enseignants destinataires de la brochure.

Par ailleurs, on peut souligner une diversité entre des besoins pour une première lecture, et des besoins pour des relectures ultérieures. En effet, une brochure pédagogique n'est pas un document qu'on lit en une seule fois comme un livre, mais a vocation au contraire à être relue, éventuellement plusieurs fois au cours d'une première année, et également ensuite au fil d'années successives. Il s'agit donc de proposer des modes de circulations dans le texte, qui permettent de répondre aux besoins différenciés des différentes personnes auxquelles on s'adresse.

Ces points d'appui et ces tensions ont des incidences aussi bien sur le fond que sur la forme de la ressource produite, dont l'extrait donné à analyser dans l'atelier est présenté en annexe 1. Les échanges issus de ces analyses, présentés dans la partie V, confirment par ailleurs la nécessité de prendre pleinement en compte ces tensions dans le travail de conception de notre ressource.

2 Présentation et clés de compréhension de la ressource

La première version de la brochure se structure en quatre grands chapitres : une présentation générale du Pliox (chapitre 1) ; la description d'une séquence relative aux situations de reproduction de figures (situations d'action) (chapitre 2) ; la description d'une séquence relative à des situations d'échanges de messages (situations de communication) (chapitre 3) ; et enfin un chapitre présentant des compléments relatifs à la gestion de classe ou destinés à la formation personnelle des enseignants (figure 3). Rappelons que notre brochure poursuit un double objectif : d'une part, fournir à l'enseignant des repères clairs sur les éléments essentiels à respecter ; d'autre part, lui proposer des pistes concrètes susceptibles de faciliter la mise en œuvre en classe. Nous explicitons plus en détail les raisons de ces choix dans ce qui suit.

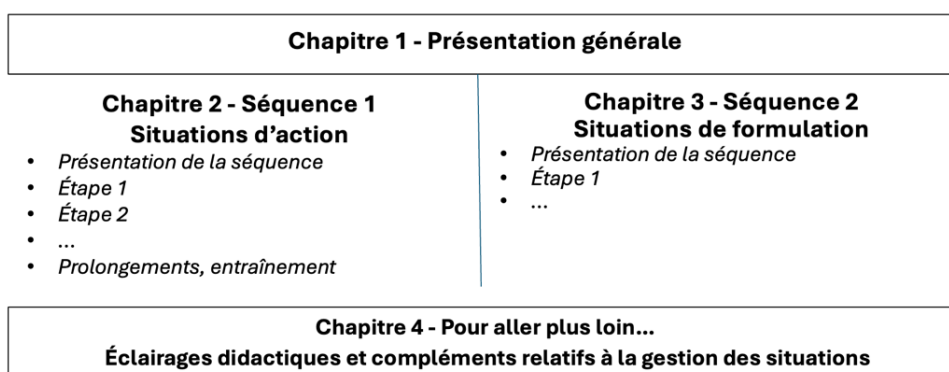


Figure 3. Organisation de la brochure CP-CE1

Concernant la forme de la brochure, nous avons pris en compte les questions d'ergonomie en respectant la chronologie des séquences et dans les séquences et en cherchant avant tout à faciliter la lecture. Nous avons fait le choix de commencer par une présentation générale de la brochure, suivie d'une présentation détaillée de chaque séquence (correspondant successivement aux deux types de situations didactiques, situations d'action et de formulation). Pour cela, nous avons adopté un mode de présentation commun, en deux colonnes. Une première colonne plus large, à gauche, sur fond blanc, occupe les trois-quarts de l'espace. Elle présente les détails du déroulement prévu pour les séances et l'essentiel des éléments qui permettent de les mettre en œuvre. Cette description principale est accompagnée parallèlement à droite d'une deuxième colonne, plus étroite, sur fond grisé, qui occupe environ un quart de l'espace. Elle présente différents éléments visant à accompagner ce qui est proposé, permettant par exemple d'apporter du recul ou d'attirer l'attention sur certains points de vigilance. De façon simplifiée, la colonne principale (à gauche) vise à présenter les situations elles-mêmes, et la colonne d'accompagnement (à droite) s'attache à la présentation des éléments permettant d'accompagner l'enseignant via des conseils complémentaires. Cette disposition permet différents niveaux de lecture, et autorise les enseignants à ne pas tout lire de manière linéaire. Dans le même but, nous avons choisi de placer certains compléments en fin de document (notamment des éclairages didactiques et des compléments relatifs à la gestion des situations) – il aurait été également possible de les placer au début du document ou au fil de l'eau.

Nous avons aussi fait le choix de ne pas proposer un découpage habituel en séances, mais de présenter des *étapes* bien identifiées, afin de laisser plus de liberté aux enseignants (figure 3). Nous avons retenu un format papier plutôt que numérique. Enfin, des choix typographiques visent à faciliter la lecture (lisibilité, niveaux de titres, couleurs, illustrations, liens) (voir annexe 1).

Concernant le contenu de la brochure, nous cherchons à aider à la mise en œuvre des situations, et notamment à l'exercice d'une vigilance didactique par les enseignants. Dans une précédente recherche (Allard et al., 2019), nous avons identifié cinq éléments constitutifs de l'exercice d'une telle vigilance au cours du processus d'institutionnalisation, dans le cadre de l'enseignement de la géométrie (figure 4) : prendre en compte les productions et les explicitations des élèves ; veiller à faire émerger un discours sur les procédures ; identifier les savoirs à institutionnaliser ; penser l'institutionnalisation en termes d'un processus, qui ne se réduit pas à un moment particulier de la séance, et l'organiser en tant que tel ; veiller à articuler les actions sur le matériel et les connaissances géométriques en jeu – ce qui suppose que l'enseignant soit lui-même au clair sur cette articulation – lors de séances de géométrie, certains enseignants restent centrés sur les aspects manipulatoires de la tâche, au détriment des connaissances visées par cette tâche (Guille-Biel Winder, 2017).

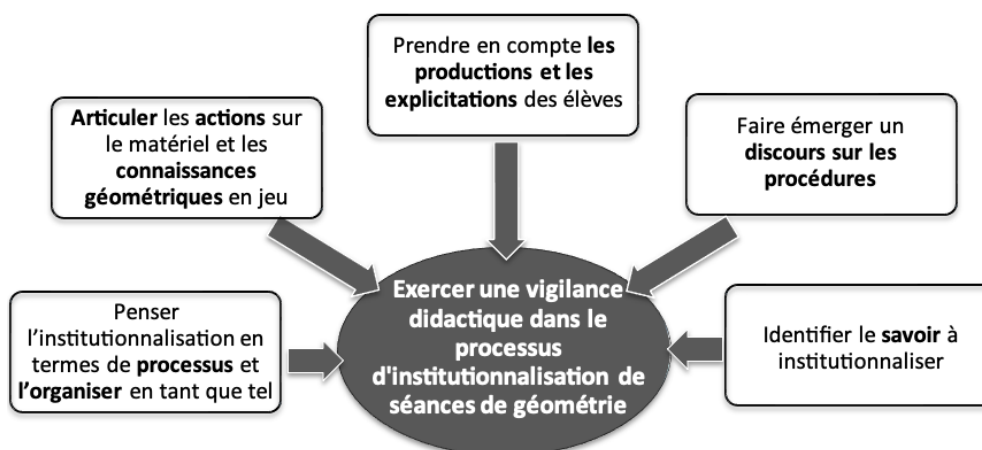


Figure 4. Des éléments constitutifs de l'exercice d'une vigilance didactique dans le processus d'institutionnalisation en géométrie (Allard et al., 2019, p. 310)

Voici, à ce stade de notre travail, comment nous avons cherché à prendre en compte ces cinq éléments (dans une ressource encore en cours d'élaboration).

Prendre en compte les productions et les explicitations des élèves. L'organisation même des séances vise à déclencher la discussion autour des productions des élèves. De plus, la ressource propose des exemples de mises en commun qui partent des productions des élèves ainsi que des appuis concrets pour aider les enseignants à accompagner ces moments, comme l'usage de formulations communes à installer : par exemple, nommer les faces du Pliox « recto/verso » ou « face blanche/face colorée » peut en effet faciliter les échanges. Les conseils donnés s'appuient sur des observations réalisées lors des expérimentations et portent sur l'explicitation de gestes professionnels et notamment sur ceux à mettre en œuvre pour mener un temps de mise en commun.

Veiller à faire émerger un discours sur les procédures. Dans la ressource, des conseils sont donnés à ce sujet et certaines formulations sont proposées visant à verbaliser des gestes précis, par exemple : « Le pliage se fait bord sur bord en ajustant les deux sommets opposés l'un sur l'autre. ». D'autres exemples concernent les décompositions et recompositions de figures : « Deux petits carrés côte à côte forment un rectangle. ». Ces éléments visent à favoriser un travail sur l'explicitation des procédures, en fournissant aux enseignants des exemples précis de formulations sur lesquels ils peuvent s'appuyer. Les discours

proposés permettent en outre de *faire le lien entre les actions sur le matériel et des connaissances géométriques*.

Identifier les savoirs à institutionnaliser. Dans la ressource, les objectifs d'apprentissage sont clairement explicités. Ces objectifs peuvent porter sur des propriétés de figures (par exemple, « Le carré et le rectangle possèdent quatre côtés et quatre sommets. »), sur des relations entre figures (décompositions, recompositions), ou sur le langage associé aux actions. Il ne s'agit pas d'imposer un parcours unique – des marges de manœuvre sont laissées aux enseignants pour qu'ils choisissent les objectifs à travailler, selon le contexte ou le niveau de leurs élèves – mais les objectifs sont indiqués. Des « garde-fous » sont également proposés afin d'éviter certaines formulations inadéquates (par exemple, « Les termes devant/derrière sont à éviter car ils dépendent du point de vue du locuteur. »), et de clarifier les savoirs visés.

Penser l'institutionnalisation comme un processus (non réduit à un moment). Ce point est peu traité dans l'état actuel de la ressource. Si certains moments comme la synthèse ou l'exposition de connaissances sont évoqués, ils sont présentés comme des phases ponctuelles. Or l'institutionnalisation est envisagée ici comme un processus progressif, qui s'élabore au fil des échanges, des retours sur les productions, des reformulations et des phases de structuration. Il s'agit d'un axe de travail à approfondir, en s'appuyant notamment sur les travaux existants sur les difficultés rencontrées par les enseignants à mener ce processus à bien (Allard, 2015).

Ainsi, nous avons élaboré cette ressource en veillant à favoriser l'exercice d'une vigilance didactique par les enseignants. Néanmoins, si certains des cinq éléments présentés au-dessus sont bien pris en compte dans la ressource, d'autres restent à approfondir. Il nous semble important de poursuivre cette réflexion en élargissant notre questionnement à l'ensemble du travail de l'enseignant, et non uniquement au moment d'institutionnalisation. Cela nous permettra de mieux repérer les apports et les manques de la ressource au regard de l'exercice d'une vigilance didactique (que ce soit dans la présentation du déroulement ou dans les conseils annexes donnés dans la colonne), et ainsi d'enrichir son contenu.

III - PRESENTATION DE L'ATELIER

L'explicitation, dans les parties précédentes, des situations didactiques ainsi que de la ressource et de son élaboration permettent d'éclairer les choix que nous avons faits concernant le déroulement de l'atelier comme du document à proposer à l'analyse. Nous revenons sur ces deux points dans ce qui suit.

1 Déroulement de l'atelier

L'atelier, d'une durée de deux heures et demie, réunit douze participants, parmi lesquels quatre ne connaissent pas les situations de reproduction de figure par pliage d'un Pliox.

Après un tour de table de présentation des participants, de l'équipe pluri catégorielle de cette recherche et de l'atelier, les participants sont répartis en quatre groupes de trois personnes (A, B, C et D). L'atelier se déroule alors en deux parties. La première porte sur la (re)découverte des situations didactiques impliquant le Pliox, la seconde vise l'analyse de la ressource à partir d'un extrait de celle-ci. Il nous semble en effet essentiel que les participants possèdent une expérience préalable des deux types de situation didactique leur permettant une appréhension des savoirs en jeu et des enjeux visés (notamment les enjeux de langage partagés), pour qu'ils puissent s'engager dans l'analyse de la ressource. Ainsi la première partie, d'une durée approximative d'une heure, se décompose elle-même en deux temps alternant travail en groupe et discussion collective, chacun correspondant à un type de situation didactique : situation d'action (temps 1), puis situation de formulation (temps 2). L'analyse des productions et retours des participants fait l'objet de la partie IV (les messages réalisés lors du temps 2 figurent en annexe 2).

La seconde partie de l'atelier se déroule sur trois temps. Elle débute par un temps de réflexion en groupes d'une dizaine de minutes, portant sur ce que les participants attendent *a priori* d'une ressource visant à présenter les deux types de situations qu'ils viennent de vivre (temps 3). Les réponses apportées à cette question par les groupes sont présentées dans l'annexe 3 et analysées dans la partie V.1. En collectif, nous présentons ensuite la ressource élaborée ainsi que l'extrait à analyser dans l'atelier (temps 4). Puis cet extrait (annexe 1) est distribué et, toujours par groupes, les participants sont invités à en réaliser une analyse (temps 5). Il s'agit pour eux d'identifier les points positifs du document comme ceux qui leur semblent devoir être modifiés, en précisant leurs raisons. Les participants doivent également expliciter les points d'appui pour les enseignants et ce qu'ils mettraient eux-mêmes en avant en formation, notamment en termes de points de vigilance. De nouveau, leurs propositions doivent être justifiées. Ce temps d'analyse a duré environ quarante-cinq minutes (les analyses réalisées par trois groupes figurent en annexe 4). L'atelier se conclut par une restitution collective des analyses suivi d'un échange avec les concepteurs de la ressource visant à mettre en lien les réflexions produites par les groupes avec celles que notre groupe de recherche a menées tout au long de la conception de la ressource. Les échanges et apports des groupes issus de ces analyses sont présentés et analysés dans la partie V.2.

La figure 5 reprend les grandes lignes du déroulement de l'atelier.

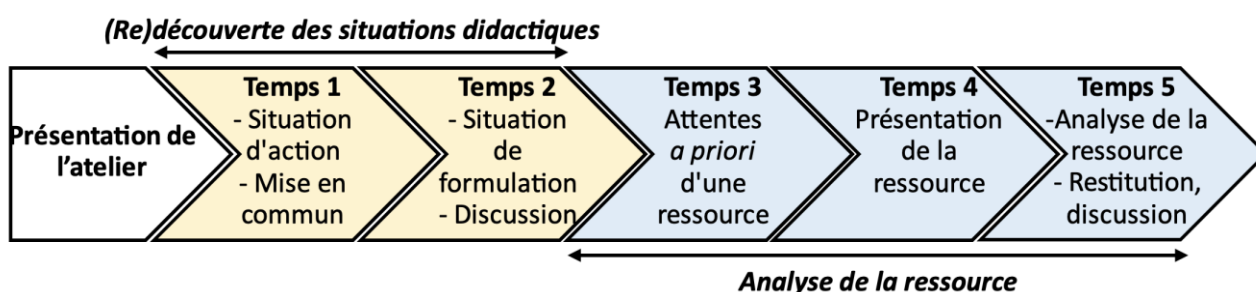


Figure 5. Les grandes lignes du déroulement de l'atelier

2 Choix du document à analyser

L'extrait de la brochure qui a été retenu (annexe 1) porte sur les situations d'action et correspond à une partie du chapitre 2 de la brochure. Il comprend la présentation d'ensemble de la séquence, l'étape 1 et l'étape 2. Les deux autres étapes du chapitre n'y figurent pas car elles reprennent le même déroulement que celui de l'étape 2. La description générale de la séquence est constituée de la présentation du Pliox, des grandes lignes du déroulement de la séquence, des remarques sur la planification du temps, l'organisation de la classe et le matériel à préparer, de l'indication de variables didactiques fournissant des critères sur le choix des figures modèles à reproduire. L'étape 1 concerne l'introduction du Pliox dans la classe. Les expérimentations que nous avons menées montrent en effet à quel point cette étape s'avère importante et sensible⁵. Cette étape se compose de quatre temps : la présentation et l'observation du Pliox dans la classe ; un premier travail d'appropriation du pliage ; la réalisation de son propre Pliox par chaque élève ; un temps de synthèse. L'étape 2 propose une première reproduction d'une figure modèle (la figure modèle 2a) à l'aide du Pliox. Elle s'avère proche de la situation vécue par les participants durant le temps 1 de l'atelier. Elle se déroule selon les quatre temps suivants : présentation et analyse de la figure modèle ; moment de recherche individuel ; mise en commun collective ; synthèse.

IV - (RE)DECOUVERTE DES SITUATIONS DIDACTIQUES

Cette partie présente rapidement les productions et retours des participants concernant les deux types de situation didactique : les situations d'action et les situations de formulation.

⁵ Cette étape correspond à une étape d'appropriation de l'objet et de la situation que les participants n'ont pas vécue dans l'atelier et qui a conduit, comme nous nous y attendions, à des échanges importants avec les participants.

1 Situation d'action (temps 1)

Afin que les participants puissent se confronter aux mêmes tâches que celles proposées aux élèves, ils sont amenés dans ce premier temps de l'atelier à reproduire individuellement des figures modèles avec un Pliox. Deux tâches de reproduction de niveaux différents sont successivement proposées avec les figures modèles 2a et 2c (figure 2). Si la reproduction de la première, qui ne nécessite qu'un pli, est immédiate pour tout le monde, la deuxième demande un temps de réflexion plus long. Pour chacune de ces figures, les participants sont ensuite incités à expliciter leurs manières de procéder, ce qui permet de faire apparaître des formulations spontanées parfois imprécises ou peu mathématiques (« je suis partie du truc d'avant », une participante) et conduit à des échanges sur les questions de langage et de formulations. De fait, la production et le questionnement des formulations sont déjà présentes dans la mise en œuvre des situations d'action, parce que ce sont les formulations qui permettent de décrire les actions réalisées, dans une finalité de communication aussi bien avec l'enseignant qu'avec d'autres élèves.

Après la réalisation de ces deux pliages, nous demandons aux participants d'indiquer les enjeux qu'ils perçoivent dans ces situations didactiques et l'intérêt qu'ils lui associent. Les participants soulignent d'abord l'intérêt des rétroactions ainsi que les dynamiques entre essais, erreurs, analyses et ajustements. La discussion fait ainsi émerger le rôle du Pliox en tant que matériel, utilisé d'abord pour créer les premières expériences de la situation, puis pour valider ou invalider des procédures (rétroaction du milieu), ce qui favorise la possibilité de chercher par essai-erreur. Les compétences nécessaires pour reproduire les figures modèles (analyser les figures planes qui les composent et leurs positions relatives, identifier des pliages permettant de faire apparaître ces figures planes...), ainsi que des variables didactiques sur lesquelles l'enseignant peut s'appuyer (présence ou non des plis sur le Pliox, modèle disponible ou pas, nombre de plis nécessaires, nombre et position relative des figures, le fait que la figure à produire représente ou non une sous-figure de la figure initiale), sont également mises au jour. L'enjeu cognitif de la situation, les connaissances géométriques ou spatiales comme leur mobilisation simultanée, la difficulté et l'intérêt du travail sur les formulations associées aux connaissances langagières (dont celles portant sur le vocabulaire nécessaire) sont explicités, en appui sur les exemples traités. Les participants notent par ailleurs que le fait de pouvoir facilement faire, défaire, refaire, jusqu'à parvenir à une solution, favorise l'enrôlement et limite les risques de démotivation chez les élèves. Enfin ils relèvent des éléments de gestion à prendre en compte, notamment le fait que travailler sur un Pliox orienté de la même manière pour tous permet de comparer ce que chacun fait.

Ce premier temps se termine par la présentation de l'ancrage de la séquence relative à la reproduction de figure par pliage d'un Pliox dans les programmes du cycle 2, applicables en septembre 2025. Le programme insiste notamment sur le fait que l'introduction des notions doit être réalisée en situation, ce que permet précisément cette séquence. De plus, elle favorise l'introduction du vocabulaire de façon progressive et en situation. Au travers du temps 1, les participants acquièrent une première maîtrise des situations de reproduction de figures par pliage d'un Pliox et de ses enjeux avant de vivre une situation de communication.

2 Situation de communication (temps 2)

Dans un deuxième temps, les groupes travaillent sur une situation de communication. Il s'agit d'amener les participants à approfondir leur analyse des connaissances mobilisées et de leurs enjeux, notamment en termes de langage. Toujours par groupes de trois, les participants rédigent un message écrit ne comportant pas de dessin et devant permettre à un autre groupe de réaliser une figure identique à la figure modèle sans l'avoir vue. Chaque groupe est muni d'une figure-modèle et d'une seule feuille A3 sur laquelle il doit rédiger son texte, afin d'inciter d'abord des échanges oraux au sein du groupe avant le passage à l'écrit. Deux figures modèles différentes sont fournies (figure 6), chacune d'elle étant donnée à

deux groupes. Ces deux figures sont de difficultés essentiellement comparables (notamment chacune d'elle peut être réalisée à l'aide de deux plis).

Nous constatons que les textes produits (annexe 2) portent des traces de réflexions, de repentirs et d'ajustements, y compris lors de la phase de finalisation des textes et de passage à l'écrit. Et il est à noter que lors du temps 2, nous observons une procédure commune dans les quatre groupes qui constitue une spécificité intéressante des situations de reproduction de figures par pliage d'un Pliox : la réalisation du message s'accompagne toujours de la manipulation du Pliox. En effet, pendant qu'un des membres du groupe écrit les différentes actions, les deux autres les réalisent, validant ainsi en même temps avec le matériel la pertinence des étapes et celle des formulations écrites – ce que ne permet pas un travail avec papier et crayon.

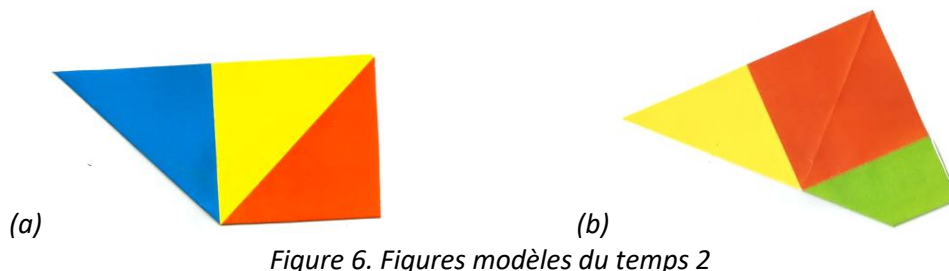


Figure 6. Figures modèles du temps 2

À la fois pour des questions de gestion du temps et parce que les participants ont saisi les enjeux travaillés, nous ne procédons pas à un échange de ces messages entre les groupes, qui aurait permis de mettre ces textes à l'épreuve de la réalisation effective d'une figure. Nous affichons seulement les messages produits au tableau et étudions collectivement les textes proposés. Le moment d'échange qui suit révèle le ressenti des participants. Ceux-ci soulignent en particulier les négociations de formulations qui ont eu lieu au sein des groupes ainsi que la facilité de manipulation du Pliox qui permet d'associer systématiquement la (re)-production des gestes à chaque formulation proposée.

Un bilan conclut cette partie en mettant notamment en exergue : l'interaction constante entre les connaissances géométriques et les connaissances spatiales ; la nécessité de proposer des formulations qui intègrent et prennent en compte ces deux types de connaissances ; le fait que ces situations didactiques accordent une véritable place aux connaissances spatiales ; et enfin le plaisir manifeste ressenti par les participants dans la réalisation des échanges et de l'activité (que l'on retrouve de façon absolument identique du côté des élèves). Nous confirmons finalement certains enjeux didactiques : la nécessité de produire et de mutualiser un langage commun et précis par la construction d'un répertoire de formulations ; l'importance de qualifier complètement les objets géométriques.

V - ATTENTES, ANALYSE DE LA RESSOURCE ET DISCUSSION

La première partie de l'atelier a permis aux participants d'appréhender les différentes dimensions des situations de reproductions de figures avec un Pliox, véritables points d'appui pour analyser la ressource. Nous présentons dans ce qui suit les attentes des participants concernant une ressource à destination des enseignants qui présenterait la séquence relative aux situations d'actions expérimentées, puis leurs analyses de la ressource elle-même (tout au moins d'un extrait de celle-ci).

1 Attentes des participants pour la conception d'une ressource (temps 3)

Les participants sont invités à expliciter, en le justifiant, ce qui leur paraît incontournable dans une telle ressource. Dans l'atelier, nous ne proposons pas une mise en commun de cette réflexion, mais demandons plutôt aux groupes d'en rédiger les principaux éléments, afin qu'ils puissent s'y référer dans la suite – et aussi pour nous permettre de les prendre en compte dans une visée d'amélioration de la ressource. Nous livrons une synthèse des réponses produites par les groupes (présentées dans l'annexe 3).

Les groupes formulent des attentes portant principalement sur le contenu à inclure dans la brochure à différents niveaux, plus que sur sa présentation, sa mise en forme et son ergonomie (alors que ces éléments prendront une place importante dans les analyses ultérieures). On peut faire l'hypothèse que le temps relativement court de cette première phase (dix minutes) ne permet pas d'entrer dans une analyse suffisamment développée pour aller jusqu'à des réflexions sur l'ergonomie, alors que bien entendu, ces éléments sont perçus de façon immédiate dans une confrontation à un extrait.

Seul le groupe A indique que tous les éléments qu'ils ont identifiés leurs semblent incontournables en raison de leur complémentarité, les autres groupes n'abordant pas ce point. On peut supposer que cette réponse pourrait sûrement être partagée par d'autres groupes. Les analyses réalisées par les quatre groupes révèlent en effet la présence d'éléments complémentaires de différentes natures, répondant à des besoins différents mais en interaction entre eux, dont l'articulation rend complexe la tâche d'élaboration d'une ressource.

Ainsi tous les groupes attendent des descriptions détaillées des séances proposées, comprenant des éléments d'accompagnement qui permettent d'assurer la mise en œuvre pratique des séances : le détail des phases ; les activités attendues des élèves et de l'enseignant ; des indications de durées, avec la précision des moments où il est important d'attendre ; des exemples de procédures et de traces écrites ; des formulations explicites de consignes et d'institutionnalisation ; des éléments permettant d'assurer la différenciation, à partir d'une identification et d'une explicitation du rôle des variables didactiques. Les groupes souhaitent également des éléments permettant de construire ou d'élaborer des progressions – progressions internes au sein de la séquence, possibilités de prolongement, ou éléments d'articulation à d'autres types d'activités de géométrie. Ils attendent aussi une explicitation de ce qu'apportent spécifiquement les situations didactiques utilisant le Pliox par rapport à d'autres approches. Tous les groupes désirent en outre des éléments permettant de donner du recul sur les enjeux et les savoirs visés par les situations présentées, en commençant par l'indication des liens avec les programmes. Ils souhaitent aussi des précisions sur la façon dont les savoirs visés sont mis en jeu dans les situations proposées, sur les enjeux didactiques et pédagogiques de chaque phase, ainsi que sur la façon d'établir des liens entre ce qui a été effectué dans la manipulation et les éléments théoriques sous-jacents, dans une progression vers l'abstraction. D'autres éléments sont évoqués de façon plus isolée par certains groupes. Ainsi le groupe B insiste sur l'importance des indications sur le matériel, avec la proposition d'inclure dans la ressource du matériel « prêt à l'emploi » pour en faciliter l'appropriation. D'un point de vue ergonomique, ce même groupe évoque des modes de présentation possibles de la ressource, en souhaitant l'inclusion d'exemples de productions d'élèves, de retours d'expériences vécues en classe, voire de témoignages d'enseignants, et en envisageant qu'une brochure au format papier puisse être accompagnée de parties en format vidéo, afin notamment de présenter des extraits de déroulements en classe ou des simulations numériques. Le groupe C souhaite quant à lui des précisions sur ce qui peut être évalué dans ces situations, ainsi que l'indication d'une progression en termes d'attentes. Enfin le groupe D insiste particulièrement sur des attentes en termes de langage et de formulations, en demandant des exemples de formulations pouvant être produites par les élèves ou proposées par l'enseignant, et en insistant sur l'importance et les moyens d'une construction graduelle du vocabulaire et du langage visés.

2 Analyse de la ressource par les participants (temps 5)

Dans ce dernier temps, les participants disposent d'un extrait de la brochure par personne, plus un extrait supplémentaire par groupe à nous rendre à la fin de l'atelier sur lequel ils peuvent porter des annotations. Ils reçoivent aussi une feuille sur laquelle nous leur demandons de rédiger une synthèse de leurs réflexions (trois feuilles de synthèse, remises par les groupes A, B et D figurent en annexe 4). Les questions posées pour l'analyse sont les suivantes :

Vous avez à votre disposition un extrait de la première version de la ressource.

- *Quels sont, selon vous, les points positifs et ceux à modifier, et pour quelle raison ?*

- *Sur quoi les enseignants peuvent-ils prendre appui ?*
- *Quels manques identifiez-vous et pour quelle raison ?*

Nous rendons compte dans cette partie à la fois des éléments figurant sur les documents qui nous sont remis (feuilles de synthèse et/ou annotations directes de l'extrait, selon les groupes), des éléments mis en avant dans la mise en commun et des échanges qui s'ensuivent.

Contrairement à ce qu'il s'est produit lors du temps 3 (explicitation des attentes pour la réalisation d'une ressource), les analyses produites par les groupes à partir de l'extrait (annexe 4) portent aussi bien sur le fond que sur la forme de la ressource, ces deux dimensions étant par ailleurs souvent mises en relation.

Un nombre important de points jugés positifs

Les participants commencent par souligner les éléments positifs qu'ils ont pu relever. Dans l'ensemble, la brochure leur semble répondre pour une large part à leurs attentes (temps 3). Les groupes pointent de façon unanime l'intérêt des situations proposées ainsi que l'intérêt général de la brochure et la plupart des choix faits pour la présentation. Ils apprécient notamment la présentation en deux colonnes, qui autorise plusieurs niveaux de lecture ainsi qu'une appropriation progressive de la brochure. Ils estiment que la brochure permet effectivement aux enseignants de s'emparer des situations, tout en leur laissant des marges de manœuvre, et qu'elle apporte des éléments de développement professionnel. Les groupes jugent également que la brochure fournit des aides importantes et utiles aux enseignants, correspondant aux apports qu'ils attendent, notamment sous forme d'illustrations, d'exemples de productions d'élèves, de procédures et de traces écrites, mais aussi en proposant des formulations compréhensibles dont l'enseignant peut s'emparer (même si des formulations plus imprécises ou des éléments implicites sont parfois observés), et en explicitant l'appui sur des observations menées dans des classes. Enfin sur le plan de la mise en forme, les groupes apprécient la présence de divers types d'encadrés, proposant plusieurs niveaux de lecture et permettant des approches différenciées, ainsi que l'effort fait pour penser, organiser et classer les informations.

Une fois ces premiers points d'ensemble globalement positifs soulignés, les participants pointent par ailleurs un certain nombre de difficultés et des manques sur lesquels la discussion s'engage. Les échanges se focalisent sur des pistes d'améliorations possibles et les suggestions que les participants peuvent proposer en ce sens. Comme nous l'avons signalé, ces points d'amélioration formulés à partir de la confrontation avec un extrait de brochure, portent à présent à la fois sur le fond et sur la forme, dimensions souvent examinées conjointement et en interaction. Nous y revenons dans ce qui suit.

Des demandes de précision quant à la structuration des séquences

Dans l'ensemble, les participants jugent que la présentation de la brochure est globalement dense. De plus, certains d'entre eux ont fait part de difficultés rencontrées à la lecture des premières pages de la brochure, qui présentent notamment les grandes lignes du déroulement avant d'entrer dans le détail des séances. Selon eux, la compréhension ne devient réellement effective qu'à partir de la section « Introduction du Pliox ». De même plusieurs participants ont indiqué qu'il leur avait été difficile de comprendre, dès le départ, l'organisation générale de la séquence. Le fait d'entrer tout de suite dans le détail de chaque étape, avec beaucoup de précisions, ne leur a pas permis de bien saisir les intentions globales et ils souhaiteraient une première présentation de l'ensemble de ce qui est proposé (la progression de la séquence et les grandes lignes). Les participants proposent alors d'adjoindre une première partie visant à présenter ces éléments globaux à grande échelle avant d'entrer dans des indications à un grain plus fin. En termes de forme, ils suggèrent d'ajouter au début de la séquence un tableau synoptique présentant une vue globale et synthétique de l'ensemble du parcours proposé. Ces remarques amènent à repenser l'ordre de présentation de la brochure. Il est aussi suggéré de faire un saut de page entre certaines parties afin de mieux marquer les changements et rendre l'ensemble plus lisible.

De fait, la rédaction de la brochure n'est pas encore achevée, et il sera plus facile d'introduire cette présentation synthétique une fois que toutes les séances auront été rédigées. Mais l'insistance que montrent les participants sur ce point dans l'échange révèle l'importance que peut prendre cette présentation synoptique et l'aide qu'elle peut apporter pour faciliter l'entrée dans la brochure. On peut aussi penser que ce tableau est important pour des enseignants qui, après une première appropriation, souhaitent se repérer rapidement en engageant une nouvelle lecture.

Notons néanmoins que l'analyse des participants sur ce point prend appui sur une première lecture de la brochure et est soumise aux effets de l'ordre dans lequel ils ont reçu les différents éléments. Or une brochure de ce type ne se lit pas une seule fois, de façon linéaire comme un livre, mais engage nécessairement différentes lectures et relectures qui peuvent avoir lieu la même année ou au fil d'années successives. Par ailleurs les lecteurs et leurs besoins évoluent aussi au fur et à mesure de ces différentes relectures. La conception de la brochure nécessite donc la prise en compte des besoins différenciés et d'une évolution de ces besoins au cours du temps.

Des demandes de clarification du statut des éléments présentés dans la colonne grisée

Les groupes pointent parfois certaines répétitions ainsi que des inhomogénéités dans la façon dont les choses sont présentées dans les différentes étapes. En particulier, après avoir relevé l'intérêt du principe de la colonne grisée, qui présente des compléments en parallèle d'une description pratique des séances, les participants soulignent que les éléments qui figurent dans cette colonne sont de natures extrêmement diverses, et que leurs différents statuts pourraient gagner à être explicités. En effet, cette colonne réunit des éléments qui peuvent être d'ordre mathématique, didactique et pédagogique : compléments mathématiques ; aides pour la mise en œuvre (précisions sur le matériel, indications sur les durées, indications sur le vocabulaire à employer) ; propositions d'alternatives, de variantes, de prolongements, d'adaptations pour des publics particuliers ; justifications des choix effectués ; retours d'expérimentations menées ; conseils ou mises en garde sur des points de vigilance. La variété de ces apports souligne bien les différentes dimensions et la diversité des besoins que peut nécessiter l'exercice d'une vigilance didactique (Guille-Biel Winder, 2025) et nous encourage à poursuivre notre réflexion à ce sujet. Les participants remarquent ainsi que, si tous ces éléments relèvent bien de formes d'accompagnement, et sont placés à juste titre dans la colonne grisée, leur hétérogénéité de natures et de fonctions en rend l'appropriation difficile. Ce point met en évidence la difficulté, précédemment relevée, à mettre en lien des éléments indispensables mais de différentes natures. Les participants proposent alors de chercher un codage ou une signalétique permettant d'identifier de façon plus visible les différents statuts des accompagnements proposés. Ils souhaitent également l'explicitation du statut à donner à cette colonne (est-il possible de mener la séance sans la lire ? Présente-t-elle des éléments dont on ne peut se dispenser, mais que l'on peut lire dans un second temps ?). Enfin les participants ont pointé de façon ponctuelle certains éléments qui gagneraient à être déplacés, de la colonne blanche à la colonne grise ou dans l'autre sens.

Des demandes d'explicitation

Des remarques sont également formulées concernant la présentation des variantes proposées, en particulier les ajustements possibles entre le CP et le CE1. Elles soulignent l'importance d'éclairer toutes les « zones d'ombre » afin de permettre une meilleure appropriation des situations didactiques par les enseignants. Ces demandes portent non seulement sur les adaptations possibles, mais aussi sur le sens et la portée des choix pédagogiques proposés. Dans cette perspective, plusieurs participants ont exprimé le souhait de voir davantage explicitée la plus-value de la séquence, notamment en ce qui concerne l'engagement des élèves et les apprentissages mobilisés, en lien avec l'utilisation du matériel. Une remarque est faite à propos de l'exploitation du verso du Pliox, jugée très riche par les participants, mais

encore insuffisamment développée dans la ressource. Ces éléments mettent en évidence le besoin d'une analyse avec prise de recul pour permettre aux enseignants de saisir pleinement le potentiel didactique de la séquence et de ses différentes adaptations.

Des remarques mettant en lumière des dilemmes de formateurs

D'autres remarques mettent en lumière des dilemmes de formateurs. En effet, alors que certains participants regrettent que les éléments de planification du temps et de l'organisation pratique de la classe ne soient pas présentés de façon plus explicite, d'autres estiment au contraire ce point positif, dans le but de ne pas contraindre trop fortement les enseignants et de permettre des adaptations. Est notamment questionné le choix de présentation sous la forme d' « étapes », constituées elles-mêmes de « temps » successifs, et non sous la forme plus habituelle de séances. Ce choix s'éloignant des habitudes du métier, des participants s'interrogent sur le risque de difficulté qu'il engendre pour des enseignants à s'emparer des situations proposées : présenter les situations en termes habituels de séances et de phases avec un découpage minuté de façon précise peut en effet favoriser des reprises en se rapprochant des questions du métier. D'autres voient en revanche un intérêt à ce choix : celui d'ouvrir des marges de manœuvre en termes de programmation aux enseignants et de permettre une adaptation plus fine des séquences à leurs propres besoins et à ceux de leurs classes.

Des réflexions sur les publics visés par la brochure

Des participants soulignent également qu'en plus des enseignants à qui s'adresse la brochure, un autre public probable et non négligeable est celui des formateurs (académiques ou universitaires ; en formation initiale ou continue). Ces derniers jouent en effet un rôle de relai important dans la transmission et la diffusion de propositions et de résultats issus de la recherche en direction des enseignants. Il est probable qu'un certain nombre d'enseignants découvriront la ressource par l'intermédiaire de formateurs qui les leur présenteront lors de séances de formation et pourront contribuer à sa diffusion en y ajoutant leurs propres accompagnements dans ce cadre. Si notre objectif principal reste que la brochure puisse être lue et appropriée directement par les enseignants, le public des formateurs pourrait également être pris en compte dans la conception de la ressource, par exemple en incluant des éléments et compléments à son intention.

Des discussions sur une étape particulière de la séquence

Enfin, un échange long et intéressant concerne l'étape 1 (présentation et introduction du Pliox dans la classe). De fait, cette étape essentielle vise de très nombreux enjeux, et les expérimentations menées en ont confirmé son importance comme sa spécificité. Les participants soulignent notamment que dans sa présentation actuelle (annexe 1), cette étape mélange des tâches qui visent des enjeux mathématiques (observation et description du Pliox, repérage de l'ordre des couleurs, introduction des plis, introduction de vocabulaire, éléments de synthèse), et d'autres qui ne le font pas (la tâche matérielle de coloriage du Pliox notamment, nécessaire pour permettre à chaque élève une appropriation en réalisant son propre Pliox, mais qui n'engage pas véritablement de savoirs sur le plan mathématique ni sur celui des arts visuels). Une discussion s'engage alors sur l'explicitation des savoirs mathématiques effectivement travaillés dans cette étape, et les moyens de les dissocier du travail de réalisation de l'artefact, en particulier du travail long de coloriage. Les participants identifient en effet un enjeu lié au repérage de l'ordre des couleurs qui pourrait être travaillé de façon plus approfondie. Ils suggèrent alors de conduire les élèves à expliciter des critères permettant de déterminer si un Pliox reproduit est ou non colorié « comme le Pliox modèle ». En effet, la possibilité de faire tourner le Pliox fait que le critère à respecter porte sur des positions relatives : il faut que les couleurs s'enchaînent dans le même ordre lorsque l'on parcourt le Pliox en tournant dans un sens donné (par exemple dans le sens horaire). Il est possible de ramener ce critère à un critère plus simple de positions absolues si l'on choisit de placer l'un des quatre carrés au même endroit que sur le modèle. Les participants proposent alors de travailler ces savoirs liés à

des conditions d'orientation et de position, sous la forme d'une situation didactique de résolution de problème visant à faire placer les quatre couleurs « comme sur le modèle », puis à faire identifier des critères permettant de valider ou d'invalider une répartition proposée. Il serait possible de faire désigner dans un premier temps l'emplacement visé pour chaque couleur par de simples points de crayon ou des gommettes (afin ne pas perdre de temps à ce moment-là sur des tâches de coloriage), et une fois les emplacements validés, de reporter la finalisation du Pliox et la phase de coloriage à des moments de temps libre ou autonome.

VI - SYNTHÈSE ET CONCLUSION

En conclusion, nous souhaitons mettre en avant des éléments de synthèse, d'une part pour souligner les apports des échanges pour l'amélioration de la brochure, et d'autre part pour pointer des éléments plus généraux relatifs à l'élaboration de ressources à destination des enseignants.

1 Apports de l'atelier pour une amélioration de la brochure

Au-delà de l'intérêt reconnu par les participants aux situations présentées et à la brochure, les échanges ont apporté de nombreuses pistes d'amélioration concernant à la fois le contenu, l'organisation et la présentation de la ressource. Nous faisons l'hypothèse que les nombreux retours contribueront à rendre l'outil plus accessible, notamment pour des enseignants débutants ou peu familiers avec ce type de situations. Parmi les principaux points que nous retenons de ces échanges figurent en particulier : l'ajout d'un tableau synoptique pour présenter l'ensemble de la séquence avant d'entrer dans le détail des étapes ; l'organisation d'une progression allant du général au particulier, qui commence par présenter l'intérêt de ces situations avant d'entrer dans des détails plus précis ; le besoin de clarifier les statuts des différents éléments d'accompagnement présentés dans les colonnes grises, qui initialement devaient correspondre aux dimensions relevant de l'exercice d'une vigilance didactique mais qui sont à requestionner ; et enfin l'enrichissement de l'étape d'introduction du Pliox, en distinguant plus clairement ce qui relève d'un enjeu mathématique (qualifier l'ordre des carrés colorés pour reproduire le Pliox), du travail proprement dit de coloriage.

2 Éléments de synthèse sur l'élaboration d'une ressource en général

De façon plus générale, nous retenons des échanges produits dans l'atelier la question des enjeux à prendre en compte dans l'élaboration d'une ressource à destination des enseignants. Dans cette direction, les participants ont souligné qu'il ne peut pas exister une brochure qui serait « idéale » ou « parfaite », compte-tenu de la diversité des publics auxquels elle s'adresse et de leurs besoins, et que chaque choix effectué correspond nécessairement à des compromis. De fait, les échanges qui ont eu lieu au sein de l'atelier se sont souvent rapprochés, voire ont pu parfois reproduire des discussions qui se sont tenues à de plusieurs reprises au sein du groupe de recherche dans l'élaboration de la ressource. Ces échanges pointent des questions auxquelles nous avons-nous-mêmes été régulièrement confrontés, et qui n'ont pas nécessairement de réponses idéales, chaque décision prise dans un sens engageant en général des effets ou des contreparties non souhaités pouvant ultérieurement nous conduire à remettre en question ces premières décisions prises.

La conception effective de la brochure nécessite ainsi des arbitrages fréquents entre plusieurs options divergentes, qui possèdent chacune leurs intérêts et leurs inconvénients propres, et qui peuvent toutes être remises en question pour d'excellentes raisons, tout aussi valables que celles qui ont présidé à leur choix. Ces interrogations émergent dans le cours du travail à partir de questions tout à fait matérielles et pratiques : que choisit-on d'écrire ? De ne pas dire ? À quoi choisit-on de renoncer et pourquoi ? Comment formule-t-on ce qu'on veut dire ? Avec quels niveaux de détails et de précision ? À quel endroit et dans quel ordre place-t-on les éléments que l'on veut présenter ? Tel point particulier peut-il et doit-il venir avant tel autre ou bien après ? Qu'est-ce qui a besoin d'être précisément cadré et qu'est-ce qui peut être

laissé libre ? Où choisit-on de laisser des marges de manœuvre indispensables aux enseignants ? Il s'agit à chaque fois de trouver des compromis, qui ne cherchent pas à viser un « idéal » par nature impossible à atteindre, mais au moins à minimiser ou limiter autant que possible les risques d'effets potentiels non souhaités. Les échanges qui ont eu lieu dans l'atelier peuvent ainsi être articulés avec l'expérience constamment vécue par le groupe de recherche tout au long de l'élaboration de la ressource. Une analyse plus fine de la prise en charge par la ressource de l'exercice d'une vigilance didactique pourrait nous aider à clarifier ce qui est important à dire, à hiérarchiser les contenus et à affiner les choix (Allard, 2019 ; Guille-Biel Winder, Mangiante-Orsola, 2023). Cette piste de travail pourrait nous aider non seulement à affiner notre ressource mais aussi à prévoir un accompagnement des enseignants en formation.

3 De nouvelles questions à propos de l'accompagnement des enseignants

Les analyses, productions et échanges réalisés durant l'atelier confortent une grande partie de nos choix, et viennent nourrir la finalisation de notre brochure tout en enrichissant notre questionnement. Cependant de nouvelles interrogations se font jour à propos de l'accompagnement à prévoir pour favoriser l'appropriation par les enseignants de nos propositions. Les premières concernent l'accompagnement de la ressource : celle-ci se suffit-elle à elle-même ou bien son appropriation par les enseignants nécessite-elle malgré tout une formation ? Si son appropriation est accompagnée par un formateur, celui-ci doit être capable de déterminer et d'explicitier les gestes professionnels spécifiques (par exemple, faire justifier l'identification des objets géométriques), de faire le lien entre les différents enjeux, d'accepter que les enseignants prennent des directions différentes... Or tous les enjeux des situations d'action et de formulation utilisant le Pliox ne sont pas forcément visibles au premier abord pour les formateurs, leur identification pouvant aussi différer selon les personnes. Par ailleurs, au vu de la richesse des situations proposées, les formateurs seront amenés à faire des choix. Faut-il alors apporter d'autres éléments à destination des formateurs dans la brochure, et si oui lesquels ? Cela nous conduit à une deuxième série de questions à propos de la formation. Quelle formation (initiale ou continue) proposer ? Et en quoi un travail sur le Pliox peut-il faire bouger des conceptions ou les représentations de la géométrie et de son enseignement chez les enseignants ? Ces questionnements ouvrent de nouvelles pistes de travail que nous envisageons dans le prolongement de notre recherche.

VII - BIBLIOGRAPHIE

Abboud-Blanchard, M. et Robert, A. (2015). Former des formateurs d'enseignants de mathématiques du secondaire : un besoin, une expérience et une question d'actualité. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 20, 181-206.

Allard, C., Guille-Biel Winder, C. et Mangiante, C. (2019). Étude des pratiques enseignantes en géométrie et des possibilités d'enrichissement de ces pratiques. Dans S. Coppé et E. Roditi (dir.), *Nouvelles perspectives en didactique : géométrie, évaluation des apprentissages mathématiques*, Actes de la 19^e école d'été de didactique des mathématiques (301-328). Grenoble : La Pensée Sauvage.

Berthelot, R. et Salin, M-H. (1999-2000). L'enseignement de l'espace à l'école primaire. *Grand N*, 65, 37-59.

Bilgot, A., Petitfour, É. et Tempier, F. (2024). 50 ans d'activités de la COPIRELEM... et toujours pas la retraite en vue ! Dans C. Guille-Biel Winder (dir.), *Mathématiques et diversité à l'école : aider les élèves, accompagner les enseignants*, Actes du 49^e colloque COPIRELEM (13-24). Paris : ARPEME.

Blanquart, S., Guille-Biel Winder, C. et Petitfour, E. (2024). Knowledge and reasoning in circulation during a situation of figures reproduction by folding. Dans T. Lowrie, A. Gutiérrez et F. Emprin (dir.) *Advances in geometry education, Proceedings of the 26th ICMI study* (313-320). Reims : IREM de Reims.

Brousseau, G., (1998). *La théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Butlen, D., Charles-Pézar, M. et Masselot, P. (2011). Deux dimensions de l'activité du professeur des écoles exerçant dans des classes de milieux défavorisés : installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. Dans

Le travail enseignant au XXI^e siècle. Perspectives croisées : didactiques et didactique professionnelle.
<http://www.inrp.fr/archives/colloques/travail-enseignant/contrib/70.pdf>

Butlen, D., Mangiante-Orsola, C. et Masselot, P. (2017). Routines et gestes professionnels, un outil pour l'analyse des pratiques effectives et pour la formation des pratiques des professeurs des écoles en mathématiques. *Recherches en didactiques*, 2017(2), 25-40.

Charles-Pézard, M. (2010). Installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30(2), 197-261.

Charles-Pézard, M., Butlen, D. et Masselot, P. (2012). *Professeurs des écoles débutants enseignant en ZEP : quelles pratiques ? Quelle formation ?* Grenoble : La Pensée Sauvage.

Duval, R. (1988). Approche cognitive des problèmes de géométrie en termes de congruence. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 1, 57-74.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine*. Berne : Peter Lang.

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, 5-53.

Duval, R. et Godin, M. (2005). Les changements de regard nécessaires sur les figures. *Grand N*, 76, 7-27.

Duval, R., Godin, M. et Perrin-Glorian, M-J. (2005). Reproduction de figures à l'école élémentaire. Dans C. Castela et C. Houdement (dir.), *Actes du Séminaire National de Didactique des Mathématiques 2004* (5-89). Paris : Irem de Paris 7.

Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Éducation et didactique*, 1(3), 47-69.

Guille-Biel Winder, C. (2014a). Étude d'une situation de reproduction de figures par pliage en cycle 2 : le PLIOX. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 19, 103-128.

Guille-Biel Winder, C. (2014b). Une situation de reproduction de figures au cycle 2 : mises en œuvre et analyses Dans S. Coppé (dir.), *Enseignement de la géométrie à l'école : enjeux et perspectives. Actes du 40^e colloque COPIRELEM* (1-15). Nantes : IREM de Nantes.

Guille-Biel Winder, C. (2017). Changement de regard sur les figures. Une étude de cas. Dans T. Barrier, T. et C. Chambris (dir.) *Actes du séminaire national 2016 de recherche en didactique des mathématiques* (188-210). Paris : IREM Paris 7.

Guille-Biel Winder, C. (2021). Impact du langage de l'enseignant sur les relations entre les élèves et le milieu dans une situation d'action en géométrie. *Recherches en didactique des mathématiques*, 41(1), 55-96.

Guille-Biel Winder, C. (2025). *Point de vue systémique sur l'enseignement et la formation des professeurs des écoles en mathématiques : modélisations, analyses, développement de ressources*. Note de synthèse pour l'habilitation à diriger les recherches. Marseille : Aix-Marseille Université.

Guille-Biel Winder C., Blanquart S., Blanchetier E. et Dracos C. (2025). À la découverte de la situation PLIOX du cycle 2 au cycle 3. Dans F. Tempier (dir.), *Mathématiques et diversité à l'école : aider les élèves, accompagner les enseignants. Actes du 50^e colloque COPIRELEM* (57-80). Paris : ARPEME.

Guille-Biel Winder, C. et Mangiante-Orsola, C. (2023). Contribution à l'étude de l'exercice de la vigilance didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 43(2), 199-240.

Houdement, C. et Kuzniak, A. (2006). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 11, 175-193.

Mangiante-Orsola, C. et Leclercq, R. (2014). Étude d'un dispositif articulatif production de ressources et formation continue en géométrie : quels effets sur les pratiques des enseignants ? Dans S. Coppé (dir.), *Enseignement de la géométrie à l'école : enjeux et perspectives. Actes du 40^e colloque COPIRELEM*. Nantes : IREM de Nantes.

Perrin-Glorian, M-J., Mathé, A-C. et Leclerc, R. (2013). Comment peut-on penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? *Repères IREM*, 90, 5-41.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.

Tricot, A., Plécat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A., Lutz, G. et Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. Dans C. Desmoulins, P. Marquet et D. Bouhineau (dir.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain* (391-402). Paris : ATIEF/INRP.

ANNEXE 1 : EXTRAIT DE LA BROCHURE PROPOSE AUX PARTICIPANTS

Présentation générale de la séquence 1

Objectif

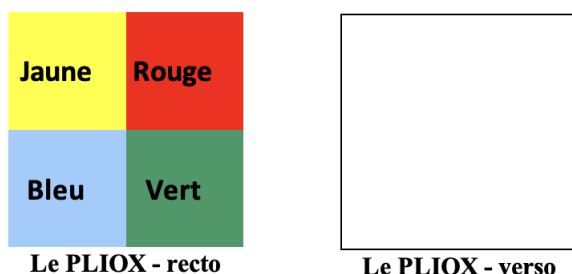
L'objectif de cette séquence est d'amener les élèves à analyser une figure complexe : être capable de **décomposer une figure en sous-figures simples** ou de **recomposer plusieurs figures pour obtenir une nouvelle figure**. Elle permet un travail spécifique sur le carré, mais d'autres figures sont en jeu, notamment des rectangles et des triangles (rectangle isocèle) et quelques autres polygones.

Aucun travail papier/crayon n'est exigé, aucun instrument classique de géométrie n'est utilisé : l'activité est centrée sur l'analyse de la figure pour sa reproduction, et non pas sur le tracé.

Cette séquence peut être proposée dès le CP.

Description

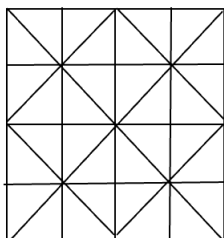
Un PLIOX est un carré de papier présentant sur une face quatre zones également carrées et colorées en rouge, bleu, vert et jaune, zones comme ci-dessous.



Le PLIOX - recto

Le PLIOX - verso

À partir d'un PLIOX, il est possible de réaliser différentes figures colorées selon un ensemble de pliages autorisés. Les lignes de pli possibles sont les suivantes :



La situation PLIOX correspond alors à la situation suivante :

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

Grandes lignes du déroulement

La séquence décrite se déroule en plusieurs étapes.

Dans la première étape, les élèves fabriquent leur propre PLIOX. 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.

Dans les étapes suivantes, les élèves doivent plier leur PLIOX dans le but de reproduire chacun des modèles successivement présentés.

Le déroulement associé à chaque reproduction est identique et se présente comme suit :

Accessibilité universelle. Afin de prendre en compte les élèves ayant des problèmes de vue, il est envisageable d'adapter le Pliox en jouant sur du bigraphisme, par exemple :



Dans ce cas, une double qualification des zones est à envisager, par exemple : vagues/bleu, soleils/jaune, rugueux/rouge, petits pois/vert.

Caractéristiques des lignes de pli.

Les lignes de pli correspondent aux axes de symétrie du carré (ses diagonales et ses médianes, c'est-à-dire les deux médiatrices des côtés opposés), ainsi qu'aux axes de symétrie des quatre carrés de couleur (leurs diagonales et leurs médianes).

- *Temps 1 : Analyse justifiée du modèle présenté (collectif)*
Il s'agit de mettre en évidence certaines figures, leur position, voire leur orientation, ainsi que certaines de leurs propriétés.
- *Temps 2 : Réalisation du pliage (individuel)*
- *Temps 3 : Mise en commun (collectif)*
Il s'agit de rendre explicites des techniques de pliages et de mettre en évidence de nouveaux objets géométriques : des sous-figures à l'intérieur du PLIOX (monochromes ou polychromes), mais également des droites (sous formes de plis) que le verso du PLIOX permet de voir, voire des points.
- *Temps 4 : Synthèse (collectif)*
À partir de la synthèse des constats effectués au cours de l'activité, il s'agit de mettre en évidence certaines propriétés géométriques ou relations entre des figures planes (décontextualisation).

Ce déroulement est détaillé dans la description de l'étape 1.

Planifier le temps et organiser sa classe

Prévoir au moins trois séances pour réaliser les quatre étapes.

L'étape 1 peut faire l'objet d'une séance préalable. On peut alors envisager une deuxième séance comprenant l'étape 1 ainsi que l'étape 2, ou le début de celle-ci. Les différentes phases associées à la reproduction d'une figure modèle (étapes 2, 3 ...) se déroulent sur une plage comprise entre quinze et trente minutes.

Matériel à préparer avant la séquence

Matériel collectif à prévoir pour toute la durée de la séquence : un PLIOX, ainsi que quelques feuilles blanches supplémentaires pour les élèves maladroits ou distraits.

Pour l'étape 1 **en CP**, prévoir pour chaque élève :

- des feutres (ou crayons) de couleur bleue, rouge, verte et jaune ;
- une feuille blanche unie de forme carrée de 21 cm de côté.

Pour l'étape 1 **à partir du CE1**, prévoir pour chaque élève :

- des feutres (ou crayons) de couleur bleue, rouge, verte et jaune ;
- Une feuille blanche unie de format A4.

Pour les étapes suivantes, chaque élève doit être en possession de son PLIOX.

Un PLIOX pouvant s'user rapidement, prévoir quelques exemplaires supplémentaires.

On prévoira également des affiches et quelques exemplaires de PLIOX pour une trace écrite collective¹.

Modalité de présentation de la figure modèle

Deux modalités de présentation de la figure modèle sont envisageables : sous forme d'un PLIOX effectivement plié et accroché au tableau (ou éventuellement disposé sur la table de travail de l'élève), ou bien figure vidéoprojetée.

Rôle de la justification dans les analyses de figure. Demander aux élèves la justification de la reconnaissance d'une figure les conduit à l'explicitation de certaines de leurs propriétés.

Rôle de la verbalisation. Verbaliser ce que l'on voit et expliquer sa procédure conduisent à faire fonctionner le vocabulaire géométrique (notamment carré, rectangle, triangle, sommet, côté, diagonale) et spatial lié à l'orientation ou aux positions relatives des différentes figures (au-dessus de, au-dessous de, à gauche de, à droite de, en haut, en bas). **Veiller à l'usage d'un vocabulaire idoine.**

Durée des différentes phases. Plus on avance dans la séquence, plus les phases de recherche sont courtes, mais plus celles de verbalisation sont longues.

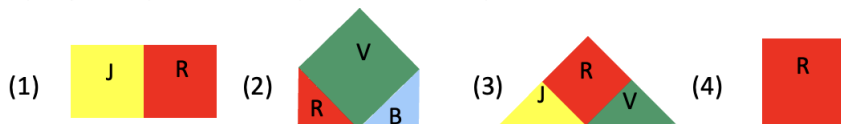
Pourquoi un PLIOX de 21 cm de côté ? Un carré de 21 cm de côté peut facilement s'obtenir à partir d'une feuille A4. Cette taille permet en outre que les figures résultant des différents pliages proposés ne soient pas trop petites ; elles sont même suffisamment visibles lorsqu'elles sont affichées au tableau.

Choix du papier. Préférer du papier grammage normal. Les plis sont trop marqués sur un papier trop épais.

¹ Il est aussi envisageable d'utiliser des « mini-PLIOX » déjà coloriés et à coller pour faire réaliser des traces écrites individuelles.

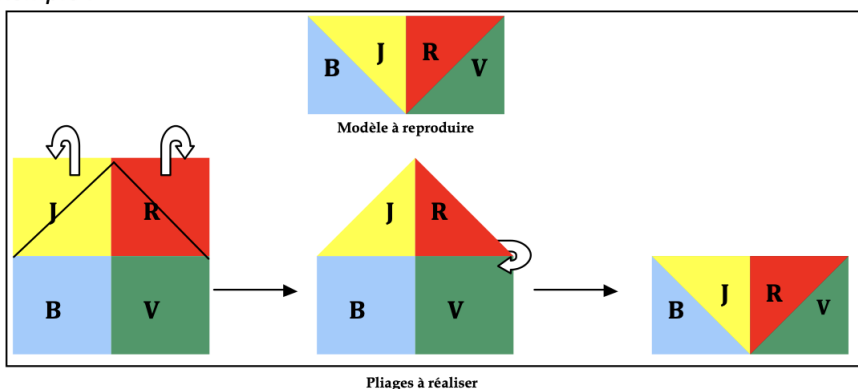
Quelques éléments pour choisir ses modèles

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 sous-figures, leurs positions relatives, ainsi que la position qu'elles occupent interviennent également. Par exemple, le modèle (1) est plus simple à reproduire que le modèle (2), qui nécessite trois pliages ; mais le modèle (3), qui nécessite un seul pliage, est plus difficile que modèle (4), qui en nécessite deux.



Si l'on doit prendre en compte les parties repliées au verso du PLIOX, l'activité est rendue plus difficile.

Exemple :



Enfin, l'activité est plus difficile lorsque que les plis nécessaires à la réalisation du modèle n'apparaissent pas sur le PLIOX.

Étape 1 : introduction du PLIOX dans la classe

Pourquoi cette étape ? Cette étape correspond à une phase d'*appropriation du matériel*. Les élèves prennent conscience que le PLIOX est un carré partagé en quatre zones carrées des couleurs différentes. De plus, le pliage apparaît comme une modalité de reproduction qui sera utilisée tout au long de la séquence.

Durée de l'étape : 25-35 minutes

Temps 1 : Présentation et observation du PLIOX (collectif)

Présenter le PLIOX et l'afficher au tableau durant toute l'activité pour qu'il reste visible, mais à distance.

Après un temps d'observation, faire verbaliser les élèves sur ce qu'ils voient.

Il est possible d'indiquer aux élèves la fonctionnalité du PLIOX : c'est un instrument qui va permettre de réaliser des figures.

Distribuer une feuille carrée unie blanche à chaque élève.

Variante (à partir du CE1) : réalisation du plus grand carré

Proposer aux élèves la résolution du problème suivant : réaliser le carré « le plus grand possible » à partir d'une feuille A4. Puis présenter le PLIOX.

Présentation sous forme de PLIOX plié. Cette modalité permet d'une part la perception des plis déjà effectués, et d'autre part peut favoriser la comparaison de longueur entre le modèle et la figure réalisée.

Présentation vidéoprojetée. Cette modalité facilite la vision (plus grande échelle) et peut permettre de proposer des « figures fausses ». La validation nécessite soit la présence d'une figure modèle effectivement réalisée et placée dans une pochette plastique (pour éviter que les élèves déplient), soit l'usage d'une cordelette pour vérifier les égalités de longueurs.

Importance de l'étape 1. Cette étape s'avère fondamentale dans la fabrication des premiers schémas des pliages. Ne pas la proposer peut alors faire obstacle à la reproduction des premières figures.

Faire verbaliser les élèves sur ce qu'ils voient leur permet d'effectuer une première analyse du PLIOX en vue de sa reproduction. Pour l'enseignant, il s'agit également de faire dissocier vocabulaire de la vie courante et vocabulaire géométrique (par exemple, un sommet d'une figure peut être « en bas », ce n'est pas le cas du sommet d'une montagne).

Temps 2 : Pliages bords sur bords (travail individuel)

Donner la première consigne en montrant comment procéder : « *Nous allons plier le carré en deux, très précisément, comme je vous le montre : vous superposez un côté contre un autre côté. Vous appuyez sur le pli quand vous êtes contents de votre pliage.* »

Les élèves observent d'abord le geste du professeur qui explique en même temps, puis reproduisent le geste.

Les élèves doivent parvenir à un pli bien net. Passer dans les rangs pour vérifier ce premier pliage ; quelques carrés supplémentaires sont nécessaires pour les élèves parfois maladroits ou empressés.

Observations

Le geste est difficile notamment en CP car il faut (avec de petites mains) tenir les côtés et les sommets bien superposés et plier en même temps (un élève observé se sert de son menton) ; mais finalement la très grande majorité des élèves réussit plutôt bien. L'enseignant peut ainsi aider les quelques autres.

Faire remarquer que l'on a bien obtenu un rectangle.

Donner la deuxième consigne en réalisant l'action : « *Vous ouvrez le pli pour revenir au carré. Maintenant vous tournez votre feuille d'un quart de tour et vous effectuez un second pli de la même façon que tout à l'heure.* »

Terminer en faisant remarquer aux élèves que quatre carrés sont apparus sur le PLIOX lorsqu'il est déplié.

Temps 3 (travail individuel) – Coloriage

Distribuer les feutres et demander aux élèves de repérer la position des couleurs d'après le modèle affiché au tableau en réalisant une petite tâche de couleur au milieu de chaque carré correspondant.

Vérifier et faire vérifier, par confrontation visuelle au modèle, 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 !

Après vérification, inviter les élèves à colorier les quatre carrés en respectant le code couleur.

À la fin de cette séance, chaque élève dispose d'un PLIOX identique au modèle et qui porte en outre le marquage de deux plis (*ou de trois plis, dans la variante où on part d'une feuille A4, avec le premier pli en diagonale qui a permis de produire le carré.*)

Observations

Pendant le temps du coloriage, on peut inciter les élèves à garder le grand carré toujours plié en quatre, ce qui permet de ne pas « dépasser ». Si besoin, le temps nécessaire pour terminer le coloriage peut être différé dans la journée.

Temps 4 (collectif) – Synthèse

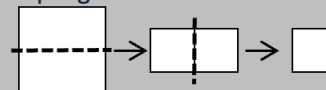
Rappeler le nom de l'instrument construit (le PLIOX) puis revenir sur les différents éléments ci-dessous, en s'appuyant sur les propositions des élèves et en les illustrant sur le PLIOX :

- les relations entre les différentes figures, par exemple : « *Dans un carré, il y a d'autres figures* » ; « *Dans un carré, il y a des carrés plus petits* » ; « *Deux petits carrés côte-à-côte forment un rectangle* » ; « *Les quatre petits carrés forment le grand carré* » ; « *Le pliage en deux parties superposables du*

Les plis qui apparaissent sur le PLIOX correspondent à deux droites qui sont axes de symétrie du carré (les deux médianes). Leur intersection est un point qui correspond au centre du carré. Celui-ci correspondra, après coloriage, à un sommet commun aux quatre carrés de couleur.

Relations et propriétés géométriques

Les pliages successifs



mettent en évidence des relations entre le carré et le rectangle demi-carré, ainsi que certaines propriétés du rectangle et du carré (ils ont quatre côtés, les longueurs des côtés sont égales ou pas).

Des compétences spatiales sont en jeu dans la phase de coloriage. Ce travail nécessite que les élèves situent les zones colorées les unes par rapport aux autres.

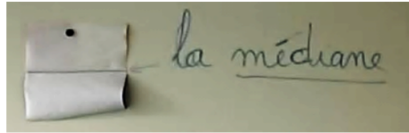
Il faut veiller au respect de la disposition des couleurs sur le Pliox.

Marquage des plis. Les différentes lignes de pli ne sont pas à marquer à cette étape : elles se construiront au fur et à mesure de l'avancée dans la séquence.

grand carré permet d'obtenir deux rectangles » ; « Un carré se partage : en quatre petits carrés identiques, en deux rectangles identiques » ;

- les différences et ressemblances entre carré et rectangle, par exemple : « Le carré et le rectangle possèdent quatre côtés et quatre sommets » ; « Le carré possède quatre côtés de même longueur » ; « Le rectangle possède deux grands côtés et deux petits côtés »
- éventuellement les deux droites qui permettent d'obtenir un rectangle demi-carré à partir d'un carré : la médiane.

Exemple de trace écrite dans une classe de CE1



Étape 2 : reproduction d'un premier modèle par pliage

Pourquoi cette étape ? Cette étape organise la première confrontation à un problème de reproduction de figure par pliage du PLIOX. Pour l'enseignant, il s'agit de s'assurer de la bonne compréhension de la consigne et de ce type de problème.

Durée de l'étape : 15-20 minutes

Temps 1 : Présentation et analyse du modèle 1 (collectif)

Préparer le modèle 1 (en pliant le PLIOX) hors de la vue des élèves, puis l'afficher au tableau.

Modèle 1



En collectif, solliciter des élèves pour dire ce qu'ils voient, ce qu'ils reconnaissent, et pourquoi.

L'analyse peut porter sur les couleurs, les formes et leurs positions :

- présence ou absence de certaines couleurs ;
- identification du contour (un rectangle) ainsi que des deux carrés monochromes ;
- explicitation des positions relatives de ces deux carrés (« Le rouge est à droite et le jaune à gauche. »).

La demande de justification concernant la reconnaissance d'un carré ou d'un rectangle amène les élèves à expliciter certaines des propriétés suivantes : « Tous les côtés du carré sont de même longueur » ; « Un rectangle a quatre côtés » ; « Un carré a quatre côtés (comme le rectangle, c'est une ressemblance !) » ; « Dans le rectangle, certains côtés sont de la même longueur. ».

Temps 2 : Recherche (individuel)

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

Individuellement, les élèves font des essais de pliage et réalisent la figure. Le modèle reste visible mais à distance des élèves.

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.

Différence entre carré et rectangle. À ce stade de la scolarité, le carré n'est pas encore perçu par les élèves comme un rectangle particulier.

Le terme « médiane ». L'emploi de ce terme, même s'il ne figure pas dans les attendus des programmes du cycle 2, s'avère très utile durant cette séquence. C'est pourquoi son emploi est encouragé ici, mais ne doit pas faire l'objet d'une évaluation. La médiane peut y être définie comme une droite qui permet de partager le carré en deux rectangles superposables.

Attention à ne pas réaliser le modèle devant les élèves, au risque de réduire l'activité à une reproduction de geste !

Il n'est pas nécessaire de forcer le regard des élèves. Il s'affinera au fur et à mesure de l'activité.

Formulations. L'analyse conduit à employer des formulations pouvant nécessiter le vocabulaire géométrique et/ou spatial. S'il n'est pas employé par les élèves, ce vocabulaire ou les expressions langagières associées pourra faire l'objet de reformulations de la part de l'enseignant.

Nombre de pliages nécessaires pour réaliser la figure. Il n'est pas indiqué dans la consigne, mais ce premier modèle est choisi de façon que les élèves puissent résoudre facilement le problème : il nécessite un seul pliage selon un pli déjà marqué

Temps 3 : Mise en commun (collectif)

Il s'agit de mettre en évidence *comment* on plie et *sur quoi*.

Solliciter quelques élèves pour expliquer leur procédure à la classe. S'ils n'y parviennent pas, les laisser la montrer et les aider pour la formuler ou apporter du vocabulaire.

La réalisation du pliage en même temps que l'explication peut être effectuée par celui qui explique ou par les autres élèves.

Observation dans une classe de CP

Élève : Je, j'ai, j'ai mis les quatre côtés sur ma table, je l'ai plié, j'ai regardé, j'ai regardé dans quel côté qu'il fallait mettre, j'ai retourné / j'ai plié.

Enseignante : D'accord. Tu as plié quoi ?

Élève : Ben - la feuille.

Enseignante : La feuille, on avait dit que c'était quoi ? (...)

Élève : Un carré.

Enseignante : C'est un carré. Donc tu as plié ton carré//

Élève : En deux.

Enseignante : En deux, d'accord.

Il est également possible de faire expliciter par les élèves les raisons d'une production erronée.

La validation de l'explication est double : sur le fond par la réalisation effective du pliage en parallèle au discours, et sur la forme (le vocabulaire) par l'enseignant.

Temps 4 : Synthèse et conclusion (collectif)

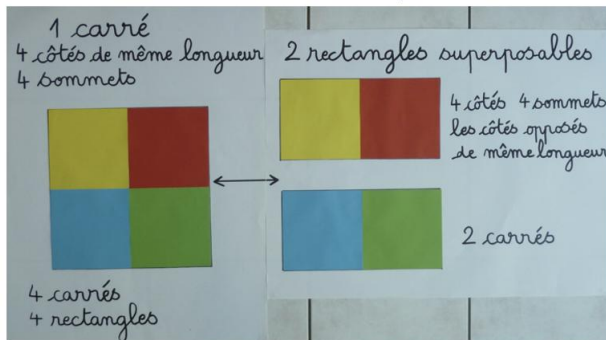
Revenir sur les modalités de pliage.

Reprendre le vocabulaire rencontré : carré, rectangle, côté.

Conclure : « *Quand on plie le carré en deux, on obtient deux rectangles* ». Plier et déplier son PLIOX selon une médiane permet d'illustrer cette observation.

On peut également ajouter : « *Quand on place deux carrés superposables côte à côte, on obtient un rectangle* ».

Exemple de trace écrite réalisée à l'issue de l'étape 2 dans une classe de CP :



Exemple de trace écrite dans une classe de CE1 :

« *Quand on plie le carré quadricolore côté opposé sur côté opposé, on obtient deux rectangles bicolores. On fait un pliage par médiane.* »

lors de l'étape précédente (une médiane) ; il est composé des deux carrés rouge et jaune mis en évidence par coloriage dans l'étape 1.

Élèves sollicités. Les élèves sont choisis par l'enseignant en fonction de leurs procédures et/ou de leurs erreurs.

Nommer les faces. Nommer les faces « recto/verso » ou bien « face blanche/face colorée » peut faciliter la discussion. En revanche, les termes « devant/derrière » sont à éviter car ils dépendent du point de vue du locuteur.

ANNEXE 2 : MESSAGES PRODUITS PAR LES PARTICIPANTS (TEMPS 2)

Deux groupes ont travaillé sur la figure modèle 6a et deux sur la figure modèle 6b. Les messages produits permettent de se rendre compte des modifications et réflexions encore opérées au sein du groupe au moment de leur finalisation.

Messages correspondant à la figure modèle 6a

Groupe 1

- 1) Plier le carré selon la diagonale qui traverse les carrés rouge et bleu
- 2) Placer le carré jaune face à soi
- 3) Rabattre ~~le triangle~~ ^{le triangle} rouge sur le carré jaune selon leur côté commun

Bravo tu as réussi !

Groupe 2

- Plier le carré selon ~~la~~ sa diagonale rouge et bleue.
- Plier le triangle rouge sur le carré jaune, de manière à ~~faire apparaître 3 triangles~~ : un bleu, un jaune et un rouge, dans cet ordre.

Messages correspondant à la figure modèle 6b

Groupe 3

Etape 1 :

- plier le long de la médiane commune aux carrés bleu et vert ~~(côté rouge et bleu)~~

Etape 2 :

- Plier selon la diagonale commune aux carrés jaune et vert (seul la demi diagonale est visible pour le carré vert)

Groupe 4

Plier selon la diagonale « jaune-vert » du 1^{er} carré pour faire apparaître le carré rouge.

Nommer les points A - sommet rouge du triangle jaune
B - sommet vert
C - sommet jaune.

Positionner le sommet B sur le ~~côté~~ milieu du côté (AB) vers l'arrière en la pliant

Dans ces textes, les constructions proposées sont toutes formées de deux pliages. Des éléments de variation, à la fois en termes de procédures et de description apparaissent toutefois. Pour la figure modèle 6a, les deux procédures proposées sont identiques, tandis que pour la figure modèle 6b, elles sont différentes : la deuxième proposition commence par un pliage selon la diagonale, alors que la première proposition le fait dans un second temps. Nous constatons également une réflexion importante sur les choix de formulations, que l'on peut observer sur les photographies par des ajouts, rayures et corrections.

Dans l'ensemble des textes, nous remarquons l'emploi de vocabulaire issu du langage courant (« qui traverse », « rabattre »), ainsi que d'indications spatiales correspondant à des positions ou des orientations (« face à soi », « sur », « vers l'arrière »), mais peu de vocabulaire mathématique (« diagonale », « médiane », « carré » dans tous les groupes ; et de façon plus spécifique, « sommet », « milieu » et « côté » dans le groupe D, qui recourt à plus de notations mathématiques). Nous observons également un appui important sur des éléments de perception visuelle (indication de rétroactions et de contrôles visuels).

Enfin, le groupe 4 a fait le choix d'introduire des noms de lettres pour désigner des points, mais au risque de se tromper dans la désignation. En effet ce message contient une coquille : le groupe a écrit dans la dernière phrase : « Positionner le sommet B sur le milieu du côté [AB] en le pliant vers l'arrière », mais, compte-tenu des notations proposées, il s'agit en fait du milieu du côté [CB] et non [AB].

ANNEXE 3 : ATTENTES DES GROUPES POUR L'ELABORATION D'UNE BROCHURE (TEMPS 3)

Nous utilisons ici une nouvelle désignation des groupes par les lettres (A, B, C, D) parce qu'il ne nous est pas possible d'établir la correspondance avec les productions de l'annexe 2.

Groupe A

- ① - le temps à consacrer pour chaque phase, pour la séance
- ② - Une progression par niveaux
- ③ - Les connaissances ^{en jeu} dans les situations proposées.
- ④ - Une partie explicative ~~de la~~ sur le potentiel du PLOX, et son ancrage avec les programmes
- ⑤ - La liste des variables didactiques et leur effet sur les procédures des élèves.

8. Pourquoi ?

Tout ! 😊

en raison de la complémentarité des éléments cités.

Groupe C

- une progressivité dans les propositions de forme à réaliser (degré de difficulté / en lien avec l'acquisition de concepts et vocabulaire usés).
- Une séance type avec des phases très explicites (consignes, ex de traces / institutionnalisation).
- Préciser les enjeux didactiques et pédagogiques des phases.
- Prolongement possibles : constructions inventées
Respect des contraintes de pliage ?
aux élèves
- A quel moment permet-on de faire le lien entre la manipulation et les notions en jeu ? (les phases de l'abstraction).
- Variables didactiques : nombre de plis limité.
- Comment utiliser le PLOX dans une progression en géométrie ?
- Penser la différenciation.
- L'évaluation : qu'est-ce qu'on évalue ?

Groupe B

- Une partie description précise ^{mais concise} de la mise en œuvre de l'activité, illustrée par des exemples de productions d'élèves ou d'opérations en classe (témoignage d'enseignants?)
 - Différenciation prévue pour chaque étape avec 3 niveaux pour un même objectif.
- Une partie analyse didactique :
- Qu'est-ce qu'apporte la situation ? Pas valide ? par rapport à d'autres approches ?
- Lieu entre cette situation et une progression plus générale (lien avec la construction, tracé des parallèles, etc.)
+ lien avec d'autres activités (pliage)
- Voir pour un format vidéo ou simulation 3DV numérique accompagnant la mise en œuvre
 - Matériel prêt à l'emploi

Groupe D

- Plusieurs procédures
- L'enseignant doit réaliser les plis et de nombreux plis. doit chercher à formuler la succession de plis.
- Décrire les figures obtenues avant la formulation de plis.
- Laisser du temps aux élèves pour formuler (re-formuler) "de formuler"
- Plusieurs formules possibles si les élèves se comprennent.
=> mise en place des voc. et symboles petit à petit accord en situation pour voc. communs. Terme et nom des plis en lien avec les objets géométriques.
- Liste des termes.
ex: "médiatrice du rectangle formé par les carrés blanc et vert"

- Quels attendus au niveau du voc selon les niveaux de classe ?
- Quels liens avec grandeurs et mesures ? Notion d'aire ? Fractions d'aire.

- Progressivité de situation -
- Importance du temps de la situation « en action / réaction » avec aller-retours

ANNEXE 4 : ANALYSE DU DOCUMENT PAR LES GROUPES (TEMPS 4)

Parmi les quatre groupes de l'atelier, trois nous ont remis les fiches de synthèse (A, B et D). Les groupes A et D ont également porté des annotations sur l'extrait de la ressource. Le groupe C a uniquement annoté le document. Nous présentons ici les trois fiches de synthèse, les annotations étant plus difficiles à reproduire.

Groupe A

POINTS POSITIF	A MODIFIER / AJOUTER ?
<ul style="list-style-type: none"> x le paragraphe sur l'écritoir x les éléments dans la colonne grise x les consignes bien détaillées 	<ul style="list-style-type: none"> x Ajouter un tableau pour une vue globale de la séquence, ajouter le terme <u>séance</u> (on s'y perd dans les étapes) x Sortir la fabrication du Pliox pour en faire une séance à part.

- 2) x les modèles donnés et les variables indiquées
- 3) x cf ci-dessus + ajouter les objectifs langagiers, en tant que les rendre plus visibles

Groupe D

on aurait aimé que les el. soient moins guidés pour le coloriage. on aurait laissé les el colorier et se tromper, pour les amener à constater la similitude de deux pliex orientés différemment

consigne: "les couleurs ne sont pas placées au hasard, tu dois respecter leur position les unes par rapport aux autres"

(et on laisse un modèle colorié sur la table pour pouvoir le faire tourner, le manipuler)

"On doit tous avoir le même à la fin, pour la suite c'est important"

la colonne grise à droite: on trouve ça super, ça précise les intentions didactiques au fur et à mesure sans surcharger la lecture.

la présence des illustrations est très appréciée; le détail du pliage...

le 2^e encadré bleu (pourquoi cette étape?) = on ne voit pas l'intérêt de la 2^e phrase - (formuler de manière plus explicite qu'il s'agit de s'assurer de la compréhension des critères de réussite)

Groupe B

- (+)
- + les notes dans la marge grise
 - ↳ ajouter des logos pour distinguer les infos (pratique, didactique...)
 - + Pourquoi cette étape
 - ↳ bien
 - + présence de consignes détaillées pour l'enseignant (bien pour gestion vocabulaire)
 - + Synthèses décrites en détail + mise en commun.
- (-)
- 1^{ère} partie du document "grande ligne du déroulement"
 - Consigne pour la réalisation de Pliox ne sont pas très claires.
 - "en suivant les instructions de l'enseignant pour les pliages" → qu'est-ce qui est attendu.
 - manque une vision synthétique de l'ensemble (tableau, schéma...)
 - ↳ étapes, temps - apporte confusion
 - la variante p. 3 à mettre à part
 - ↳ apporte confusion
 - titres peu explicites (Pliage bord à bord)
 - il faudrait hiérarchiser les infos et proposer un visuel qui permet de comprendre le statut des différentes infos.