

DE L'ETUDE D'UNE SITUATION DE RESTAURATION DE FIGURE AU CYCLE 3 A L'ELABORATION D'UNE RESSOURCE

Christine MANGIANTE

MCF, ESPE LNF

LML

christine.mangiante@espe-lnf.fr

Annie SOLOCH

CPC, Circonscription de Valenciennes-Denain

annie.soloch@ac-lille.fr

Résumé

Cet atelier prend appui sur le travail mené par une équipe constituée d'acteurs aux statuts différents (chercheurs, inspecteur de l'éducation nationale, conseillers pédagogiques, enseignants maîtres formateurs, enseignants) qui ont pour projet commun la production de ressources pour l'enseignement de la géométrie à l'école primaire. Ce travail s'inscrit depuis septembre 2014 dans le cadre d'un LÉA (Lieu d'éducation Associé à l'IFE). Il prolonge une recherche menée dans le Nord Pas de Calais qui a développé depuis une quinzaine d'années une approche de la géométrie à l'école élémentaire. Cette étude a fait l'objet de plusieurs publications (Mangiante-Orsola C., Perrin-Glorian M.J., 2014, Perrin-Glorian M. J., Godin M., 2014). Cet atelier vise à interroger les interactions créées entre deux "mondes" en présence, celui des chercheurs, défini par l'étude et la production de savoirs scientifiques et celui des enseignants, défini par l'action (Mangiante-Orsola C., 2014).

I - INTRODUCTION

Cet atelier prend appui sur le travail mené dans le cadre de la circonscription de Valenciennes-Denain par une équipe multi-catégorielle (chercheurs, inspecteur de l'éducation nationale, conseillers pédagogiques, enseignants maîtres formateurs, enseignants) qui cherche à concevoir et à évaluer des ressources pour l'enseignement de la géométrie au cycle 3. Ce projet s'inscrit dans la continuité d'une recherche qui a débuté il y a une quinzaine d'années dans le Nord-Pas-de-Calais et qui a développé une approche de la géométrie à l'école élémentaire ayant fait l'objet de plusieurs publications (Perrin-Glorian, Godin, 2014). Basée sur la prise en compte de l'évolution naturelle du regard que portent les enfants sur les figures, c'est-à-dire la manière dont ils appréhendent ces figures et les analysent, cette approche vise à proposer une progression susceptible d'accompagner les élèves dans ce changement de regard sur les figures. Depuis quelques années, nous explorons la question de la diffusion dans l'enseignement ordinaire de situations conçues par la recherche (Mangiante-Orsola, 2014, Mangiante-Orsola, Perrin-Glorian, 2014) et le travail mené dans le cadre de la circonscription de Valenciennes-Denain vise justement à interroger les conditions d'adaptabilité de ces situations à l'enseignement ordinaire.

Dans le cadre de cet atelier, notre intention était de partager avec les participants nos analyses et les questions que nous nous posons. Une première mise en activité a été proposée. Elle avait pour but d'amener les participants à caractériser l'approche de l'enseignement de la géométrie à laquelle nous nous référons. Suite à ce préalable, ont été présentés les dispositifs de travail et de recherche tels qu'ils ont été conçus au sein même de notre équipe. Puis, les participants ont été invités à faire l'analyse a priori d'une situation d'enseignement que nous avons rapprochée de notre analyse a posteriori. Enfin, une discussion à propos de l'adaptabilité à l'enseignement ordinaire des ressources conçues a clos l'atelier.

II - CARACTERISATION DE L'APPROCHE DEVELOPEE

1 Restaurer des figures

Les participants ont été mis une première fois au travail. Pour chaque binôme, il s'agissait dans un premier temps de restaurer plusieurs figures et pour chacune d'elles de faire correspondre dans un tableau les différentes actions réalisées sur le matériel avec les notions géométriques en jeu (les documents distribués aux participants sont joints en annexes 1 et 2).

Dans un second temps, les participants, regroupés par quatre, ont été amenés à effectuer une synthèse et à répondre à la question : «Restaurer ou reproduire ? Qu'est-ce que ça change pour les élèves ? Qu'est-ce que ça change pour les enseignants ? Qu'est-ce que ça change pour l'enseignement de la géométrie ?».

Le choix de ces figures (disponibles en annexe 1) a été opéré en fonction des différents niveaux de difficulté qu'elles pouvaient présenter.

- Les figures 1 et 1 bis se différencient principalement par le choix de l'amorce et par le choix des instruments. La bande de papier est interdite pour la figure 1 tandis qu'elle est autorisée pour la figure 2. En effet, le carré de la figure 1 propose le grand carré (qui forme les contours extérieurs de la figure) en tant qu'amorce. Il est nécessaire de prolonger les côtés du petit carré et de vérifier que les droites ainsi tracées coupent les côtés du carré extérieur en leur milieu. Le carré de la figure 1 bis propose, quant à lui, le petit carré (intérieur) en tant qu'amorce. Dans ce cas, il est nécessaire de vérifier que les sommets du petit carré sont les milieux de segments avant de prolonger les côtés du carré amorce.

- Restaurer la figure 2 nécessite de tracer des diagonales et de reporter la longueur de la diagonale la plus courte pour pouvoir tracer le carré intérieur. La restauration repose sur la propriété suivante : les diagonales d'un carré ont la même longueur. La figure se termine par un report de longueurs. Les sommets sont communs. Pour cette activité, la bande de papier est interdite.

- Pour restaurer la figure 3, il faut tracer les diagonales du carré proposé en amorce et de tracer ensuite les arcs de cercle. Le point est vu ici comme intersection de deux lignes.

- Prolonger des segments et joindre les points constituent les actions essentielles pour restaurer la figure 4. On aborde le concept de points et celui de droites : un point est obtenu comme intersection de droites, et une droite est, soit vue comme prolongement d'un « trait » tracé, soit définie par deux points.

2 Interroger les hypothèses issues de la recherche

Cette première mise en activité a été suivie d'échanges entre les participants autour des questions précédemment posées.

Du côté de la tâche de l'élève, plusieurs éléments ont été relevés par les participants :

- Lors d'une activité de reproduction de figure, l'élève a la liberté d'utiliser tous les instruments de géométrie disponibles en classe et de choisir, parmi plusieurs possibles, l'ordre des tracés à effectuer pour reproduire la figure modèle. Ainsi, la reproduction n'impose pas un point de départ. L'élève doit repérer des éléments de la figure nécessaires au tracé (points, lignes).

- Dans le cadre de la restauration de figure, le choix de l'amorce est très important dans la mesure où il va avoir des incidences sur le travail des élèves. La marge de manœuvre de l'élève y est limitée, l'espace de recherche est plus restreint. L'amorce implique une orientation de la figure qui reste libre lors de la reproduction. L'orientation de l'amorce par rapport au modèle peut être un élément perturbateur pour les élèves qui considèrent que la position du modèle dans la feuille est un élément du modèle. De même, la restauration fixe des dimensions (utilisation ou non-utilisation d'un agrandissement ou d'une réduction). Les exemples du petit carré et du grand carré de l'annexe 1 montrent que les propriétés requises ne sont pas identiques. L'amorce oblige à une certaine exploration de la figure. La restauration offre un point de départ qui induit ou interdit des procédures. Les élèves sont amenés à se focaliser sur certaines propriétés géométriques incontournables telles que les égalités de longueurs, les alignements, le milieu. Ceci sous-entend une capacité à conjecturer différentes propriétés. Ces propriétés sur la figure à restaurer sont utilisées comme outil de construction. Les élèves vont donc chercher des propriétés sur le modèle et les réinvestissent sur la figure à restaurer. Les élèves ne sont pas habitués à chercher des

informations sur le modèle, à y effectuer des tracés. Lors des activités de reproduction, les élèves utilisent toujours les propriétés qu'ils connaissent. Il y a un changement de regard qui n'est pas mobilisé avec la reproduction de figures. La restauration amène les élèves à passer d'une vision « de dimension 2 à une vision de dimension 1 puis 0 ». Une figure peut ainsi être décomposée en sous-figures. L'amorce choisie va de pair avec le choix des instruments qui s'avèrent être des variables didactiques sur lesquelles l'enseignant peut s'appuyer. L'intérêt de la restauration est lié à la possibilité de s'appuyer sur un certain nombre de contraintes sur les instruments. Il est possible, par exemple, d'interdire le report des longueurs comme pour la figure 4. Plusieurs éléments peuvent être donnés dans l'amorce pour contraindre l'utilisation d'un instrument particulier. Ainsi, l'amorce donnée peut avoir une incidence sur le nombre et le choix des tracés à effectuer. Par ailleurs, les instruments mis à disposition peuvent permettre à l'élève de "transporter" des éléments de la figure (morceaux de surfaces-lignes correspondant aux bords d'un gabarit...etc.).

A propos des différences apportées au travail (ou à la tâche ?) de l'enseignant, des avantages et des difficultés ont été pointés par les participants.

- En ce qui concerne la reproduction, il est souvent difficile (voire impossible) pour l'enseignant de prendre connaissance des procédures utilisées par chacun des élèves.
- La restauration de figures, quant à elle, permet de répondre plus précisément à des objectifs précis de l'enseignant. Elle permet de cibler et de mobiliser des connaissances géométriques. La restauration permet à l'enseignant de sélectionner les instruments et de choisir le tracé d'une amorce. Elle oblige l'enseignant à analyser les tâches des élèves, à anticiper les procédures de ceux-ci. La restauration implique un changement de regard sur les figures chez l'enseignant comme chez les élèves. La restauration lui permet de limiter les actions sur le matériel attendues et de faciliter l'observation du travail de ses élèves (même si cela reste toujours difficile). L'enseignant doit réfléchir également à des orientations possibles des figures afin que les élèves ne soient pas tentés d'effectuer de simples translations. Les participants ont également soulevé des questions en lien avec l'étayage. Une réflexion mériterait d'être apportée aux aides à envisager chez les élèves en difficulté au démarrage de l'activité ou en cours de séance. La verbalisation en termes géométriques est complexe. Une des intervenantes a indiqué qu'il y a en fait trois figures dans la restauration : la figure-modèle, l'amorce et la figure manquante. Une manière possible d'aider les élèves est de leur montrer ou de mettre l'accent sur les éléments manquants. La validation de la production d'élève peut aussi poser problème. En effet, des participants s'interrogent sur l'identification et la définition d'une marge d'erreur acceptable. De plus, comment un enseignant peut convaincre un élève certain de sa réussite que sa production n'est pas conforme ? Le fait de proposer la figure-modèle sous la forme d'un calque est un élément de validation intéressant. C'est un argument pour convaincre les enseignants qui sont arrêtés sur la nécessité d'effectuer des tracés précis. Le papier calque permet de varier l'épaisseur du trait. Cet élément permet d'évacuer cette question qui peut être à l'origine d'une réelle résistance de la part des enseignants.

Pour l'enseignement de la géométrie, les activités de restauration interrogent les progressions envisagées d'ordinaire. En effet, le papier quadrillé est en général, utilisé dans un premier temps avant le papier pointé ou le papier uni. Des outils particuliers comme le calque s'avèrent être indispensables. En effet, en ce qui concerne la validation, les élèves convaincus d'avoir réussi malgré des erreurs, acceptent de remettre en cause ce qu'ils ont fait par l'utilisation d'un calque. De plus, la restauration met en scène des propriétés de géométrie qui sont élémentaires mais qui ont toutefois du mal à être mises en œuvre dans l'enseignement ordinaire. Il peut s'agir par exemple des propriétés suivantes : « Par deux points, il ne passe qu'une seule droite » ou « Un segment est porteur d'une droite. ». Cela les rend nécessaires et opérationnelles.

Ainsi, l'approche de l'enseignement de la géométrie à laquelle nous nous référons induit de nombreux changements tant du côté de l'élève que du côté du maître. La diffusion des situations produites dans ce cadre est à questionner et c'est précisément l'un des enjeux de notre travail au sein de notre LÉA.

III - PRESENTATION DU LÉA DE VALENCIENNES-DENAIN

1 La production de ressources à l'interface de la recherche et de l'enseignement ordinaire

Depuis quelques années, nous cherchons à interroger les moyens à mettre en œuvre pour favoriser la diffusion dans l'enseignement ordinaire de l'approche développée dans le Nord Pas de Calais. En effet, si les situations produites sont bien accueillies par les enseignants, force est de constater qu'elles sont souvent difficiles à mettre en œuvre ou ne suffisent pas à modifier durablement leurs pratiques.

En septembre 2013, nous avons eu l'opportunité de travailler avec la circonscription premier degré de Valenciennes-Denain. Notre équipe est constituée d'acteurs aux statuts différents (chercheurs, inspecteur de l'éducation nationale, conseillers pédagogiques, enseignants maîtres formateurs, enseignants) et ensemble nous travaillons à l'élaboration de ressources pour l'enseignement de la géométrie au cycle 3. Si nous sommes rassemblés autour d'une finalité commune, il faut néanmoins souligner qu'au moment de l'élaboration du projet les priorités des uns et des autres n'étaient pas nécessairement partagées : aux objectifs de recherche des chercheurs sont venues se greffer ceux de l'IEN et de son équipe de formateurs de terrain (à savoir dynamiser l'enseignement de la géométrie dans la circonscription).

Comment tenir compte des priorités des uns et des autres ? Comment penser les dispositifs de travail et de recherche ? Quelle articulation prévoir entre les deux ? Ce sont ces questions que nous allons à présent aborder.

2 Modalités de travail fixées au sein du LéA

C'est l'équipe restreinte - constituée des chercheurs et formateurs de terrain - qui pilote le dispositif. Le processus de production de ressources est organisé selon le principe suivant : chercheurs et formateurs élaborent ensemble des versions provisoires de la ressource que les enseignants maîtres formateurs testent eux-mêmes dans leur classe pour ensuite les proposer aux enseignants de la circonscription dans le cadre de la formation continue. Ces derniers vont à leur tour pouvoir tester les situations proposées dans leur classe mais nous avons prévu de les accompagner. Ainsi, la conception des ressources rédigées par les formateurs est organisée selon des boucles itératives de façon à produire des séquences d'enseignement adaptées, utiles et diffusables dans l'enseignement ordinaire. Des séances se déroulant dans les locaux de la circonscription alternent avec des séances dans les écoles visant à expérimenter la ressource produite.

Dans ce but, plusieurs étapes ont été fixées. Au cours de l'année précédant notre entrée dans le réseau des LéA, des séances ont été testées dans les classes des maîtres formateurs associés au projet. Cette année (2014-2015), nous avons rédigé un document de travail présentant une séquence que des enseignants de la circonscription (bénéficiant de temps de formation continue) ont mis en œuvre dans leur classe accompagnés par les formateurs du LéA¹. Pour les années suivantes, nous envisageons de poursuivre le travail de conception et d'évaluation de ressources tout en élargissant notre réflexion (il s'agira d'inscrire nos situations dans une progression à l'année) pour à terme rédiger et diffuser une ressource dont tout enseignant de cycle 3 pourrait éventuellement s'emparer.

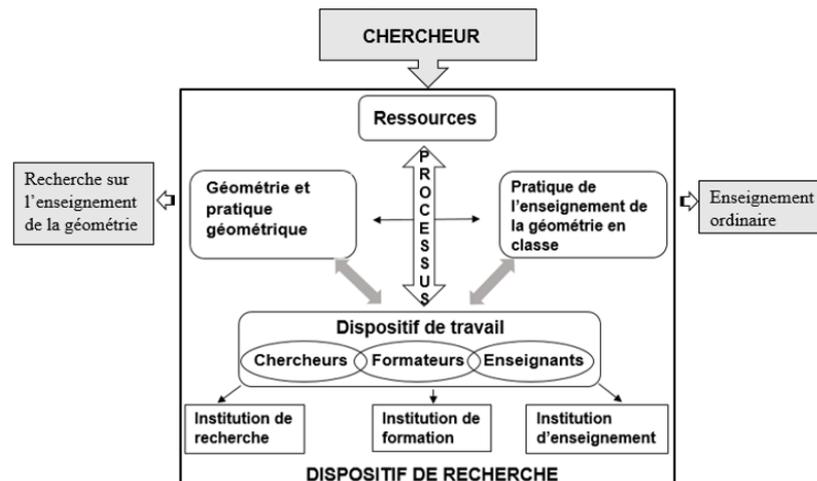
3 Articulation entre dispositifs de travail et de recherche

Au-delà de la production de ressources, notre projet revêt des objectifs de recherche. Le schéma n°1 vise à éclairer nos choix méthodologiques. Au cœur de notre dispositif, se trouve un espace de travail, créé par les acteurs eux-mêmes, c'est-à-dire les chercheurs, les formateurs et les enseignants², situé entre

¹ Cet accompagnement visait notamment à aider les enseignants à prévoir des activités préalables et à adapter la situation en fonction de leur niveau de classe (du CE2 au CM2) et du niveau de leurs élèves.

² Les intersections entre ces trois catégories d'acteurs sont non vides puisque certains chercheurs interviennent dans la formation et que certains formateurs sont aussi enseignants.

différentes institutions - institution de recherche (laboratoires de recherche), de formation (ESPE LNF) ou d'enseignement (la circonscription et plus largement l'académie).



Apparaissent aussi sur ce schéma d'autres éléments : la géométrie et la pratique géométrique ainsi que la pratique de l'enseignement de la géométrie avec lesquels chacun des acteurs entretient des relations différentes en partie marquées par son statut.

Notre position, en tant que chercheur, dans le dispositif de travail n'est pas facile à définir. Parce que nous participons à l'élaboration de la ressource, nous sommes à l'intérieur du dispositif de travail mais parce que notre recherche vise à étudier ce même dispositif nous sommes aussi amenées à nous situer à l'extérieur. Cette considération d'une position du chercheur extérieure au dispositif de travail, nous permet de clarifier les différentes positions que nous occupons et le statut de nos différentes analyses. Nous positionner à certains moments à l'extérieur du dispositif, nous permet de considérer sur un même plan notre propre point de vue (en tant que chercheur travaillant sur l'enseignement de la géométrie) et celui des autres catégories d'acteurs. Cela nous permet, en tant que spécialistes de la discipline (alors que les enseignants de primaire ne le sont pas) de mieux prendre en compte leurs priorités et les questions qui les préoccupent réellement dans le cadre du travail commun de production de ressources.

4 Précisions à propos du cadre théorique et de la méthodologie

Notre démarche est celle d'une ingénierie didactique pour le développement d'une ressource (Perrin-Glorian, 2011) qui propose de penser les rapports entre recherche et enseignement non de façon descendante, comme une transmission de la recherche vers l'enseignement mais comme une adaptation aux pratiques ordinaires, beaucoup plus dialectique entre ces deux pôles. Tout en restant dans le cadre de l'ingénierie didactique (Brousseau), l'IDD vise néanmoins à prendre davantage en compte la question des rapports avec le terrain. En effet, même si la situation est validée du point de vue de la recherche (c'est-à-dire lorsqu'on a vérifié qu'elle permet de faire émerger certaines connaissances chez les élèves), elle n'est pas forcément validée pour sa diffusion dans l'enseignement ordinaire. L'IDD suppose de considérer simultanément deux niveaux de questionnement avec des objectifs différents : un premier niveau pour tester la validité théorique des situations (i.e. : leur capacité à produire les connaissances attendues et dégager les choix fondamentaux, incontournables relativement au savoir visé de l'ingénierie) ; un deuxième niveau pour étudier l'adaptabilité des situations à l'enseignement ordinaire dans la perspective d'une évolution des pratiques des enseignants.

Les choix méthodologiques que nous avons faits nous conduisent à préciser notre cadre théorique. Parce que notre dispositif met en présence des groupes d'acteurs qui ont des statuts différents, nous devons prendre en compte dans nos analyses ce qui est négocié par les acteurs, pourquoi...etc. Empruntant la notion de monde aux travaux de Beguin (2005), nous considérons le monde des chercheurs défini par l'étude et la production de savoirs scientifiques et celui des enseignants défini par l'action (ces deux mondes existant indépendamment des acteurs). La notion de monde correspond à un certain système de

référence, un certain arrière-plan à partir desquels chacun se saisit d'une réalité tangible. Chaque arrière-plan est construit par et pour l'action par les acteurs ce qui fait dire à Beguin que ce monde est construit et orienté. Et chaque individu se situe à l'intérieur de ce monde, s'y positionne de manière singulière et construit ainsi peu à peu son expérience. Le monde des chercheurs et celui des enseignants existent indépendamment des acteurs. Ceux-ci peuvent ne pas toujours se situer dans le même monde, ils peuvent être mobiles voire avoir un pied dans chacun des deux mondes. C'est le cas lorsqu'ils cherchent à se mettre à la place d'acteurs situés dans un autre monde... ou du moins à prendre en compte leur « point de vue ». Si le monde de l'enseignement est orienté vers l'action, cela n'empêche pas la réflexion. Quant au chercheur, il est amené à faire des propositions utiles pour l'enseignement.

La considération de ces deux mondes nous permet de préciser nos questions : comment ces deux différents mondes interagissent-ils ? Quelle est la position et le rôle des formateurs ? Est-il possible de construire un monde commun à tous ? Qu'est-ce que cela nous apprend à propos des conditions d'élaboration d'une ressource tenant compte à la fois du « point de vue » des enseignants et de celui des chercheurs ?

IV - ANALYSE D'UNE SITUATION DE RESTAURATION DE FIGURE

Afin d'amener les participants à questionner le travail mené au sein de notre LÉA, nous leur avons présenté la situation de restauration de figure qui a fait l'objet de l'expérimentation en classe prévue par notre dispositif et nous leur avons demandé de faire l'analyse a priori de la situation : côté élève tout d'abord (Quelles sont les procédures attendues chez les élèves et les difficultés qu'ils peuvent rencontrer ?) puis du côté des enseignants ensuite (Quelles indications donner aux enseignants ?).

Dans ce paragraphe, nous évoquerons les analyses a priori et a posteriori des activités du côté des élèves. Les analyses côté enseignant, fruit des échanges avec les enseignants, les formateurs lors de nos séances de formation en circonscription puis avec les participants au colloque, seront présentées dans la cinquième partie.

La situation de restauration évoquée porte sur une figure qui présente des alignements mais pas d'angle droit (les documents relatifs à cette situation sont disponibles en annexe 2).

Le déroulement de la situation prévoit quatre phases au cours desquelles il est demandé aux élèves de restaurer la figure modèle mais l'amorce donnée ainsi que les instruments mis à disposition diffèrent d'une phase à l'autre.

Voici les différentes phases prévues par la situation. Pour chacune, nous présentons un extrait du document distribué aux enseignants, des éléments de l'analyse a priori effectuée par les participants ainsi que quelques éléments d'analyse a posteriori suite aux observations réalisées dans les classes.

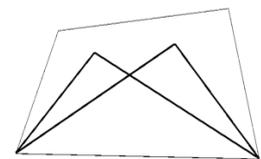
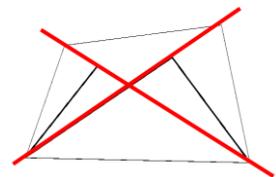


Figure modèle



Propriétés
de la figure modèle

Phase 1 : Réaliser un assemblage par superposition / chevauchement puis tracer les contours des gabarits.

Extrait du document distribué aux enseignants lors des séances de formation continue en circonscription.

Phase 1

Amorce et gabarits

Procédure attendue

Procédure attendue :

- Placer un gabarit
- Tracer son contour
- Faire de même avec l'autre gabarit

Éléments de l'analyse a priori

Au cours de cette première phase, les élèves ont à leur disposition les deux grands triangles sous forme de gabarits, ils doivent tout d'abord les positionner pour retrouver la figure modèle et ensuite organiser les tracés : placer un gabarit, tracer, placer l'autre gabarit, tracer. Ici, certains élèves peuvent avoir des difficultés à organiser la réalisation des tracés mais justement ces difficultés sont dues à la nécessité de se représenter mentalement des parties cachées par la superposition des gabarits et c'est précisément ce qui est visé ici.

Éléments de l'analyse a posteriori

Certains élèves font se chevaucher les deux gabarits avant de les placer sur la figure-amorce, d'autres tracent les contours formés par la figure composée des deux triangles en partie superposés, puis tracent le segment manquant.

D'autres enfin tracent le contour d'un triangle, enlèvent le gabarit, puis tracent le contour du deuxième triangle (procédure attendue).

Nous relevons chez certains élèves une absence de recours à la figure modèle (pas de prise d'information). Beaucoup ont des difficultés à placer les deux gabarits (les élèves voient les 3 triangles juxtaposés mais pas les deux triangles qui se chevauchent). Certaines procédures sont approximatives (tracé sans utilisation des gabarits).

Le placement des gabarits n'est pas facile pour certains élèves qui les intervertissent et pour d'autres (plus nombreux) qui s'interdisent de placer le second gabarit au-dessus du premier déjà correctement placé.

Dans certaines classes, des élèves ont, dès cette première phase, tracé des diagonales mais ils ne savent pas nécessairement placer les gabarits à partir de celles-ci.

Phase 2 : Commencer à prendre en compte certains alignements en utilisant le fait que certains côtés des triangles sont portés par une même droite.

Extrait du document distribué aux enseignants lors des séances de formation continue en circonscription.

Phase 2

Amorce et gabarits

Procédure attendue

Procédure attendue :

- Prolonger les côtés du premier triangle
- Placer le gabarit grignoté
- Tracer le troisième côté du second triangle

Éléments de l'analyse a priori

Dans cette deuxième phase, l'un des deux petits triangles est donné. Pour compléter la figure, les élèves doivent placer le gabarit grignoté du second petit triangle. Pour cela, ils doivent utiliser leur règle et prolonger les côtés du triangle T1. Or, ce n'est pas dans leurs habitudes de prolonger des traits au-delà de ce qui est nécessaire et de gommer ensuite "ce qui dépasse". De plus, lorsque les élèves placent le gabarit grignoté, ils doivent faire attention à ses deux côtés en même temps. Cela ne peut pas être fait dans un seul mouvement, c'est comme lorsque les élèves doivent prêter attention aux deux côtés de l'équerre lorsqu'ils tracent une perpendiculaire. Soulignons le fait que dans cette deuxième étape, les élèves sont tenus de prolonger les côtés du triangle, mais rien ne les oblige à voir que ces côtés sont portés par les diagonales du quadrilatère.

Éléments de l'analyse a posteriori

Les procédures erronées observées sont les suivantes : Certains élèves, ne percevant pas les alignements, cherchent à placer le gabarit sur l'amorce sans avoir préalablement prolongé les côtés du petit triangle déjà tracé. Nous observons des tentatives de juxtaposition entre le triangle tracé et le gabarit rogné.

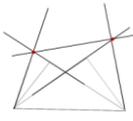
D'autres prennent en compte les alignements de manière partielle en prolongeant un seul des côtés du petit triangle présent sur l'amorce. Ensuite, ils tracent le troisième côté avec ou sans aide du gabarit. Le fait que le gabarit soit rogné (absence d'angles) rend probablement le recours à la superposition du gabarit sur la figure-modèle plus difficile et par là peut gêner la prise en compte des alignements.

D'autres encore, prolongent les deux côtés du petit triangle mais tracent le troisième côté sans utilisation du gabarit (donc dimensions inexactes).

Phase 3 : Prendre en compte les diagonales (alignement de segments et de points)

Extrait du document distribué aux enseignants lors des séances de formation continue en circonscription.

Phase 3

<p>Amorce et gabarits</p> 	<p>Procédure attendue</p> 
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

La taille de l'amorce est réduite par rapport à la figure modèle.

Procédure attendue :

- Prolonger les côtés du cadre et ceux des triangles afin d'obtenir deux points d'intersection
- Joindre les points ainsi obtenus

Éléments de l'analyse a priori

Il s'agit dans cette troisième phase de restaurer le quadrilatère à partir des deux triangles et le début des côtés du quadrilatère (les élèves doivent restaurer les deux sommets du haut). Signalons que cette étape est la plus importante dans la mesure où les élèves doivent prendre en compte les diagonales. Certains élèves peuvent avoir déjà remarqué cette propriété mais rien ne les y obligeait dans les étapes précédentes.

Éléments de l'analyse a posteriori

La plupart des élèves commencent par prolonger les deux côtés latéraux du quadrilatère. Le côté manquant est tracé pour certains élèves par recours à la perception (estimation à l'œil plus ou moins précise), pour d'autres par tentative de mesurage (notamment par report d'espace entre deux doigts), pour d'autres encore par réajustement suite à une première vérification avec le calque

Les (nombreuses) difficultés rencontrées par les élèves lors de cette phase ont probablement plusieurs origines.

Cette phase constitue un saut important. Alors que les tâches attendues des élèves lors des deux premières phases relevaient d'une vision des figures en termes de lignes (vision droites), réussir la troisième phase suppose d'analyser la figure en termes de lignes mais aussi de points (vision points). En effet, pour tracer le côté manquant les élèves ont besoin de deux points (deux sommets du quadrilatère). Cela suppose de prolonger des lignes, de voir des points comme intersection de lignes puis de prolonger des lignes pour obtenir des points. Peut-être faudrait-il prévoir pour les élèves de CE2 d'effacer les sommets des triangles afin de les inciter à prolonger leurs côtés.

Trouver les points nécessaires pour tracer le troisième côté nécessite de planifier des étapes dans la mise en œuvre de la procédure et certains élèves (comme dans toute activité de résolution de problèmes) ont bien du mal à les identifier. Ici, beaucoup d'élèves ne savent pas ce qu'ils doivent chercher, n'ont pas conscience qu'il faut prolonger des lignes pour trouver des points, que c'est l'intersection de ces droites

qui leur permettra de déterminer des points (point encore vu pour beaucoup davantage comme un sommet que comme l'intersection de deux droites).

En outre, la tentation des élèves de reporter des longueurs est très forte. L'absence de gabarit n'incite pas les élèves à repartir sur la figure-modèle et encourage probablement les élèves à se contenter de procédures hasardeuses. Le fait que les triangles constituent des lignes fermées est aussi une cause possible de difficulté : en effet, prolonger les côtés des triangles suppose de voir ces figures non plus comme le contour d'une surface mais comme un réseau de lignes.

Enfin, signalons qu'une modification est introduite dans le contrat puisqu'il faut ici restaurer le quadrilatère et non les triangles.

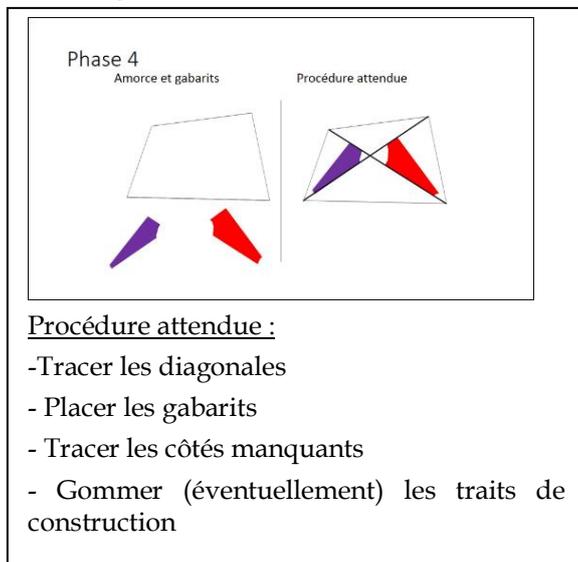
Phase 4 : Prendre en compte les diagonales (alignement de segments et de points)

Extrait du document distribué aux enseignants lors des séances de formation continue en circonscription.

Éléments de l'analyse a priori

Cette dernière étape vise à réinvestir ce qui a été découvert par les élèves au cours des trois premières phases. Les élèves ont à leur disposition les gabarits grignotés des deux petits triangles et ils doivent en tracer les contours. Pour cela, ils doivent commencer par tracer les diagonales du quadrilatère pour pouvoir ensuite placer les gabarits et obtenir les côtés manquants.

Les élèves peuvent ensuite gommer les traits de construction.



Éléments de l'analyse a posteriori

Cette dernière phase nécessite de réinvestir les connaissances acquises à propos de la figure dans les trois phases précédentes. Certains élèves n'ont pas été capables de remobiliser ces connaissances et n'ont pas perçu qu'il fallait commencer par tracer les diagonales pour pouvoir ensuite placer les gabarits (ou n'ont tracé qu'une seule diagonale). D'autres ont encore été freinés dans la mise en œuvre d'une procédure efficace par l'absence de recours à la prise d'informations sur la figure modèle et par voie de conséquence des difficultés à identifier les gabarits.

Évoquons enfin quelques réactions plus générales des participants à propos de cette situation.

L'analyse a priori nécessite une vision d'ensemble des quatre phases. Il est en effet difficile de faire une analyse a priori d'une activité sans connaître les autres. Une appropriation préalable de chaque étape est importante pour comprendre la progression choisie. En effet, les procédures mises en œuvre peuvent dépendre en partie des étapes précédentes. Certains participants ont en fait travaillé en commun et analysé ensemble et successivement les 4 étapes, ce qui ne correspondait pas à la consigne donnée mais s'est révélé plus efficace. L'analyse s'en est trouvée facilitée.

La première phase vise une représentation mentale des parties cachées par la superposition des gabarits. Les deux premières phases relèvent d'une vision des figures en termes de lignes (vision droites) mais la deuxième phase ne nécessite pas l'utilisation des diagonales du quadrilatère. C'est à partir de la troisième phase que les élèves ont besoin des diagonales. Elle suppose de plus de la part des élèves une analyse de la figure en termes de lignes mais aussi de points (vision points).

D'autres questions sont soulevées à propos de la situation dans son ensemble : Que retiennent les élèves à l'issue des quatre phases ? Quelle institutionnalisation l'enseignant doit-il prévoir ? Quels sont les mots attendus et quelle trace écrite ? Autant de questions qui conduisent à interroger les indications à donner à l'enseignant, la manière dont il s'est approprié la situation proposée et les obstacles éventuellement rencontrés.

V - QUESTIONNER CE QUI PEUT FAIRE OBSTACLE À L'APPROPRIATION DE LA SITUATION PAR LES ENSEIGNANTS

L'appropriation par les enseignants de situations issues de la recherche ne va pas de soi, tout particulièrement lorsque les propositions qui leur sont faites sont éloignées de leurs pratiques ordinaires. Les analyses réalisées lors de précédentes expérimentations (Leclercq, Mangiante-Orsola 2014) nous ont conduits à préciser nos choix. Ceux-ci portent à la fois sur l'adaptabilité de la situation elle-même à l'enseignement ordinaire et sur l'accompagnement prévu (c'est-à-dire la séance de formation continue, le document distribué et le suivi des enseignants par les formateurs).

Afin d'interroger ces choix, nous prendrons appui dans cette partie, sur l'avis des participants à propos de ce qui peut faire obstacle à l'appropriation de la situation par les enseignants que nous rapprocherons des observations issues du suivi des enseignants et nous rendrons compte des échanges qui ont eu lieu dans notre atelier à propos des indications à donner à ces derniers³.

La situation proposée aux enseignants a été conçue avec une double intention : du côté des élèves, il s'agissait d'enrichir peu à peu la connaissance des élèves sur cette figure (cf. partie IV) et du côté des enseignants, il s'agissait de les amener à remettre en cause leurs conceptions à travers d'une part l'analyse a priori menée lors de la séance de formation et d'autre part l'observation de leurs élèves. Dans cette perspective, il nous semblait important de présenter aux enseignants une situation " facile à mettre en œuvre " et leur " donnant à voir les procédures et les difficultés des élèves ". Examinons successivement ces deux aspects.

1 Une situation " facile à mettre en œuvre "

Parmi les situations de restauration produites par la recherche, certaines prévoient l'usage de différents instruments possibles dont le choix est laissé aux élèves. Cela suppose pour l'enseignant d'analyser les procédures mises en œuvre, de les mettre en relation avec les savoirs géométriques en jeu et surtout d'être capable de gérer au moment de la mise en commun l'exposé, la comparaison voire la confrontation de ces procédures. Nous faisons le choix ici de libérer en partie l'enseignant de ce travail d'analyse en organisant en amont l'évolution des procédures. En effet, le déroulement en étapes de la situation fixe le jeu sur les variables didactiques (que sont ici le choix de l'amorce et celui des instruments).

Comme nous l'avions prévu, le caractère répétitif des phases de travail a facilité la dévolution de la tâche aux élèves. Néanmoins, l'analyse des enregistrements vidéo et des carnets de suivi soulève de nouvelles questions dont nous avons commencé à débattre au sein du groupe restreint. Nous avons étudié les grands moments de l'activité de l'enseignant relatifs aux processus de dévolution, de régulation, d'institutionnalisation.

Une première question se pose à propos *du processus de dévolution* : jusqu'où aller dans l'analyse de la figure modèle ? Nous relevons en effet différentes façons de la présenter aux élèves : certains enseignants se contentent de l'exposer (sur une affiche collective, sur le TBI) sans autre commentaire mais la plupart en font une analyse (plus ou moins complète) avec les élèves. Parmi eux, certains vont jusqu'à la mise en évidence de différents triangles (« des grands et des petits »), d'autres semblent ne pas vouloir aller au-delà de quelques indications (et l'on peut se demander si cela ne peut pas bloquer les élèves dans une première analyse incomplète de la figure). Nous nous sommes interrogés au sein de

³ Rappelons ici que nous avons posé deux questions aux participants : « Quelles sont les procédures attendues chez les élèves et les difficultés qu'ils peuvent rencontrer ? » et « Quelles indications donner aux enseignants ? ».

notre groupe de travail à propos des indications à donner aux enseignants. Faut-il leur dire que mener l'analyse de la figure avec les élèves " tue le problème " alors que certains enseignants estiment qu'une analyse collective systématique la figure modèle permet d'installer de bonnes habitudes : « *quand on travaille en géométrie, il faut toujours commencer par analyser la figure qu'on a sous les yeux* ». Peut-être faut-il alors convenir avec ces enseignants de laisser progressivement plus d'autonomie aux élèves par rapport à cette première phase de travail ?

D'autres questions se sont posées au sein du groupe de travail à propos de la régulation : quels sont les moyens d'étayage ? Plus généralement, comment aider un élève "bloqué" ? Un participant de l'atelier soulève une autre question : comment convaincre l'élève certain de sa réussite que sa production n'est pas conforme ? Comment aider l'élève à se rendre compte de ses erreurs ? L'utilisation du papier calque avec variation possible de l'épaisseur du trait est un élément de réponse possible mais, encore faut-il que les enseignants sachent quand et comment l'utiliser. Or, nous avons constaté que certains oublièrent de le mettre à disposition ou au contraire le laissait trop souvent à disposition des élèves. Nous avons aussi relevé des moyens d'étayage que nous n'avions pas prévus. Certains enseignants demandent à leurs élèves de faire le tour de la figure ou de suivre certaines lignes droites avec leur doigt, d'autres leur suggèrent de revenir sur les tracés effectués lors de la phase précédente. Lors de l'étape 3, un enseignant donne à certains élèves une ficelle de manière à ce qu'il puisse repérer des alignements sur la figure modèle (côté d'un triangle et sommet du quadrilatère) ou encore pointe les éléments manquants (par exemple, toujours lors de l'étape 3, repérer qu'il faut trouver deux points pour pouvoir tracer le côté manquant). Ce qui semble aussi poser problème dans certaines classes, c'est la gestion de l'avancée du groupe. Un enseignant nous dit que si nous n'avions pas été là, il aurait distribué le matériel de la phase suivante aux élèves qui ont terminé. Oui, mais alors comment mener les institutionnalisations intermédiaires ? Faut-il prévoir d'autres organisations du travail possibles dans notre document ou insister au contraire sur l'importance des mises en commun collectives ? Cela reste à discuter.

De manière générale, les questions liées au processus d'institutionnalisation sont nombreuses. Conscients des difficultés pouvant être rencontrées par les enseignants, nous avons prévu dans notre document une rubrique " les mots pour le dire " mais force est de constater que nos indications se sont révélées insuffisantes.

Nous avons notamment constaté que deux enseignants n'avaient pas mené de mise en commun (l'un d'entre eux estimant qu'il est inutile de faire une mise en commun puisqu'il s'agit d'une " étape de recherche "). Mais, plus généralement nous avons relevé chez les enseignants suivis des faiblesses en terme de gestes professionnels : les procédures erronées servent rarement de leviers d'apprentissage, au mieux, l'enseignant simule des erreurs pour faire réagir les élèves et la plupart du temps, les mises en commun se limitent à la présentation par un élève de la procédure attendue (c'est davantage une correction qu'une mise en commun). De plus, certaines formulations restent imprécises. Solliciter les élèves pour qu'ils viennent présenter leur procédures ne suffit pas, il appartient à l'enseignant d'étayer ces formulations et de gérer les échanges au sein de la classe pour que peu à peu d'autres élèves s'en emparent. Faut-il donc prévoir dans notre document des indications à donner aux enseignants en termes de gestes professionnels ? Et si oui, à quel moment et sous quelle forme ?

Des participants estiment de plus qu'il manque à notre document des indications pour aider les enseignants à organiser une dernière phase d'institutionnalisation qui reviendrait sur les quatre phases de la situation. Que doivent retenir les élèves ? Quelle institutionnalisation à l'issue du déroulement prévu ? Il conviendrait de le préciser.

2 Une situation qui permet aux enseignants de mieux observer les procédures de leur élèves pour à terme remettre en questions leurs représentations

Nous avons fait le choix de concevoir une situation que nous supposons " déclenchante ", c'est-à-dire susceptible d'amener les enseignants à faire évoluer leurs représentations à propos de l'enseignement de la géométrie et de ses enjeux. Dans ce but, nous avons choisi de mener de façon collective une analyse a priori au cours de la séance de formation continue et cherché à faciliter l'observation des élèves. Or, cette observation ne va pas de soi. Si les enseignants en ressentent le besoin encore faut-il prévoir une

organisation du travail adapté : lors des entretiens, certains enseignants se disent frustrés car ils auraient souhaité pouvoir observer un seul élève de manière à pouvoir mieux comprendre son cheminement de la première à la dernière phase. Nous avons cherché avec eux des solutions : faut-il organiser le travail par demi-classe ? Sous forme d'ateliers ? Mais, dans ce cas, comment mener les phases de mise en commun ? Des propositions leur ont été faites que nous reprendrons probablement dans une nouvelle version de notre document. Au-delà des moyens requis à l'observation, se pose la question de ce qu'il convient d'observer. L'analyse a priori menée dès la première séance de formation continue a été complétée par une analyse a posteriori lors de la deuxième séance dans le but d'affiner les indications à donner aux enseignants à travers la ressource.

Ainsi, à l'issue de cette première année d'expérimentation avec les enseignants, nous nous interrogeons. La situation permet-elle vraiment de faire comprendre les choix qui sous-tendent notre approche ? Est-elle suffisamment représentative de la démarche ? Il est difficile de répondre à ces questions à ce stade de notre travail. Néanmoins, les modifications apportées par les enseignants au cours de la préparation et de la mise en œuvre de cette situation nous permettent d'avancer quelques premiers éléments de réponse.

Certains enseignants n'ont pas perçu le rôle joué par le changement de taille du modèle dans la phase 2. Ils n'ont pas compris (ou ont oublié) que cela permettait d'éviter le report de longueur. On peut aussi se demander si ceux qui ont mené une analyse collective de la figure ont bien perçu l'objectif de la situation. Mais, d'autres modifications témoignent d'une appropriation tout à fait pertinente de la part des enseignants. Citons par exemple le choix d'ajouter un gabarit intrus afin d'obliger les élèves à placer chaque gabarit sur la figure modèle afin d'identifier ceux à utiliser ou encore l'usage de la ficelle évoqué plus haut pour repérer des alignements.

Toujours pour mieux cerner ce qui caractérise notre approche, certains participants de l'atelier suggèrent de prévoir une activité préalable au cours de laquelle les élèves auraient à reproduire puis à restaurer une figure de manière à mieux pointer les différences entre ces deux tâches et de mieux mettre en évidence l'apport de la restauration de figures à la fois pour les élèves et pour les enseignants.

3 Des situations isolées⁴ plutôt qu'une progression

Une conséquence du choix d'une situation " déclenchante " est le fait de ne pas proposer de progression annuelle. Mais, nous estimons que l'approche proposée était trop éloignée des pratiques usuelles pour nous permettre de nous limiter à des adaptations du projet global de l'enseignant. Nous avons besoin de l'amener à observer, assez finement, ce qui se joue lors d'une restauration de figure. Néanmoins, force est de constater que même si nous avons explicité les raisons de notre choix, la demande de la part des enseignants (et notamment des EMF) de penser une progression à l'année reste forte. Nous avons donc décidé de travailler l'année prochaine à des repères pour une progression. A terme, il s'agira de s'interroger pour rendre plus lisibles les liens entre nos propositions et les programmes, entre nos propositions et les progressions des enseignants. Cette dernière remarque nous conduit à poser une question plus générale (exprimée par certains participants) : Qu'est-ce qui peut inciter un enseignant " ordinaire " à adhérer à cette démarche ? Au-delà d'un apport de connaissances sur l'enseignement de la géométrie, la séance de formation visait justement à présenter un certain nombre d'arguments susceptibles de convaincre les enseignants de la pertinence de notre approche. Regarder les enjeux de la géométrie à plus long terme, en pointant certaines difficultés rencontrés par les élèves au collège, permet de légitimer une prise en charge plus progressive du changement de regard attendu des élèves sur les figures. Nous avons aussi prévu de donner la parole aux EMF qui ont ainsi pu exprimer leur propre point de vue à propos de la démarche. La mise en activité des enseignants via l'analyse a priori de la situation devait aussi les aider à s'engager dans notre projet.

⁴ Nous avons proposé deux situations : celle étudiée ici et une autre visant à installer un certain contrat didactique avec les élèves. Cette situation 0 n'est pas présentée ici.

Des participants estiment qu'il pourrait être judicieux de partir de "manques" dans les évaluations pour enrôler les enseignants. Nous avons étudié des productions d'élèves mais prendre appui sur leurs propres évaluations serait probablement plus convaincant.

Un autre participant interroge : « est-ce qu'il y a des éléments pour faire comprendre aux enseignants l'importance du passage d'une dimension à l'autre c'est-à-dire le passage d'une vision surface à une vision lignes et points ? Est-ce qu'il faut autre chose pour faire comprendre l'importance de ce passage ? » Nous avons déjà donné des arguments aux enseignants prenant appui sur l'évolution naturelle du regard des élèves sur les figures et sur les difficultés que certains peuvent rencontrer au collège. Néanmoins, nous avons (peut-être) laissé penser aux enseignants que notre approche proposait des activités plus complexes (il suffit de repenser à certaines activités de restaurations parfois difficiles pour les enseignants eux-mêmes⁵...) alors qu'au contraire il s'agit de mieux les accompagner dans un changement de regard sur les figures. Nous devons poursuivre notre réflexion, trouver le moyen de faire en sorte que les enseignants ne voient pas la situation proposée comme quelque chose qui vient s'ajouter à leur progression usuelle mais comme le moyen de mieux prendre en charge ce passage d'une vision à l'autre.

VI - CONCLUSION

Au terme de cette première année, les résultats obtenus sont nécessairement partiels et ne portent que sur certains aspects de notre projet mais nous avons pu tester une situation dans une quinzaine de classes. Tout au long de ce processus d'élaboration et d'expérimentation, les différents membres du groupe ont été amenés à croiser leurs analyses afin de vérifier à la fois que les situations étaient valides du point de vue théorique, c'est-à-dire capables de produire les connaissances attendues mais aussi de tester leur adaptabilité à l'enseignement ordinaire dans la perspective d'une évolution des pratiques des enseignants participants au projet. Ce travail a permis d'initier plusieurs équipes pédagogiques de la circonscription à notre approche de l'enseignement de la géométrie.

Nous envisageons de poursuivre notre travail de conception et d'évaluation de ressources avec ces mêmes enseignants (au moins) l'année prochaine selon plusieurs pistes.

Il s'agira tout d'abord d'optimiser le document produit l'année dernière et le travail mené au sein de cet atelier devrait nous permettre d'enrichir notre réflexion à propos des indications à donner aux enseignants.

Nous chercherons également à mieux cerner ce qui caractérise notre approche. En effet, nous devons trouver le moyen de poser les questions les plus fondamentales possibles pour que les enseignants puissent relier nos propositions à leur propre pratique et ne voient pas la situation proposée comme quelque chose à côté de leur progression usuelle en géométrie.

Enfin, nous envisageons d'élargir notre réflexion, c'est-à-dire d'inscrire nos situations dans une progression à l'année pour à terme rédiger et diffuser une ressource dont tout enseignant de cycle 3 pourrait éventuellement s'emparer.

⁵ Cf. figure 4 lors de la première mise en activité

VII - BIBLIOGRAPHIE

ANSELMO B., BRACONNE-MICHOUX A., GROS D., ZUCCHETTA H. (2013). *La géométrie plane du cycle 3 au collège, trois modules de formation* IREM de Lyon.

<http://math.univ-lyon1.fr/irem/spip.php?rubrique137> consulté le 26 février 2016.

BEGUIN, P. (2005). Concevoir pour les genèses professionnelles. Dans P. Rabardel & P. Pastré (Éd.), *Modèles du sujet pour la conception ; dialectiques, activités, développement* (p. 31-52). Toulouse: Octarès.

BRACONNE-MICHOUX A., ZUCCHETTA H. (2010). Formation continue en géométrie au cycle 3 : une entrée par les problèmes. *Atelier A5 in Actes du XXXVIème Colloque de la COPIRELEM*, Auch 2010.

DUVAL R. (1994). Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique, Strasbourg, *Repères IREM N°17*.

http://www.univ-irem.fr/exemple/reperes/articles/17_article_119.pdf consulté le 26 février 2016

DUVAL R., GODIN M. (2005), Les changements de regard nécessaires sur les figures, *Revue Grand N°76*, p. 7-27.

http://www-irem.ujf-grenoble.fr/revues/revue_n/fic/76/76n2.pdf consulté le 26 février 2016.

LECLERCQ R, MANGIANTE-ORSOLA C (2014). Étude d'un dispositif articulant production de ressources et formation continue en géométrie : quels effets sur les pratiques des enseignants ? *Actes du XLème colloque de la COPIRELEM*, Nantes 2014

MANGIANTE-ORSOLA C. (2014). Une étude du processus d'appropriation par des enseignants de situations produites par la recherche pour l'enseignement de la géométrie, *Actes du Séminaire National de Didactique des Mathématiques*. Année 2013.

MANGIANTE-ORSOLA C., PERRIN-GLORIAN M.J. (2014). Géométrie en primaire : des repères pour une progression et pour la formation des maîtres. *Actes du XLIème colloque de la COPIRELEM*, Mont de Marsan 2014, 57-80.

PERRIN-GLORIAN M.J., GODIN M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments vers leur caractérisation par des énoncés. *Math-école n°222*, p. 26-36.

VIII - ANNEXES

ANNEXE 1

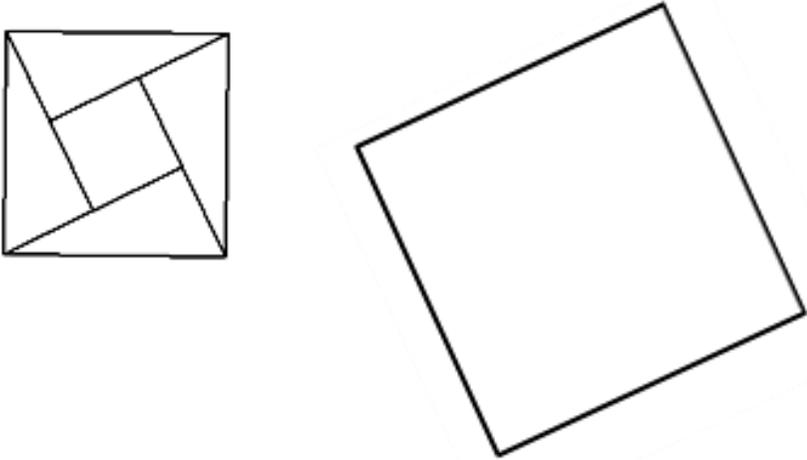
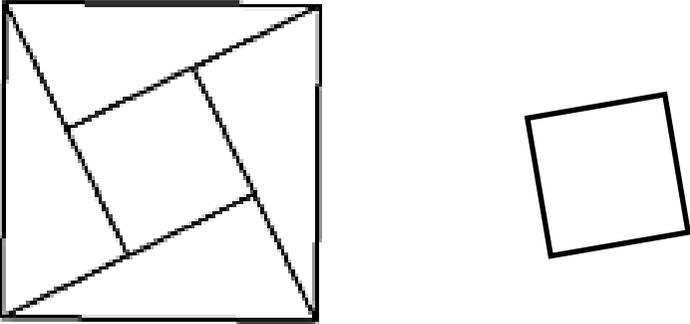
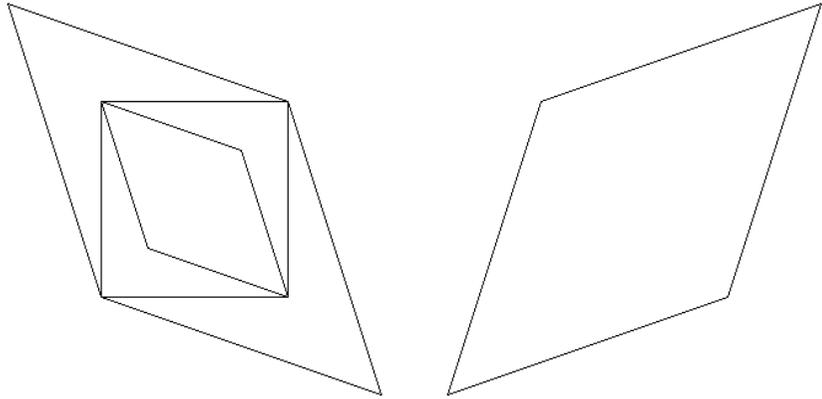
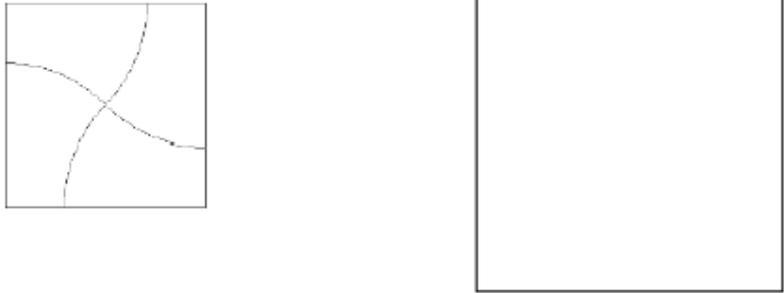
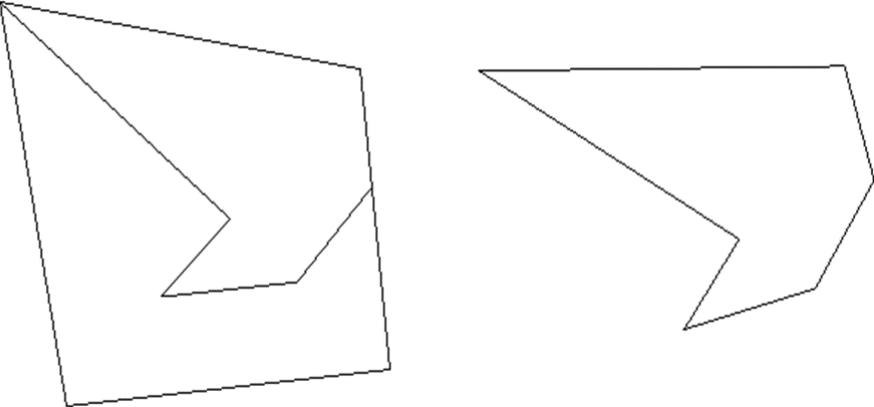
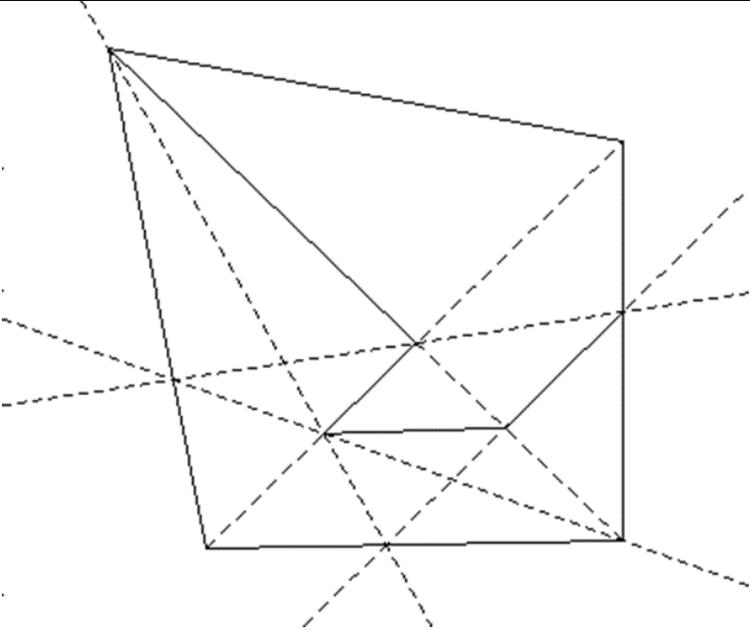
Figure 1		Figure 1bis	
			
Actions sur le matériel	Notions en jeu	Actions sur le matériel	Notions en jeu
<ul style="list-style-type: none"> • Prolonger les côtés • Vérifier que les droites ainsi tracées coupent les côtés du carré extérieur en leur milieu • Trouver les milieux des côtés • Joindre des points (milieu, sommet) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les côtés sont portés par des droites et on peut toujours prolonger une droite • Milieu d'un segment • Droite définie par deux points • Carré défini par un réseau de droites 	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier que sommets du petit carré sont les milieux de segments • Prolonger les côtés du carré amorce • <u>Reporter des longueurs</u> • Identifier 4 points • Joindre ces 4 points (sommets du grand carré) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les côtés sont portés par des droites et on peut toujours prolonger une droite • Milieu d'un segment • Droite définie par deux points • Carré défini par un réseau de droites

Figure 4		Alignements	
			
Actions sur le matériel	Notions en jeu	Actions sur le matériel	Notions en jeu
<ul style="list-style-type: none"> • Tracer les diagonales • Reporter la longueur d'une diagonale (la plus courte) • Tracer le carré • Reporter des longueurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagonales d'un losange • Les diagonales d'un carré ont même longueur • Sommets communs 	<ul style="list-style-type: none"> • Tracer les diagonales d'un carré • Tracer des arcs de cercle 	<ul style="list-style-type: none"> • Point = intersection de deux lignes • Pour définir un cercle : un point (centre) et la distance (rayon)
<ul style="list-style-type: none"> • Trois losanges tels que : Les diagonales sont portées par les mêmes droites. • Les points d'intersection des diagonales de chaque losange confondus ; les diagonales du petit losange sont les demi-diagonales du grand losange ; le losange « moyen » a deux sommets communs avec le petit losange et deux autres sommets communs avec le grand losange. 		<ul style="list-style-type: none"> • Le centre du carré sert ensuite comme point de repère des extrémités des rayons des huitièmes de cercles dont les centres sont les sommets du carré. 	

	
<ul style="list-style-type: none"> • Prolonger des segments • Joindre des points 	<ul style="list-style-type: none"> • On aborde le concept de points et celui de droites : un point est obtenu comme intersection de droites, et une droite est soit vue comme prolongement d'un « trait » tracé, soit définie par deux points (aspect plus difficile pour les élèves).
<ul style="list-style-type: none"> • Reconnaissance de différents alignements : certains traits sont à prolonger mais d'autres alignements sont à repérer par la connaissance de trois points. La validation peut être faite grâce à deux alignements supplémentaires. Ces mêmes alignements permettent aussi de terminer la construction par deux méthodes différentes. • Dans le cas de cette figure, les alignements de points ne présentent pas tous les mêmes difficultés selon qu'il s'agit de prolonger un trait existant ou de créer une droite passant par deux points. Plusieurs démarches sont possibles dans la mesure où certains alignements sont indépendants les uns des autres. La figure à compléter est légèrement tournée par rapport à l'original pour éviter des procédures s'appuyant sur une reconnaissance de parallélisme (faite en glissant éventuellement la règle). 	

ANNEXE 2

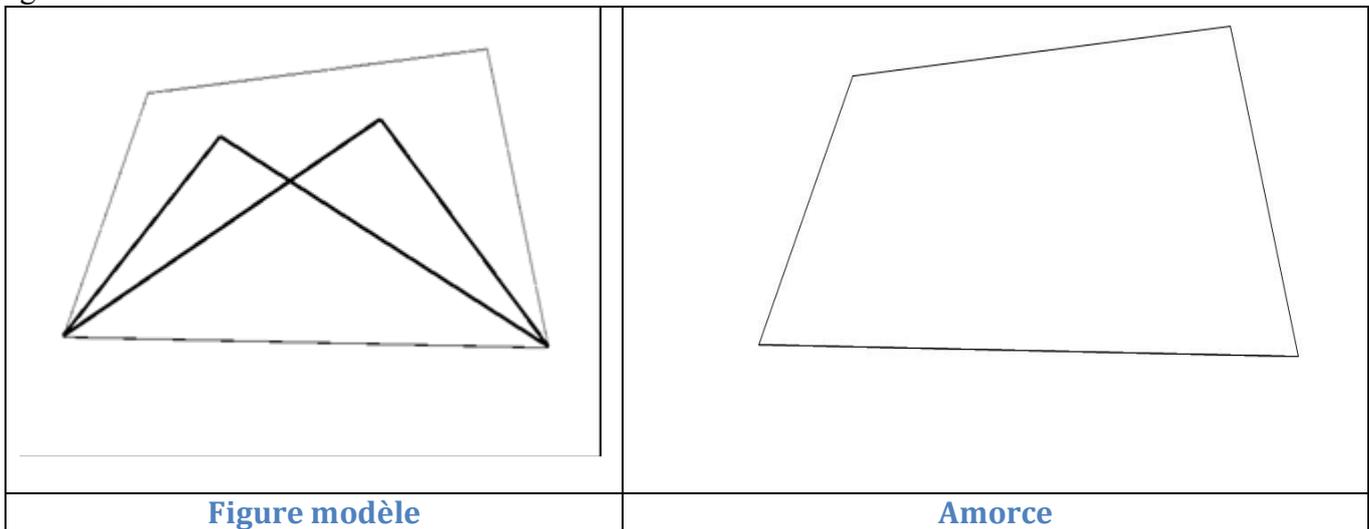
Situation n°1**Objectif d'enseignement**

Amener les élèves à prendre en compte les propriétés d'une figure (ici il s'agit d'alignements).

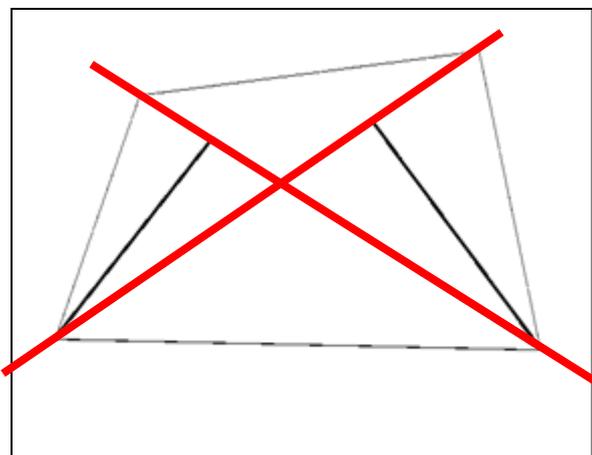
Objectif de formation

Donner la possibilité aux enseignants d'observer comment on peut amener les élèves à exercer leur regard et découvrir les propriétés d'une figure en jouant sur les instruments mis à disposition.

Remarque : nous utilisons le mot « instrument » au sens large : bande de papier, gabarit, règle non graduée...



Analyse de la figure : nous avons choisi une figure qui présente des **alignements** mais pas d'angle droit.

**Matériel à disposition**

- Une règle non graduée (bande cartonnée rigide éventuellement plastifiée)
- Des gabarits (ceux situés en annexe)

Remarque : laisser la règle non graduée à disposition des élèves mais ne pas donner d'indication à propos de son utilisation.

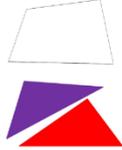
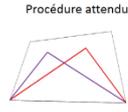
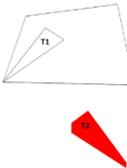
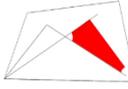
Quelques indications à propos du déroulement

Il s'agit dans cette séance de proposer aux élèves de restaurer la même figure quatre fois. A chaque étape, les instruments mis à disposition sont différents. Lors des deux premières étapes, les élèves disposent de

deux gabarits dont ils doivent tracer les contours. Lors de la troisième étape, ils vont devoir prolonger les contours des gabarits (c'est pourquoi une règle non graduée est à leur disposition).

Adaptations possibles :

- Pour faciliter les tracés, on pourra organiser le travail en binôme (l'un tient, l'autre trace) et/ou agrandir les figures et les gabarits.
- Le choix et le nombre de gabarits peuvent être modifiés. On veillera néanmoins à limiter progressivement les informations portées par les gabarits pour amener les élèves à prélever davantage d'informations sur la figure modèle.

 <p>Donnez les consignes, distribuez le matériel puis ... OBSERVEZ VOS ELEVES</p> <p>Attention : il est important de prévoir une mise en commun après chacune de ces quatre phases.</p>	
<p>Phase 1 : Réaliser un assemblage par superposition puis tracer les contours des gabarits.</p> <p>Les élèves doivent tout d'abord positionner les gabarits pour retrouver la figure modèle. Ils doivent ensuite organiser les tracés : placer un gabarit, tracer, placer l'autre gabarit, tracer. Ici, certains peuvent avoir des difficultés à organiser la réalisation des tracés mais justement ces difficultés sont dues à la nécessité de se représenter mentalement des parties cachées par la superposition des gabarits et c'est précisément ce à quoi nous voulons entraîner les élèves.</p> <p>Observations réalisées en classe</p> <p>-----</p> <p>-----</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Phase 1</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Amorce et gabarits</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Procédure attendue</p>  </div> </div> </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Les mots pour le dire...</i></p> <p><i>Deux gabarits superposés.</i></p> <p><i>Tracer les contours.</i></p> </div>
<p>Phase 2 : Commencer à prendre en compte certains alignements : utiliser le fait que certains côtés des triangles sont portés par une même droite.</p> <p>Pour compléter la figure, les élèves doivent placer le gabarit grignoté. Pour cela, ils doivent utiliser leur règle et prolonger les côtés du triangle T1. Or, ce n'est pas dans leurs habitudes de prolonger des traits au-delà de ce qui est nécessaire et de gommer ensuite "ce qui dépasse". De plus, lorsque les élèves placent le gabarit grignoté, ils doivent faire attention à ses deux côtés en même temps. Cela ne peut pas être fait dans un seul mouvement, c'est comme lorsque les élèves doivent prêter attention aux deux côtés de l'équerre lorsqu'ils tracent une perpendiculaire.</p> <p>Remarque : Dans cette deuxième étape, les élèves sont tenus de prolonger les côtés du triangle, mais rien ne les oblige à voir que ces côtés sont portés par les diagonales du quadrilatère.</p> <p>Observations réalisées en classe</p> <p>-----</p> <p>-----</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Phase 2</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Amorce et gabarits</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Procédure attendue</p>  </div> </div> </div> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p><i>Les mots pour le dire...</i></p> <p><i>Un gabarit à positionner.</i></p> <p><i>Prolonger les côtés du triangle pour pouvoir positionner le gabarit.</i></p> <p>A faire remarquer absolument :</p> <p><i>Les côtés des triangles sont situés sur <u>une même droite</u>.</i></p> </div>

Phase 3 : Prendre en compte les diagonales (alignement de segments et de points)

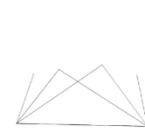
Il s'agit ici de restaurer le quadrilatère à partir des deux triangles et le début des côtés du quadrilatère (les élèves doivent restaurer les deux sommets du haut).

Remarque : cette étape est la plus importante dans la mesure où les élèves doivent prendre en compte les diagonales. Certains élèves peuvent avoir déjà remarqué cette propriété mais rien ne les y obligeait dans les étapes précédentes.

Observations réalisées en classe

Phase 3

Amorce et gabarits



Procédure attendue



Les mots pour le dire...

Prolonger les côtés

Points d'intersection

Sommets, diagonales du quadrilatère

A faire remarquer absolument

Les points d'intersection obtenus sont les sommets du quadrilatère

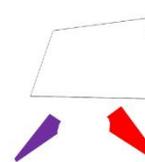
Phase 4 : Prendre en compte les diagonales (alignement de segments et de points)

Il s'agit ici de tracer les deux triangles : pour cela, les élèves doivent commencer par tracer les diagonales du quadrilatère pour pouvoir ensuite placer les gabarits et obtenir les côtés manquants.

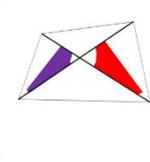
Les élèves peuvent ensuite gommer les traits de construction.

Phase 4

Amorce et gabarits



Procédure attendue



Les mots pour le dire...

Deux gabarits à positionner.

A faire remarquer absolument

Il faut tracer les diagonales du quadrilatère.



Ces quatre étapes ont pour objectif d'amener l'élève à exercer son regard sur la figure. A chaque étape, il devra, à partir d'un agencement de gabarits tracer le contour des formes situées à l'intérieur du quadrilatère « cadre ». Le prolongement de segments et la perception de l'alignement se révèlent déterminantes pour la réussite des tracés attendus.



Reproduction ou restauration de figures, qu'est-ce que cela change pour l'élève ?

Dans le cas d'une activité de **reproduction** de figure, l'élève a généralement la liberté d'utiliser tous les instruments de géométrie disponibles en classe et de choisir parmi plusieurs possibles l'ordre des tracés à effectuer pour reproduire la figure modèle.

Dans le cas d'une activité de **restauration** de figure, la marge de manœuvre de l'élève est limitée. Les instruments à disposition ont été sélectionnés par l'enseignant et l'amorce donnée restreint le nombre et le choix des tracés à effectuer.

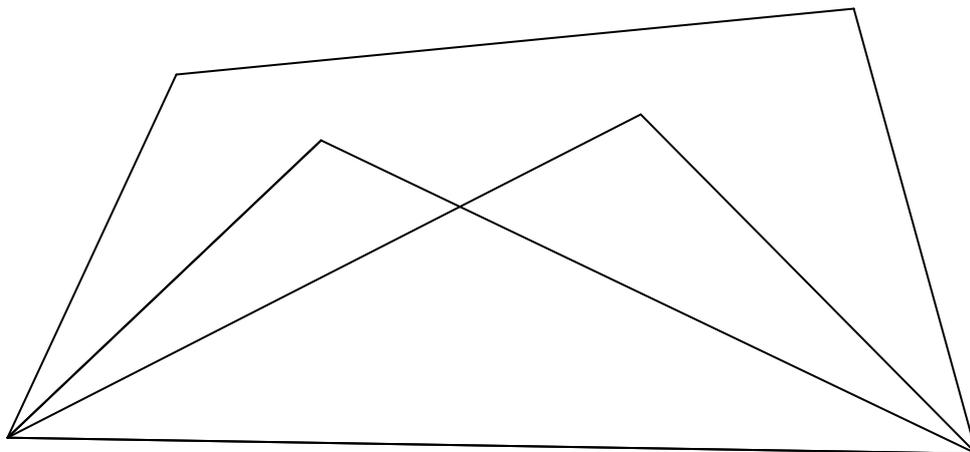
Reproduire ou restaurer, qu'est-ce que cela change pour l'enseignant ?

Dans le cas d'une activité de **reproduction** de figure, il est souvent difficile (voire impossible) pour l'enseignant d'avoir connaissance des procédures utilisées par chacun des élèves.

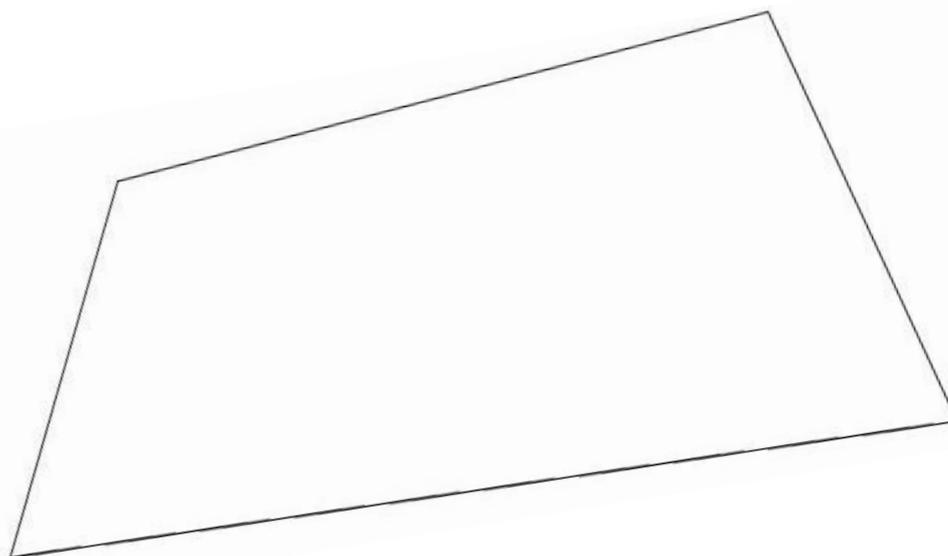
Dans le cas d'une activité de **restauration** de figure, l'enseignant a fixé les instruments disponibles et l'amorce est déjà tracée. Cela lui permet de limiter les actions sur le matériel attendues et de faciliter l'observation du travail de ses élèves.

Document élève - Situation 1

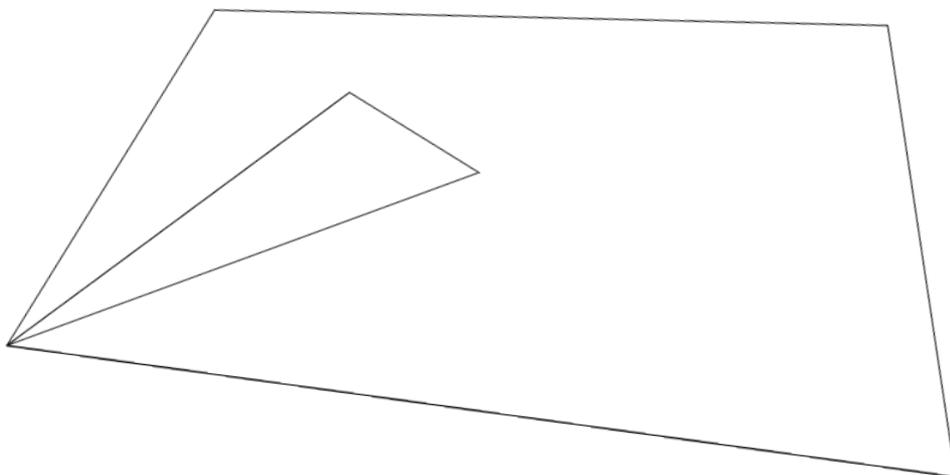
Figure modèle.



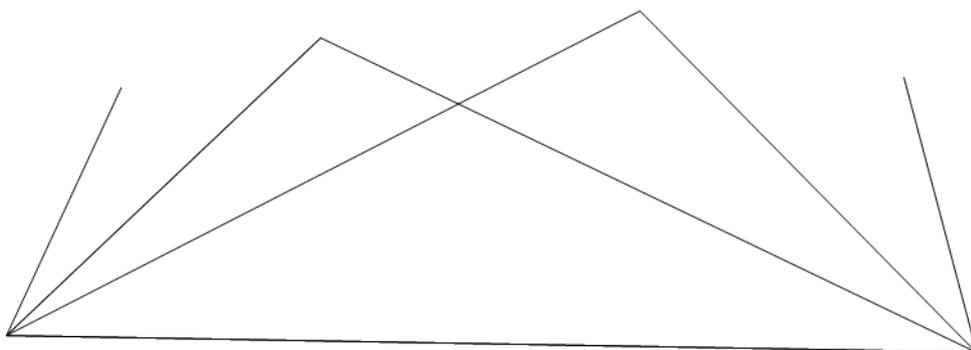
----- ✂
Phase 1 : Complète la figure ci-dessous à partir de la figure modèle. Pour cela, tu utiliseras les gabarits donnés. Une règle non graduée est aussi à ta disposition.



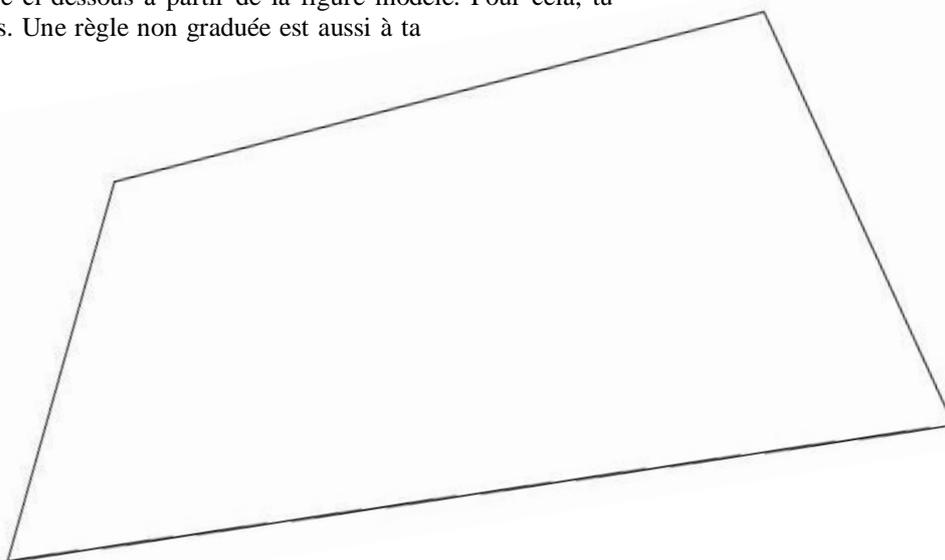
Phase 2 : Complète la figure ci-dessous à partir de la figure modèle. Pour cela, tu utiliseras le gabarit donné. Une règle non graduée est aussi à ta disposition.



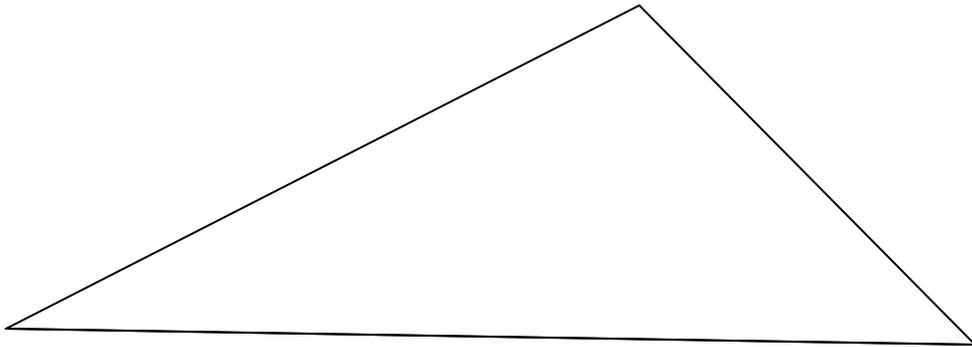
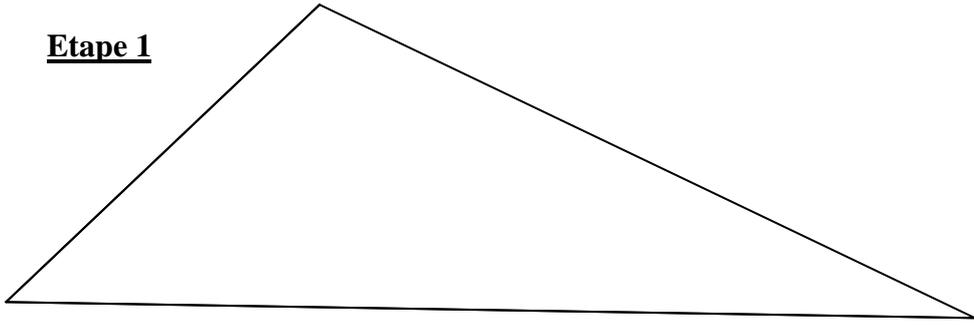
----- ✂
Phase 3 : Complète la figure ci-dessous à partir de la figure modèle. Une règle non graduée est à ta disposition.



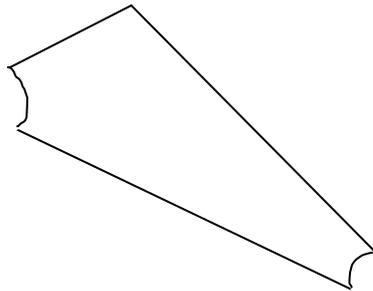
----- ✂
Phase 4 : Complète la figure ci-dessous à partir de la figure modèle. Pour cela, tu utiliseras les gabarits donnés. Une règle non graduée est aussi à ta disposition.



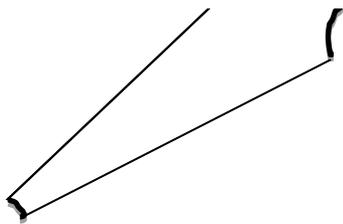
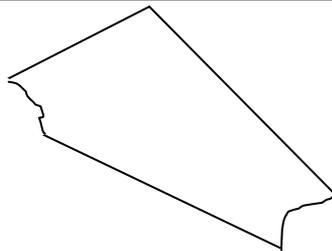
Etape 1



Etape 2

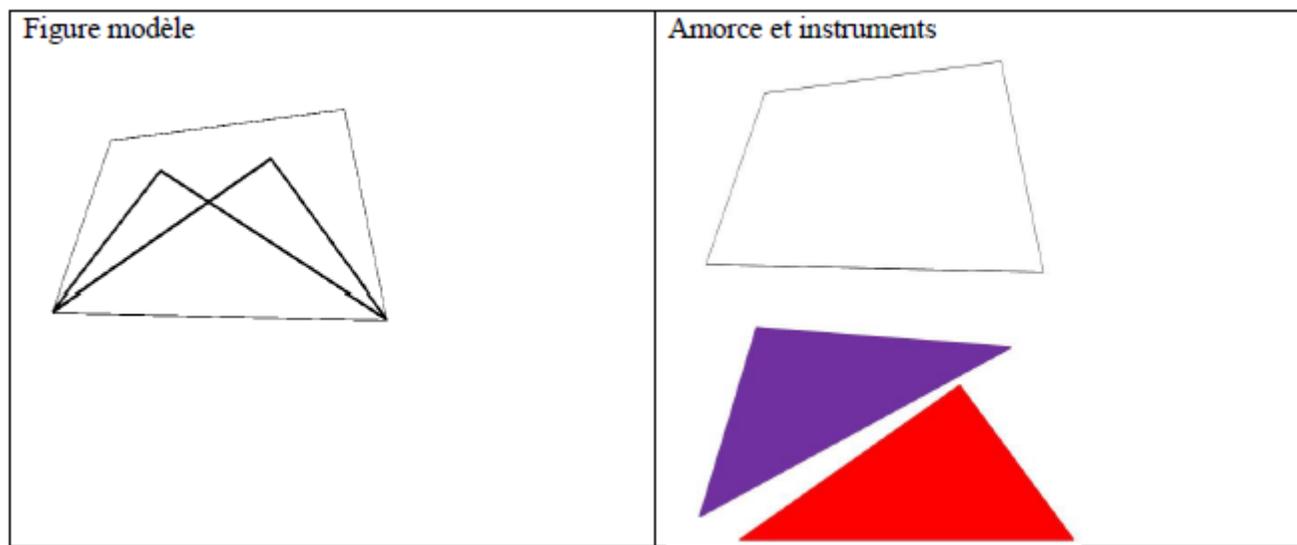


Etape 4



Annexe 3

Phase 1

**Variables didactiques :**

Gabarits de couleurs différentes ① ou non ② / faces différenciées ③ ou non ④

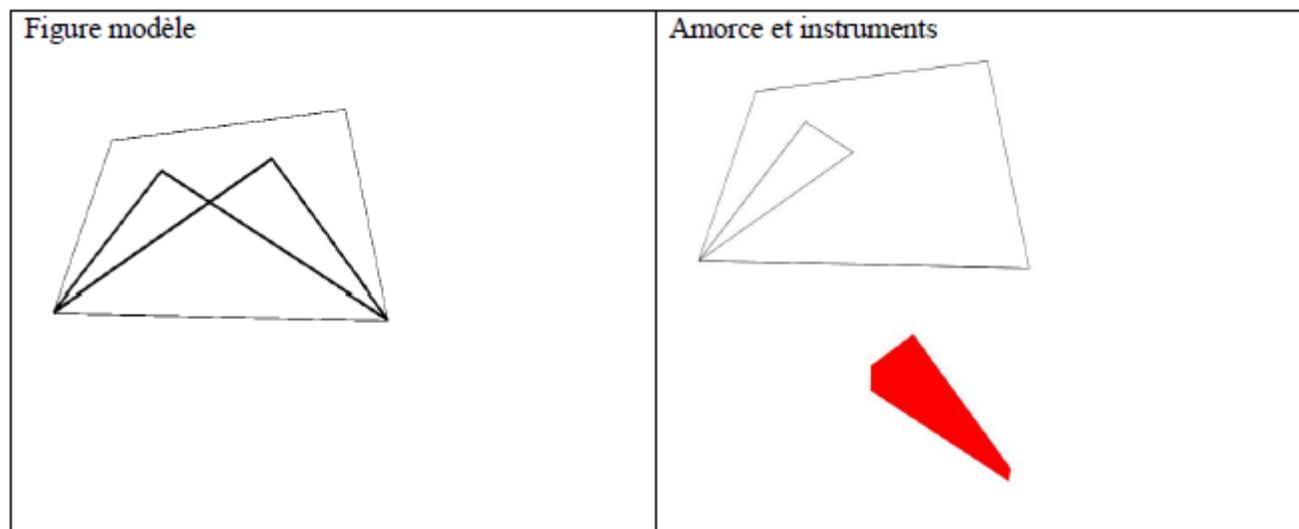
Modèle à la même taille ⑤ ou non ⑥

Modèle sur la même feuille ⑦ ou séparé ⑧

Présence de gabarit(s) intrus, même base que les deux autres triangles ⑨

Procédures observées	Difficultés rencontrées	Aides / adaptations apportées	Mots pour le dire
<ul style="list-style-type: none"> ● Pas de prise d'information sur le modèle ● Procédure approximative (tracé sans utilisation des gabarits). ● Organisation : <ul style="list-style-type: none"> - Faire se chevaucher les deux gabarits avant de les placer sur la figure-amorce. - Tracer des contours formés par la figure composée des deux triangles superposés, puis tracé du segment manquant - Tracer le contour d'un triangle, enlever le gabarit, puis tracer le contour du deuxième triangle ● Tracé des diagonales mais ne savent pas placer les gabarits à partir de celles-ci ● Tracé des contours avec prise d'information préalable sur le modèle 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté à placer les deux gabarits (les élèves voient les 3 triangles juxtaposés mais pas les deux triangles qui se chevauchent) - Difficulté à superposer un gabarit avec un autre déjà correctement placé - Inversion des deux gabarits ② ④ 	<p>→ Etayage → Surligner le côté du quadrilatère sur lequel vont se reposer les deux triangles. → ⑨</p> <p>→ Etayage + dire que les pièces peuvent se chevaucher.</p> <p>→ Etayage + rappel de la nécessité de revenir sur la figure-modèle.</p>	<p>Les gabarits se chevauchent.</p> <p>Un gabarit a deux faces.</p> <p>Un morceau d'un côté d'un triangle est caché.</p> <p>Le mot « diagonale » peut apparaître mais n'est pas attendu à ce stade.</p>

Phase 2

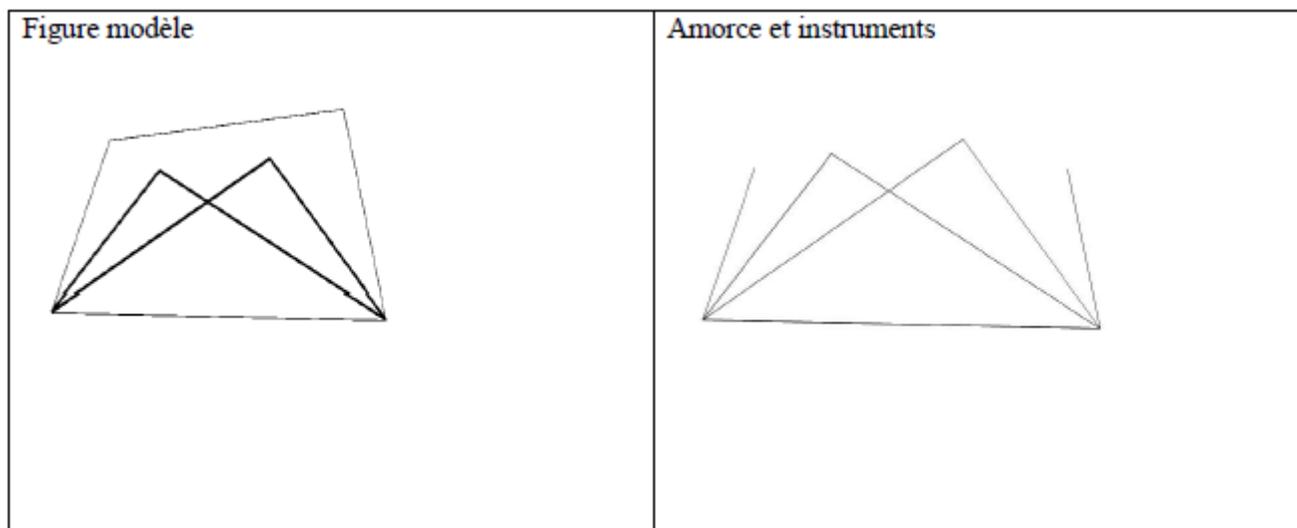
**Variables didactiques :**

Modèle à la même taille ① ou non ②

Modèle sur la même feuille ③ ou séparé④

Procédures observées	Difficultés rencontrées	Aides / adaptations apportées	Mots pour le dire
<ul style="list-style-type: none"> ● Pas de perception des alignements : utilisation du gabarit seul (donc placement incorrect sur l'amorce) Tentative de juxtaposition entre le triangle tracé et le gabarit rogné. ● Perception partielle des alignements : la figure est terminée au hasard (sans utilisation du gabarit) après avoir prolongé un seul des traits ● Perception partielle des alignements (2) : utilisation du gabarit après avoir prolongé un seul des deux traits (donc placement du gabarit imprécis) ● Perception des alignements : prolongement des deux traits mais sans utilisation du gabarit (donc dimensions inexactes) ● Perception des alignements (2) : procédure attendue : prolonger les deux traits et placer le gabarit 	<p>Inversion dans les gestes : tracer avant de placer le gabarit au lieu de placer le gabarit, puis tracer.</p> <p>Il faut tracer deux traits pour pouvoir placer le gabarit.</p> <p>Le fait que le gabarit soit rogné (absence d'angles) qui empêche la superposition sur la figure-modèle.</p> <p>Traduire l'alignement perçu par un tracé à la règle.</p>	<p>→ Etayage qui doit amener l'élève à s'interroger sur les raisons pour lesquelles on ne peut tracer directement le contour du gabarit.</p> <p>→ Interactions entre les élèves → Mise en commun intermédiaire pour comprendre qu'en l'absence de sommet, on a besoin des côtés du gabarit pour le placer (faire verbaliser ce qui manque pour clarifier ce qu'on cherche).</p> <p>→ Etayage</p> <p>→ Etayage</p>	<p>Un angle visible et deux angles grignotés.</p> <p>Absence de sommet.</p> <p>Il faut deux côtés pour poser le gabarit.</p> <p>Prolonger un trait / un côté du triangle</p> <p>Tracer pour poser sur...</p> <p>Les côtés des triangles sont situés sur une même droite.</p>

Phase 3

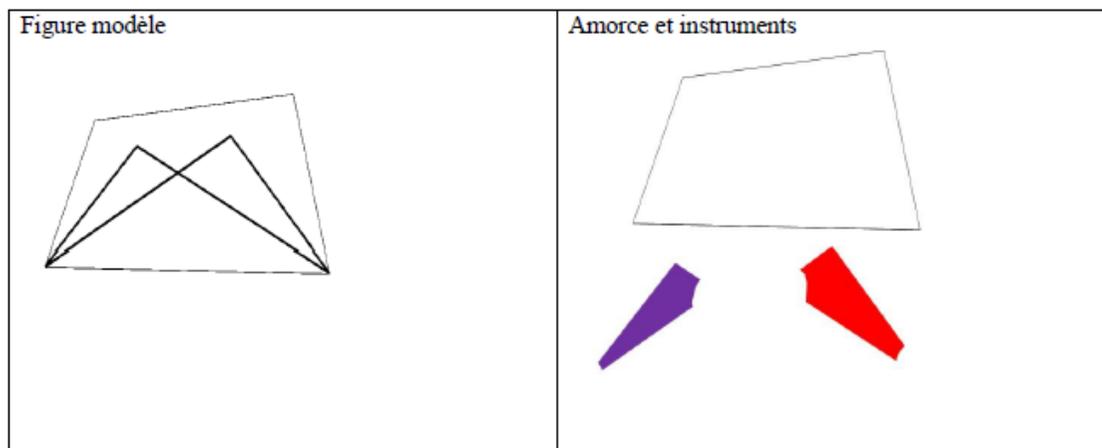
**Variables didactiques :**

Modèle à la même taille ① ou non ②

Modèle sur la même feuille ③ ou séparé ④

Procédures observées	Difficultés rencontrées	Aides / adaptations apportées	Mots pour le dire
<ul style="list-style-type: none"> ● Seuls les deux côtés latéraux sont prolongés. Le côté manquant de la figure est tracé après : <ul style="list-style-type: none"> - Estimation (plus ou moins précise) - Mesure par rapport à la taille du modèle - Réajustement par rapport à ce qui a été observé lors de la phase de vérification avec le calque - Superposition de l'amorce avec le modèle ● Prolongement des deux côtés latéraux, puis tracé du quatrième côté en s'appuyant sur la perception, puis prolongement des côtés des triangles et réajustement. ● Procédure attendue : perception des alignements (diagonales) et des sommets à l'intersection des diagonales et des côtés latéraux prolongés. 	<p>L'absence de gabarit n'incite pas les élèves à repartir sur la figure-modèle.</p> <p>Les élèves se contentent de procédures hasardeuses</p> <p>Le fait que les triangles constituent des lignes fermées n'incite pas les élèves à prolonger les côtés.</p> <p>Les élèves ne savent pas ce qu'ils doivent chercher.</p> <p>Il faut prolonger des lignes pour trouver des points. Il faut envisager une intersection de droites pour un point. Ce point est vu comme un sommet et non comme l'intersection de deux droites. Ces actions sont à faire dans un ordre précis.</p>	<p>→ Etayage</p> <p>→ Utilisation de la ficelle pour repérer des alignements</p> <p>→ Rappel du contrat didactique et notamment qu'on ne peut pas se fier qu'à la perception</p> <p>→ Etayage pour clarifier ce qu'on cherche : les deux points (activité intermédiaire autorisant les reports de longueur ?)</p>	<p>→ « On ne peut pas faire confiance à nos yeux. L'œil n'est pas un outil géométrique. »</p> <p>→ Deux points sont nécessaires pour déterminer / tracer une droite.</p> <p>→ Un point peut s'obtenir par l'intersection de deux droites.</p> <p>→ Les côtés des triangles sont portés par ces deux droites.</p>

Phase 4 – Réinvestissement de la phase 3

**Variables didactiques :**

Modèle à la même taille ① ou non ②

Modèle sur la même feuille ③ ou séparé ④

Procédures observées	Difficultés rencontrées	Aides / adaptations apportées	Mots pour le dire
<ul style="list-style-type: none"> ● Difficulté à placer les gabarits sur le modèle ● Pas de perception des alignements, utilisation seul(e) des gabarits ● Perception partielle des alignements (une diagonale) ● Procédure attendue : tracé des diagonales avant de placer les gabarits 	<p>Comprendre qu'il faut tracer les diagonales pour pouvoir placer les gabarits</p> <p>Inverser des gabarits ou des tracés réalisés avec un seul gabarit.</p>	<p>→ Etayage</p> <p>→ Retour sur le travail réalisé en phase 2 pour tracer avant de placer les gabarits</p> <p>→ Retour sur le travail réalisé en phase 3 pour trouver les diagonales</p>	<p>Il faut tracer des diagonales : un segment qui joint deux sommets qui ne se suivent pas (ou non consécutifs).</p> <p>Un segment est porté par une droite.</p> <p>Les diagonales sont les supports des côtés des triangles <i>ou</i> les côtés des triangles sont posés sur les diagonales.</p>