

ÉTUDE D'UN DISPOSITIF ARTICULANT PRODUCTION DE RESSOURCES ET FORMATION CONTINUE EN GÉOMETRIE : QUELS EFFETS SUR LES PRATIQUES DES ENSEIGNANTS ?

Christine MANGIANTE-ORSOLA

MCF, Université d'Artois
Laboratoire de Mathématiques de Lens
christine.mangiante@espe-lnf.fr

Régis LECLERCQ

IEN 1^{er} degré
regis-jules.leclercq@ac-lille.fr

Résumé

Notre travail prend appui sur un dispositif visant la production de ressources dans le cadre de séances de formation continue, mettant en place un suivi d'enseignants sur le moyen terme, afin de mieux comprendre comment ils s'approprient des situations directement produites ou inspirées par la recherche et d'identifier des aspects qui facilitent à la fois le processus d'appropriation et la diffusion de ces situations dans l'enseignement ordinaire. Dans cette contribution, nous décrivons le parcours d'une enseignante de CM1/CM2 participant au dispositif de formation. Après plusieurs rencontres de travail, elle nous présente une séance en classe à partir d'un document issu des travaux du groupe Géométrie de l'IUFM Nord Pas de Calais. Le bilan de cette séance soulève un certain nombre de questions à propos des apports possibles pour l'enseignante et amène à concevoir une situation alternative qui sera, à son tour, testée et analysée. Quels sont les éléments issus de la recherche à opérationnaliser dans le but de les adapter aux besoins des enseignants ? En quoi cette séance revêt un potentiel de formation plus important que la première et de façon plus générale aménage un "passage" entre les travaux du groupe Géométrie et les pratiques des enseignants suivis ? Nous concluons en essayant de caractériser ce qui pourrait être désigné par une *situation pour la classe avec objectifs de formation*.

INTRODUCTION

Depuis plus de dix ans, prenant appui sur un petit groupe de professeurs des écoles, enseignants maître-formateurs, volontaires pour tester les activités, un groupe de recherche de l'IUFM Nord-Pas-de-Calais¹ produit des articles et propose des situations pour l'enseignement de la géométrie. Notre travail s'inscrit dans le cadre de ces recherches et les prolonge en interrogeant les possibilités de diffusion dans l'enseignement ordinaire des situations produites (Mangiante-Orsola, Perrin-Glorian, même ouvrage). Dans cette perspective, nous avons conçu et mis en œuvre un dispositif de travail qui articule production de ressources et formation continue auprès d'un petit groupe de professeurs des écoles volontaires. Cette communication vise à étudier comment favoriser ce processus d'appropriation. Nous présenterons tout d'abord notre démarche puis nous analyserons la mise en œuvre d'une situation inspirée par la recherche par l'une des enseignantes impliquées dans le dispositif. Le bilan de la séance observée nous conduira alors à questionner les effets potentiels des ressources produites sur les pratiques des enseignants - pas seulement ceux qui participent à l'élaboration des ressources - et ouvrira des pistes pour l'optimisation des ressources produites. Il nous conduira à repenser la situation initialement produite par la recherche pour

¹ Ont participé à ce groupe J.R. Delplace, R. Duval, C. Gaudeul, M. Godin, B. Keskesa, R. Leclercq, C. Mangiante-Orsola, A.C. Mathé, B. Offre, M. J. Perrin, O. Verbaere.

proposer une *situation pour la classe avec objectifs pour la formation* dont nous proposerons une caractérisation.

I - PRESENTATION GENERALE DE LA RECHERCHE

1 Nos questions initiales

Lorsque nous avons rejoint le groupe en 2008, les chercheurs faisaient le constat que les situations produites par la recherche étaient accueillies favorablement par les enseignants en raison de leur caractère innovant et du manque d'exemples de résolution de problèmes durant les séances d'apprentissage en géométrie, mais chacun s'accordait à dire que ces situations impactaient peu les pratiques habituelles.

Suite à ce constat, nous avons décidé de chercher à mieux comprendre comment les enseignants s'approprient ou non des situations plus ou moins directement issues de la recherche et d'interroger les leviers sur lesquels agir pour améliorer cette appropriation. Notre problématique s'inscrit donc dans un questionnement plus large, celui portant sur la diffusion de résultats de recherche dans l'enseignement ordinaire. Pour aborder cette question, nous faisons le choix d'étudier un dispositif de formation continue visant la production de ressources pour les enseignants.

Ce dispositif, de deux fois neuf heures, a été élaboré et déployé, dans une circonscription du premier degré, sur deux années consécutives. Au cours de la première année, une conférence plénière rassemblant tous les enseignants de cycle 2 et de cycle 3 a permis de présenter des ressources issues de la recherche. Une petite dizaine d'enseignants volontaires (non titulaires du CAFIPEMF²) a ensuite choisi de travailler avec nous, pour élaborer et présenter les ressources produites aux autres enseignants de la circonscription dans le cadre d'un « forum des pratiques³ ». De nombreux allers-retours entre ces enseignants volontaires et les formateurs (conseillers pédagogiques, conseiller TUIC, nous-mêmes) furent mis en place entre les moments de conception et les usages réalisés en classe. En tant que formateurs, nous faisons l'hypothèse que ce travail collaboratif, parce qu'il laisse une certaine marge de manœuvre⁴ aux enseignants et les implique dans la production de ressources, est susceptible de favoriser l'appropriation des situations plus ou moins directement issues de la recherche. En tant que chercheurs, nous faisons l'hypothèse que l'étude de ce dispositif nous donne accès aux conditions d'appropriation par les enseignants de situations inspirées par la recherche. Notre intention est d'étudier ces conditions dans le but d'optimiser les ressources produites.

2 Précisions à propos de notre démarche et des cadres théoriques mobilisés

La théorie des situations de Brousseau (Brousseau, 1998) et les registres des représentations sémiotiques de Duval constituent les principaux appuis théoriques à partir desquels ont été conçues les situations produites par le groupe puis testées dans des classes. Toutefois, notre questionnement porte davantage sur la façon dont les enseignants s'approprient ces situations. C'est pourquoi, nous faisons également appel à la double approche des pratiques (Robert, Rogalski, 2002) et plus précisément à un modèle mis au point dans une recherche antérieure qui nous permet d'analyser l'activité du maître en termes de processus de modifications (Mangiante-Orsola, 2012). Ce modèle distingue trois niveaux : la représentation de la tâche, la redéfinition de la tâche et la réalisation de la tâche, comme l'explique le schéma ci-dessous (figure n°1) :

² Certificat d'Aptitude aux Fonctions d'Instituteur ou Professeur des Ecoles Maître Formateur

³ L'objectif de ce forum est d'échanger autour d'expériences d'enseignement s'appuyant sur des modules de formation continue, durant lesquels des documents ont été produits (progressions, fiche de préparation de séances, activités pour les élèves, etc.) puis mis en commun via le site de la circonscription.

⁴ Nous veillerons à ne pas proposer aux enseignants des situations « clés en mains ».

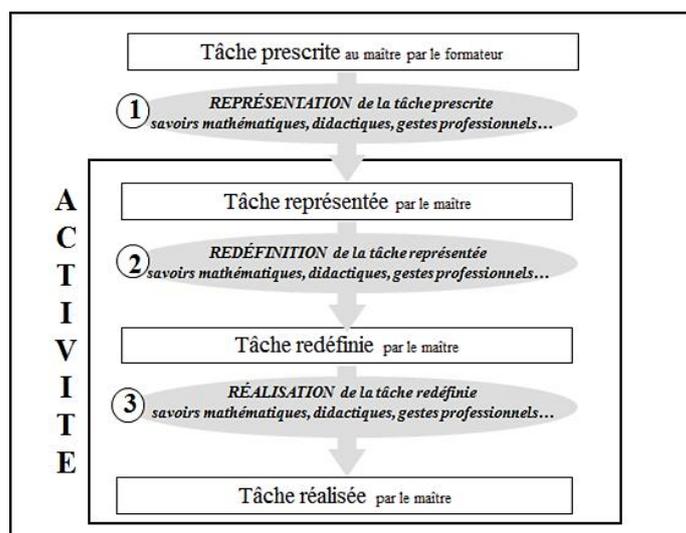


Figure n°1

En amont de l'activité de l'agent, figurent la tâche à réaliser (ce que celui qui a conçu ou qui gère la tâche attend de celui qui va la réaliser) et la tâche prescrite (qui est une formulation de la tâche à réaliser à l'intention de celui qui doit l'exécuter). Analyser l'activité de l'agent à partir de la tâche prescrite consiste à « se demander comment l'agent répond à cette tâche, comment il la transforme, éventuellement, en fonction de ses caractéristiques et de ses propres finalités. » (Leplat 1992, p.24). Selon Leplat, la première des tâches à envisager est la tâche représentée par l'agent. Elle correspond à la question : « Qu'est-ce que vous croyez qu'on attend de vous ? » et dépend, bien entendu, de la tâche prescrite mais aussi du niveau d'expertise de l'agent, de sa connaissance du contexte de travail et de son histoire personnelle. La deuxième de ces tâches est la tâche redéfinie. Elle apparaît comme le résultat d'un compromis entre deux finalités. En effet, l'agent, qui ne peut être considéré comme un simple exécutant, va non seulement chercher à découvrir, à partir de la tâche représentée, la procédure susceptible de lui permettre d'exécuter la tâche telle qu'il se la représente mais il va aussi tenir compte de ses propres caractéristiques, des objectifs qu'il vise à travers l'exécution de cette tâche. Enfin, au cours du travail, la tâche redéfinie s'actualisera pour coller au plus près du contexte et deviendra tâche réalisée à la fin de l'activité.

Nous allons à présent étudier une situation qui n'a pas été directement produite par la recherche mais qui s'en inspire fortement. Elle a été utilisée par une enseignante dans le cadre de notre dispositif et nous allons utiliser le modèle que nous venons de présenter pour analyser les écarts entre le projet initial (la situation issue de la recherche) et sa mise en œuvre. Quelles sont les origines de ces écarts ? En quoi ces écarts sont-ils révélateurs des difficultés de diffusion de cette situation dans l'enseignement ordinaire ?

II - UNE SITUATION DIRECTEMENT INSPIRÉE PAR LA RECHERCHE

1 Analyse a priori de la situation

Mme S. a un cours double CM1/CM2. C'est une enseignante reconnue par l'institution puisqu'inscrite sur la liste des MAT⁵. Mme S. propose très régulièrement des activités de géométrie à ses élèves. Elle a participé à toutes les séances de formation et a déjà testé avec sa classe certaines situations proposées par les formateurs. Au cours de la deuxième année du dispositif de formation, elle accepte de nous recevoir dans sa classe et nous présente, pour mettre en pratique les acquis de formation, une activité de restauration de figure conçue à partir d'un document traitant de ce sujet, élaboré par C. Reydy et téléchargeable en ligne à l'époque⁶.

⁵ Maître d'Accueil Temporaire, enseignant accueillant dans sa classe des étudiants en formation initiale.

⁶ <http://c.reydy.free.fr/jeux-maths-Bazas/Jeux-maths-C3-CReydy/Restauration-de-figures.pdf>.

Le travail du groupe de recherche sur l'enseignement de la géométrie vise à proposer une progression de l'enseignement de la géométrie tenant compte du développement des élèves. Comme le soulignent Godin et Duval en introduction d'un article « *le rapport des élèves aux figures est l'un des points clés de leur entrée dans la géométrie* » (Duval, Godin, 2006). Il s'agit donc pour le groupe de proposer des situations tenant compte de ce rapport aux figures, à savoir la manière de regarder ce qu'elles donnent à voir et de favoriser la déconstruction dimensionnelle. Cela conduit à donner la priorité aux figures 2D (les surfaces) par rapport aux figures 1D (les lignes), à inverser l'approche et l'introduction répandues dans les pratiques ordinaires des concepts de base de la géométrie et de leurs relations. Duval et Godin proposent de travailler sur des situations de restauration (réparation) de figure définie de la manière suivante : une réparation⁷ de figure est une reproduction de figure respectant des conditions particulières : une figure modèle est donnée (en vraie grandeur ou non) ; une partie de la figure à obtenir (appelée amorce) est donnée soit par son tracé, soit par un instrument permettant de reporter des informations 2D⁸ de la figure initiale mais sans donner toute l'information ; on dispose d'instruments variés ayant un coût d'utilisation ; la vérification du résultat obtenu s'effectue à l'aide d'un transparent portant la figure modèle.

Le milieu - au sens de la théorie des situations didactiques - contient la figure modèle sur papier (on peut écrire sur le modèle), l'amorce sur une autre partie de la feuille ou sur une autre feuille, les instruments et leur coût. L'usage des instruments, la variation de ceux-ci constituent des variables didactiques essentielles que les enseignants ne prennent pas souvent en compte. Ce choix d'instruments est corrélé à une règle de coût qui permet à la fois l'autonomie de l'élève et l'observation de ses procédures. Tous les instruments utiles sont en effet laissés à sa disposition pour que celui-ci puisse réussir avec ses connaissances anciennes ; le coût sur les instruments l'incite à chercher d'autres procédures l'amenant à construire des connaissances nouvelles, en changeant de regard sur la figure. Comme pour toute situation de restauration de figure, la tâche de l'élève est d'une part d'analyser la figure modèle, d'autre part d'identifier l'amorce comme une sous figure de la figure modèle, d'utiliser une procédure de réparation à moindre coût, sous la contrainte d'un coût sur les instruments, supposant ainsi de s'appuyer sur les propriétés de la figure en faisant appel à une vision mathématisée de la figure.

La situation choisie par Mme S. s'inscrit dans ces travaux : il s'agit d'une situation de réparation très proche de celle présentée durant la formation-animation à l'ensemble des autres enseignants de la circonscription. Apportons néanmoins une remarque tenant au choix de la figure que Mme S propose à ces élèves (figure n°2) : celle-ci issue du document mis en ligne par C. Reydy contient un alignement de moins que la figure proposée initialement par les chercheurs (figure n°3)⁹. Ce choix conduit alors à moins de sollicitations en terme de prolongement mais davantage en terme de reports de longueurs, sachant qu'un report de longueur peut nécessiter l'usage de deux instruments différents. Les outils à disposition -notamment la réglette informable qui permet de matérialiser une longueur à reporter - sont précisés avec la règle de coût.

⁷ Nous préférons le terme « réparation » car nous le considérons d'une utilisation plus facile en classe. C'est un terme utilisable par les élèves.

⁸Au sens de Duval

⁹ C'est pourquoi nous ne pouvons pas considérer que cette situation est celle produite par le groupe de recherche. Toutefois, elle s'en inspire directement.

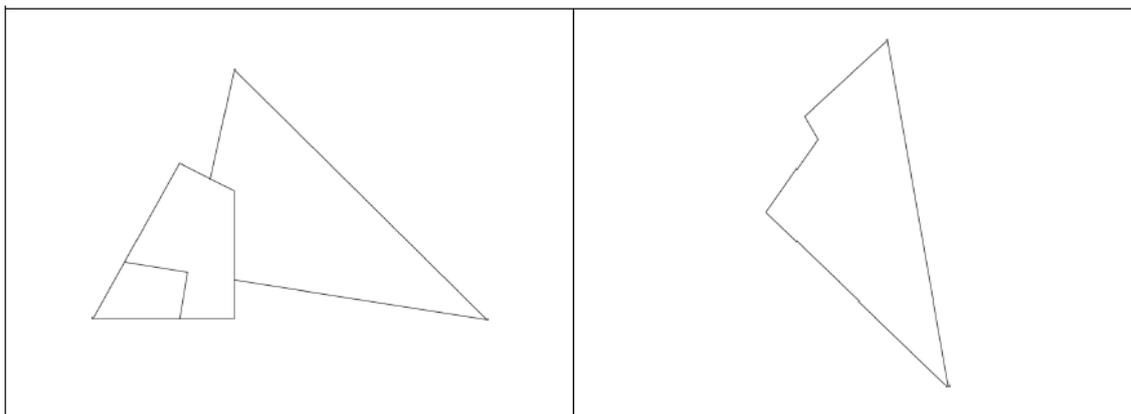


Figure n°2 : figure choisie par Mme S

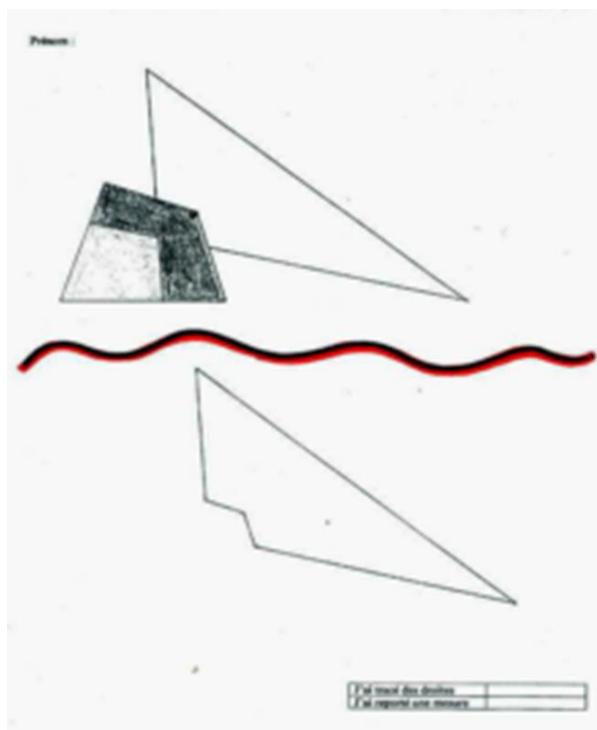


Figure n°3 : figure utilisée dans la situation produite par la recherche

A disposition des élèves : une réglette non graduée dite « informable », une réglette non graduée (plastifiée) permettant de tracer des droites.

Les règles de coût : 0 point pour le tracé d'une droite sur la figure modèle ou l'analyse de la figure, via l'utilisation de la réglette « informable » ; 1 point pour le tracé d'une droite, avec la réglette plastifiée, pour compléter l'amorce ; 3 points pour un report de longueur

2 Analyse de l'activité de l'enseignante

Nous allons à présent utiliser notre modèle d'analyse de l'activité du maître pour tenter d'élucider les écarts créés entre le projet et sa mise en œuvre, écarts ressentis « à chaud » par Mme S. qui, interrogée à la fin de la séance, confiait s'être sentie mal à l'aise face aux réalisations non abouties des élèves. Au travers de notre modèle, nous allons tenter de mieux comprendre les difficultés auxquelles Mme S. a été confrontée : sont-elles dues au niveau des élèves ? Sont-elles imputables à l'enseignante elle-même, à un déficit de formation, à la situation elle-même, ... ?

Pour trouver des éléments de réponses à ces questions, nous commencerons par présenter la tâche prescrite à l'enseignante, son projet (tel que nous pouvons l'appréhender à travers de la fiche de préparation) puis la séance observée en classe.

2.1 Analyse de la tâche prescrite à l'enseignant

La tâche prescrite peut être analysée via l'action de formation-animation que nous avons conduite avec un groupe étoffé d'enseignants au cours de laquelle nous avons proposé un exemple de

situation sans prescription à propos de la mise en œuvre pour la classe. Après avoir présenté les idées clés développées par le groupe de recherche, nous avons proposé un travail en atelier durant lequel chacun des enseignants a pu, d'une part se confronter à des situations de restauration de figure dédiées aux cycles 2 et 3, d'autre part a pu entamer une réflexion sur les actions sur le matériel en lien avec les gestes et les concepts de géométrie.

2.2 Analyse du projet de Mme S.

La fiche de préparation de Mme S. fait apparaître clairement une déclinaison d'objectifs en termes de compétences – comme par exemple « être capable de restaurer une figure en reconnaissant l'amorce comme une sous-figure de la figure initiale ; être capable de percevoir les alignements, de prolonger des lignes droites pour découvrir les points d'intersection ». Des objectifs méthodologiques sont aussi proposés : « savoir prolonger des droites, savoir utiliser les bons outils pour restaurer au moindre coût ». Remarquons d'ores et déjà que si Mme S. a perçu les enjeux de la situation, elle ne semble pas avoir compris que le choix d'un bon outil n'est pas une fin en soi. L'analyse de la tâche attendue (par Mme S. de la part de l'élève) – comme par exemple, lire la consigne et comprendre le tableau de barème, analyser la figure modèle, la figure « amorce », gérer les différences entre la figure modèle et la figure « amorce », dénommer les points des figures, produire puis lire un programme de construction – suppose de la part de l'élève de déconstruire la figure en utilisant un jeu sur les instruments, de développer des connaissances géométriques en lien avec l'usage d'instruments dont l'utilisation est moins immédiate et enfin de gérer simultanément la construction, l'écriture du programme de construction et la mise à jour du coût.

2.3 Analyse des extraits vidéo de la séance observée

La fiche de préparation de Mme S. prévoit un déroulement sous la forme de quatre phases (terminologie employée par l'enseignante). Précisons que Mme S. n'a pas envisagé de découpage de ces phases en sous-phases sauf pour la phase 3. Notre découpage en épisodes suit celui réalisé par l'enseignante mais nous identifions davantage de sous-épisodes.

Le premier épisode, découpé en deux sous-épisodes, est d'une part consacré à la lecture à voix haute par des élèves de la consigne et du tableau de barème et à l'explicitation de la règle de coût d'autre part. Au cours du premier sous-épisode, Mme S. insiste sur la définition de l'expression « compléter la figure » : « Avec vos mots à vous, qu'est-ce que vous allez devoir faire ? ». Diverses réponses d'élèves surgissent : « reproduire la figure ; compléter la figure (l'élève reprend l'énoncé) ; on va devoir refaire une petite partie de la figure ; reconstituer une partie de la figure, un morceau de la figure, la partie manquante ». Mme S. conclut en disant : « on va l'achever, on va la terminer. ». Elle perçoit les enjeux liés à la différence entre les verbes « reproduire » et « restaurer », tente de les expliciter en s'appuyant sur le document de formation mis au point par C. Reydy. Remarquons que celui-ci est un document de formation par conséquent destiné à des enseignants et non à des élèves. Mme S., qui a compris la distinction entre « restauration » et « reproduction », cherche un vocabulaire adapté. Durant le second sous-épisode permettant l'explicitation du coût, l'enseignante a affiché les instruments. Les commentaires sur les outils permettent de dégager que la règle non graduée est utilisée pour « tracer », la règle en papier est requise selon les élèves pour faire des reports de longueurs : « on va faire des petits traits à la longueur. », « on va faire des reports de longueur. », « on va reproduire des longueurs, des mesures. ». Mais nous remarquons sur l'affichage proposé une modification apportée par l'enseignante par rapport à la situation du document rédigé par C. Reydy (et a fortiori la situation initiale). Le coût est donné en fonction des instruments et non plus en fonction du geste mis en œuvre (par exemple, « report de longueur avec la règle de papier » remplace « report de longueur » levant ainsi les ambiguïtés possibles puisqu'en effet, le report de longueur peut nécessiter l'usage de deux instruments : la règle non graduée et la règle informable). Mme S. insiste sur le verbe « reporter ». Un élève indique qu'on a « le droit de faire des petits traits » sur la règle en papier. L'enseignante ajoute qu'on a le droit d'écrire dessus. Pour la règle graduée, l'enseignante précise qu'on mesure. Elle précise « Elle coûte 700 euros, est-ce qu'il faut l'utiliser souvent ? ». Un élève précise « qu'on va dépenser trop de sous ». L'enseignante rajoute « qu'on essaye de

ne pas l'utiliser souvent! ». En ce sens, nous sentons poindre la volonté de l'enseignante de guider les élèves, de ne pas les laisser s'engager dans diverses procédures. Ceci sera confirmé par la suite.

Le second épisode est dédié à l'analyse et l'observation à la fois de la figure modèle et de l'amorce. Un affichage des deux figures est réalisé au tableau sur un grand support uni. Mme S. a pour objectif de faire retrouver l'amorce dans la figure initiale (comme sous-figure initiale) : « *On a dit qu'il fallait finir la figure. Qu'est-ce que vous pouvez dire de ce morceau-là ?* ». Un élève répond « *Il en manque une partie.* ». L'enseignante relance en précisant : « *Observer, regarder, est-ce que vous voyez ce morceau-là dans la figure ?* ». Des élèves fournissent les réponses suivantes : « *Non, il va falloir tourner la feuille!* », « *Elle est à l'envers, celle de droite.* », « *Ben ce n'est pas un triangle.* », « *Elle est retournée* ». C'est bien entendu l'orientation de l'amorce qui suggère ce type de réponses. Mme S. rajoute : « *Si, ce morceau-là est bien dedans, je ne l'ai pas inventé.* », « *On dit qu'on l'a bougé, on dit qu'on l'a orienté différemment.* » ou encore : « *On va déjà essayer parce que je pense que certains pensent que ce morceau-là n'est pas dedans, de repérer cette figure dans celle-ci, qu'est-ce qu'on pourrait faire pour essayer de repérer ?* ». Les réponses fournies par les élèves sont : « *Avec la règle. On va mesurer* », « *On va faire des tracements avec la règle non graduée.* ». Comme ces deux réponses ne font pas avancer vers l'attendu de l'enseignante, elle pose la question : « *Je ne veux pas qu'on la reproduise, je veux juste qu'on repère, ce morceau est où ?* ». Un élève précise : « *Avec notre feuille, on va faire des petits traits pour repérer et après... (Il manipule la règle qui sert de report de longueur, passe de la figure à l'amorce)* ». Mais Mme S. qui n'observe pas suffisamment les gestes de cet élève lui répond « *Non!* ». Un élève rajoute : « *On pourrait retourner la figure et la comparer avec la première.* ». Il vient au tableau et oriente différemment la figure. Mais Mme S. indique « *On pourrait faire cela, mais comme sur la feuille on ne peut pas bouger!* ». Elle finit par conclure par la phrase « *On va utiliser les crayons de couleur, tout simplement* ». Les élèves sont invités à colorier les segments homologues sur l'amorce et sur la figure initiale avec un code couleur précis. La procédure attendue, qui consiste à repérer les segments dans la figure, n'émerge finalement pas. C'est l'enseignante qui l'impose.

Le troisième épisode permet de distinguer la mise en œuvre d'une procédure pour restaurer la figure en dépensant le moins d'argent possible. Il est découpé en deux sous-épisodes qui coïncident avec le déroulement en « sous-phases » envisagé par Mme S. Le premier identifie un travail collectif durant lequel l'enseignante conduit au tableau la recherche d'alignements et de points d'intersection. Mme S. désigne les points présents sur l'amorce puis indique ce qu'il faut rechercher, à savoir trouver les points alignés et les points d'intersection. Certains alignements à partir des points A, L, K, B, I, J et C sont indiqués. La consigne est redite par Mme S. : « *Chaque fois qu'il y a tracé, le noter et écrire son prix* ». Le second sous-épisode couvre le temps de recherche individuel permettant à chacun des élèves de s'exercer à la restauration. Nos observations ont permis de constater combien il est difficile pour les élèves de mener en parallèle la réalisation des tracés, la rédaction du programme de construction et le calcul du coût des instruments. L'observation de la procédure d'un élève -enregistrée sur la vidéo- montre que celui-ci construit en effet plusieurs points sans avoir pris le temps ou ressenti la nécessité de rédiger pas à pas le programme de construction. De plus des problèmes de précision sont soulevés. Sur un autre extrait, des points à « reporter » sont en effet placés de manière approximative puisque les segments supports permettant clairement de les identifier ne sont pas tracés.

Un quatrième épisode est consacré à la correction. La « compétence spécifique » définie par l'enseignante est d'être capable d'exposer sa stratégie. Il est prévu que l'élève qui aura le moins dépensé expose sa manière de faire. Au vu des observations réalisées par Mme S -à partir des productions- et des difficultés exprimées par les élèves, elle omet volontairement ce travail de confrontation et distribue le programme de construction donné dans le document de C. Reydy. Au fur et à mesure qu'un élève montre et réalise les tracés sur le grand support affiché au tableau, les autres élèves doivent réaliser les tracés sur la feuille qui leur a aussi servi durant la recherche individuelle. Nous remarquons que c'est l'outil « règle graduée jaune » classique qui est utilisée pour restaurer la figure affichée au tableau alors que nous faisons le choix de ne pas recourir à la mesure de grandeurs. De plus certains élèves ne parviennent pas à suivre tous les tracés. Enfin l'identification de la figure, une fois les tracés réalisés, pose également souci. En effet, les tracés

successifs pour relier les points et ainsi dessiner la figure obligent à des allers-retours entre l'amorce et la figure initiale et donc d'identifier les droites, segments et points « homologues » dans cette correspondance, ce qui n'est pas facile pour quelques élèves. Cette phase collective permet néanmoins d'introduire du vocabulaire spécifique comme le point d'intersection de deux droites.

2.4 Analyse en termes de modifications de la tâche prescrite.

S'appuyant sur le modèle d'analyse développée en I.2, nos observations permettent de préciser les écarts tant au niveau de la représentation que de la redéfinition et la réalisation de la tâche pour à terme en déduire des informations à propos du processus d'appropriation de cette situation par Mme S.

Commençons par analyser la réalisation de la tâche, c'est-à-dire les écarts entre la tâche redéfinie telle que nous pouvons l'appréhender au travers notamment de la fiche de préparation et la tâche réalisée. Mme S. a des ressentis négatifs à l'issue de la séance : elle n'est pas satisfaite et se dit déçue car la séance vécue ne correspond pas à ce qu'elle espérait. Notre analyse vient confirmer les décalages ressentis. Non seulement Mme S. n'a pu obtenir de ses élèves la rédaction d'un programme de construction mais de plus ces derniers ont été en difficulté dès la restauration de figure. Peu maîtrisent le prélèvement d'informations sur la figure modèle et beaucoup ne parviennent pas à organiser leur travail du choix de l'instrument jusqu'au décompte du coût. De plus, Mme S. éprouve des difficultés à prélever des informations sur l'activité des élèves, à réguler l'avancée du travail et par voie de conséquence à faire évoluer les procédures au moment de la mise en commun. Les origines de ces écarts prennent source à la fois dans la situation elle-même et dans les objectifs fixés trop ambitieux. En effet, non seulement la mise en œuvre de ce type de situation nécessite de la part de l'enseignante la capacité d'analyser les procédures mises en œuvre par les élèves pour ensuite les faire évoluer mais en plus, Mme S. cherche à aller au-delà alors qu'il est très difficile d'amener des élèves non initiés à la restauration de figures. Nous pouvons raisonnablement nous interroger sur de la manière dont elle se représente la tâche qui lui a été prescrite et la manière dont elle l'a redéfinie.

Considérant que la tâche prescrite correspond principalement ici à l'ensemble des injonctions issues de la formation suivie et des ressources utilisées, nous pouvons affirmer, grâce à l'entretien mené avec Mme S juste après la séance, que celle-ci a saisi les principaux enjeux de ce type de situations. Cette absence d'écarts importants peut s'expliquer par le fait que Mme S participe activement au module de formation proposé. Signalons, toutefois, quelques écarts entre la tâche prescrite et la tâche représentée. Tout d'abord, comme l'atteste la fiche de préparation, Mme S n'a pas saisi que la rédaction d'un programme de construction n'était pas une nécessité. Nous pouvons supposer que cet écart est dû à l'interprétation qu'elle fait du document de C. Reydy. Ensuite, nous remarquons qu'elle a prévu dans sa fiche de préparation un tableau de deux colonnes, « j'observe », « je trace », dont le but avoué (au cours de l'entretien) est d'aider les élèves à organiser leur réflexion (prise en charge par anticipation des difficultés des élèves). Manifestement, elle n'avait pas perçu que le tableau prévu ne serait pas une aide. Mais pouvons-nous vraiment affirmer que ces deux écarts majeurs avec la situation initiale (celle décrite dans le document de C. Reydy) soit uniquement le fait d'interprétations non pertinentes de la part de Mme S. Nous devons analyser les écarts créés entre la tâche représentée et la tâche réalisée.

Comme l'explique Leplat, l'agent, qui ne peut être considéré comme un simple exécutant, va chercher à découvrir la procédure susceptible de lui permettre d'exécuter la tâche telle qu'il se la représente mais il va aussi tenir compte de ses propres caractéristiques, des objectifs qu'il vise à travers l'exécution de cette tâche. Ici de nombreux éléments tendent à montrer que c'est au niveau de la réalisation de la tâche que le processus de modifications a été principalement initié : dès la rédaction de la fiche de préparation, cherchant à minimiser la prise de risques, Mme S. modifie le projet initial en fonction de l'idée qu'elle se fait de ses compétences et de celles de ses élèves. Parmi les écarts introduits par l'enseignante, citons tout d'abord le déroulement de la séance qui prévoit une analyse collective de la figure à restaurer, au cours de laquelle elle conduit une phase dédiée à la monstration des alignements et qui par voie de conséquence modifie la tâche de l'élève en la

simplifiant grandement. Une autre modification importante apportée au projet initial est la mise à disposition des élèves du tableau « j'observe »-« je trace » destiné là encore à aider les élèves en prenant en charge (du moins du point de vue de Mme S.) le lien entre chaque propriété de la figure à identifier et une action à réaliser. A travers l'affichage elle tente encore de simplifier le travail de l'élève en clarifiant les règles de calcul : à un instrument est associé un coût, grâce à l'affichage des instruments. Notons toutefois que son intention d'amener les élèves jusqu'à la rédaction d'un programme de construction échappe à ce raisonnement et que ce choix est probablement dû en partie à son interprétation du document qui va de plus dans le sens des attentes des programmes. La correction est elle-même très directive.

Pour conclure, la mise en œuvre de cette situation qui synthétise une grande partie des travaux du groupe de recherche, à savoir la restauration de figure, le jeu sur les instruments et le langage sous-jacent, se révèle une tâche complexe pour l'enseignante, de sa représentation à sa réalisation. De plus son adaptation au niveau des élèves est laissée à sa charge.

III - UNE SITUATION POUR LA CLASSE AVEC OBJECTIFS DE FORMATION

1 Conception d'une nouvelle ressource pour les enseignants

Si le bilan de la séance menée par Mme S. semble peu encourageant quant aux possibilités de diffusion de situations de restauration dans l'enseignement ordinaire, son analyse nous ouvre toutefois des pistes pour l'élaboration d'une nouvelle ressource pour les enseignants. Nous faisons en effet l'hypothèse qu'une étude préalable de l'activité du maître en termes de niveaux (représentation-redéfinition-réalisation de la tâche) constitue une aide à la conception de situations plus adaptées à l'enseignement ordinaire. Cette partie vise à mettre à l'épreuve cette hypothèse par l'analyse d'une nouvelle ressource conçue dans le cadre de notre dispositif de travail.

Nous référant à la conclusion de la partie précédente, nous retenons que les principaux écarts constatés entre nos attentes¹⁰ et la séance menée par Mme S. trouvent leur origine dans la redéfinition de la tâche et sont initiés par anticipation de la réalisation de la tâche. En effet, c'est parce qu'elle a conscience des difficultés de mise en œuvre de cette situation que l'enseignante fait le choix de les limiter en prévoyant un guidage fort du travail des élèves. Ainsi l'étude de la séance observée chez Mme S. complétée par l'analyse a priori de la situation nous conduisent à souligner le niveau de complexité de la mise en œuvre du projet tel que prévu initialement et la nécessité de faciliter le travail de l'enseignant.

En outre, dans la perspective d'une diffusion plus large de cette ressource, via le site de la circonscription, nous devons veiller à clarifier nos choix pour espérer que ceux-ci soient compris même de la part d'enseignants n'ayant pas participé à la formation (et ainsi limiter les écarts créés au niveau de la représentation de la tâche).

Ainsi, pour réduire les décalages entre le projet des formateurs/chercheurs et la séance effective, nous cherchons à améliorer la lisibilité de la démarche tout en facilitant la mise en œuvre de la situation. Nous faisons ainsi l'hypothèse que cela permettra non seulement de limiter les écarts au niveau de la représentation et de la réalisation de la tâche mais que de plus l'enseignant étant plus en confiance, il sera moins tenté de s'écarter du projet initial via la redéfinition de la tâche.

Dans cette perspective, nous faisons le choix de concevoir des *situations pour la classe avec objectifs de formation*, c'est-à-dire des situations permettant à l'enseignant de mieux comprendre les enjeux de notre démarche et les choix qui sous-tendent les situations proposées. Pour cela, nous cherchons à concevoir des situations relativement faciles à mettre en œuvre et donnant la possibilité à l'enseignant d'être suffisamment en retrait pour observer les procédures de ses élèves.

¹⁰ En tant que formateurs et chercheurs participant au groupe de recherche sur l'enseignement de la géométrie.

L'une des conséquences de ce choix est que nous ne pouvons proposer une seule et même séance pour introduire la restauration de figure, le jeu sur les instruments avec instauration d'un coût, la nécessité d'articuler action sur le matériel et concepts géométriques...etc...Nous préférons concevoir plusieurs situations visant une intégration progressive d'éléments nouveaux dans les pratiques. La séquence ainsi conçue est constituée de quatre situations de restauration présentant chacune un objectif spécifique de formation.

La première situation est une situation de restauration avec gabarits. Son objectif d'apprentissage est la prise en compte par les élèves de propriétés de la figure à restaurer (il s'agit ici d'alignements) et son objectif de formation consiste à donner la possibilité aux enseignants d'observer comment une situation de restauration jouant sur les instruments¹¹ mis à disposition peut amener les élèves à exercer leur regard sur une figure jusqu'à en découvrir les propriétés à utiliser pour la restaurer.

La deuxième situation permet de réinvestir le travail effectué au cours de la première situation tout en introduisant un premier jeu sur les instruments que l'enseignant devra gérer. La figure modèle est différente de la précédente mais possède les mêmes propriétés (deux côtés des triangles sont portés par les diagonales du quadrilatère-cadre). La tâche de l'élève consiste là encore à restaurer la figure mais il lui est de plus demandé de choisir parmi plusieurs instruments possibles. L'objectif visé pour la formation est d'amener l'enseignant à faire formuler par les élèves les procédures mises en œuvre pour ainsi commencer à utiliser l'activité des élèves pour mettre en lien, via le langage, actions sur le matériel et concepts géométriques.

La troisième situation permet de franchir une étape supplémentaire. La figure choisie peut être restaurée selon deux types de procédures (soit grâce à un report d'angle droit, soit grâce à un report de longueur). Comme dans la situation précédente, l'enseignant est encouragé à faire verbaliser, expliciter par les élèves la procédure utilisée mais ici l'instauration d'un système de coût sur les instruments incite les élèves à rechercher la procédure la moins coûteuse. L'objectif est de montrer aux enseignants que le choix d'un instrument est révélateur de l'analyse faite par l'élève de la figure. Par exemple, ici, le choix d'une équerre non graduée (gabarit d'angle droit par exemple) pour compléter la figure devra être interprété par l'enseignant comme la prise en compte par l'élève d'angles droits de la figure (celui du cadre ou celui d'un des triangles).

Enfin, parce que nous tenons à prendre en compte les attentes des enseignants, nous prévoyons une quatrième situation visant la rédaction d'un programme de construction. Pour atteindre cet objectif l'enseignant pourra prendre appui sur les formulations attendues des élèves lors des séances précédentes.

Outre la présentation de ces quatre situations, la ressource fournit aux enseignants des indications pour leur mise en œuvre (le matériel à prévoir, les grandes lignes du déroulement, les documents à reproduire pour les élèves...) et des encadrés de couleurs apportent des informations complémentaires à propos du choix des situations, une analyse des procédures pouvant être mises en œuvre par les élèves mais aussi des éléments susceptibles d'aider les enseignants à prendre du recul par rapport à la situation vécue pour se donner des outils de travail en partie décontextualisés¹².

Dans la suite de ce texte nous allons restreindre notre analyse à la première situation de cette séquence.

¹¹Il est précisé dans la ressource que le mot « instrument » peut désigner une bande de papier, un gabarit, une règle non graduée.

¹²Trois types d'encadrés de couleurs différentes. Sous l'intitulé « pour mieux comprendre notre démarche », nous explicitons par exemple, la différence entre « reproduire » et « restaurer » une figure (qu'est-ce que cela change pour l'élève ? qu'est-ce que cela change pour l'enseignant ?). Sous l'intitulé « pour mieux observer les procédures des élèves », nous présentons par exemple, des gestes à observer significatifs de la prise en compte de certaines propriétés de la figure. Sous l'intitulé « des outils de travail pour l'enseignement de la géométrie », nous proposons par exemple, un tableau récapitulatif des règles à respecter pour la rédaction d'un programme de construction.

2 Analyse a priori de la première situation

Le point de départ de l'élaboration de cette progression est une figure issue du document de Carine Reydy utilisé précédemment par Mme S. (figure n°4).



Figure n°4

Celle-ci nous suggère de l'utiliser car elle l'a testée en classe auprès de ses élèves et a constaté moins de difficultés de mise en œuvre. Cette figure est constituée d'un quadrilatère et de segments dont certains sont portés par les diagonales. Deux types de procédures peuvent être envisagées pour la restaurer à partir de l'amorce donnée : dans les deux cas, il s'agit de tracer les segments situés sur les diagonales pour ensuite procéder soit par report de l'angle droit, soit par report de longueur et ainsi tracer les segments manquants (figure n°5).

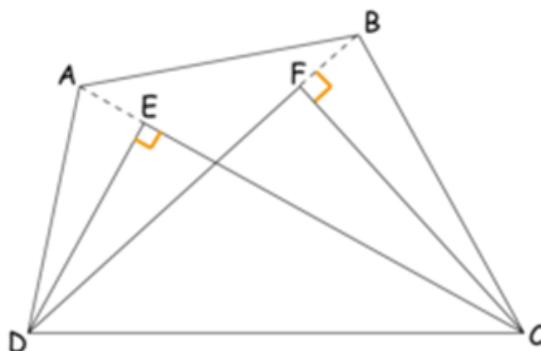
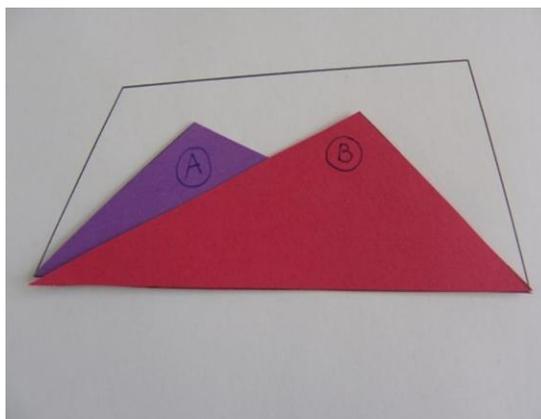


Figure n°5

L'existence de ces deux types de procédures présente un intérêt en termes de potentialité d'apprentissages : la nécessité du choix d'un instrument permet d'exercer l'élève à utiliser les différentes propriétés d'une figure mais la mise en œuvre de ce jeu sur les instruments constitue une difficulté pour l'enseignant. En effet cela nécessite d'identifier et d'utiliser l'articulation entre actions sur le matériel et concepts géométriques en jeu. Cela nous conduit à renoncer à utiliser cette figure et préférons en choisir une autre de même allure mais sans angle droit (figure n°6). Nous conservons la même consigne et le même type d'amorce (le quadrilatère cadre) mais nous prévoyons un déroulement en trois phases (nous précisons par la suite les raisons de ce choix).

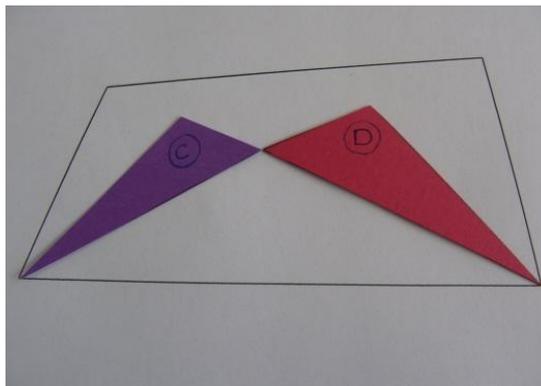
Première phase : reproduire la figure modèle à partir des gabarits A et B.

La procédure attendue consiste à réaliser un assemblage par superposition des gabarits pour ensuite en tracer les contours.



Deuxième phase : reproduire la figure modèle à partir des gabarits C et D.

La procédure attendue consiste à placer les deux gabarits en faisant coïncider certains sommets (des sommets des gabarits avec des sommets du quadrilatère « cadre » et deux sommets des gabarits entre eux) pour ensuite effectuer des tracés. Pour ce faire, les élèves peuvent soit utiliser les gabarits (tracer leur contour) soit prendre en compte certains alignements (tracer des lignes). Il s'agit alors de placer dans le prolongement un bord de C avec un bord de D (deux possibilités) pour ensuite placer la règle le long d'un bord et posée au-dessus de l'autre et tracer.



Troisième phase : reproduire la figure modèle à partir des gabarits C et E.

La procédure attendue consiste à placer le gabarit C en faisant coïncider l'une de ses pointes avec un sommet du quadrilatère et le faire pivoter jusqu'à ce qu'un de ces bords coïncide avec la diagonale. Le placement du gabarit E nécessite le recours à la deuxième diagonale.

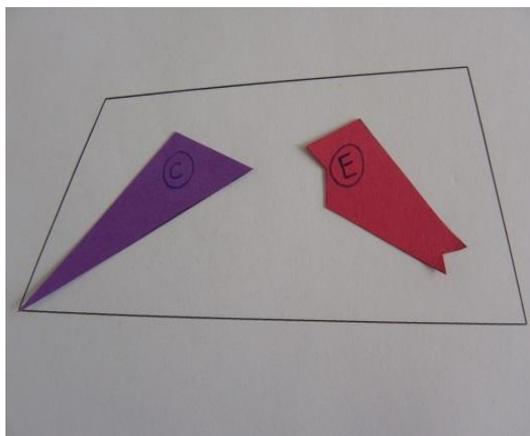


Figure n°6

Ces trois phases manipulatoires ont pour objectif d'amener l'élève à exercer son regard sur la figure pour en identifier les propriétés. A chaque étape, il devra, à partir d'un agencement de gabarits, tracer le contour des formes situées à l'intérieur du quadrilatère « cadre » mais le choix des gabarits à disposition organise le travail de l'élève. Lors de la première phase, il lui suffit de positionner les gabarits par rapport au cadre et l'un par rapport à l'autre. La seule véritable difficulté réside dans l'organisation des tracés et la nécessité de soulever un gabarit pour voir apparaître l'autre en entier. La deuxième phase devrait amener les élèves à prendre en compte certains alignements (alignement de segments correspondants aux bords des gabarits). A ce stade rien ne contraint les élèves à utiliser le positionnement de certains segments sur les diagonales, mais le recours à la règle non graduée peut amener les élèves à constater l'alignement des deux bords avec un sommet du quadrilatère. Dans la troisième et dernière phase, la forme du gabarit E empêche de faire coïncider certains sommets et nécessite la prise en compte des diagonales. Au fil

de la séance, le prolongement de segments et la perception de l'alignement se révèlent déterminantes pour la réussite des tracés attendus.

Il convient de souligner ici, que comme pour toute restauration de figure, cette situation suppose une analyse de la figure modèle et de l'amorce donnée mais que cette analyse est progressive, induite par les trois étapes. En effet le choix des gabarits conduit peu à peu l'élève à faire appel à une vision « plus mathématisée » de la figure, la propriété de la figure doit « surgir » sous le regard des élèves. Du moins, nous en faisons l'hypothèse.

Pour chacune des trois étapes, la tâche de l'enseignant consiste à dévoluer la tâche, observer les procédures des élèves et à faire une synthèse des procédures utilisées.

3 Analyse a posteriori

Nous avons testé cette situation dans la classe de Mme S', enseignante de CM1 qui a assisté l'année dernière à une formation sur l'enseignement de la géométrie mais qui ne fait pas partie du groupe impliqué dans la production de ressources. Le document présentant une nouvelle progression lui a été remis une dizaine de jours avant la séance. Dans cette partie nous cherchons à mettre en évidence les écarts entre le projet et sa mise en œuvre pour ensuite analyser l'origine des décalages constatés.

3.1 Identifier les écarts entre le projet et sa mise en œuvre

Cinq minutes suffisent à Mme S' pour effectuer la passation de consigne et distribuer le matériel.

« Vous avez tout en haut une figure modèle, prenez le temps de la regarder. Et au-dessous, vous voyez qu'on a commencé à la reproduire, on a commencé à la tracer mais de façon incomplète. Donc, vous, votre travail, ça va être de poursuivre le tracé. [...]

Laissez vos règles tranquilles. D'ailleurs, on n'en a pas besoin, vous allez les ranger. [...]

Alors, pour vous aider dans ce travail, je vais vous donner des petits gabarits. On va les découper proprement et grâce à ces gabarits, on va poursuivre le tracé. »

Pendant la recherche individuelle l'enseignante observe les procédures des élèves, s'étonne de difficultés de positionnement des gabarits pour deux élèves et relève qu'un groupe a eu besoin de tracer le bord du gabarit caché sur le gabarit apparent avant d'effectuer les tracés sur la figure amorce.

Lorsque l'enseignante qui circule dans les rangs constate que tous les élèves ont réussi à reproduire la figure, elle donne la consigne de la deuxième étape sans faire de synthèse : « on a la même figure modèle, il faut continuer le tracé mais avec d'autres gabarits »

Le temps consacré à cette deuxième étape est plus long. De nombreux élèves utilisent la perception (certains procèdent par translation du gabarit de la figure modèle à l'amorce à compléter), positionnent un gabarit puis l'autre. Certains élèves cherchent à faire en sorte que « les coins se touchent ». Au bout de 7 minutes l'enseignante se rend compte qu'elle a oublié de distribuer la règle non graduée. A ce stade de la séance la plupart des élèves ont effectué les contours des gabarits. Certains néanmoins (mais une minorité) utilisent la règle pour réaliser des tracés plus précis (ils gomment en partie les contours et les retracent à la règle). Ce faisant, ils utilisent l'alignement de façon implicite. Là encore, aucune synthèse ne vient clore cette étape.

La troisième étape constitue le véritable enjeu de la séance puisque c'est à ce moment-là que les élèves doivent utiliser les diagonales du quadrilatère.

De nombreuses minutes sont nécessaires aux élèves pour chercher à disposer les gabarits. Certains élèves utilisent encore la perception, d'autres tentent de les juxtaposer (il est vrai que le découpage des gabarits grignotés le permet), beaucoup sont en difficulté et il devient alors nécessaire de rappeler aux élèves qu'ils ont une règle à leur disposition, qu'ils peuvent la positionner sur le bord des gabarits et observer. Peu à peu la procédure experte se diffuse dans la classe et une majorité d'élèves parvient à restaurer la figure. Néanmoins certains élèves continuent à positionner les gabarits en utilisant la perception. D'autres positionnent la règle en utilisant les diagonales mais sont incapables de dire qu'ils prennent en compte un sommet. L'enseignante

constate que l'utilisation de la règle lors de l'étape 2 était déterminante pour la réussite de l'étape 3.

Pour effectuer la phase de synthèse, celle-ci a prévu un rétroprojecteur et des transparents sur lesquels la figure modèle et l'amorce sont reproduites. Elle sollicite plusieurs élèves qui viennent à tout de rôle exposer leurs procédures dont Léa qui a tracé les diagonales du quadrilatère.

M: « *Qu'est-ce que tu as remarqué ?* »

E: « *Quand on a dit qu'il fallait poser sa règle sur la figure modèle, j'ai remarqué que ça faisait une croix ici.* » [...]

M: « *Ca faisait quoi ?* »

E: « *Ca fait une diagonale* »

M: « *Ca fait une diagonale, un segment qui joint les angles opposés, l'angle ici et là, on les a rejoint par un segment.* »

Pendant que Léa trace les diagonales sur le transparent, l'enseignante invite l'ensemble de la classe à anticiper la suite des tracés.

M: « *Est-ce que vous voyez où elle veut en venir ? Parce que là, ce n'est pas encore la figure modèle-là !* »

Envisager les différentes étapes des tracés est d'autant plus difficile qu'il s'agit ici d'effectuer des tracés pour ensuite pouvoir positionner les gabarits alors que, dans les deux premières phases de la séance, les procédures consistent à positionner puis tracer.

Pour aider ses élèves elle les invite à isoler certains segments pour ensuite les retrouver sur la figure modèle dans le but de les habituer à prélever des informations sur la figure modèle à l'aide des instruments avant de tracer.

M: « *La figure modèle n'est pas là pour rien* »

Enfin elle clôt la séance en demandant à ses élèves.

M: « *Qu'est-ce que vous n'avez pas fait suffisamment d'après vous ?* »

E: « *Réfléchir* »

M: « *Observer ? Manipuler ?* »

Au cours de l'entretien « à chaud » qui suit la séance, l'enseignante nous confie qu'elle aurait eu besoin de plus de précisions quant aux mots à utiliser lors de la phase de synthèse.

Mme S': « *Au moment de la mise en commun, je n'étais pas à l'aise...pour l'analyse des procédures* »

Formateur: « *Pourtant vous aviez remarqué bien des choses.* »

M: « *Oui, mais je ne sens pas capable de toutes les analyser* », « *mais, c'est moi, vous auriez fait ça avec quelqu'un d'autres, cela se serait passé différemment, je ne suis pas une matheuse. Je ne savais pas par exemple si je pouvais parler des diagonales. Maintenant, c'est tout nouveau, en le refaisant, ça ira mieux, il faut nous aussi qu'on cisse notre analyse* »

Elle termine néanmoins l'entretien en soulignant la facilité de mise en œuvre de la séance.

M: « *Oui, parce que sinon c'est facile à mener. Ça s'est super, on est très en retrait, on voit bien.* »

3.2 Analyse en termes de processus de modifications de la tâche prescrite

Nous avons conçu cette situation de restauration dans l'intention de limiter les écarts pouvant être créés par l'enseignant entre la tâche prescrite et la tâche réalisée. Est-ce que nos explications ont permis d'optimiser la représentation de la tâche ? Est-ce que la conception même de la situation a facilité sa mise en œuvre et ainsi réduit les écarts au niveau de la réalisation de la tâche évitant ainsi trop de modifications au niveau de la redéfinition ? La mise en parallèle de l'analyse a posteriori avec l'analyse a priori nous permet de mettre à l'épreuve nos hypothèses. La séance observée révèle surtout des écarts créés au niveau de la réalisation de la tâche. Mais ces écarts trouvent principalement leur origine dans la situation elle-même (et par conséquent sont peu imputables à l'enseignante). A ce propos, précisons que nous devons prévoir des ajustements mineurs (modifier la forme des gabarits grignotés qui autorisent une juxtaposition dans l'étape 3, revoir la position de la figure amorce sur la feuille de papier qui peut encourager les procédures

par translation et indiquer les mots à utiliser au moment de l'explicitation des procédures) mais aussi des transformations plus importantes de la situation (les difficultés rencontrées par les élèves au cours de la troisième étape nous incitent à revoir notre analyse a priori de la situation)¹³. Mais l'enseignante a respecté les grandes lignes du projet. Elle n'a pas modifié son déroulement, elle a donné les consignes prévues, elle n'a pas transformé la tâche des élèves. Nous pouvons seulement relever qu'elle a tardé à distribuer la règle non graduée lors de la deuxième étape¹⁴.

L'enseignante a introduit peu d'écarts au niveau de la représentation de la tâche : elle a perçu les principaux enjeux de la situation même si elle n'a pas suffisamment pris en compte le rôle de la règle (elle oublie de la distribuer et tarde à inciter les élèves à l'utiliser).

Mais surtout, il convient de souligner que l'enseignante n'a pas créé d'écarts important au niveau de la redéfinition de la tâche. Elle a certes fait le choix de faire travailler les élèves par deux et elle a prévu l'utilisation d'un rétroprojecteur mais ces choix de modalités de travail ne la conduisent pas à s'éloigner du projet initial. Contrairement à Mme S, elle n'a pas modifié la tâche qui lui était prescrite pour pouvoir exercer plus de contrôle sur l'activité des élèves et même si elle est hésitante quant aux termes à employer lors de la phase de synthèse (elle se demande si elle devait employer le mot diagonale) elle n'a pas cherché à poursuivre d'autres objectifs que ceux fixés par la ressource.

A l'issue de cette première expérimentation, nous retenons des pistes possibles pour une optimisation de la ressource mais nous pouvons également souligner que nos hypothèses sont en partie validées. En effet, contrairement à la situation testée par Mme S, notre situation pour la classe avec objectifs de formation a permis à Mme S' d'observer ses élèves dans le cadre d'une restauration de figure sans pour autant être mise en difficulté. Mais, au-delà d'un déroulement plus simple, d'une figure moins complexe et d'une planification des objectifs sur plusieurs séances, qu'est-ce qui distingue ces deux situations ?

3.3 Essai de caractérisation de la situation pour la classe avec objectifs de formation

Dans cette dernière partie nous cherchons à comparer les deux séances étudiées afin d'en déduire des éléments de caractérisation de la situation pour la classe avec objectifs de formation relatifs à la tâche de l'élève mais aussi et surtout à celle de l'enseignant.

Dans les deux situations la tâche de l'élève consiste à restaurer une figure mais, dans la première, le coût instauré sur les instruments incite celui-ci à recourir à des procédures nécessitant un changement de regard sur les figures. Les procédures pouvant être mises en œuvre sont diverses. La déconstruction est laissée à la charge de l'élève qui doit effectuer un choix judicieux des instruments. Dans la situation pour la classe avec objectifs de formation, les étapes successives avec un jeu sur le degré de liberté de positionnement des gabarits autorise une prise en compte progressive des alignements (segments puis segment et point). Les procédures de restauration sont diverses mais ciblées à chacune des étapes. La déconstruction (certes moins complexe car la restauration à effectuer n'est pas la même) est induite par les instruments mis à disposition.

Ces différences au niveau de la tâche de l'élève ont des conséquences sur la tâche de l'enseignant. En effet, dans la situation directement inspirée par la recherche, la phase de mise en commun joue un rôle déterminant : elle doit permettre à l'enseignant de faire évoluer les procédures des élèves et c'est à ce moment-là que se situe le véritable enjeu de la séance. Pour cela il doit au préalable avoir réussi à interpréter le choix des instruments utilisés en termes de changement de regard puis il doit aussi se donner les moyens de faire évoluer les procédures. Cela suppose en effet de demander aux élèves de recommencer, c'est-à-dire, de distribuer de nouvelles feuilles pour qu'ils puissent chercher à restaurer à nouveau la figure mais avec un coût moins important. Or ce type

¹³ Nous reviendrons plus loin sur les questions que nous nous posons à propos de l'optimisation de la ressource.

¹⁴ Même si cet oubli a des conséquences importantes, il ne constitue pas un écart important dans le déroulement de la séance tel qu'il est décrit dans la ressource.

de fonctionnement est éloigné des pratiques usuelles pour diverses raisons : nécessité d'une gestion différenciée du travail des élèves, travail à recommencer sur de nouvelles feuilles de papier à prévoir, temps de recherche se prolongeant pour certains élèves... De plus cette évolution des procédures peut nécessiter plusieurs séances et dans ce cas, on se heurte au besoin qu'ont les enseignants de se faire assez rapidement une idée de l'intérêt de la ressource. Si les élèves n'ont pas réussi à calculer le coût de la restauration, la tâche devient encore plus ardue pour l'enseignant¹⁵. Dans la situation pour la classe avec objectifs de formation, il est tout aussi nécessaire d'observer les procédures des élèves mais l'évolution des procédures induisant un changement de regard n'est pas à la charge de l'enseignant. La gestion de la phase de synthèse s'en trouve facilitée. L'enseignant peut se limiter à un simple exposé des procédures et centrer davantage son attention sur leur explicitation.

Ainsi nous devons prévoir d'améliorer notre ressource en tenant compte et en préservant ces caractéristiques.

3.4 Comment améliorer la ressource ?

Les difficultés rencontrées par les élèves au cours de la troisième étape nous conduisent à revenir sur notre analyse *a priori*. En effet nous n'avions pas suffisamment pris en compte l'importance de l'utilisation de la règle lors de la deuxième étape. Plusieurs pistes pour une amélioration de la situation sont à envisager. Nous pourrions jouer sur certaines variables didactiques : modifier le choix de l'amorce ou celui des gabarits à disposition pour une autre organisation des procédures à mettre en œuvre¹⁶ mais nous souhaitons dans un premier temps envisager de ne pas modifier les trois étapes et nous limiter à chercher des moyens de favoriser le recours à la règle lors de la deuxième étape¹⁷. Nous pourrions alors soit prévoir de jouer sur l'épaisseur des gabarits (les découper dans du papier plus fin de façon à ne pas pouvoir en tracer les contours), soit compléter notre ressource par une mise en garde pour l'enseignant (préciser pourquoi il est important d'amener les élèves à utiliser la règle à l'étape 2). Mais ces deux options ne sont pas équivalentes et les comparer nous permet de discuter à propos des choix à faire. En effet, dans le premier cas, nous modifions la tâche de l'élève ; dans le second, nous cherchons à compenser ce que l'on peut voir comme un déficit de formation par une explication donnée. Jouer sur l'épaisseur du papier revient à transformer le milieu pour que celui-ci contraigne l'élève à utiliser la règle¹⁸ alors que prévoir une mise en garde pour l'enseignant permet de laisser plus de responsabilités à celui-ci. Mais, au-delà de ces différences, comment s'assurer de la mise en évidence pour les élèves des propriétés de la figure ? En modifiant le milieu, ne risque-t-on pas de voir l'enseignant passer sous silence les concepts géométriques en jeu ? Comme l'explique Annie Bessot (Bessot, 2009), *le professeur a l'obligation d'organiser son cours en des causes d'apprentissage pour les élèves mais son travail s'arrête lorsque les causes ont été transformées en des raisons d'ordre mathématique : le sujet doit reconstruire, reprendre ses savoirs, les organiser et les trouver raisonnables c'est-à-dire les articuler pour les rendre consistants*.

Ainsi, notre travail doit se poursuivre en tenant compte des caractéristiques du type de situation que nous souhaitons développer ce qui suppose faire des choix, trouver un certain équilibre entre les contraintes imposées par le milieu et ce qui doit être de la responsabilité de l'enseignant. Ces choix devront se faire en cohérence avec les objectifs de formation que nous nous donnons pour les enseignants.

¹⁵ Ajoutons ici que l'enseignante poursuivait un objectif supplémentaire : la rédaction d'un programme de construction et que par conséquent sa tâche était encore plus complexe.

¹⁶ Nous pourrions prévoir une étape supplémentaire avec un gabarit moins grignoté.

¹⁷ Nous faisons aussi ce choix car cela nous permet de soulever des questions importantes de notre point de vue.

¹⁸ Pour tracer des traits plus précis

I - CONCLUSION

Les travaux menés par le groupe de recherche sur l'enseignement de la géométrie du Nord Pas de Calais ont donné lieu à la production de situations pour un enrichissement des pratiques qui ne va pas de soi et nous conduit à chercher comment optimiser l'appropriation par les enseignants de ces situations. Nous avons mis à l'épreuve dans des travaux antérieurs (Mangiante-Orsola, 2011) l'hypothèse selon laquelle concevoir des ressources laissant aux enseignants une certaine marge de manœuvre favoriserait le processus d'appropriation mais notre recherche actuelle ouvre de nouvelles pistes pour la production de ressources.

Tout d'abord, nous retenons que la situation mise en œuvre par Mme S. présente un certain nombre de difficultés et qu'il convient plus généralement de mettre en garde les enseignants vis-à-vis d'une utilisation sans adaptation de situations conçues par la recherche. En effet certaines de ces situations, parce qu'elles intègrent les principaux résultats issus de la recherche, sont certes particulièrement riches du point de vue des apprentissages potentiels pour les élèves mais concentrent dans une seule et même séance un certain nombre de difficultés pour l'enseignant. Ainsi notre analyse de la situation utilisée par cette enseignante nous conduit à souligner la nécessité d'une introduction progressive d'éléments nouveaux dans les pratiques.

Par ailleurs, au-delà de l'élaboration d'une progression, nous proposons *des situations pour les élèves avec objectifs de formation* c'est à dire des situations dont l'enseignant peut s'emparer grâce à une mise en œuvre facilitée par rapport à la situation inspirée par la recherche et qui lui permet de mieux comprendre les enjeux de notre démarche et nos choix de conception via une observation facilitée de l'activité des élèves.

L'analyse de la situation testée par Mme S' n'est qu'une première étape de notre travail. Il convient à présent d'améliorer la ressource produite et de la tester dans de nouvelles classes auprès de nouveaux enseignants. Notre intention est de questionner plus avant ses effets sur leurs pratiques. Les situations ainsi conçues permettent-elles comme nous l'espérons un réel enrichissement ? Favorisent-elles une intégration progressive dans les pratiques des résultats issus de nos recherches à propos de l'enseignement de la géométrie ?

Les travaux menés dans le Nord Pas de Calais ont toujours eu pour ambition de proposer une progression assurant une certaine continuité dans les apprentissages visés pour les élèves. Nous pensons qu'il convient aussi de s'interroger sur la possibilité de penser une certaine « continuité » dans l'enrichissement des pratiques c'est-à-dire de réfléchir aux possibilités d'une intégration progressive de pratiques nouvelles au sein des pratiques existantes. Les recherches menées dans le cadre de la double approche attestent que les pratiques enseignantes constituent un système complexe, cohérent et stable (Robert, Rogalski, 2002). Il nous semble par conséquent tout à fait légitime de chercher à tenir compte de cette organisation des pratiques.

IV - BIBLIOGRAPHIE

BESSOT A. (2009) *En amont et en aval des ingénieries didactiques XV^{ème}* école d'été de didactique des mathématiques, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme)

BROUSSEAU G. (1998) *Théorie des situations didactiques (didactique des mathématiques 1970-1990)*, textes rassemblés et préparés par Balacheff, N., Cooper, M., Sutherland, R. & Warfield, V. Grenoble : La Pensée sauvage.

DUVAL R. (1994) Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique. *Repères-IREM*, 17, 121-138.

DUVAL R. & GODIN M. (2006) Les changements de regard nécessaires sur les figures, *Grand N*, 76, 7-27.

GODIN M. & PERRIN-GLORIAN M.J. (2009) De la restauration de figures à la rédaction d'un programme de construction. Le problème de l'élève, le problème du maître. In COPIRELEM *Enseigner les mathématiques à l'école : où est le problème ? Actes du colloque de Bombannes, juin 2008, CD-rom, Atelier A2*.

KESKESSA B., PERRIN-GLORIAN M.J. & DELPLACE J.R. (2007) Géométrie plane et figures au cycle 3. Une démarche pour élaborer des situations visant à favoriser une mobilité du regard sur les figures de géométrie. *Grand N*, 79, 33-60.

LABORDE C. (1982) *Langue naturelle et écriture symbolique. Deux codes en interaction dans l'enseignement mathématique*. Thèse de Doctorat d'Etat, Université J. Fourier, Grenoble.

MANGIANTE-ORSOLA C. (2012), Une étude de la cohérence en germe dans les pratiques de professeurs des écoles en formation initiale puis débutants. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 32/3

MANGIANTE-ORSOLA C. (2011), Etude du processus d'appropriation de ressources par des professeurs des écoles enseignant les mathématiques : entre travail au quotidien et développement des pratiques, *Actes du Colloque international INRP, Le travail enseignant au XXI^e siècle Perspectives croisées : didactiques et didactique professionnelle*. <http://www.inrp.fr/archives/colloques/travail-enseignant/contrib/123.htm>

MANGIANTE-ORSOLA C., MATHÉ A.C. (2011) La symétrie orthogonale du CE2 à la Sixième : d'une réflexion sur les enjeux de son enseignement à l'élaboration d'un document-ressource pour les enseignants. Actes du colloque COPIRELEM 2010, Montpellier.

OFFRE B., PERRIN-GLORIAN M.J. & VERBAERE O. (2006) Usage des instruments et des propriétés géométriques en fin de CM2 *Petit x* 72, 6-39 et *Grand N* 77, 7-34.

PERRIN-GLORIAN M.J., MATHÉ A.-C. & LECLERCQ R. (2013) Comment peut-on penser la continuité de l'enseignement de la géométrie de 6 à 15 ans ? Le jeu sur les supports et les instruments. *Repères-IREM*, 90, 5-41.

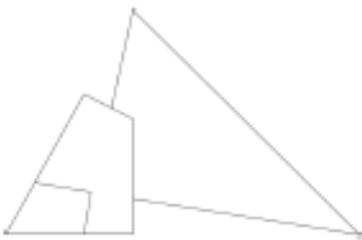
ROBERT A. & ROGALSKI J. (2002), Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, volume 2, n°4, 505-528.

V - ANNEXE

Restauration de figures

D'après le travail d'un groupe de recherche de l'IUFM Nord-Pas-de-Calais : Marc Godin, Marie-Jeanne Perrin-Glorian, Frédéric Brechenmacher, Jean-Robert Delplace, Raymond Duval, Claire Gaudeul, Bachir Keskesa, Anne-Cécile Mathé, Odile Verbaere ainsi que des maîtres formateurs et conseillers pédagogiques.

Qu'est-ce qui change dans l'activité des élèves et de l'enseignant entre les 2 activités suivantes ?

ACTIVITÉ 1	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reproduit à l'identique la figure de gauche dans la case de droite. 2. Rédige un programme qui décrit ta méthode. 	
	

ACTIVITÉ 2	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Complète la figure de droite pour obtenir celle de gauche en dépensant le moins d'argent possible. Chaque tracé à la règle (non graduée) coûte 1 €. Chaque report de longueur coûte 5 €. 2. Calcule combien a coûté ta méthode. 3. Rédige un programme qui décrit ta méthode. 	
	

Dans le premier cas, il s'agit d'une activité classique de reproduction. On peut également demander à l'élève de construire la figure à une autre échelle, avec une mesure indiquée. La seconde activité est une *restauration de figure* : cela consiste à reproduire une figure modèle à partir d'une *amorce* à l'aide d'instruments. Il s'agit donc de travailler non pas sur une figure mais sur la *différence entre deux figures* : le modèle et l'amorce (éventuellement en plusieurs morceaux). La reproduction de figure correspond au cas où l'amorce est vide et où les instruments autorisés sont la règle et le compas.

La reconnaissance d'un problème de restauration commence par la reconnaissance de l'amorce comme une sous-figure de la figure modèle. Elle peut :

- être une reconnaissance visuelle,
- être acceptée comme une donnée,
- être vérifiée en utilisant un transparent (qui servira pour valider l'activité de restauration),
- être vérifiée en utilisant des instruments.

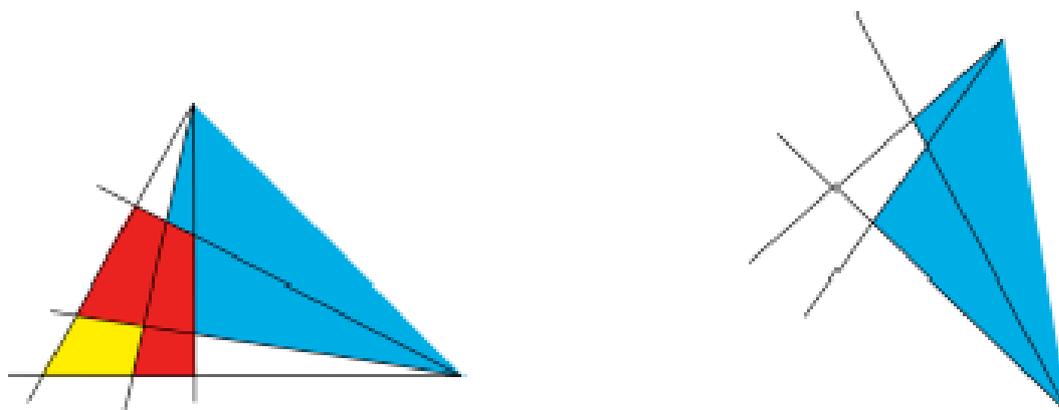
Le choix de donner à la figure et à l'amorce des orientations différentes écarte la possibilité d'une démarche visuelle par translation.

Les variables :

- le choix de la figure : bien entendu, la figure modèle peut être, comme dans les activités de reproduction, plus ou moins complexe ;
- le choix de l'amorce : les relations entre la figure à restaurer et son amorce orientent l'analyse de la restauration. La restauration est fonction non de la figure seule mais de la différence entre l'amorce et la figure. C'est l'analyse de cette différence qui importe pour choisir une restauration relative à un niveau d'enseignement donné. Évidemment, si l'amorce est insignifiante, les propriétés géométriques de la figure constituent l'essentiel des propriétés à restaurer.
- le choix des instruments à disposition ;
- le choix du barème associé aux instruments :
 - l'introduction d'un coût à l'utilisation des instruments permet la réussite par des procédures diverses qui demandent plus ou moins de connaissances géométriques ;
 - cela incite aussi à utiliser certains instruments plutôt que d'autres, et donc à développer des connaissances géométriques pour obtenir les effets graphiques voulus avec des instruments dont l'utilisation est moins immédiate chez les élèves ;
 - en modifiant le barème relatif aux instruments de tracé, on peut donc agir sur les procédures de tracé des élèves ;
 - le choix du barème a enfin une incidence sur la difficulté des calculs au moment d'estimer le coût de la restauration ;
- les exigences d'écriture : écritures additives du coût de restauration, rédaction d'un programme de restauration, de reproduction ou de construction (rédaction d'un algorithme de tracé, et ou, rédaction d'une description) ;
- la gestion des écritures du coût de restauration (comparaison collective ou non).

Aides possibles dans l'exemple ci-dessus (qui a été proposé en CE2) :

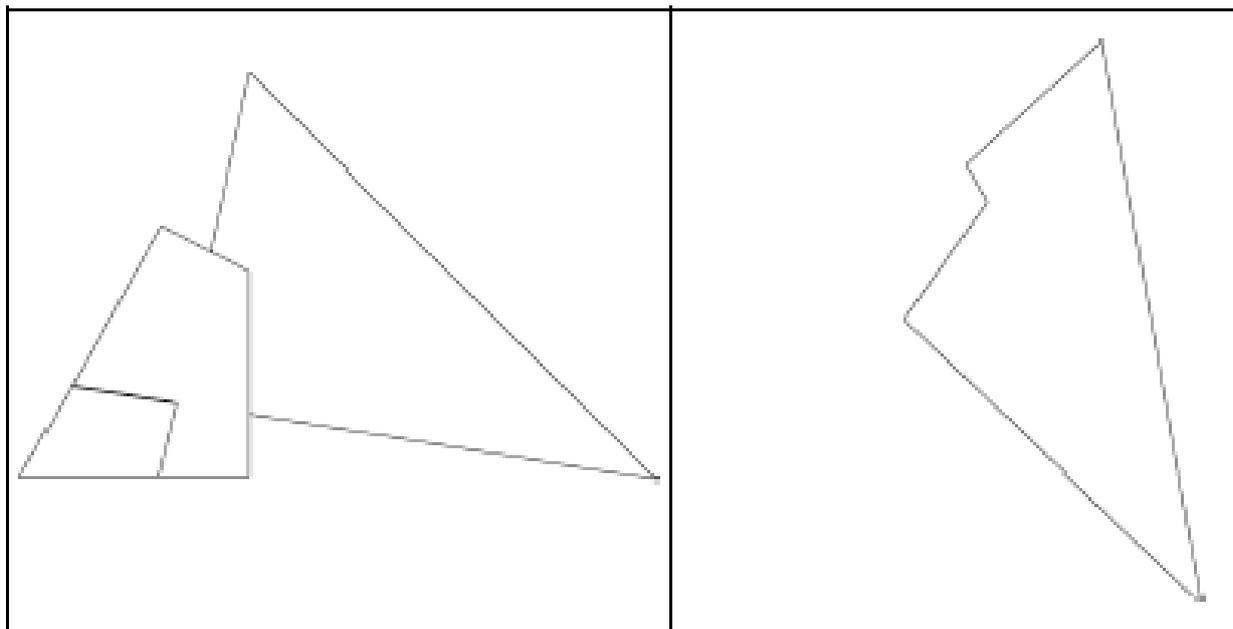
- utiliser des couleurs : les élèves cherchant les éléments qui se correspondent sur l'amorce et la figure modèle et les tracent de la même couleur.
- lors de mises en commun intermédiaires, identification des droites qui manquent sur l'amorce et des moyens de les obtenir (sur le modèle) à partir d'éléments déjà présents sur l'amorce (décomposition de la différence) avant de les construire (recomposition de la différence).



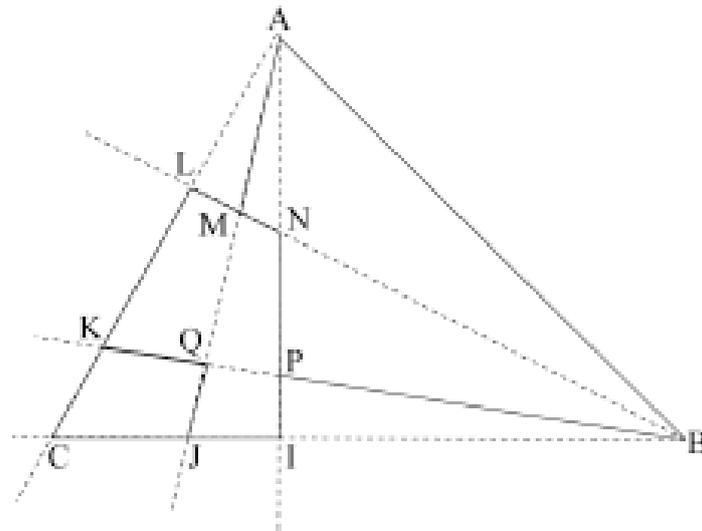
BARÈME

Instruments	Coût en €
calque	700
trait à la règle (non graduée)	1
report de longueur	5
mesure de longueur	700

1. Compléter la figure de droite pour obtenir celle de gauche en dépensant le moins d'argent possible.
2. Calculer combien a coûté sa méthode.
3. Rédiger un programme qui décrit cette méthode.



Programme :



Tracer (BP) et (AM). Q est à l'intersection.

Reporter QJ pour trouver J.

Tracer (BJ) et (AN). I est à l'intersection.

Reporter JC pour trouver C.

Tracer (BN) et (AC). L est à l'intersection et K est à l'intersection de (BP) et (AC).

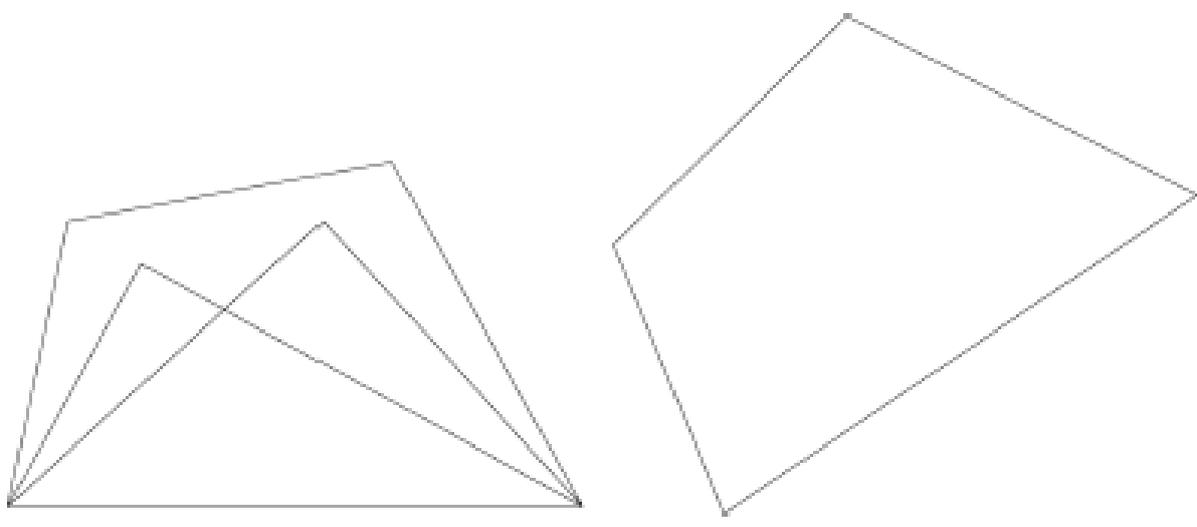
$$1+1+5+1+1+5+1+1=16 \text{ €}$$

Un exemple pour le cycle 3

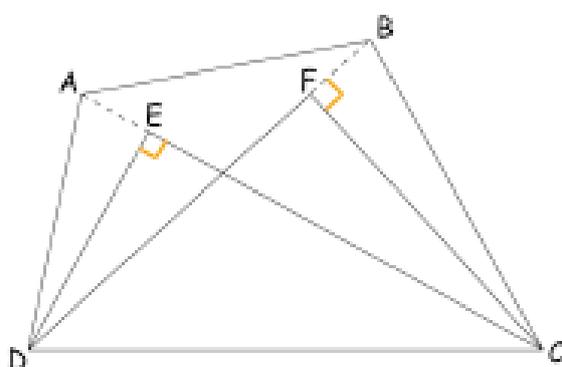
BARÈME

Instrument	Coût
Règle non graduée	1 €
Règle graduée	75 €
Équerre	5 €
Compas	50 €
Calque	250 €
Gomme	0 €

1. Complète la figure de droite pour obtenir celle de gauche en dépensant le moins d'argent possible.
2. Calcule combien a coûté ta méthode.



Coût total :



- Tracer [AC] : 1 €
- Tracer [BD] : 1 €
- Tracer la perpendiculaire à [AC] passant par D : 5 €
- Tracer la perpendiculaire à [BD] passant par C : 5 €
- Gommer [AE] et [BF] : 0 €
- Coût total : $1 + 1 + 5 + 5 = 12$ €

- Restauration d'une figure
- Être capable de restaurer une figure :
- En développant les capacités d'observation de la figure initiale
 - En reconnaissant l'amorce comme une sous-figure de la figure initiale
- Être capable de percevoir les alignements, de prolonger des lignes droites pour découvrir les points d'intersections
- Être capable de restaurer une figure en écartant la démarche visuelle par translation car l'amorce est orientée différemment.
- Objectifs méthodologiques :
- Savoir prolonger des droites (sans appuyer sur le crayon)
 - Savoir utiliser les bons outils pour que la restauration coûte le moins cher possible (cf barème)

Compétences spécifiques	temps	Déroulement	Réponses attendues
<p>Lire : Lire la consigne et le tableau de barème</p>	Collectif 10'	<p>Phase 1 : Présentation collective Les élèves lisent la consigne <i>Complète la figure de droite pour obtenir celle de gauche en dépensant le moins d'argent possible.</i> -> Que va-t-il falloir faire ? -> Que signifie le tableau de barème ?</p> <p>Rappeler l'utilisation de la règle bristol sans graduation et de la bande jaune qui permet de reporter des longueurs (on peut écrire dessus)</p>	<p>Il va falloir refaire la figure en dessinant ce qu'il manque. Il va falloir faire attention à la procédure que l'on va choisir car il faut essayer de compléter la figure sans trop dépenser d'argent.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si on utilise le calque ou si on mesure avec la règle graduée cela coûte 700 € (il faut essayer de ne pas utiliser ces outils) • Si on trace un trait avec la règle non graduée cela coûte 1€ • Si on reporte une longueur avec la règle papier cela coûte 5 €
<p>Analyser : Observer à la fois la figure modèle et l'amorce</p>	Collectif 10'	<p>Phase 2 : Travailler sur la différence entre deux figures : le modèle et l'amorce Que constatez-vous entre la figure de départ et le morceau de figure tracé ? Le morceau est orienté différemment. Comment faire pour repérer les parties déjà tracées ? Au tableau, l'amorce est reproduit en grand ainsi que la figure de départ. On colorie chaque segment de l'amorce d'une couleur et on repasse de la même couleur chaque segment de la figure modèle. On nommera les sommets de l'amorce et de la figure modèle</p>	<p>Le morceau de la figure tracé ne semble pas être dans le même sens que la figure de départ</p> <p style="text-align: center;">↑</p> <p>Utilisation du calque pour vérifier En repassant les segments tracés sur les deux figures, en utilisant des couleurs.</p>

Compétences spécifiques	temps	Déroulement	Réponses attendues
Mettre en œuvre sa procédure pour restaurer la figure en dépensant le moins d'argent possible	Collectif 5' Individuel 20'	Phase 3 : Restaurer la figure Comment complète-t-on une figure ? Sur la figure modèle peut-on trouver les alignements ? Ne pas oublier les alignements A, L, K, Cet B, I, J, C N'oubliez pas à chaque fois que vous tracez ou que vous prolongez un trait de le noter et d'écrire son prix. Vous pouvez nommer les différents points d'intersection qui vont apparaître au fur et à mesure de votre construction	<ul style="list-style-type: none"> On cherche les alignements On cherche les points d'intersection <p>On souligne de la même couleur les segments tracés et leur prolongement</p>
Être capable d'exposer clairement sa stratégie	Collectif 15'	Phase 4 : Correction Avec la papier calque chaque élève individuellement pourra s'auto-corriger et ainsi constater si ses tracés sont corrects. L'élève qui aura le moins dépensé exposera sa stratégie au reste de la classe. Si la stratégie a 16 € n'a pas été découverte on donnera la solution aux élèves qui la traceront en même temps qu'on lira le programme de construction	Parvenir à une restauration correcte
Être capable de suivre un programme de restauration			

Matériel :
Pour le tableau
La figure modèle et l'amorce agrandies. (4 fois)

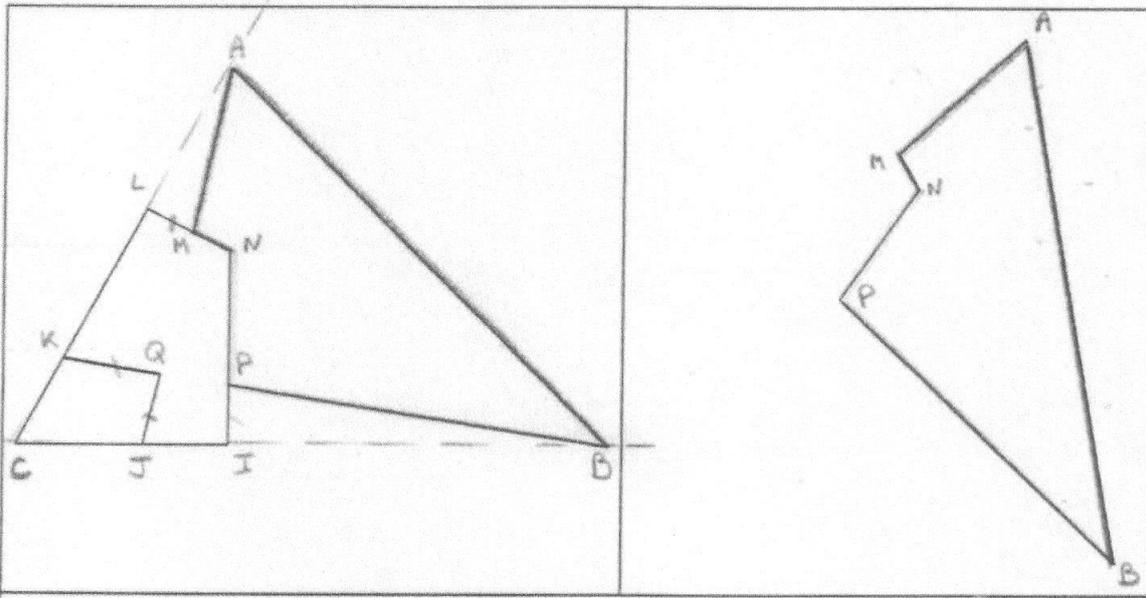
Matériel :
Pour chaque élève :
Un calque avec la figure complète.
Une règle papier pour les report de longueur
Une règle en carton plastifié pour les prolongements de droite
Une règle graduée pour mesurer les longueurs.
Un critérium, une gomme, des crayons de couleur
Une feuille avec la consigne, le barème, la figure modèle, l'amorce et des lignes pour écrire le programme et compter le prix de la restauration
Une feuille avec la restauration à 16 €

Prénom :

- Complète la figure de droite pour obtenir celle de gauche.
Attention il faudra dépenser le moins d'argent possible.
- Tu devras simultanément compléter ta figure, écrire ton programme de reconstruction et calculer le prix de celle-ci.

Barème

Instruments	Coût en €
calque	700
Trait à la règle (non graduée)	1
Report de longueur avec la règle papier	5
Mesure de la longueur avec la règle graduée	700
gomme	0



Programme :

.....

.....

.....

.....

.....

.....