

Université Joseph Fourier, Grenoble 1

Mémoire de Recherche

Présenté en vue de l'obtention du

DEA : « Environnement Informatique d'Apprentissage Humain et Didactique »

Un apprentissage de la géométrie avec Cabri-géomètre
pour des
élèves en difficulté

par Nuray Caliskan sous la direction de Colette Laborde
(Equipe informatique et apprentissage des Mathématiques)

Soutenu le 11 Juillet 2001 devant le jury composé de :

Madeleine Eberhard,
Philippe Clarou,
Gerard Gerdil Margueron.

je remercie

Colette Laborde de m'avoir guidée avec patience durant notre travail et pour tout son aide.

Le directeur du collège, le professeur M. Boulet, les élèves Blandine, Farida, Marine et Stéphanie grâce à qui j'ai pu réaliser notre expérimentation.

Madeleine Eberhard, Philipe Clarou, Gerard Gerdil Margueron d'avoir accepté d'être le jury de ma soutenance de mémoire.

Bernard Genevès et Bernard Capponi qui étaient toujours disponibles pour m'écouter.

Stéphanie Gourdol pour ses remarques très précieuses durant mon travail, pour son aide et son amitié sans limite.

Cécile, Christine, Asuman, Selahattin, Ayse, Ciléda et tout mes amis qui m'ont soutenue et donné du courage.

ainsi que

Zulfikar qui a su partagé avec moi les moments difficiles durant ce travail et qui m'a donné du soutien moral.

Sommaire

INTRODUCTION.....	3
I CADRE THEORIQUE ET PROBLEMATIQUE.	5
I.1 LES ELEVES EN DIFFICULTE QUI SONT-ILS ?	5
Hypothèse de départ :	7
I.2 DISTINCTION DESSIN / FIGURE.	7
I.3 DISTINCTION GEOMETRIQUE / SPATIO-GRAPHIQUE.	8
I.4 POINT DE DEPART POUR NOTRE TRAVAIL : SEGPA.	9
I.5 QUESTIONNEMENT.	10
<i>Quelques objectifs d'apprentissages.</i>	12
<i>Choix des notions mathématiques.</i>	12
<i>Choix des catégories d'activités.</i>	12
<i>Quelques apports théoriques.</i>	14
<i>Les schèmes d'utilisation.</i>	15
<i>Questions de recherche.</i>	15
II METHODOLOGIE.....	17
<i>Les élèves des classes concernées.</i>	17
<i>Formes d'enseignement.</i>	17
<i>Choix des binômes observés.</i>	18
<i>Intentions relatives aux interventions de l'enseignant expérimentateur.</i>	18
<i>Dispositif matériel.</i>	19
III EXPERIMENTATION.	20
III.1 PRESENTATION GENERALE DES ACTIVITES.....	20
<i>Absence de certaines tâches.</i>	22
<i>Choix additionnels.</i>	22
<i>Ordre des activités.</i>	23
III.2 LES COURS D'INITIATION.	24
III.3 ANALYSE DES ACTIVITES PAR CATEGORIES.	26
III.3.1 <i>Activités de construction.</i>	26
3.1.1 <i>Activité 1 : Les droites.</i>	27
3.1.2 <i>Activité 2 : Les points alignés.</i>	29
3.1.3 <i>Activité 3 : La surprise.</i>	30
III.3.2 <i>Activités d'identification et de construction.</i>	32
3.2.1 <i>Activité 4 : Les segments.</i>	34
3.2.2 <i>Activité 5 : Le bateau.</i>	35
3.2.3 <i>Activité 7 : La fleur.</i>	36
3.2.4 <i>Activité 8 : Les cercles.</i>	37
III.3.3 <i>Activité d'identification et de description.</i>	39

3.3.1	Activité 10 : Quelle droite ?.....	39
III.3.4	<i>Activités d'identification, de description et de construction.</i>	41
3.4.1	Activité 6 : L'axe de symétrie.....	42
3.4.2	Activité 9 : Le message.....	44
III.4	EVALUATION.	46
III.5	ANALYSE A POSTERIORI.	49
II.5.1	<i>Exemples de séances significatives :</i>	50
	Activité : Les droites (1.version).....	50
	Activité : Les droites (2.version).....	54
	Activité : Les points alignés.....	56
	Activité : Le bateau.....	61
II.5.2	<i>Quelques remarques sur diverses séances.</i>	67
II.5.3	<i>Evaluation des élèves.</i>	71
5.3.1	Activité : Quelle droite ?.....	71
5.3.2	Evaluation dans l'environnement papier-crayon.	72
II.5.4	<i>Rôle des interventions de l'observateur.</i>	77
CONCLUSION		79
BIBLIOGRAPHIE		81

Introduction

L'existence d'**élèves en difficulté** en collège dans l'enseignement secondaire, ainsi que le besoin d'adaptation de l'enseignement dans ces classes, nous ont motivés pour entreprendre une étude sur l'apprentissage de la géométrie dans un environnement informatique auprès de ces élèves.

Ces élèves ayant de grandes difficultés non seulement en apprentissage, mais aussi en communication (sociale), il nous semble que les élèves acceptent plus facilement l'interaction avec l'ordinateur. Car, certains travaux de recherche en didactique des mathématiques nous fournissent quelques éléments fiables sur la motivation des élèves envers l'environnement informatique. Le logiciel Cabri-géomètre nous paraît à première vue un outil adéquat à l'apprentissage de la géométrie pour les élèves en difficulté, puisqu'il est fondé sur des connaissances mathématiques-géométriques et qu'il est adaptable à tout niveau de connaissances.

Notre objet du mémoire consiste à concevoir certaines activités géométriques et les travailler avec des élèves en difficulté pour identifier les origines de ces difficultés et les apports positifs de notre travail au niveau de la réalisation d'apprentissage chez ces élèves. Nous nous demanderons donc, si le passage de l'environnement habituel dans l'enseignement (papier-crayon) à l'environnement informatique Cabri-géomètre peut présenter également des difficultés pour ces élèves. Car, il leur faut accepter un nouveau contrat qui nécessite des contraintes.

Dans un premier temps, nous nous référerons à quelques recherches conduites sur les élèves en difficulté dans l'enseignement secondaire et donnerons les éléments théoriques nécessaires pour notre travail. Nous exposerons les choix faites s'agissant de la SEGPA (Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté), des objectifs d'apprentissages, des notions mathématiques et des catégories d'activités à réaliser pour notre recherche. Par la suite des apports théoriques nous préciserons nos questions de recherche qui jouent le rôle essentiel dans la suite de notre mémoire.

Dans un deuxième temps, nous préciserons notre méthodologie d'ingénierie didactique en donnant les informations sur la démarche et les conditions de notre expérimentation.

Dans un dernier temps, a priori, nous énoncerons les activités géométriques que nous présenterons aux binômes d'élèves, identifierons les tâches, les valeurs de variables et les enjeux de celles-ci. A posteriori, nous analyserons les données recueillies afin d'identifier les difficultés que rencontrent les élèves pendant la résolution, ainsi que leur progression dans la stratégie de résolution de problèmes. Nous conclurons sur notre sujet en cherchant à répondre à nos questions de recherche en nous référant aux résultats obtenus dans l'observation.



I Cadre théorique et Problématique.

Tout d'abord, nous allons présenter quelques caractéristiques dominantes des **élèves en difficulté**, puis nous rechercherons des solutions permettant un certain enseignement dans ces classes.

I.1 Les élèves en difficulté qui sont-ils ?

Après avoir fait une recherche documentaire sur ces élèves, nous nous sommes rendus compte qu'il y a très peu de travaux à ce sujet, surtout en mathématiques, et plus précisément, en géométrie.

Quant à la définition ce que l'on entend par « élève en difficulté », une seule phrase ne suffit pas à le décrire, car chacune des études menées présente des difficultés différentes et souvent dans toutes les disciplines. Comme le soulignent Houdebine & Julo (1988) les difficultés que rencontrent certains élèves ne sont pas des entités simples, faciles à identifier et à localiser.

Nous pouvons également nous référer à Perrin-Glorian (1993) qui a conduit de nombreuses de recherches sur les élèves en difficulté :

« [...] Sur les contenus, les difficultés rencontrées par les élèves de ces classes faibles ne sont pas vraiment spécifiques. [...] Ce qui paraît le plus caractéristique et source de nouvelles difficultés, c'est qu'il y a souvent chez les enfants en difficultés beaucoup plus massivement que chez les autres, un divorce net entre les situations d'action visant à donner du sens aux notions enseignées et l'institutionnalisation qui est faite ensuite par le maître. »

Perrin-Glorian (1993-1994), décrit aussi leur comportement dans la classe. Ce sont des élèves qui cherchent une relation privilégiée avec l'enseignant, qui ne respectent pas la parole des autres et qui créent des problèmes de discipline dans la classe, ce qui réduit de manière importante le temps de travail.

Il est pratiquement impossible de généraliser les difficultés rencontrées par ces élèves lors de l'apprentissage d'une notion donnée, car :

« Ces classes faibles sont en général hétérogènes et les élèves n'ont pas toujours les difficultés les plus profondes dans le même domaine.

Par exemple un des élèves de la classe de sixième de 89-90 réussit très bien dans le domaine géométrique mais a beaucoup de difficultés avec les nombres, il

résiste à traduire les problèmes dans le cadre numérique ; pour un autre élève c'est exactement le contraire. Dans les deux cas, les jeux de cadres entre le numérique et le géométrique sont difficiles mais pour des raisons différentes. »

Les observations réalisées dans une classe difficile de 6^{ème}-5^{ème} par Butlen, Lagrange et Perrin-Glorian (1991) nous fournissent plusieurs éléments sur les élèves concernés :

Les élèves ont des difficultés importantes en français, ce qui constitue un obstacle à l'apprentissage des mathématiques. En effet, les questions posées (remarquons que les mathématiques disposent de nombreux termes spécifiques) doivent être comprises, et la résolution d'un exercice comprend une partie de rédaction des réponses.

« Aussi bien à l'oral qu'à l'écrit, les élèves n'arrivent pas à faire des phrases, même simples ayant un sens, à utiliser correctement le vocabulaire. Leur expression est presque toujours partielle et imprécise. »

De plus, ils comprennent difficilement la structure et le fonctionnement des mathématiques :

« Ils ne savent pas comment aborder un problème. Au mieux, ils essaient de se souvenir du cours mais ne savent pas comment l'utiliser. »

« Les changements de cadres sont difficiles. »

Quelques données numériques sur les élèves observés par Butlen, Lagrange et Perrin-Glorian (1991) nous font comprendre qu'ils se sentent moins en échec en géométrie. Nous notons aussi que la majorité de ces élèves préfèrent travailler sur un ordinateur que sur une feuille, car ils ne sont pas obligés d'écrire. Cela nous montre encore combien ils ont de difficultés à l'écrit.

Par ailleurs, les expériences de Butlen et Pezard (1991-1992) sur les élèves difficiles de 6^{ème} permettent de les caractériser :

« ... par une manque de capitalisation se traduisant par une difficulté à mémoriser vocabulaire et propriétés, à retenir le cours. Ce manque se double d'un manque de fiabilité dans les connaissances anciennes et d'une absence de méthodes. »

Pour conclure, nous pouvons dire que ces élèves accumulent un certain retard dans l'enseignement, et c'est en partie dû à de nombreuses difficultés de compréhension liées intrinsèquement à des lacunes en français. De ces descriptions, nous pouvons faire

l'hypothèse suivante qui peut nous permettre de définir les éléments théoriques pour notre travail :

Hypothèse de départ :

Le niveau de connaissance des élèves difficiles en collège correspond à celui de l'école primaire.

Il nous paraît intéressant de répondre aux besoins des élèves en prenant en compte leurs attitudes positives dans certains domaines : la géométrie et l'usage de l'outil d'informatique en sont deux, comme nous l'avons dit précédemment. Ces raisons-là nous conduisent à travailler sur l'apprentissage de la géométrie pour les élèves en difficulté. Afin d'aborder notre sujet nous avons besoin de faire la distinction en géométrie entre **dessin** et **figure(géométrique)**, ainsi qu'entre **géométrie** et **spatio-graphique**.

I.2 Distinction dessin / figure.

Nous rencontrons diverses distinctions entre dessin et figure réalisées lors de recherches en didactique des mathématiques. Nous allons ici reprendre certaines de ces distinctions.

Comme le soulignent Laborde & Capponi (1994), pour Parzysz (1988) la figure géométrique est l'objet géométrique décrit par le texte qui la définit, une idée, une création de l'esprit alors que le dessin en est une représentation.

Pour clarifier ultérieurement, nous citons ci-dessous l'observation d'Arsac (1989) qui selon Chaachoua (1997) propose une distinction nette entre dessin et figure en opposant « le monde sensible » et « le monde géométrique » :

« Nous distinguerons dans la suite le dessin et la figure, désignant par dessin le dessin concrètement tracé sur une feuille de papier (ou dans le sable pour Archimède) et par figure l'objet mathématique dont le dessin n'est qu'une représentation... Ainsi, la figure est un élément du monde mathématique et non du monde sensible. »

Laborde & Capponi (1994) réinterprètent la distinction faite par Parzysz (1988) et développent celle d'Arsac (1989) en s'appuyant sur le triangle (réfèrent, signifiant, signifié) :

« En tant qu'entité matérielle sur un support, le dessin peut être considéré comme un signifiant d'un réfèrent théorique (objet d'une théorie géométrique comme

celle de la géométrie euclidienne, ou de la géométrie projective). La figure géométrique consiste en l'appariement d'un référent donné à tous ces dessins, elle est alors définie comme l'ensemble des couples formés de deux termes, le premier terme étant le référent, le deuxième étant un des dessins qui le représente ; le deuxième terme est pris dans l'univers de tous les dessins possibles du référent. Le terme figure géométrique renvoie dans cette acception à l'établissement d'une relation entre un objet géométrique et ses représentations possibles. Dans cette approche, les rapports entre un dessin et son référent construits par un sujet, lecteur ou producteur du dessin, constituent le signifié de la figure géométrique associé pour ce sujet. »

Comme nous pouvons le constater, la figure géométrique renvoie toujours à un objet théorique de la géométrie. Alors que, dans le dessin, demeure encore la double possibilité du lecteur d'établir ou pas ce lien entre « signifiant » (tracé sur la feuille) et « référent » (objet géométrique). Le changement du statut du dessin à la figure géométrique dépend alors du sujet et de ses connaissances mathématiques. Le rapport, que le lecteur construit entre dessin et référent, va constituer le signifié de la figure géométrique pour lui-même.

I.3 Distinction géométrique / spatio-graphique.

Nous allons nous référer à une étude réalisée sur ce sujet par Laborde (2001). La géométrie mettant en jeu des objets et des relations théoriques que nous pouvons appeler **géométriques**, s'accompagne aussi des relations **spatio-graphiques**. Le spatio-graphique étant un constat visuel par le lecteur, il ne garantit pas l'existence du géométrique. Car, la perception spatio-graphique d'un dessin peut nous amener à l'identification des propriétés géométriques fausses sur celui-ci. Laborde (2001) l'explique très clairement en donnant un exemple :

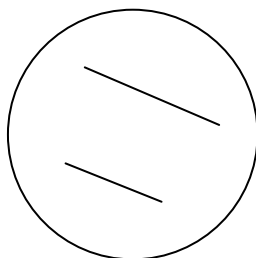
« C'est bien d'abord la reconnaissance visuelle du contact d'une droite avec un cercle qui nous conduit à identifier une tangente sur un dessin et c'est en un deuxième temps que grâce à nos connaissances géométriques que nous nous assurons du bien fondé géométrique de cette impression visuelle, par exemple en vérifiant que la droite est bien perpendiculaire au rayon. »

Nous pouvons en déduire que pour donner un sens géométrique au dessin, il faut savoir utiliser ses propriétés géométriques ou encore savoir interpréter en terme de géométrie ce qu'on voit (les propriétés spatio-graphiques).

Argaud (1998) a pu observer l'absence de réussite totale, voir l'échec majoritaire lors de l'exécution de tâches de reconnaissance spatiale de deux segments parallèles ou de deux segments perpendiculaires, dans des classes de cycle 3.

Voici un exemple de réponses obtenues dans une classe de CM2 (Argaud 1998, pp. 290-297) à la question suivante :

Les segments sont-ils parallèles ?



16 élèves sur 24 disent qu'ils ne sont pas parallèles. Mis en binômes pour discuter leur réponse, cinq paires affirment que les segments ne sont pas parallèles avec des arguments comme : ils ne sont pas en face, ils sont décalés, ils ne sont pas de la même longueur. Cinq autres paires déclarent que les segments sont parallèles (avec des arguments comme si on les prolonge, ils ne se touchent pas). Deux paires ne se prononcent pas.

I.4 Point de départ pour notre travail : SEGPA.

Pour réaliser notre expérimentation nous avons contacté un collège qui possède des classes difficiles nommées **SEGPA** (*Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté*). Tout d'abord, nous allons fournir les informations sur cette section en nous référant au Bulletin Officiel de l'Education Nationale (B.O.).

Nous citons le paragraphe du B.O. qui évoque la construction de cette section :

*« Les enseignements généraux et professionnels adaptés sont conçus en application de la loi d'orientation n° 89-486 du 10 juillet 1989. Définis d'abord par les orientations des circulaires n° 89-036 du 6 février 1989, n° 90-065 du 20 mars 1990 et n° 90-340 du 14 décembre 1990 puis par les directives de la circulaire n° 96-167 du 20 juin 1996, ils sont mis en œuvre dans les SEGPA de collège et dans les EREA et constituent une réponse pédagogique aux **très grandes difficultés scolaires** que rencontrent certains élèves. »*

La SEGPA est une structure organisée en divisions avec des instituteurs ou professeurs d'écoles spécialisés, enseignants de référence et des professeurs de lycée professionnel. Le nombre d'élèves se situe aux environs de 16 par division.

Les élèves auxquels est proposée une orientation en SEGPA ont connu une scolarité primaire perturbée. Bon nombre d'entre eux ont conscience de leur échec et ont une image d'eux-mêmes dévalorisée. Pour plusieurs raisons, leurs difficultés requièrent une prise en charge globale et cohérente :

« L'adaptation des enseignements dispensés aux élèves passe par l'aménagement des situations, des supports et des rythmes d'apprentissage, l'ajustement des méthodes pédagogiques et des approches didactiques, la modification des contextes et des conditions où les apprentissages sont proposés. Cette adaptation favorise les pratiques de différenciation et d'individualisation pédagogique. Un accompagnement individuel, le soutien d'un référent privilégié ainsi qu'un suivi au-delà de la SEGPA sont assurés aux élèves. »

Les enseignants qui organisent leur action à partir des programmes de la classe de 6^{ème} du collège doivent naturellement prendre en compte les difficultés d'apprentissage rencontrées par les élèves. Cette organisation s'articule autour de certains critères généraux :

« Cela ne doit pas conduire à dispenser un enseignement s'appuyant sur des contenus ou des modalités en vigueur à l'école élémentaire, mais à rechercher, avec des méthodes adaptées, des apprentissages plus complexes et diversifiés répondant à des centres d'intérêt d'élèves de collège. »

I.5 Questionnement.

Toutes les données générales que nous avons rassemblées sur les **élèves en difficulté** et leurs attitudes positives envers la géométrie et l'usage de l'outil d'informatique, nous ont conduites à utiliser l'environnement informatique **Cabri-géomètre** avec ces élèves.

En effet, ce logiciel permet un approfondissement des connaissances mathématiques-géométriques chez les élèves. Car, il embarque des connaissances mathématiques et offre des rétroactions fondées sur la théorie sous-jacente à Cabri-géomètre. Cela nécessite d'explicitier à Cabri-géomètre les objets et les réactions nécessaires à la construction. Mais l'explicitation se fait par simple monstration des objets et ne nécessite pas la production de formulations complexes.

Le manque de matériel (équerre, compas, règle,...) fréquent dans l'environnement habituel papier-crayon ne peut pas être mis en cause dans l'environnement Cabri-géomètre, dans la mesure où ces outils géométriques sont présents dans les menus de Cabri-géomètre.

L'élève seul peut prendre conscience de la validation ou l'invalidation de sa production dans Cabri-géomètre en la déplaçant (par observation de son éventuelle déformation), comme l'affirment Laborde & Capponi (1994) :

« Le déplacement par manipulation directe est une des composantes importantes de Cabri-géomètre offrant une rétroaction aux actions de l'élève. »

Par ailleurs, c'est un outil dont nous pouvons nous servir pour la motivation des élèves pendant le travail grâce à la possibilité de réalisation d'animation des productions sur l'écran.

Le professeur de mathématiques que nous avons rencontré pour la réalisation de notre observation nous a fourni des informations importantes sur les caractéristiques de ses élèves. Ses remarques nous ont aidé et donné des certitudes pour la finalité de notre travail. Car, selon le bilan qu'il a rédigé sur l'utilisation du réseau informatique par les élèves de SEGPA, les élèves en face de l'ordinateur changent de comportement. D'une façon plus précise, ils deviennent calmes, ils respectent le matériel dans la salle informatique et acceptent plus facilement que le logiciel (S.M.A.O.6°/5°- sur lequel ils travaillent dans la salle informatique) leur propose de reprendre un exercice. (cf. Annexes : Informatique en SEGPA).

Les questions initiales au départ de ce travail sont donc les suivantes :

- **Quelles situations géométriques peuvent permettre à ce public d'élèves de réinvestir des notions déjà introduites mais mal assimilées ?**
- **Cabri-géomètre peut-il constituer un milieu d'apprentissage en géométrie adéquat pour ces élèves ?**

Nous nous appuyerons sur la théorie des situations didactiques de Brousseau et quelques références pertinentes sur Cabri-géomètre pour essayer d'apporter quelques éléments de réponse à ces questions en concevant une suite d'activités sur Cabri-géomètre destinées à ces élèves.

Tout d'abord, nous avons fait une recherche d'activités géométriques dans différents manuels de l'école élémentaire et du collège compte tenu de notre hypothèse de départ. Nous nous

sommes inspirés de ceux-ci pour préparer des activités destinées aux élèves en difficulté. D'autre part, nous avons connaissance de résultats concernant l'évaluation à l'entrée en sixième d'une classe de la SEGPA (celle où nous allons réaliser notre expérimentation) ; le faible pourcentage de réussite de ces élèves en géométrie met en évidence encore une fois la nécessité de travailler les notions essentielles de la géométrie.

Quelques objectifs d'apprentissages.

Notre premier objectif est que ces élèves arrivent à distinguer le géométrique du spatio-graphique et qu'ils arrivent à donner du sens à certaines notions de base en géométrie.

Leurs difficultés en géométrie et ainsi qu'en langue naturelle nous a conduit à faire l'hypothèse que le passage entre ces deux différents domaines présentera également des problèmes pour ces élèves. Donc, nous avons réalisé des activités qui nécessitent ce passage afin que ces élèves ne progressent pas seulement en géométrie, mais aussi en lecture et en écriture.

Nous chercherons à ce que les élèves aient confiance en eux, un point qui leur manque entièrement pour faire face à un travail donné.

Choix des notions mathématiques.

Les thèmes traités ont déjà été travaillés en classe comme la perpendicularité, le parallélisme, la symétrie axiale, l'alignement...Ce sont des notions de base de géométrie au programme de ces classes. Ces notions correspondent à des propriétés spatio-graphiques visibles, mais qui justement soulèvent des difficultés pour être reconnues à l'œil si elles ne sont pas dans une position prototypique.

Choix des catégories d'activités.

Partant de l'hypothèse que ces élèves ont de grandes difficultés à exprimer ou à représenter le même contenu dans des registres différents ou au sein d'un même registre sous des expressions ou des formes différentes, nous avons donc cherché à exercer les élèves à ces passages d'un registre à l'autre, d'une représentation à une autre. Nous pouvons distinguer deux registres celui des dessins, celui de la langue naturelle. Ces derniers peuvent être mélangés dans les énoncés et les solutions.

Nous avons cherché les tâches pouvant être catégorisées selon leur entrée/sortie. Afin de clarifier le type de catégorisation faite, nous citons ce paragraphe ci-dessous de Laborde & Capponi (1994) sur la distinction « entrée/sortie » faite par Pluvinaud (1989) :

« Rappelons qu'un objet géométrique peut être caractérisé par une description discursive en termes d'objets et de relation d'une théorie géométrique mais qu'en revanche un dessin à lui seul ne caractérise pas cet objet. En entrée peuvent être donnés soit une caractérisation discursive d'un objet géométrique (texte), soit un dessin, soit des éléments de caractérisation discursive et des éléments de dessin (éventuellement redondants). Les mêmes éventualités se produisent en sortie. »

Tout d'abord nous avons distingué trois catégories de base des activités :

- Construction (C)
- Identification (I)
- Description (D)

Nous nous en sommes servis pour la composition de catégories concernant nos activités :

	<u>entrée</u>	<u>sortie</u>
I. Catégorie : C	dessin + texte	dessin
II. Catégorie : I + C	dessin	dessin
III. Catégorie : I + D	dessin	texte
IV. Catégorie : I + D + C	dessin	dessin + texte

Par analogie à la distinction dessin/figure, nous définissons un **Cabri-dessin** et une **Cabri-figure**. Le Cabri-dessin est une représentation graphique d'une figure géométrique sur l'écran. La Cabri-figure est l'objet théorique auquel le Cabri-dessin renvoie.

Les dessins en sortie seront toujours des **Cabri-dessins**, alors qu'en entrée ils peuvent être soit des **Cabri-dessins**, soit des **dessins papier-crayon** ou bien les deux.

Ayant conscience de toutes (ou presque) les difficultés de ces élèves, nous avons décidé de préparer des situations dans lesquelles leurs connaissances antérieures seront mobilisées, celles-ci n'étant pas encore correctement assimilées. Pour pousser ces élèves spécifiques dans la situation et faire appel à leurs connaissances en géométrie, il nous semble que l'intervention du professeur (ou de l'expérimentateur) est nécessaire. Nous préciserons celle-ci dans les parties Méthodologie & Expérimentation.

Quelques apports théoriques.

La théorie des situations nous propose de construire une situation telle que le jeu sur les variables permet une évolution des connaissances mises en jeu par les élèves. Donc, afin que la résolution mette en jeu différentes connaissances, nous pouvons jouer sur **les valeurs des variables didactiques** des situations (Brousseau (1982)) :

« Ces variables sont pertinentes à un âge donné dans la mesure où elles commandent des comportements différents. Ce seront des variables didactiques dans la mesure où en agissant sur elles, on pourra provoquer des adaptations et des régulations : des apprentissages. »

La dévolution d'un problème est un élément clef pour que l'élève entre dans la situation proposée par l'enseignant. Pour résoudre le problème ou acquérir de nouvelles connaissances, il faut que l'élève puisse utiliser ses connaissances antérieures. De plus, **la motivation** est un point central qui nous semble déterminant pour une « bonne » dévolution et dont dépendent les finalités de notre travail. Enfin, la constitution du **milieu** est primordiale. En effet, ce milieu doit être capable de renvoyer les informations nécessaires aux actions de l'élève jusqu'à la résolution du problème. Il est important (et indispensable !) de construire un milieu d'apprentissage avec lequel l'élève peut interagir tout au long de la résolution du problème et qui contient des éléments de validation ou d'invalidation de la solution de l'élève.

La motivation des élèves à l'égard de l'outil informatique n'est pas suffisante pour justifier notre choix du logiciel géométrique **Cabri-géomètre**. Il nous faut savoir dans quelle mesure ce logiciel est approprié pour les activités géométriques que nous allons proposer aux élèves. En effet, au-delà de la réalisation concrète des activités, Cabri-géomètre constitue une part centrale du milieu qui permet de nombreuses rétroactions fondées sur des connaissances.

La réaction de Cabri-géomètre pendant le déplacement des objets renseigne soit sous forme de validation, soit d'invalidation. Les tracés d'éléments au jugé ne seront pas validés par Cabri-géomètre fondée sur des relations géométriques et l'élève sera donc amené à rechercher une solution. Cabri-géomètre a un aspect dynamique qui peut distinguer le visuel du géométrique par lequel il diffère de l'environnement papier-crayon. Justement, c'est à ce moment-là que les élèves qui ont l'habitude de travailler dans l'environnement papier-crayon et qui n'ont pas encore assimilé la distinction entre géométrie et spatio-graphique peuvent rencontrer une contradiction lors de l'invalidation par Cabri-géomètre de leur production qui est perceptivement juste.

La possibilité de restriction et de créations de menus de Cabri-géomètre fait référence à son adaptabilité au niveau de connaissances des élèves. Ainsi, nous pouvons identifier les **schèmes d'utilisation** (défini brièvement ci-dessous) de ces menus qui peuvent faire évoluer les connaissances géométriques des élèves.

Les schèmes d'utilisation.

Pour Rabardel (1995) les instruments au sein des activités éducatives dont l'usage influence la construction du savoir et les processus de conceptualisation comprennent d'une part, l'artefact (désignant un dispositif matériel) et d'autre part, les **schèmes d'utilisation** qui font partie des compétences de l'utilisateur et sont nécessaires à l'utilisation de l'artefact.

Piaget avait montré que l'action est source de connaissance pour le sujet. L'organisation de ces actions du sujet sont ici les schèmes d'utilisation que Rabardel explique plus précisément ci-dessous :

« Les schèmes d'utilisation ont un pouvoir assimilateur : ils permettent la répétition de l'action en assurant son adaptation aux aspects variables des objets et des situations appartenant à une même classe. Ils ont des capacités accommodatrices pour s'appliquer à des objets, des classes de situations différentes. »

Si nous considérons Cabri-géomètre comme l'artefact, alors nous regarderons si les schèmes d'utilisation des menus de Cabri-géomètre peuvent influencer la mise en place des connaissances chez les élèves.

Questions de recherche.

A partir des questions initiales mentionnées précédemment, nous débouchons donc sur des questions plus précises :

- **Les situations de conversion entre registres et de traitement au sein de ces registres permettent-elles aux élèves en difficulté de réinvestir des notions déjà introduites et de mieux les maîtriser ?**
- **Les stratégies de résolution de ces élèves en papier-crayon étant essentiellement de nature spatio-graphique, on peut s'attendre à ce qu'elles s'érigent en obstacle dans l'environnement Cabri-géomètre.**

Deux questions se posent alors :

Dans quelle mesure,

- **ces élèves sont-ils capables d'entrer dans le nouveau contrat Cabri-géomètre selon lequel sera jugé invalide toute construction qui ne résiste pas au déplacement ?**
- **la construction de schèmes d'instrumentation de Cabri-géomètre permettra-t-elle de dépasser ces obstacles et contribuer à un apprentissage géométrique ?**



II Méthodologie.

La méthode utilisée relève de **l'ingénierie didactique**. Il s'agit de concevoir et réaliser une séquence d'activités pour des élèves de SEGPA de deux niveaux différents (6^{ème} et 3^{ème}).

Les élèves des classes concernées.

Pour organiser le déroulement de notre observation et pour mieux connaître le comportement des élèves difficiles et le programme qu'ils suivent, nous avons eu des entretiens avec un professeur de mathématiques de ce collège. Il nous a proposé de travailler avec une classe de 6^{ème} et une classe de 3^{ème}. Ces classes se composent d'une quinzaine d'élèves. Le professeur a donné de temps en temps des informations sur ses élèves pendant nos entretiens. Selon lui,

- Ils ne semblent pas se soucier d'avoir les conditions matérielles minimales pour travailler : « *Les élèves viennent au cours sans calculatrice, sans règle, même sans cahier et crayon.* »
- Généralement, leur motivation est faible ; ils n'ont pas envie de faire leur travail, leur devoir, ils ont toujours des prétextes : « *Soit ils oublient leurs cahiers, soit ils n'ont pas de calculatrices, soit ils l'ont déjà fait chez eux, mais, ils ne l'ont pas amené, etc. ...* »
- Il y a de grandes différences de niveau dans la même classe : « *Parmi eux il y a des élèves qui ne savaient ni lire, ni écrire, ni compter...* »
- Une de leurs grandes caractéristiques est le manque de confiance en soi : « *Il y a des élèves qui savent résoudre les problèmes posés, mais pour avancer ils demandent au professeur de rester avec eux, ils veulent leur professeur toujours à côté d'eux.* »
- Lors des activités de géométrie, ce qui leur pose difficulté est le vocabulaire : « *Leurs connaissances dans ce domaine relèvent du niveau de l'école primaire.* »

Formes d'enseignement.

L'enseignant ne connaissant guère Cabri, n'a pas souhaité assurer l'enseignement. Nous avons donc décidé de réaliser la séquence d'activités auprès de deux binômes, et de jouer nous-mêmes le rôle d'enseignant.

Nous souhaitons que les élèves travaillent en binôme pour assurer une interaction sur le travail, qui est profitable dans la résolution du problème. Cela nous permettait de plus d'avoir accès à l'extériorisation de leurs démarches de pensée.

Choix des binômes observés.

Nous disposons de l'évaluation d'entrée en sixième pour sélectionner un binôme partageant les difficultés les plus répandues des élèves de la section SEGPA de 6^{ème}. Ce binôme présente des compétences presque minimales de lecture et d'écriture : non-compréhension d'une phrase complète complexe (avec subordonnées) et production uniquement de phrases de structure simple.

Pour le binôme de 3^{ème}, l'enseignant a proposé celui qui lui semblait le plus caractéristique de la section. Ce binôme manipule un vocabulaire géométrique qui souvent est vide de sens pour eux. Leurs compétences générales relèvent de la fin de l'école primaire.

Ces deux binômes se distinguent par leur âge : les 6^{ème} ont 12-13 ans, alors que les 3^{ème} ont 16-17 ans. Les premiers entrent au collège, qui est donc une nouvelle structure pour eux, les seconds vont le quitter à la fin de l'année.

Nous avons aussi tenu compte de la motivation des élèves, les deux binômes sont volontaires.

Intentions relatives aux interventions de l'enseignant expérimentateur.

Nous envisageons d'intervenir suite aux éventuelles difficultés pendant les séances d'activités afin d'éviter les blocages. Au fur et à mesure, nous diminuerons la fréquence des interventions pour mieux observer l'évolution des connaissances géométriques des élèves. Par ailleurs, pendant l'évaluation finale, nous éviterons toute intervention afin de garder l'objectivité du résultat du travail. Il nous semble important que ces élèves ne restent pas en échec dans une activité et arrivent à la mener à terme. Nos interventions s'avèrent donc indispensables. Nous avons décidé d'intervenir de la façon suivante :

- En cas de difficulté de manipulation ou d'usage d'outil de Cabri-géomètre, nous montrerons la manipulation sur Cabri-géomètre et la ferons appliquer aux élèves.
- Si le nom d'outil dans les menus de Cabri-géomètre fait appel à ce qu'on doit construire, nous leur dirons de regarder dans les menus de Cabri-géomètre pour se faire une idée de l'outil convenable.
- En cas de difficulté à anticiper ce que sera le dessin à construire, nous solliciterons leur réflexion sur des exemples simples. Par exemple, pour expliquer ou rappeler la position spatio-graphique d'un symétrique d'une figure, nous évoquerons le pliage d'un cahier dont une page comporte un dessin à l'encre.

- De temps en temps nous pourrions donner des définitions simples de quelques termes géométriques si besoin. Par exemple, en cas de difficulté de dénomination des triangles dans l'activité « l'axe de symétrie », nous leur expliquerons les différents types de triangles et les laisserons choisir le nom qui correspond aux triangles présents.

En bref, nous ne leur apportons pas directement la solution mais nous les mettons sur le chemin avec parfois des interventions qui modifient la tâche comme dans le cas de l'indication à chercher un outil Cabri-géomètre.

Dispositif matériel.

Nous avons procédé de manière identique pour l'observation et le suivi de deux binômes de différentes classes :

- Le binôme dispose d'un ordinateur sur lequel Cabri-géomètre II est installé, ainsi que d'une feuille d'énoncé.
- L'expérimentateur est présent auprès du binôme pour d'éventuelles interventions en cas de difficulté (cf. paragraphe III.1).
- La séance d'activité est enregistrée sur bande audio et filmée pour une meilleure élaboration des données.
- Les séances ont lieu dans la salle d'informatique pendant le cours de géométrie. Une séance d'activité dure environ 45 minutes et s'effectue une fois par semaine (sauf les jours fériés, les vacances et en cas de panne informatique).

Dans la suite de ce mémoire nous allons exposer précisément la présentation générale des activités et l'analyse de ces dernières.

A priori, nous allons préparer quelques activités géométriques répondant à nos objectifs d'apprentissage, ensuite organiser la présentation, identifier les tâches, les valeurs de variables et les enjeux de celles-ci.

A posteriori, nous allons analyser les difficultés que rencontrent les élèves pendant la résolution, ainsi que leur progression dans la stratégie de résolution de problèmes.

Enfin, nous concluons sur ce sujet en cherchant à répondre aux questions posées grâce aux résultats obtenus dans l'observation.

III Expérimentation.

Nous présentons les activités telles que nous les avons conçues mais elles pourront être modifiées au fur et à mesure lors du déroulement de la séquence de façon à prendre en compte les difficultés rencontrées et les besoins des élèves. Comme dit en début du mémoire, la motivation est un élément clé pour que ces élèves entrent dans une tâche.

III.1 Présentation générale des activités.

Rappelons que nous avons distingué trois catégories de base des activités étant de construction (C), d'identification (I) et de description (D), qu'ensuite nous nous en étions servis pour la composition de catégories concernant nos activités (cf. §I.5) :

	<u>entrée</u>	<u>sortie</u>
I. Catégorie : C	dessin + texte	dessin
II. Catégorie : I + C	dessin	dessin
III. Catégorie : I + D	dessin	texte
IV. Catégorie : I + D + C	dessin	dessin + texte

Le tableau suivant nous montre les tâches demandées aux élèves dans chaque catégorie d'activités selon leur entrée/sortie (Remarque pour lire le tableau : entrée \ sortie) :

entrée / sortie	texte	dessin	texte + dessin
texte			
dessin	<u>III. Catégorie</u> Activité d'identification et de description : • Cabri-dessin et dessin papier-crayon complet \ Description du Cabri-dessin en observant les objets résistant ou non résistant au déplacement.	<u>II. Catégorie</u> Activités d'identification et de construction : • Cabri-dessin et dessin papier-crayon complet \ Reproduction du Cabri-dessin. • Cabri-dessin et dessin papier-crayon complet (modèle) + Cabri-dessin ou dessin papier-crayon incomplet \ Complétion du Cabri-dessin incomplet comme sur le modèle.	<u>IV. Catégorie</u> Activités d'identification, de description et de construction : • Cabri-dessin et dessin papier-crayon incomplet \ Dénomination, construction des éléments géométriques sur le Cabri-dessin. • Cabri-dessin complet \ Description, reproduction du Cabri-dessin à partir de la description.
texte + dessin		<u>I. Catégorie</u> Activités de construction : • Dessin papier-crayon complet + texte discursif contenant les information sur le dessin \ Reproduction. • Cabri-dessin et dessin papier-crayon incomplet + texte discursif contenant les information sur le dessin \ Complétion du Cabri-dessin à partir du texte.	

Absence de certaines tâches.

Comme visible dans le tableau, il n'y a aucune tâche dont l'entrée est uniquement un texte. Ces élèves ayant de grosses difficultés de lecture, nous avons plutôt préféré donner un dessin. Le texte donne les informations sur l'objet à construire dans le dessin fourni. La présence de ce dernier évite une description longue et complexe en langue naturelle que les élèves auraient à comprendre. En bref, le principe sous-jacent est de minimiser les difficultés d'accès aux consignes et aux données pour que les élèves s'engagent rapidement dans la résolution de la tâche.

Nous avons déjà une activité de type entrée-texte/sortie-dessin qui fait partie de la catégorie IV (I+D+C). Il s'agit de l'activité « le message », pour un élève(X) du binôme(X,Y) l'activité est de type entrée-dessin/sortie-texte et pour l'autre(Y) elle est de type entrée-texte/sortie-dessin. Car Y construit le dessin à partir du texte de X. Comme il y a un deuxième dessin à décrire et à construire, Y décrit ce deuxième pour que X le construise à partir de son texte. Donc chaque élève a deux types d'exercices à réaliser dans une séance d'activité :

entrée-dessin/sortie-texte

entrée-texte /sortie- dessin

Comme dans cette activité les tâches étant d'identifier, de décrire et de construire, nous avons catégorisé celle-ci avec l'activité « l'axe de symétrie » qui demande les mêmes tâches.

Nous nous sommes rendus compte que les activités de type entrée-(texte + dessin) ou sortie-(texte + dessin) sont assez difficilement réalisables par les élèves en une seule séance d'activité. Nous nous contentons d'une seule catégorie pour l'entrée (Catégorie I) et une pour la sortie (Catégorie IV).

Nous verrons le détail des autres catégories dans la partie III.3.

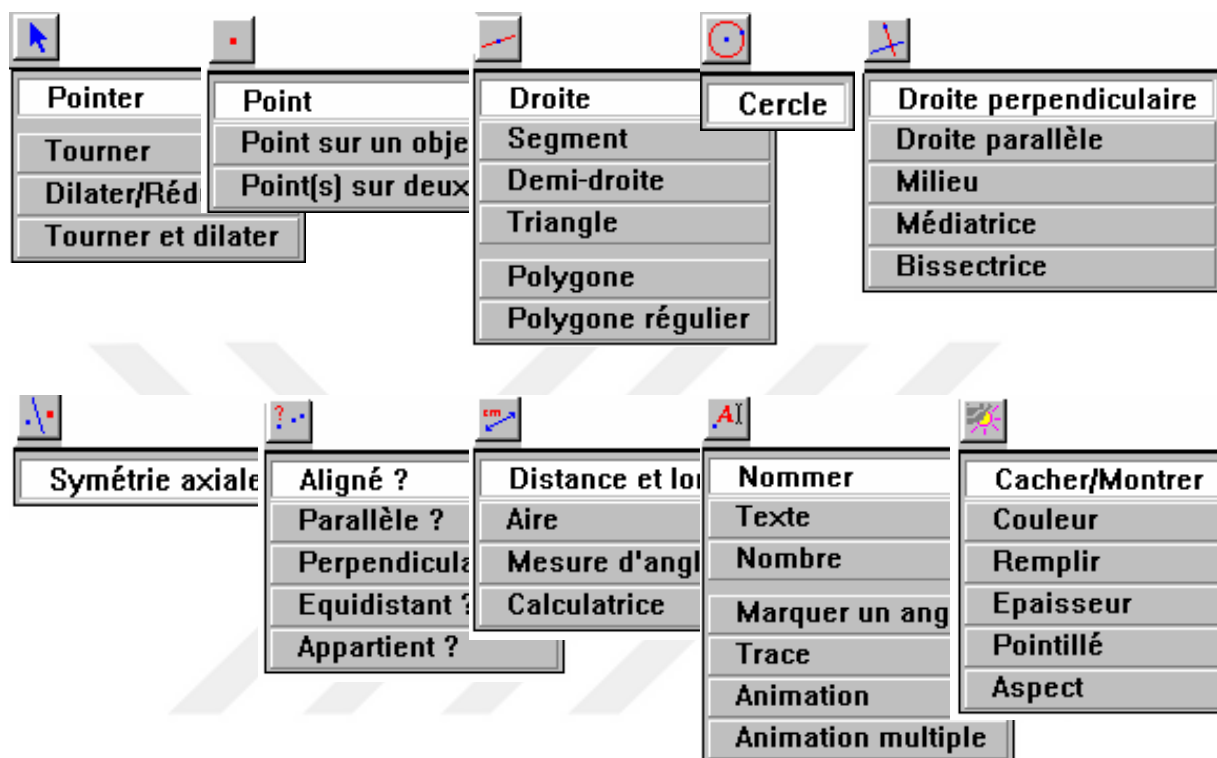
Choix additionnels.

Pour augmenter la motivation des élèves, certaines figures données à reproduire représentent des objets réels animables pour certains (fleur, bicyclette). Le résultat apporte une gratification à l'élève qui arrive à le produire, en particulier face aux autres élèves à qui il peut montrer sa production.

Tout au long de notre expérimentation, les élèves disposaient d'un menu réduit de Cabri-géomètre pour qu'ils ne se perdent pas dans la barre de menus en voyant des outils qui ne les concernent pas. Nous avons cependant gardé un menu « substantiel » avec des outils non liés

directement aux activités afin d'éviter une recherche de solution par une combinatoire sur les menus. D'autre part certains des outils qui ne fournissent pas de solution directe aux tâches peuvent cependant s'avérer indirectement utiles.

Le menu retenu comporte les outils ci-dessous :



Dans la suite, nous présentons les cours d'initiation à Cabri-géomètre et les dix activités proposées aux élèves durant l'expérimentation.

Ordre des activités.

Voici les dix activités dans l'ordre où elles ont été données, accompagnée de la catégorie d'appartenance :

Activité 1 : Les droites.	(construction)
Activité 2 : Les points alignés.	(construction)
Activité 3 : La surprise.	(construction)
Activité 4 : Les segments.	(identification et construction)
Activité 5 : Le bateau.	(identification et construction)
Activité 6 : L'axe de symétrie.	(identification, description et construction)
Activité 7 : La fleur.	(identification et construction)

Activité 8 : Les cercles.	(identification et construction)
Activité 9 : Le message.	(identification, description et construction)
Activité 10 : Quelle droite ?	(identification et description)

Justification de l'ordre : Elle provient des choix suivants :

- Mettre en proximité dans le temps des tâches qui font appel aux mêmes outils de Cabri-géomètre.
- Les activités de construction seules précèdent celles nécessitant une identification afin d'avoir au préalable confronté les élèves à la dénomination d'objets et de relations géométriques qui leur serviront pour identifier ensuite les objets et relations dans des Cabri-dessins.
- Les activités de description suivent en général celles de construction et d'identification car, elles s'appuient sur ces deux dernières.

III.2 Les cours d'initiation.

C'est la première rencontre entre les élèves et Cabri-géomètre II. Nous avons envisagé d'organiser ces cours d'initiation afin qu'ils fassent connaissance avec ce logiciel et ainsi, qu'ils acquièrent les connaissances suivantes :

- Savoir comment utiliser la barre des icônes, dérouler un menu, sélectionner un outil.
- Connaître quelques outils choisis de Cabri-géomètre et être capable de les retrouver dans les menus.
- Se familiariser avec le principe de sélection-désignation des objets qui déterminent l'objet à produire.
- Savoir saisir un objet à l'écran et le déplacer.

Nous avons présenté la séquence d'initiation, sur deux pages. Comme les élèves n'aiment pas beaucoup la lecture et ont énormément de difficultés, nous avons préféré séparer l'activité en six étapes. Chaque étape consiste des instructions assez courtes et simples.

À la fin de chaque étape, sauf la troisième, nous leur avons posé des questions et demandé d'écrire leur réponse sur la feuille d'énoncé. Par ce type de travail, nous voulions observer où se situent leurs difficultés de lecture et d'écriture.

Grâce à ce travail, les élèves ont utilisé presque tous les outils disponibles dans la barre de menus. Par ailleurs, ils ont fait les manipulations principales comme effacer et déplacer les objets sur Cabri-géomètre.

Les outils utilisés pendant ce travail sont :

- | | | |
|-------------------------|--------------------------|-------------|
| - Pointer | - Cercle | - Trace |
| - Point sur un objet | - Droite perpendiculaire | - Animation |
| - Point sur deux objets | - Symétrie axiale | - Cacher |
| - Droite | - Distance et Longueur | - Couleur |
| - Segment | - Nommer | - Remplir |

Quant au déroulement de ces cours, les deux binômes ont effectué ces cours d'initiation en deux séances. Une séance a la durée d'un cours normal (50 minutes). Nous avons réalisé sur Cabri-géomètre presque toutes les instructions avant qu'ils les fassent, pour leur montrer la manipulation de Cabri-géomètre. Bien sûr nous les avons aussi laissé explorer les boîtes d'outils pour qu'ils découvrent l'outil qui convient.

Nous n'avons pas rencontré de difficulté particulière chez ces élèves car, notre intervention pendant le travail était très fréquente. Ils étaient assez maladroits dans l'utilisation de la souris. En effet, ils ont eu du mal à garder le bouton gauche de la souris appuyé pour dérouler les menus. Quand ils veulent sélectionner l'outil, sans cliquer dessus, ils croient que l'outil est activé. Ces difficultés disparaîtront rapidement ensuite.

D'autre part, quand l'outil nécessite la sélection de deux objets, implicites ou non, dans certains cas où le tracé apparaît dans la première sélection, ils s'arrêtent après cette sélection. Par exemple, pour tracer une droite, il faut cliquer une première fois pour obtenir un point, et une deuxième fois pour donner la direction de la droite, les élèves cliquent une fois, ensuite ils voient le tracé de la droite ce qui leur paraît suffisant.

Certaines phrases dans les instructions étaient très difficiles à comprendre pour eux :

« Déplacez A de façon à ce que la longueur AB soit égale à 6 cm. »

« Débrouillez-vous pour obtenir à nouveau le cercle en entier dans la fenêtre. »

Le plus gros problème réside dans le vocabulaire employé : « de façon à ce que » est une expression qui ne fait pas partie de leurs habitudes, « fenêtre » n'a pas la même signification que dans la vie courante.

D'ailleurs ils avaient beaucoup de mal à lire les instructions et à rédiger les réponses comme nous nous y attendions.

III.3 Analyse des activités par catégories.

III.3.1 Activités de construction.

Cette catégorie comporte trois activités de constructions qui demandent de produire dans Cabri-géomètre le dessin d'objets géométriques décrit en langue naturelle. Nous rappelons les trois activités concernées : « les droites », « les points alignés », « la surprise ».

Dans les trois activités, les élèves doivent accomplir les tâches suivantes :

- Repérer dans l'énoncé le type d'objet à construire et les éléments qui le déterminent.
- Trouver l'outil correspondant dans les menus de Cabri-géomètre, en fonction de leur familiarité avec le logiciel. S'ils n'ont aucune idée de sa position dans la barre d'outils, ils doivent alors se livrer à une recherche systématique.
- Utiliser l'outil sélectionné. Les outils à utiliser nécessitent en général de pointer un ou deux objets permettant de déterminer l'objet à construire. La tâche de l'élève réside dans le choix adéquat de ces objets et une connaissance fonctionnelle des objets géométriques manipulés.

Nous avons choisi plusieurs valeurs de variables :

Explicitation de l'outil : l'outil à utiliser n'est pas donné comme tel dans l'énoncé mais sa dénomination est fortement suggérée (activités : « les droites » et « la surprise »), car identique à celle de l'objet à construire par exemple le milieu. Dans l'activité « les points alignés » l'outil n'est ni fourni ni suggéré par l'énoncé.

Nombre d'objets : suivant l'activité il y a un plus ou moins grands nombres d'objets à construire. Par exemple dans l'activité « les droites », il faut construire deux objets, et dans l'activité « la surprise », il en faut onze. Ce choix nous permet d'augmenter la difficulté et de nous rendre compte des capacités des élèves à réaliser des tâches enchaînées.

Dessin sur l'énoncé : une figure initiale est fournie sur la feuille dans les deux premières activités (« les droites » et « les points alignés »). Le dessin sur le papier sert de point de repère pour les élèves et évite qu'ils regardent à la fois l'écran et la feuille.

Pour « la surprise », le dessin est donné sur la feuille d'énoncé car, il contient des informations non fournies dans le texte afin d'alléger ce dernier. De plus ce dessin fournit un moyen de contrôle pour les élèves.

Dessin à compléter ou à reproduire : La tâche des élèves dans les deux premières activités (« les droites » et « les points alignés ») consiste à ajouter des objets sur le dessin du fichier. Pour « la surprise », le fichier Cabri-géomètre est vierge, il s'agit d'une reproduction.

Pour les activités de construction, nous supposons que les élèves vont mettre en jeu différentes connaissances :

- La compréhension du vocabulaire géométrique.
- La décomposition du texte en énoncés et parties d'énoncé : segmentation du texte.
- Les modalités d'usage des outils de Cabri-géomètre, en général les objets à construire sont des objets fonctionnels. Par exemple pour tracer une droite perpendiculaire il faut désigner une droite et un point. Donc l'usage de l'outil nécessite de désigner avec la souris les objets dont dépend l'objet à construire. L'usage des outils Cabri-géomètre requiert une distinction entre le spatio-graphique et le théorique.
- L'utilisation des propriétés géométriques, en particulier pour la construction d'objets intermédiaires (une droite dans l'activité « les points alignés »).
- L'anticipation de la position spatio-graphique de l'objet à construire améliore le contrôle de la production. Il est important que les élèves aient une représentation mentale de l'objet à construire.

3.1.1 Activité 1 : Les droites.

C'est une activité de construction sans intermédiaire. Un outil de Cabri-géomètre permet d'obtenir directement l'objet dont le dessin est demandé. Il s'agit d'une tâche de lecture d'énoncé qui nécessite de segmenter le texte et éventuellement de réordonner les éléments dont l'ordre d'apparition dans le texte ne correspond pas à celui d'une présentation habituelle. L'énoncé « construisez la droite e passant par le point P et perpendiculaire à la droite d » ne doit pas être coupé en deux énoncés :

- Construisez la droite e passant par le point P
- Et perpendiculaire à la droite d .

Ne pas le couper en deux nécessite de savoir qu'une droite perpendiculaire à une droite est caractérisée par deux données, celle de la droite à laquelle elle est perpendiculaire, celle d'un point par lequel elle passe. Ce sont les connaissances géométriques sur la relation de perpendicularité qui permettent de rejeter le découpage précédent. De plus la conjonction de connaissances géométriques et linguistiques permet aussi de se rendre compte que la droite e

n'est pas déterminée par le seul fait de passer par le point P et que donc on ne peut pas dire « la droite e » qu'il faudrait dire « une droite e ».

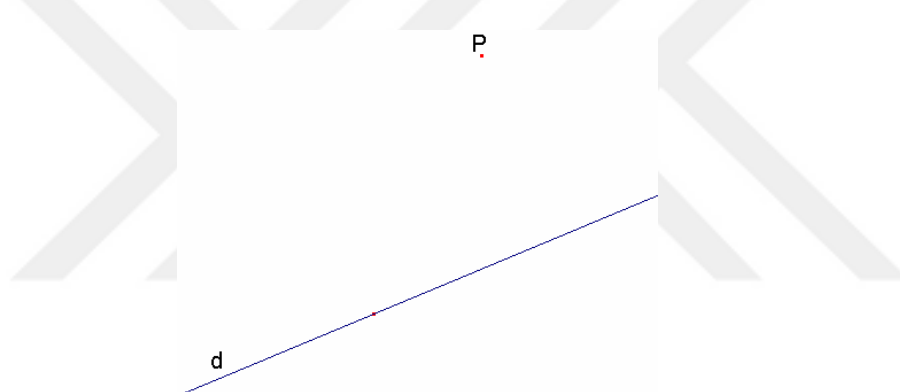
Le tracé d'une perpendiculaire apparaît comme fonction de deux objets géométriques : *point et droite*. C'est une connaissance bien différente de la seule connaissance perceptive de l'objet perpendiculaire qui ne fait appel à ces deux éléments point et droite que de façon très implicite.

Nous avons choisi de tracer la droite d dans une direction oblique et non horizontale ni verticale. Nous savons que cette position pose des problèmes liés à la perception des lignes, même si les élèves connaissent la perpendicularité ou le parallélisme.

Énoncé :

1. Construisez la droite **e** passant par le point P et perpendiculaire à la droite d.
2. Construisez la droite **f** passant par le point P et parallèle à la droite d.
3. Essayez de les faire bouger. Observez si elles gardent toujours leur propriété.

Figure sur la feuille et sur le fichier :



Analyse a priori :

Plusieurs méthodes de résolution sont possibles :

- * Le logiciel permet de déplacer les droites pour les amener dans des positions privilégiées ce qui facilite la tâche des élèves. Nous ne nous attendons pas à de telles manipulations de la part des élèves, puisque Cabri-géomètre II est nouveau pour eux.
- * Même s'ils ont une connaissance correcte de ces notions, ils peuvent tracer les droites e et f avec l'outil Droite de façon perceptivement juste. Cette méthode de tracé au jugé ne résiste pas au déplacement.
- * La dernière possibilité envisagée est l'utilisation des outils adéquats. Cependant nous pensons qu'ils auront des difficultés à les employer même si les messages qui figurent à l'écran peuvent les guider. Par exemple, ils pourront désigner un seul objet et s'attendre à ce que le logiciel trace la droite.

L'expérimentateur demandera de déplacer la construction une fois qu'elle est terminée. Les élèves seront donc amenés à recommencer après invalidation par le déplacement.

3.1.2 Activité 2 : Les points alignés.

Cette activité comporte des étapes intermédiaires. Nous demandons la construction d'un objet (point Q) qui exige la construction d'une droite.

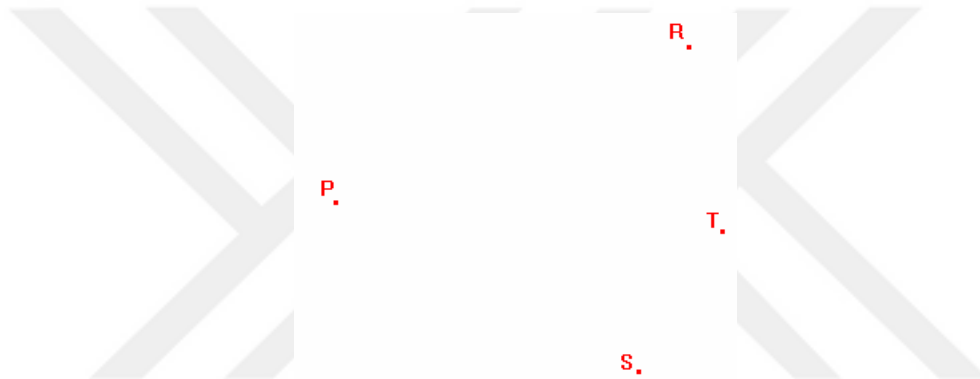
Même si les élèves ont une connaissance perceptive de points alignés, la construction restera difficile s'ils ne sont pas conscients de la présence implicite d'une droite dans l'alignement des points.

Énoncé :

Construisez le point **Q** tel que les points

- P, R, Q soient alignés
- et
- S, T, Q soient alignés

Figure sur la feuille et sur le fichier :



Analyse a priori :

Plusieurs méthodes de résolution sont possibles :

- * Une première procédure consiste à positionner le point Q au jugé, la validation de la construction est alors perceptive. Si le point ne convient pas aux élèves, ils peuvent alors tenter de déplacer les points présents à l'écran pour les aligner.
- * Une deuxième procédure est de tracer les droites passant par un ou deux des points qui doivent être alignés, ensuite de déplacer les points restant pour les amener sur les droites déjà tracées. Dans ce cas, nous leur demanderons de déplacer les points donnés sur l'écran.
- * La troisième procédure réside dans la construction de l'intersection des droites (PR) et (ST).

Pour la troisième procédure, une difficulté est qu'il faut faire passer les droites par les points P et R, et par les points S et T. S'ils ne désignent qu'un point et font passer la droite par l'autre au jugé, la figure n'est pas stable par déplacement.

La manipulation de Cabri-géomètre fait appel de façon permanente à la distinction entre ce que l'on voit à l'œil et ce qui est communiqué à la machine. N'est prise en compte par Cabri-géomètre que ce qui est communiqué à la machine. L'utilisateur doit recevoir deux fois le message « par ce point » pour créer une droite passante par deux points donnés. Sinon la droite qui semble en apparence passer par les deux points ne le fera plus dès que l'on déplacera l'un des deux points.

Pour construire le point Q il faut choisir entre la commande Point, Point sur objet et Point sur deux objets. Le message « point à cette intersection » qui apparaît lors de la désignation peut paraître étranger aux élèves puisqu'ils ont des difficultés avec le vocabulaire.

3.1.3 Activité 3 : La surprise.

C'est une activité avec un algorithme de construction à suivre. Après les cours d'initiation, c'est une autre occasion pour les élèves de construire et de voir les fonctions des outils possibles de Cabri-géomètre II et tous les objets géométriques présents dans la séquence. Il est nécessaire de réaliser chaque instruction avec succès pour obtenir la figure finale.

Pour faciliter cela, chaque instruction a été donnée en une phrase assez simple qui contient des mots en gras faisant appel à des outils des menus de Cabri-géomètre, des expressions entre parenthèses indiquant les objets qu'on obtient par la suite. Ces expressions permettent aux élèves de repérer dans le dessin l'élément qu'ils doivent construire. Elles fournissent aussi un moyen d'identification supplémentaire pour l'élève, sur le dessin de l'objet à construire. Moyen qui sert autant avant la construction qu'après pour la valider ou l'invalidier.

La figure présente sur la feuille est donnée comme une référence aux instructions mais nous avons fait en sorte qu'elle cache la surprise. La construction nécessite un aller-retour constant entre le texte et le dessin de l'énoncé, puisque la lecture des instructions n'est pas suffisante. Par exemple :

« Tracez :

- 1) **le segment** AB
- 2) **le cercle** de centre A et de rayon AB (le cercle C1)
- 3) **le cercle** de centre B et de rayon BA (le cercle C2)
- 4) **les segments** AC et CB »

Pour les trois premières étapes, la lecture du texte est apparemment suffisante. (La taille et la position des objets dans la feuille de Cabri-géomètre, sont suggérées par le dessin accompagnant l'énoncé) Alors que, pour la quatrième, il faut lire sur le dessin que le point C est le point d'intersection des cercles C1 et C2.

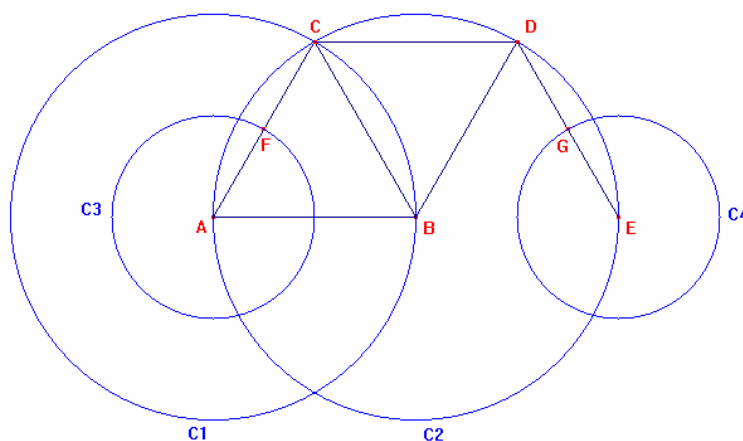
Trois des instructions (3, 4, 11) ne sont pas classiques, elles demandent de construire un cercle dont le centre est donné et dont le rayon est la longueur d'un segment. En effet, habituellement dans Cabri-géomètre, un cercle est déterminé par le centre et un point. Ici, nous cherchons à ce que les élèves rencontrent plusieurs formulations d'un même objet. Un objectif d'apprentissage poursuivi est que les élèves comprennent que des objets de même nature peuvent avoir des fonctions différentes : un segment peut être le rayon d'un cercle, le côté d'un polygone... ; un point peut être le centre d'un cercle, le milieu d'un segment. Percevoir la fonction d'un objet géométrique c'est déjà le considérer en relation avec d'autres objets et non pas de façon indépendante.

Énoncé :

Essayez de reconstruire la figure ci-dessous. Ne mettez pas les lettres ! Commencez à tracer par 1 et suivez l'ordre. Tracez :

- 1) **le segment AB**
- 2) **le cercle** de centre A et de rayon AB (le cercle C1)
- 3) **le cercle** de centre B et de rayon BA (le cercle C2)
- 4) **les segments AC et CB**
- 5) **le symétrique du segment AC** par rapport au segment CB (le segment CD)
- 6) **le segment DB**
- 7) **le symétrique du segment CD** par rapport au segment DB (le segment DE)
- 8) **le milieu** du segment AC (le point F)
- 9) **le milieu** du segment DE (le point G)
- 10) **le cercle** de centre A et de rayon AF (le cercle C3)
- 11) **le cercle** de centre E et de rayon EG (le cercle C4)
- 12) **cachez** attentivement les cercles C1, C2
- 13) vous pouvez dilater(agrandir) ou réduire votre figure par les points A, B et faire bouger le segment AB
- 14) maintenant activez l'outil **animation** et cliquez sur le segment AB et sans relâcher tirez le ressort horizontalement vers le cercle C3.

Figure sur la feuille :



Analyse a priori :

Nous exposons les procédures qui nous semblent les plus probables, puisqu'en les combinant nous pouvons en obtenir un très grand nombre :

- * Une méthode est de tracer tous les objets au jugé, puisque les élèves ont la position spatio-graphique de ceux-ci sous les yeux. Ce procédé ne résiste à aucun déplacement.
- * Les tracés au jugé peuvent intervenir de façon plus ponctuelle. Par exemple, pour le cercle, les élèves peuvent désigner correctement le centre du cercle, mais faire passer le cercle par un autre point sans le sélectionner, c'est-à-dire, cliquer pour un rayon qui convient sans que le message de l'outil n'apparaisse. De la même manière, pour construire le milieu d'un segment, ils peuvent positionner le point à vue d'œil au milieu. Ces deux exemples semblent les plus probables puisque l'utilisation des outils de Cabri-géomètre qui correspondent est particulière si nous les comparons aux outils similaires en géométrie papier-crayon.
- * La dernière méthode est la réalisation de chaque étape de façon cohérente pour Cabri-géomètre.

Nous nous attendons à des difficultés de compréhension de la phrase : « Vous pouvez dilater ou réduire votre figure par les points A, B et faire bouger par le segment AB. ». Cette phrase est longue, elle demande une lecture par segmentation. De plus, certains mots comme dilater, réduire n'ont pas forcément de sens mathématique pour les élèves.

Une autre difficulté qui peut se poser est de confondre l'objet nommé dans l'énoncé avec un autre. La lecture de la figure est rendue complexe par le nombre de cercles et de segments.

Enfin, les élèves n'ont pas encore utilisé l'outil Animation pendant les séances d'activités. Son fonctionnement est légèrement différent des autres outils puisqu'il faut effectuer trois clics dans un ordre bien précis.

III.3.2 Activités d'identification et de construction.

Nous avons classé « les segments », « le bateau », « la fleur » et « les cercles » dans cette catégorie. Dans chacune de ces activités, les élèves doivent déplacer un dessin présent à l'écran pour identifier les relations entre les objets. Ensuite ils doivent reproduire ce dessin au sens de Cabri-géomètre, c'est-à-dire que les propriétés trouvées doivent rester invariantes en cas de déplacement mais la taille des objets peut être variable, et valider leur production par le déplacement.

Nous pensons que la reproduction d'une figure est synonyme pour les élèves de conservation de la dimension des objets. D'une part, les élèves ont l'habitude de se servir des instruments de mesure en papier-crayon. La perception des formes est associée depuis l'école élémentaire à la taille. Ils ont appris à classer les objets selon leur taille. Il y a là certainement une source de difficultés pour les élèves due à la rupture que présente Cabri-géomètre avec la géométrie qu'ils connaissent.

Dans les quatre activités, les élèves doivent accomplir les tâches suivantes :

- Identifier les objets présents sur la figure pour pouvoir les dénommer. Ils doivent être capables d'attribuer un nom aux objets comme un segment, un cercle, une droite pour utiliser les outils correspondants.
- Déterminer les objets déplaçables pour élaborer un algorithme de construction.
- Identifier les relations géométriques au moyen des relations spatio-graphiques entre les objets du dessin modèle, en déplaçant un des points de la figure du fichier.
- Trouver l'outil correspondant aux objets et relations observés dans les menus du logiciel.
- Utiliser l'outil sélectionné, en tenant compte de la nature des objets qui doivent être désignés.
- Valider leur production par déplacement. En fonction du résultat, ils ont ensuite la possibilité d'essayer de trouver leur erreur, puis de la corriger.

Nous avons dégagé plusieurs valeurs de variables :

Explicitation de l'outil : la commande à utiliser n'est pas donnée dans l'énoncé. Parfois, les élèves peuvent trouver quelques indices. Ce choix provoque l'identification des objets. Par exemple dans l'activité « les segments », le nom de l'activité nous renseigne.

Dessin complet accompagné ou non d'un dessin de départ à compléter : un dessin complet est accompagné ou non d'un dessin de départ. Ce dernier évite que les élèves ne se perdent dans la reconstruction d'un dessin composé.

Dessin sur l'énoncé : tous les énoncés sont accompagnés de dessin pour permettre la compréhension du texte avant de travailler sur le fichier.

Nombre d'outils : le nombre d'outils envisageables pour la construction varie selon les activités. En effet, un ou plusieurs outils réalisent la construction.

Déplacement demandé ou non : la validation par déplacement est indiquée ou non dans l'énoncé. L'activité « les segments », ne demande pas de valider la production, car c'est la

première de ce type, nous interviendrons par oral pour traiter ce point important. Ce type de tâche nous paraît adéquat pour permettre la prise de conscience de ce qu'est un Cabri-dessin et de ce qu'implique le déplacement.

Pour les activités d'identification et de construction, nous supposons que les élèves vont mettre en jeu, différentes connaissances :

- La reconnaissance perceptive du dessin associé à l'objet géométrique (les objets symétriques, le point comme milieu ...) est importante pour l'identification.
- Les élèves doivent connaître le vocabulaire géométrique des objets employés.
- Comme ces activités suivent les activités de construction, nous attendons que les élèves aient déjà plus ou moins construit des schèmes d'usage de quelques outils simples de Cabri-géomètre comme droite, segment, cercle.

3.2.1 Activité 4 : Les segments.

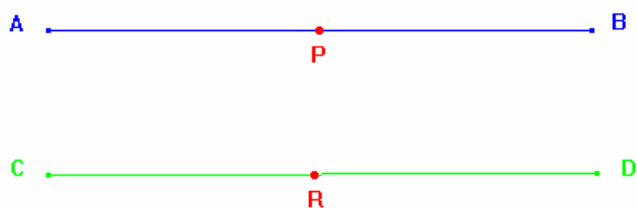
Rappelons les choix des valeurs des variables, seulement dans cette activité, le dessin complet seul est présent sur le fichier, il faut tout reconstruire. Puisque le nom de cette activité fait appel à l'objet « segment » à construire et le tracé de ceci ne nous paraît pas difficile à réaliser par les élèves, nous n'avons pas fournie de dessin de départ. Nous avons donné quelques indices sur les commandes à utiliser pour initier les élèves à ce type d'activité. Par exemple, comme déjà dit, le nom de l'activité est un outil à employer. En revanche, le terme « milieu » n'est pas dans l'énoncé car, il constitue l'enjeu de la tâche. Dans l'énoncé, nous mettons en relief la différence de statut des points P et R. L'élève doit identifier qu'un point a un déplacement libre sur le segment et un autre est le milieu du segment. Les verbes « nommer » et « colorier » dans le texte font appel aux outils correspondants.

Les deux segments sont identiques à première vue, mais les points P et R ont des comportements différents dans les déplacements : P ne peut pas être saisi et déplacé directement, alors que R peut être saisi et déplacé sur [CD]. Cette particularité permet de mettre l'accent sur la validation perceptive des objets. La connaissance visée par l'activité est la prise de conscience de la détermination du milieu d'un segment dès que les extrémités du segment sont connus.

Énoncé :

Faites bouger les figures ci-dessous et observez surtout les déplacements des points P et R. Reproduisez ces figures, nommez et coloriez les comme sur le modèle.

Figure sur la feuille et sur le fichier :



Analyse a priori :

Nous supposons que le tracé des segments ne pose pas de problème. Ensuite les élèves ont le choix entre l'outil Point (ou Point sur un objet) et Milieu pour tracer les points P et R :

- * S'ils les positionnent à vue d'œil avec l'outil Point (ou Point sur un objet), le déplacement des points construits ne donne pas le même résultat que celui du modèle. Les points n'appartiennent pas nécessairement au segment. L'expérimentateur interviendra si nécessaire pour provoquer ce déplacement comme dit plus haut.
- * D'autre part, s'ils n'ont pas l'idée d'utiliser l'outil milieu, ils peuvent chercher dans le menu et le remarquer, puisque ce mot leur est familier.

Pour nommer et colorier les dessins nous n'envisageons pas de difficulté.

3.2.2 Activité 5 : Le bateau.

Comme c'est la cinquième activité et celle qui suit l'activité « les segments », nous supposons que les élèves savent que tous les éléments ne sont pas nécessairement directement déplaçables : ici, un segment et deux points seuls sont déplaçables directement.

Perceptivement, plusieurs outils semblent convenir pour la construction ce qui peut dans un premier temps empêcher les élèves de chercher la relation entre la voile donnée et celle à reproduire. Nous laissons uniquement la voile et le coloriage à reproduire.

Nous avons fourni un dessin de départ, car le dessin modèle est complexe. Par contre l'outil correspondant n'est pas suggéré dans l'énoncé parce qu'il constitue l'enjeu de la tâche : identification du symétrique d'un triangle et usage de l'outil Symétrie axiale.

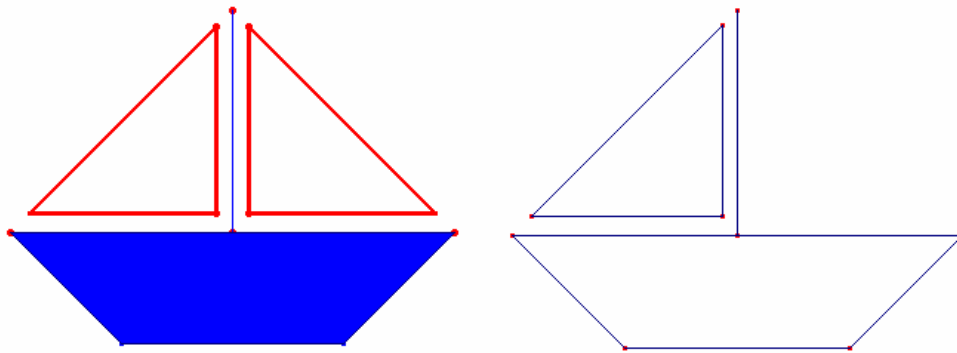
Nous avons choisi ce dessin, car il est proche de la réalité et permet plusieurs stratégies correctes de résolution.

Énoncé :

Voici un bateau et le début d'un nouveau bateau à compléter :

1. Pour savoir comment le bateau a été fait essayez de le déplacer.
2. Complétez le nouveau bateau comme sur le modèle.
3. Déplacez le nouveau bateau que vous avez obtenu et observez s'il est pareil que l'autre.

Figure sur la feuille et sur le fichier :



Analyse a priori :

Le déplacement des extrémités du bateau ne pose pas de problème. Mais, quand ils approchent le curseur du segment représentant le pont du bateau, le message « Quel objet ? » apparaît, ce qui peut poser problème. Ce message apparaît car, nous avons construit un polygone sur le pont du bateau ce qui nous a permis de le remplir. Nous pouvons distinguer les stratégies de construction possibles ci-dessous :

- * Une stratégie de construction de la voile est de tracer de nouveaux objets (cercle, perpendiculaire, ...) sur le modèle et de trouver les relations entre ceux-ci et ceux qui sont à construire. Cette stratégie est peu probable car cette tâche est rare.
- * Une deuxième stratégie consiste à utiliser l'outil Symétrie axiale. Cet outil a déjà été vu deux fois, ils le connaissent donc. Cependant, l'axe de symétrie doit être choisi correctement.
- * Enfin, nous pouvons retrouver des constructions de segments ou de triangle au jugé, qui ne résistent pas aux déplacements.

3.2.3 Activité 7 : La fleur.

La figure à reproduire est une rosace. Ainsi, un seul outil, le cercle, semble répondre au problème. L'objectif de cette activité est de travailler les intersections de cercles et d'identifier le centre d'un cercle dans une figure complexe faite de multiples cercles.

Nous ne demandons pas seulement la reproduction de la figure complète, mais aussi nous faisons appliquer l'outil trace sur celle-ci.

Le centre du cercle qui sert d'élément de départ dans le fichier est aligné horizontalement avec le centre du cercle central. Ces deux cercles sont de même rayon et de même couleur. Ceci dans le but que les élèves construisent la rosace autour de ce cercle.

Trois objets sont mobiles : le centre du cercle central, le cercle central et un point de ce cercle.

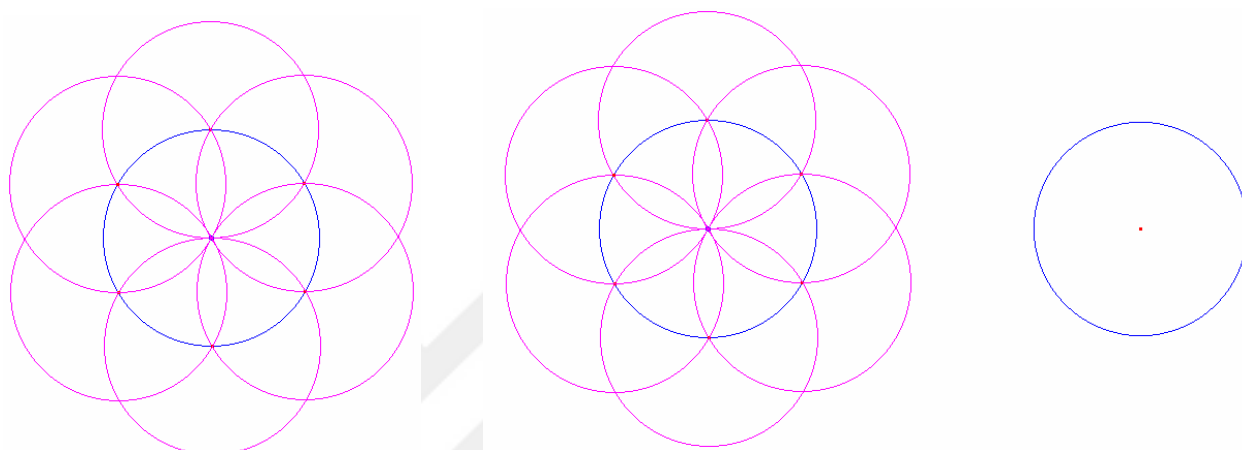
Énoncé :

Vous allez reconstruire la figure ci-dessous à partir du cercle donné sur l'écran :

1. Pour savoir comment la figure a été faite, essayez de la déplacer.
2. Reconstituez la même figure à partir du cercle donné sur l'écran.
3. Déplacez la nouvelle figure que vous avez obtenue et observez si elle est pareille que l'autre.
4. Activez la Trace et sélectionnez tous les cercles de votre figure.
5. Déplacez la figure par le cercle que vous aviez au début.

Figure sur la feuille :

Figure sur la fichier :



Analyse a priori :

La recherche des objets mobiles ne doit pas poser de problème, puis qu'elle est la septième activité. Voici les stratégies de constructions :

- * Pour tracer le premier cercle, le centre de celui-ci est pris n'importe où sur le cercle de base. Ensuite, pour déterminer son rayon les élèves peuvent sélectionner le centre du cercle de base. Quant aux autres cercles, il suffit de suivre les messages « point à cette intersection ? » pour positionner le centre de chaque cercle.
- * Tous les éléments peuvent être construits au jugé. La construction ne résiste pas au déplacement.

Lorsque tous les cercles sont construits correctement au sens de Cabri-géomètre, le tracé du dernier cercle pose des problèmes. En effet, il faut prendre l'intersection de trois cercles et le logiciel n'a pas cette capacité. Il demande à l'utilisateur de préciser les deux cercles qui se coupent.

3.2.4 Activité 8 : Les cercles.

Le nom de l'activité fait appel à la construction de cercles. Cependant, cet indice n'est pas gênant puisque la reconnaissance perceptive de cet objet est évidente. De plus, l'enjeu est de trouver la propriété du carré qui permet d'identifier le point de contact des deux cercles. Les

centres des cercles sont facilement repérables comme étant identiques à deux sommets du carré.

Par ailleurs, le carré donné comme figure de départ est prototypique. Nous nous intéressons à la réaction de l'élève quand il se trouve en face de ce cas de figure. Comme le carré dans le dessin complet est oblique, l'élève doit trouver qu'il faut chercher des éléments mobiles et les déplacer pareillement à ceux du modèle.

Énoncé :

Vous allez reconstruire la figure ci-dessous à partir du carré donné sur l'écran :

1. Pour savoir comment la figure a été faite, essayez de la déplacer.
2. Reconstituez la même figure à partir du carré donné sur l'écran.
3. Déplacez la nouvelle figure que vous avez obtenue et observez si elle est pareille que l'autre.

Figure sur la feuille :

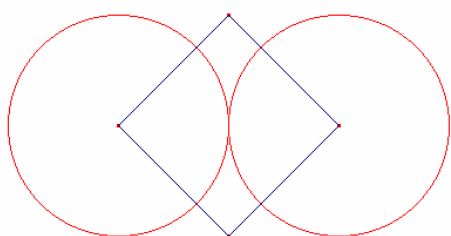
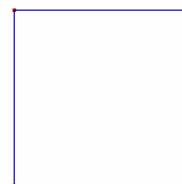
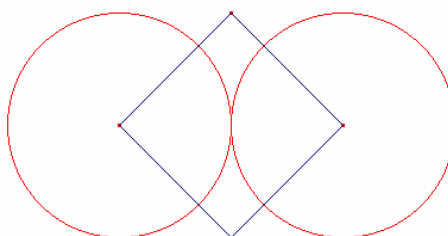


Figure sur le fichier :



Analyse a priori :

Nous listons ci-dessous quelques stratégies de construction :

- * La résolution la plus vraisemblable est un tracé à vue d'œil. Une autre est de construire les cercles par leur centre positionnés à deux sommets opposés du carré et les agrandir jusqu'à ce qu'ils se touchent perceptivement au milieu du carré. Ces figures ne sont pas validées par le déplacement de Cabri-géomètre.
- * Une autre est de tracer les diagonales du carré, pour faire passer les cercles par l'intersection de ces diagonales. Ceci est difficile pour les élèves, car il faut introduire des objets nouveaux.
- * Les élèves peuvent percevoir le point de tangence des cercles comme le milieu de deux sommets opposés du carré. Ainsi il suffit de prendre le milieu de deux points. Mais cette méthode nécessite de cacher le point que l'on vient de construire.

III.3.3 **Activité d'identification et de description.**

Nous n'avons expérimenté qu'une seule activité (« Quelle droite ? ») de cette catégorie. Il s'agit d'identifier les relations géométriques entre les objets composant le Cabri-dessin. Ainsi aucune construction n'est attendue.

Les tâches pour les élèves sont :

- Trouver les éléments déplaçables directement qui permettent de déplacer indirectement les droites de la figure.
- Identifier les propriétés géométriques qui interviennent.
- Formuler les propriétés en utilisant le vocabulaire géométrique pertinent.

Une caractéristique de la tâche est la présence de deux dessins : Dessin sur l'énoncé et dessin sur le fichier. Le dessin sur la feuille est le même que celui qui est sur le fichier, à première vue. Par déplacement, des propriétés apparentes peuvent disparaître. Le dessin sur la feuille est là pour pousser les élèves à conjecturer des propriétés observables à l'œil, mais qui s'avèrent erronées grâce au déplacement dans Cabri-géomètre.

L'objectif de la tâche est la prise de conscience par les élèves de l'impossibilité de bouger directement une droite perpendiculaire (parallèle) à une droite et la reconnaissance spatio-graphique de la perpendiculaire et de la parallèle.

3.3.1 Activité 10 : Quelle droite ?

Le dessin est composé de droites parallèles, perpendiculaires ou obliques. L'énoncé offre le choix du type de description de ces droites. Les deux notions en jeu ont déjà été abordées dans une activité précédente c'est pour cela que leurs réinvestissements pour les élèves nous paraissent ne poser aucun problème.

Sur le dessin il y a des objets déplaçables qui modifient les propriétés de certaines droites qu'on perçoit à vue d'œil. À première vue les droites parallèles et perpendiculaires sont :

$c \parallel d$ $b \parallel a$ $e \parallel f$ $c \perp b$ $c \perp a$ $d \perp b$ $d \perp a$, alors qu'en réalité les droites e et f ne sont pas parallèles.

Expliquons la construction de ces droites, suivant l'ordre de tracé :

1. droite (a)
2. perpendiculaire (c) à (a)
3. parallèle (d) à (c) passant par un point sur (a)
4. parallèle (b) à (a) passant par un point sur (d)

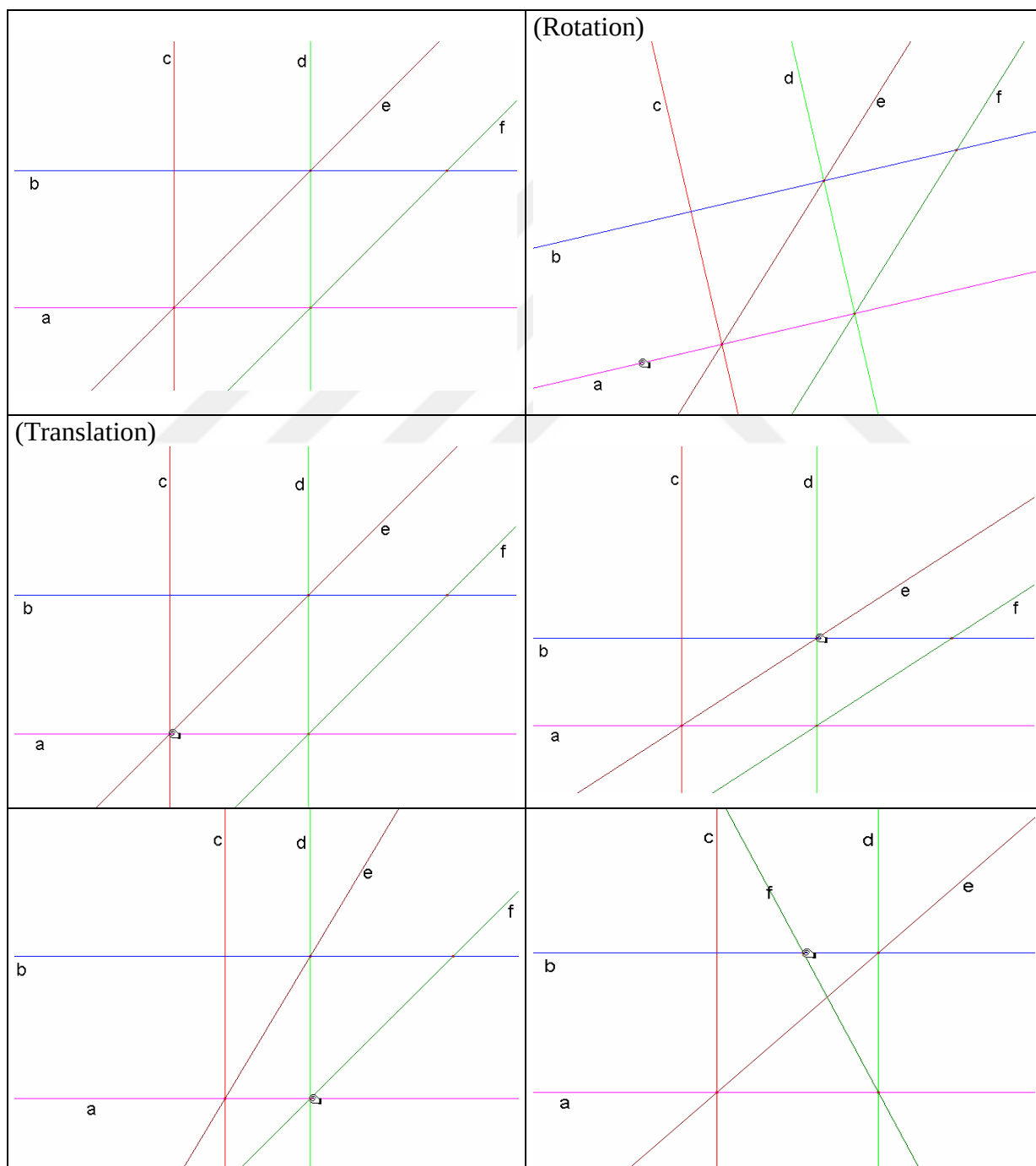
5. droite (e) passant par les points d'intersection des (a)&(c) et (b)&(d)
6. droite (f) passant par le point d'intersection des (a)&(d) et un point sur (b).

Énoncé :

Déplacez les droites ci-dessous. Qu'est-ce que vous pouvez dire à propos de ces droites ? Ecrivez votre réponse dans la petite fenêtre ci-dessous.

Figure sur la feuille et sur le fichier : La première figure dans le tableau.

Figures après déplacement : Les cinq figures qui suivent la figure initiale dans le tableau. Sur la première figure (après déplacement), l'objet déplacé directement est la droite a, sur les autres ce sont des points d'intersection.



Analyse a priori :

Nous attendons que les élèves se prononcent sur les relations géométriques entre les droites : parallélisme, perpendicularité. Listons les stratégies de résolution :

- * Une première stratégie est de déplacer les droites par leur direction et non pas par des points déjà créés. Ce déplacement ne modifie pas les propriétés de certaines droites qu'on perçoit à vue d'œil.
- * Une deuxième est de les déplacer par des points d'intersections sur le dessin. Ainsi, les élèves peuvent arriver à la bonne solution.
- * Une dernière stratégie qui nous ne semble pas très évidente est d'observer la position des droites et de tracer des droites parallèles sur celles qui semblent être parallèles, de droites perpendiculaires sur celles qui semblent être perpendiculaires. Ensuite, ils peuvent déplacer et repérer les droites qui ne résistent pas au déplacement.

III.3.4 Activités d'identification, de description et de construction.

Cette catégorie comporte deux activités qui demandent d'identifier, de décrire et de construire le dessin d'objets géométriques : « l'axe de symétrie », « le message ».

Dans les deux activités, les élèves doivent accomplir les tâches suivantes :

- Identifier les objets présents sur le fichier pour pouvoir les dénommer. Ils doivent être capable d'attribuer un nom aux objets comme un triangle (isocèle), un polygone, un cercle, un segment, ... Pour dénommer les objets particuliers (comme un triangle isocèle) et décrire une figure composée d'objets géométriques, ils doivent identifier les relations spatio-graphiques et géométriques entre les objets du dessin. (Tâche pour l'élève émetteur du message dans l'activité « le message »).
- Trouver et utiliser l'outil correspondant dans le menu de Cabri-géomètre pour réaliser la construction demandée. (Tâche pour l'élève récepteur du message dans l'activité « le message »).

Nous avons dégagé plusieurs valeurs de variables :

Responsable des instructions : Les instructions pour la construction sont fournies soit par l'expérimentateur, soit par l'élève (dans l'activité « le message », car c'est une activité de communication). Nous pouvons s'attendre à ce que le message fourni par l'élève soit plus difficile à comprendre.

Le type de construction : Dans l'activité « l'axe de symétrie », les figures ne sont pas que sur la feuille d'énoncé, mais aussi sur le fichier, car il s'agit d'ajouter des éléments aux objets géométriques, donc c'est une complétion.

En revanche, dans l'activité « le message », le fichier est vierge et il s'agit d'une construction d'objets géométriques sans voir le dessin.

Formulation du texte : Pour la description demandée, soit il s'agit de compléter les phrases fournies dans l'énoncé, soit l'élève est libre de créer ses propres phrases.

Pour les activités d'identification, de description et de construction nous supposons que les élèves vont mettre en jeu, différentes connaissances :

- Compréhension du terme dans le texte de l'expérimentateur et de l'élève.
- Anticipation de la position spatio-graphique de l'objet à construire (le symétrique d'une figure, l'axe de symétrie, ...)
- Savoir dénommer un objet géométrique et la relation entre les objets du dessin pour le décrire.
- Écriture de phrases simples et cohérentes, coordination et séquentialisation de ces phrases pour aboutir à un algorithme de construction.

3.4.1 Activité 6 : L'axe de symétrie.

On cherche à évaluer ce que les élèves ont retenu de la notion de symétrie axiale. Nous demandons de dénommer et de décrire les figures pour relever leur niveau de connaissance sur celles-ci. Pour pouvoir identifier les figures, on leur donne quelques indices dans la première instruction, comme afficher les mesures des figures et les déplacer.

La description se fait à l'aide d'un texte à trous. Dans cette partie, par l'expression « parce que » on pousse l'élève à expliquer la dénomination qu'il a faite. Ainsi, ce travail peut faciliter la construction demandée. Car, par exemple, pour le tracé des axes de symétrie, il faut connaître les propriétés de la figure.

On demande de construire le symétrique d'une figure simple dont l'axe de symétrie est défini par un de ses éléments « le côté », ce qui peut rendre difficile la tâche de l'élève. Cette particularité se trouve rarement dans les activités de construction de symétrique dans lesquelles l'axe est nettement dégagé de l'objet. Ici la superposition d'une partie de l'objet et de l'axe rend la tâche difficile, car le même segment remplit deux fonctions différentes. Signalons de plus que bien souvent le tracé d'un axe est plus long que celui des segments dont on prend l'image.

Énoncé :

Voici trois figures géométriques :

1. Affichez leurs mesures et essayez de les déplacer. Si vous reconnaissez les figures complétez les phrases ci-dessous :

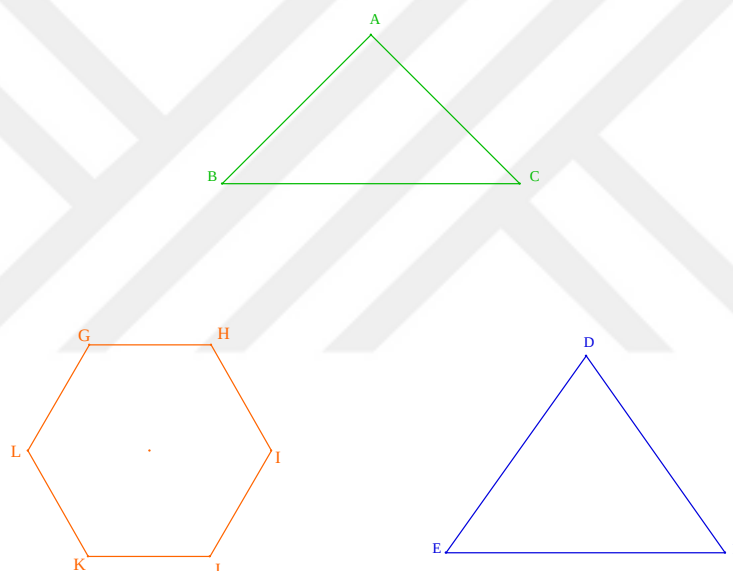
La figure ABC est un(e)..... parce que

La figure DEF est un(e)..... parce que

La figure GHIJKL est un(e).....parce que

2. Construisez le symétrique du triangle ABC par rapport à son côté BC.
3. Tracez les axes de symétrie des figures GHIJKL et DEF.
4. Vérifiez en déplaçant les figures que ce sont bien les axes de symétrie.

Figure sur la feuille et sur le fichier :



Analyse a priori :

Dans la phase d'identification, nous nous attendons à ce que les élèves comprennent par « afficher les mesures », mesurer les longueurs des côtés des figures. (Car, dans les activités précédentes nous avons mesuré seulement des segments). Donc, pendant le déplacement, ils reconnaîtront les deux triangles isocèles. Mais pour identifier le triangle isocèle-rectangle, il faut aussi afficher la Mesure d'angle qui nécessite la désignation des objets en trois clics, dans un ordre bien précis. En cas de difficulté, on peut envisager de faire une illustration de cet outil.

Le polygone régulier peut être identifié facilement, car dans les menus de Cabri-géomètre, ce dessin apparaît comme icône représentant l'outil Polygone régulier.

Dans la phase de description, nous pensons que les élèves peuvent arriver à dénommer les figures comme triangle et polygone, mais leur niveau de vocabulaire géométrique leur permettra difficilement d'attribuer un nom mathématiquement correct à ces figures, comme isocèle, régulier, ... Cependant ils peuvent les décrire avec le vocabulaire courant.

Dans la phase de construction, on peut distinguer les stratégies ci-dessous :

- * Tracé au jugé selon l'anticipation de la position spatio-graphique de l'objet à construire, en utilisant les outils Segment et Droite. La construction ne résiste pas au déplacement.
- * Utiliser les outils correspondants comme Symétrie axiale, Droite perpendiculaire, Droite, Milieu.
- * En n'utilisant que les outils Cercle, Segment et Droite pour tracer le symétrique du triangle isocèle, les axes de symétrie du polygone et du triangle isocèle-rectangle. Seulement, il faut cacher les tracés inutiles à la fin. Mais, on ne s'attend pas à une telle stratégie, car leur niveau de connaissance géométrique n'est pas suffisant.

3.4.2 Activité 9 : Le message

C'est une activité de communication. C'est-à-dire, chaque élève du binôme a un dessin différent à décrire afin que l'autre élève le construise sans le voir. Une fois la description faite, ils échangent les feuilles de messages et se mettent à construire le dessin. En cas de difficulté de tracé ou de compréhension, ils le marquent sur la feuille et les échangent à nouveau. Cet échange continue jusqu'à ce qu'ils comprennent et construisent le dessin.

Ce travail par message ne permet pas de gestes pour décrire un dessin et fait travailler les élèves sur l'expression écrite ce dont ils ont besoin.

Quant aux dessins, ils sont composés d'objets géométriques simples :

Le dessin nommé « message1 » est composé des droites (perpendiculaires, parallèles). Il y a quatre droites de différentes couleurs qui sont perpendiculaires deux à deux. Elles sont colorées différemment pour faciliter la description, car elles n'ont pas de nom.

Le deuxième dessin « message2 » est composé d'un cercle, d'un rayon de ce cercle et d'une droite perpendiculaire à ce dernier en un point du cercle (tangente).

Énoncé :

1. Observez la figure donnée sur l'écran et essayez de la déplacer.
2. Ecrivez dans la fenêtre ci-dessous un message à votre ami(e) pour que votre ami(e) construise la même figure.
3. Si vous n'avez pas compris la construction écrivez un message à votre ami(e) :

4. Si cette feuille vous est retournée essayez de lui expliquer à nouveau :
5. Si vous n'avez pas compris la construction écrivez un message à votre ami(e) :
6. Si cette feuille vous est retournée essayez de lui expliquer pour la dernière fois :

Figure sur le fichier :



Analyse a priori :

Nous pensons que l’identification des objets géométriques composant les dessins en tant que droite, segment et cercle, ne devrait pas être trop difficile pour les élèves, puisque nous avons déjà traité ces notions. Par contre, nous estimons plus difficile qu’ils puissent décrire les relations géométriques entre les objets identifiés. Si les relations géométriques ne sont pas explicitées correctement, le dessin obtenu est différent au sens de Cabri-géomètre du dessin initial. Donnons quelques exemples de ce genre de description :

S’il n’apparaît ni la perpendicularité, ni le parallélisme des droites dans la description, ils peuvent décrire le dessin « message1 » à partir d’une forme rectangulaire, des droites horizontales et verticales ...

Voici quelques stratégies de description pour le dessin « message1 » :

- * Construis une droite et deux autres qui la coupent perpendiculairement. Trace une quatrième droite qui est parallèle à la première.
- * Construis une droite et une autre qui lui est perpendiculaire. Construis une perpendiculaire à cette dernière. Construis encore une perpendiculaire à cette dernière.

Dans la description du dessin « message2 », l'absence du mot « rayon » conduira l'élève à écrire : « il y a un segment dans le cercle » ou peu probablement : « il y a un segment qui a ses extrémités sur le cercle et sur son centre ». Ils peuvent décrire le dessin en une phrase : « il y a une droite qui touche le segment et le cercle ».

Voici quelques stratégies de description pour le dessin « message2 » :

- * Trace un cercle. Prends un point sur le cercle et trace le segment qui joint le centre du cercle et ce point. Trace une droite perpendiculaire à ce segment.
- * Trace un segment, une droite qui lui est perpendiculaire en une extrémité. Construis le cercle qui a comme centre l'autre extrémité du segment et qui passe par le point d'intersection.

III.4 Evaluation.

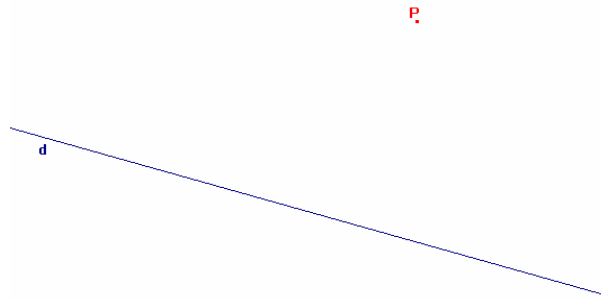
Notre évaluation comporte quatre activités et se réalise dans **l'environnement papier-crayon** en une séance de cours. Les activités sont inspirées de l'évaluation de classe de Sixième et des activités que nous avons travaillées tout au long de notre expérimentation. Mais, cette fois-ci les élèves n'ont pas travaillé en binôme. Car, l'objectif est d'évaluer l'évolution des connaissances géométriques de chaque élève expérimenté qui a travaillé (en binôme) pendant plusieurs séances dans **l'environnement Cabri-géomètre**. Nous nous intéressons à leur comportement dans cet environnement habituel.

Comme matériel, nous leur avons fourni deux feuilles d'énoncés, des crayons de couleur et une règle graduée. Présentons brièvement chaque activité suivant l'ordre où elles ont été données :

Dans la première, la figure est identique à celle de l'activité « les droites », sauf la direction de la droite donnée qui est différente. Les élèves n'ont que la droite perpendiculaire à tracer. Nous n'avons pas fourni d'équerre ou de compas puisqu'ils ne savent pas s'en servir. En revanche ils ont la règle pour positionner la droite perpendiculaire à vue d'œil dans la position

spatio-graphique. Nous nous intéressons à ce qu'ils fassent la distinction entre la perpendiculaire et la parallèle.

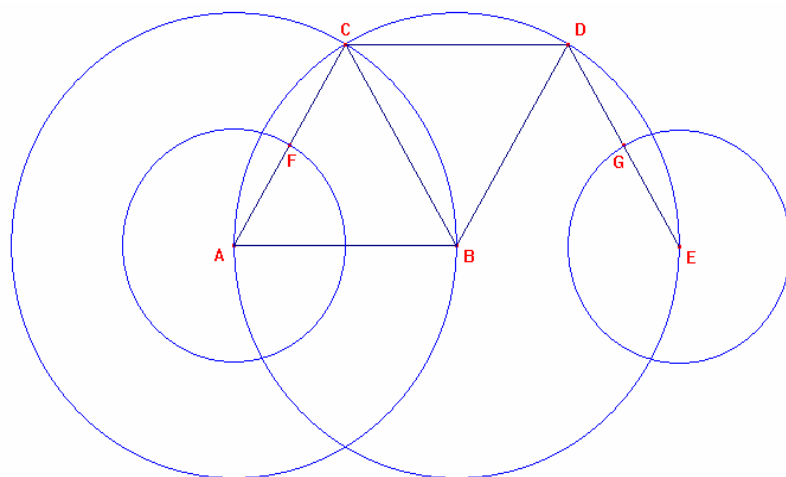
1. Tracez la droite perpendiculaire à la droite d qui passe par le point P.



La deuxième activité est une activité d'identification et de dénomination dont la figure a déjà été travaillée dans l'activité « la surprise ». Il faut identifier les objets géométriques et les relations géométriques dans une figure composée. Nous demandons d'identifier sur la figure les segments parallèles pour que les élèves prennent conscience de la présence des autres objets (que des droites) qui peuvent avoir cette relation géométrique.

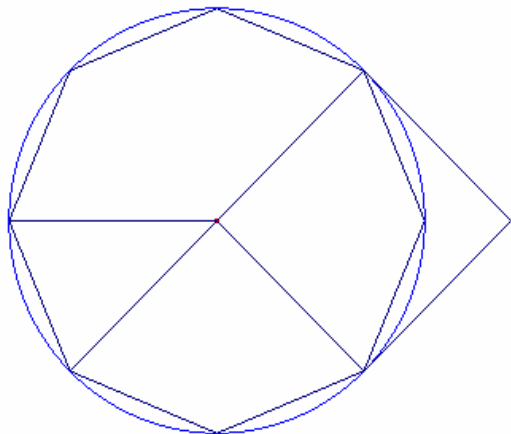
La nomination se fait par complétion des phrases, ce qui demande une lecture attentive.

2. a) Repassez, en rouge, deux cercles de même rayon.
 b) Repassez, en bleu, deux segments parallèles et repassez, en vert, deux autres segments parallèles.
 c) Complétez les phrases ci-dessous :
 - F est du segment AC.
 - Le segment AC est du segment CD par rapport au segment CB.



Dans la troisième activité, la tâche consiste à reconnaître et dénommer les figures géométriques dans une figure composée. Les élèves peuvent se servir de la règle graduée.

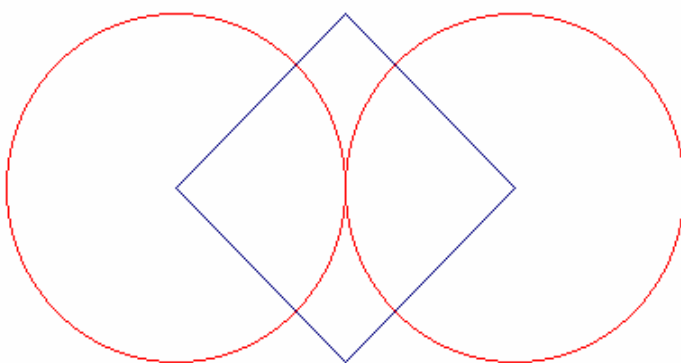
3. Observez attentivement la figure suivante.



Combien de figures géométriques reconnaissez-vous ? Repassez ces figures en différentes couleurs et écrivez le nom de chaque figure à côté de celle-ci.

La dernière est une activité de description et la figure à décrire est celle de l'activité « les cercles ». Les élèves peuvent se rappeler du déplacement de cette figure sur Cabri-géomètre et de leurs discussions qui peuvent servir pour la décrire.

4. Observez la figure suivante. Ecrivez un texte qui permet à quelqu'un qui ne voit pas la figure de la tracer.



Votre texte :

III.5 Analyse a posteriori.

Comme nous l'avons mentionné précédemment, nous avons réalisé notre expérimentation avec un binôme de 6^{ème} (Marine, Stéphanie) et un de 3^{ème} (Blandine, Farida) d'un collège de SEGPA pendant l'année scolaire 2000-2001, de fin septembre 2000 à mars 2001. Nous avons travaillé avec chaque binôme une séance par semaine qui correspond à environ 45 minutes, donc, en tout 16 séances avec le binôme de 6^{ème} et 15 séances avec le binôme de 3^{ème} :

Nombre de séances	Cours d'initiation	Activités	Evaluation
Binôme de 6 ^{ème}	2	13	1
Binôme de 3 ^{ème}	2	12	1

Nous avons prévu dix activités et une séance pour chacune, mais nous avons dû présenter la première activité « les droites » une deuxième fois en modifiant quelques éléments dans l'énoncé que nous détaillerons dans les paragraphes suivants. L'activité « la surprise » a été travaillée deux fois avec le binôme de 6^{ème}, car une séance n'a pas été suffisante pour que les élèves assimilent l'usage des outils utilisés pendant la séance. L'activité « l'axe de symétrie » a été travaillé en deux séances avec tous les deux binômes en raison d'insuffisance de durée d'une séance et de degré de difficulté des tâches à réaliser pour cette activité.

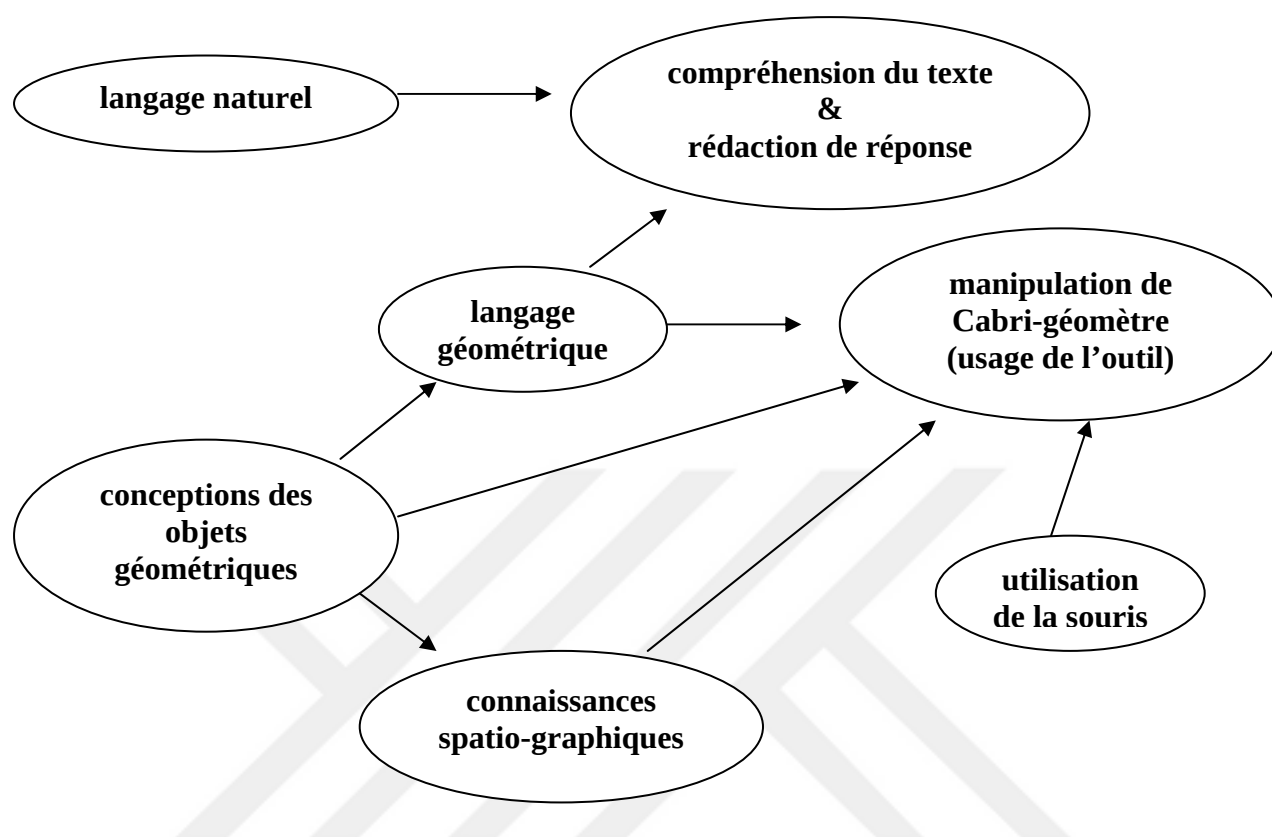
Une partie des séances d'activités a été enregistrée sur bande audio et l'autre partie a été filmée. Le grand nombre de séances d'activités ne nous a pas permis de transcrire les dialogues des élèves en détail, seulement pour les six premières activités nous avons les protocoles d'élèves.

Pour notre analyse a posteriori, nous avons analysé les séances d'activités et avons essayé de repérer les difficultés rencontrées par les élèves pendant la résolution des problèmes et l'évolution au cours de ces activités. Ce travail est donc articulé autour des deux axes de recherche, les **difficultés** des élèves et leur **évolution**.

Nous avons cherché à catégoriser ces difficultés, mais nous nous sommes rendu compte que ceci est pratiquement impossible, car certaines sont imbriquées l'une dans l'autre ou bien l'une implique l'autre. Donc, pour un repère général, nous fournissons un schéma représentant l'enchaînement des connaissances et des usages que nous avons repérés chez les élèves. Par la suite, nous détaillerons sur quelques exemples le déroulement des séances d'activités en relation avec ce schéma.

Remarque pour lire le schéma :

$d_1 \longrightarrow d_2$: d_1 implique d_2



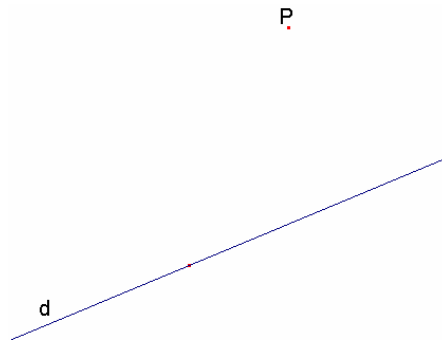
II.5.1 Exemples de séances significatives :

Activité : Les droites (1.version)

La première activité « les droites » est une des activités dans laquelle nous pouvons trouver toutes les imbrications des difficultés. Après avoir répertorié les difficultés rencontrées, nous sommes amené à modifier tous les énoncés des activités suivantes. Celles que nous avons présentées dans le paragraphe §III.3 sont les activités modifiées, seule l'activité « les droites » est présentée telle quelle. Nous l'avons aussi modifiée et retravaillée avec les binômes.

Rappelons tout d'abord l'énoncé de cette activité :

1. Construisez la droite **e** passant par le point P et perpendiculaire à la droite d.
2. Construisez la droite **f** passant par le point P et parallèle à la droite d.
3. Essayez de les faire bouger. Observez si elles gardent toujours leur propriété



Tout d'abord la difficulté des élèves de 6^{ème} et de 3^{ème} en lecture a attiré notre attention. Ils ne prononçaient pas correctement les mots, pourtant ils lisaient assez lentement. Surtout les termes « perpendiculaire » et « propriété » étaient très difficiles à prononcer. Pour les deux premières phases, l'énoncé a été coupé en deux énoncés. C'est-à-dire, quand les élèves ont lu « et », ils se sont arrêtés, ce qui leur a fait croire qu'il fallait tracer deux objets dans chaque énoncé :

- une droite e passant par le point P et une perpendiculaire à la droite d
- une droite f passant par le point P et une parallèle à la droite d.

Ce qui montre non seulement leur difficulté en compréhension du texte, mais aussi qu'ils ne sont pas conscients que « perpendiculaire » et « parallèle » sont des fonctions de deux objets géométriques : point et droite.

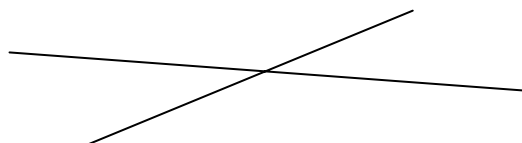
La séance nous a fait remarqué que les élèves avaient du mal à anticiper les positions spatio-graphiques d'une droite perpendiculaire et d'une droite parallèle lorsqu'elles sont à construire, bien que la droite d n'était pas oblique, car nous avons placé la droite d horizontalement.

Leurs conceptions de droites étaient de deux types :

- Les droites qui ne sont pas visuellement sécantes sont considérées comme parallèles :



- et celles qui sont sécantes sont considérées comme perpendiculaires :



Nous retrouvons ici les difficultés identifiées par Argaud (1998) chez des élèves d'école primaire.

Si on leur demande de construire n'importe quelle droite dans l'environnement papier-crayon, nous supposons que cela ne pose pas de problème, le tracé est sans aucune complication pour ces élèves, il suffit de poser la règle sur la feuille et de tracer la droite demandée (définition opératoire pour l'élève : une droite est ce qu'on trace avec une règle) sans savoir qu'une droite est déterminée par deux points (plan euclidien). Ces connaissances erronées ont impliqué la difficulté liée à la manipulation de Cabri-géomètre. Car, comme déjà dit, ce logiciel est fondé sur des connaissances mathématiques et il n'est pas aussi simple qu'avec une règle de tracer une droite sur Cabri-géomètre. Il faut construire un schème d'instrumentation différent pour tracer une droite avec Cabri-géomètre. La droite est déterminée par sa direction et par un point ce qui nécessite deux clics avec la souris. Le tracé de la perpendiculaire et de la parallèle est compliqué, car il nécessite de sélectionner les deux objets, une droite et un point, qui déterminent la parallèle et la perpendiculaire.

Voyons les stratégies des élèves de 6^{ème} et de 3^{ème} pour préciser les choses :

- la droite passant par le point P : Ils ont tracé une droite passant par P avec l'outil Droite. Après le premier clic elles voyaient le tracé de la droite et elles n'arrivaient pas à la positionner, comme si la souris ne la lâchait pas. Les clics réalisés inconsciemment les ont aidés à savoir cliquer plus d'une fois. Après plusieurs essais erratiques, elles ont pris conscience de la nécessité de deux clics pour obtenir une droite. Cette prise de conscience ne signifie pas que le problème soit complètement résolu pour les élèves. Il se fait que le deuxième clic ne soit pas associé à la direction de la droite.

Notre interprétation sera confortée par les observations ultérieures des élèves lors de l'activité « les points alignés ».

- perpendiculaire à la droite d : Leur première réaction en face du mot « perpendiculaire » était :

« ça veut dire quoi ? »

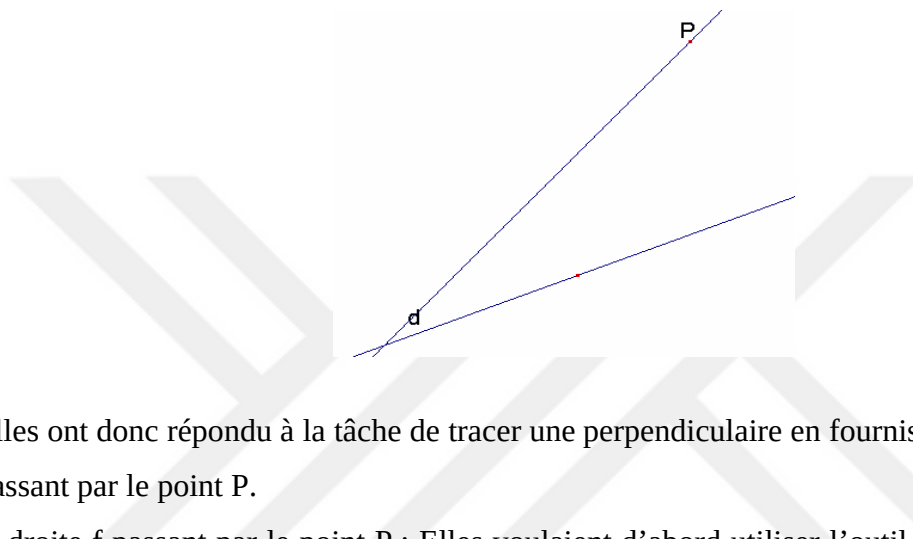
Elles se sont rappelées des explications sur Cabri-géomètre que l'observateur leur a données avant la séance d'activité :

« ça doit être écrit une droite perpendiculaire. »

(Elles veulent dire que perpendiculaire doit figurer dans les menus.) Donc, elles ont fait une recherche de l'outil Perpendiculaire dans les menus de Cabri-géomètre. Mais l'application de cet outil n'a pas pu être réalisée, car son usage était difficile. Après avoir sélectionné l'outil, elles procèdent à différents essais qui ne débouchent pas :

- « - ça marche pas
- normalement ça doit marcher
- c'est écrit un message attend !
- ça marche pas.
- fait une droite simplement ! »

Finalement, elles ont tracé la perpendiculaire avec l'outil Droite telle que montrée ci-dessous. Elles l'ont fait passer par le point P et la lettre d désignant le nom de la droite donnée.



Elles ont donc répondu à la tâche de tracer une perpendiculaire en fournissant deux droites passant par le point P.

- la droite f passant par le point P : Elles voulaient d'abord utiliser l'outil Droite mais elles étaient conscientes de l'avoir déjà tracée pour le premier énoncé, donc elles sont passées au suivant.
- parallèle à la droite d : Elles ont fait une recherche de l'outil Parallèle dans les menus de Cabri-géomètre. Elles l'ont trouvé, mais elles ont rencontré la même difficulté que celle pour le tracé de la Perpendiculaire.

Dérouler les menus de Cabri-géomètre et sélectionner les outils étaient difficiles pour elles, ainsi que gérer la souris. Elles avaient du mal à la contrôler. Nous avons vu la nécessité de faire des illustrations (sur Cabri-géomètre) des outils Droite, Perpendiculaire et Parallèle, ainsi que du déplacement et d'effacement des objets et de la sélection des outils utilisés. Cela nous a aussi permis de leur montrer la position spatio-graphique de deux droites parallèles et celle de deux droites perpendiculaires.

Ce qui était étonnant chez les binômes, c'est le sens qu'elles attribuaient au point servant à créer la droite d et à la lettre d-même. La perpendiculaire était une droite qui coupait la droite donnée - pas forcément avec un angle droit - et qui passait soit par ce point, soit par cette

lettre. Pendant l'analyse rapide des résolutions de problème des élèves dans l'évaluation à l'entrée en sixième, nous avons déjà vu qu'ils utilisaient les mêmes méthodes de tracés pour la perpendiculaire.

Ce type de tracé fréquent chez les élèves est conforme à ce qu'on sait du contrat didactique (l'âge de capitaine) : Toutes les données dans l'énoncé sont à utiliser pour la résolution du problème. Dans ce cas, la lettre d et le point servant à construire la perpendiculaire parce qu'affichés sur l'écran doivent être utilisés.

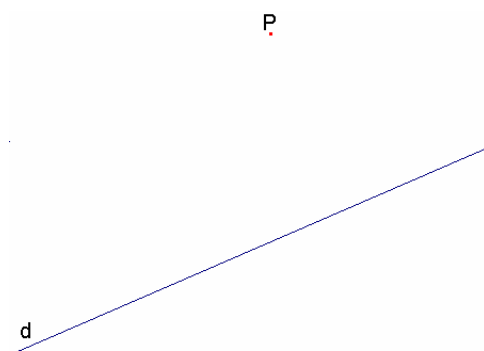
Bilan : Au cours de cette séance elles ont eu conscience de la nécessité de deux clics pour le tracé d'une droite grâce à des clics réalisés inconsciemment avec la souris. L'usage difficile des outils Perpendiculaire et Parallèle les ont conduits à utiliser l'outil Droite. Essayons d'explicitier leur démarche de pensée:

- Elles ont tenté d'utiliser les outils Perpendiculaire et Parallèle, car pour elles l'usage de l'outil correspondant dans les menus devrait leur fournir « toutes prêtes » la perpendiculaire ou la parallèle.
- Après avoir été en échec, elles se sont servies de l'outil Droite pour tracer la perpendiculaire et la parallèle, car soit,
 - l'outil Droite est susceptible de fournir une droite perpendiculaire et une droite parallèle qu'il faut placer à l'œil.
 - il faut tracer quelque chose et finir le travail (contrat).

Activité : Les droites (2.version)

Après l'identification de toutes ces difficultés et de quelques illustrations et explications sur Cabri-géomètre, premièrement nous avons essayé de simplifier les structures des phrases des énoncés dans toutes les activités que nous avons préparées. Nous avons donc modifié la présentation de l'activité « les droites » comme ci-dessous (nous avons aussi caché le point servant à créer la droite d pour les raisons données plus haut) :

1. Construisez la droite perpendiculaire à la droite d qui passe par le point P. Colorez la en rouge.
2. Pouvez-vous déplacer la droite perpendiculaire à la droite d que vous venez de construire ? Si oui, comment ?
Réponse : _____
3. Construisez la droite parallèle à la droite d qui passe par le point P. Colorez la en vert.
4. Pouvez-vous déplacer la droite parallèle à la droite d que vous venez de construire ? Si oui, comment ?
Réponse : _____



Lors de la séance en 6^{ème}, les élèves ont des difficultés dans la prononciation pendant la lecture d'énoncé. Stéphanie a encore des problèmes d'anticipation des droites à construire, elle confond « parallèle » avec « perpendiculaire ».

3	Observateur	A quoi ressemble la droite perpendiculaire ? Vous avez une idée ?
4		<i>(S désigne plutôt une droite parallèle, M intervient en désignant presque une droite perpendiculaire. S est d'accord avec M.)</i>
5	Observateur	Euh, par exemple le troisième énoncé, il y a une droite parallèle. Et d'après toi une droite parallèle est comment, Stéphanie ?
6		<i>(M désigne une droite parallèle et S une droite verticale.)</i>

Marine fait les tracés au jugé avec l'outil Droite, mais les tracés ne correspondent pas à la position spatio-graphique de la perpendiculaire et de la parallèle à construire. Nous effaçons donc leur production pour mettre la droite d dans la position privilégiée horizontale et voyons que les élèves anticipent correctement la position de la parallèle et celle de la perpendiculaire. Nous leur rappelons les différents outils dans les menus. Elles prennent les bons outils mais elles ont beaucoup de difficulté à les tracer. Elles voient un premier message, elles cliquent mais quand elles voient que rien n'est tracé, elles se disent que ça ne marche pas. Elles essaient plusieurs fois, il y a aussi les interventions pour qu'elles suivent les messages ce qui les guident dans la réussite. Après avoir tracé la perpendiculaire, elles arrivent toutes seules à tracer la parallèle en suivant bien les messages.

Par contre, le binôme de 3^{ème} utilise directement les outils Perpendiculaire et Parallèle, elles les tracent correctement, seulement le tracé de la parallèle est un peu difficile, mais elles y arrivent toute seule. Pour le déplacement de la perpendiculaire, elles essaient de la déplacer par sa direction, ce qui montre qu'elles n'ont pas l'idée de la dépendance de cet objet, la même chose se passe pour la droite parallèle.

19	Blandine, Farida	On peut pas.
20	Observateur	Tu essayes de déplacer la droite, mais tu essayes les différentes façons.
21	Farida	Mais on peut pas depuis tout à l'heure.
22	Blandine	Essais au milieu là !

23		(F déplace la d.)
24	Blandine	Avec la d ça fait bouger la rouge.
25	Observateur	Il y a la droite d, la droite rouge et puis il y a, tu vois pas, il y a encore une chose.
26	Blandine, Farida	Le point !
27	Observateur	Il y a le point.
28	Farida	Ah oui c'est vrai !

Bilan : Le schème relatif à la construction de droites dépendantes d'autres objets s'est avéré long et difficile à mettre en place. Les solutions trouvées font appel au spatio-graphique et non au géométrique, sous même parfois satisfaire la perception.

Mais une fois réalisé avec succès la construction de la droite perpendiculaire, un transfert semble s'être effectué pour l'outil Parallèle.

En revanche, pour les élèves de 3^{ème} ce schème semble être construit suite aux monstractions de l'observateur à l'issue de la première séance.

Cependant, même si ces schèmes d'instrumentation semblent en place, cela ne signifie pas que les élèves ont pour autant saisi la notion de dépendance entre objets.

Activité : Les points alignés

Rappelons d'abord l'énoncé de cette activité :

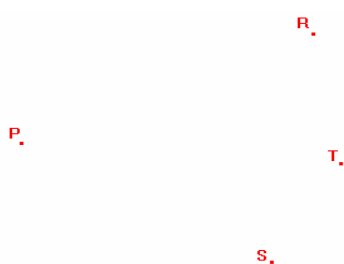
Construisez le point Q tel que les points

- P, R, Q soient alignés

et

- S, T, Q soient alignés

Figure sur la feuille et sur le fichier :



La séance nous révèle que les deux binômes anticipent parfaitement la position spatio-graphique de l'objet à construire. Mais ils procèdent différemment.

Les élèves de 3^{ème} lisent l'énoncé deux fois, car elles essaient d'anticiper. Elles font des constructions au jugé :

Elles veulent mettre un point Q au bon endroit et pour cela elles mettent un Q avec l'outil Texte, Blandine remarque qu'il faut mettre un point, mais Farida trouve que la lettre qui désigne le point est suffisant. Il y a un désaccord entre les élèves à propos d'alignement les points donnés. Farida profite de la fonction dynamique de Cabri-géomètre pour aligner les

points alors qu'elle ne peut pas déplacer les points donnés dans l'environnement papier-crayon. En revanche, Blandine considère l'environnement Cabri-géomètre comme l'environnement papier-crayon. Finalement elles déplacent les points jusqu'à ce qu'ils soient alignés avec la lettre Q.

10	Blandine	Il faut qu'il y ait un point !
11	Farida	C'est pas grave. Ramène le R, après ça fait P, R et Q.
12	Blandine	Non, mais on peut pas les bouger.
13	Farida	Si.
14	Blandine	On doit les laisser comme ça ? (en s'adressant à O.)
15	Farida	Mais, sinon, on peut pas les aligner.
16	Observateur	Faites comme vous voulez.
17		<i>(Elles déplacent les points et les alignent au jugé.)</i>

Quand nous leur demandons de le vérifier, elles tracent les deux droites qu'elles auraient dû tracer en premier temps. Au lieu de se servir de ces droites pour la construction du point Q, elles font l'inverse, en plus ces droites passent par R et T au jugé. La lettre Q reste un peu éloignée de sa place (l'intersection des deux droites) et Blandine la ramène à l'intersection des deux droites ce qui fait que les élèves sentent avoir réussi, car leur production est validée par leur perception. Par la suite d'un rappel de l'observateur sur le déplacement des objets, nous remarquons encore qu'elles associent les lettres (les noms des points) à des objets géométriques (points) sur le fichier.

24	Farida	Maintenant tout est aligné.
25	Observateur	Est-ce que votre figure résiste au déplacement ?
26		<i>(Après plusieurs essais, elles disent que « les droites ne bougent pas avec les lettres » c'est-à-dire avec les points.)</i>

Nous leur demandons si la lettre Q sur l'écran est une lettre ou un point, Farida prend conscience qu'il faut mettre un point. Nous leur demandons le type du point à construire, bien que Blandine donne la réponse correcte « intersection », elles ont du mal à choisir l'outil correspondant dans le menu de Points. Car, le même mot utilisé n'y apparaît pas. Nous leur rappelons qu'il fallait deux objets pour construire le point d'intersection et elles l'appliquent. Elles vérifient par déplacement si cette fois-ci leur production est valide, mais comme les droites ont été construites au jugé, elle est invalidée, les points ne sont plus alignés.

27	Observateur	Comment on peut faire ? ... Le Q est un point ou une lettre ?
28	Farida	C'est une lettre. Il faut mettre le point.
29	Observateur	C'est un point comment ?
30	Blandine	Intersection.
31		<i>(Elles regardent dans la boîte de points et elles se demandent si c'est « Point sur un objet ».)</i>
32	Observateur	On avait dit que pour tracer les points d'intersections il fallait deux objets.
33	Farida	Ah, oui, c'est Point sur deux objets.... <i>(Elles déplacent les objets.)</i> Alors on peut bouger... On peut plus.

Après l'invalidation de leur production par Cabri-géomètre, les élèves remarquent qu'il n'y a plus de points alignés et elles cherchent à refaire la construction. Farida veut seulement enlever les droites et laisser le point Q, nous intervenons en disant qu'on demande de construire le point Q. Entre Farida et Blandine il y a encore un désaccord, Farida veut d'abord aligner le point Q et après le construire, alors que Blandine pense l'inverse. Elles effacent les droites et suivent la stratégie précédente. Rappelons que l'effacement des droites a impliqué l'effacement de leur point d'intersection mais pas celui de la lettre Q.

37	Farida	On va enlever les droites et après on va refaire. On laisse le Q.
38	Observateur	On demande de construire un point Q.
39	Farida	D'abord je vais l'aligner et après construire.
40	Blandine	Mais non, il faut d'abord le construire et après aligner !
41		(Elles font comme tout à l'heure.)

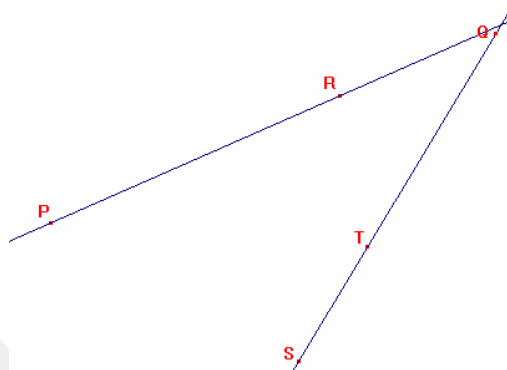
Nous leur demandons si elles ne peuvent pas construire d'abord les droites PR et ST, après le point d'intersection. Elles disent sans hésitation que si, enlèvent les droites et la lettre. Notre rappel pour trouver et suivre les messages les guident pour les tracer correctement. Elles déplacent les points sans notre intervention pour voir si ça marche. Blandine explique à la fin leur démarche de résolution du problème :

55	Blandine	On a mis la droite du point P jusqu'à R. On a fait pareil pour les points S et T et après on a fait le point Q. Et maintenant, si on fait bouger, ça reste toujours aligné.
----	----------	---

Par contre, le binôme de 6^{ème} a l'idée de la construction intermédiaire pour cette activité, elles veulent tracer (PR) et (ST), ensuite mettre le point Q à l'intersection de celles-ci, mais elles procèdent comme dans l'environnement papier-crayon. Elles se servent de l'outil Droite comme une règle, la seule connaissance est spatio-graphique et non géométrique. Elles cliquent sur le point P et font passer la droite par R à vue d'œil, sans cliquer sur le point R. C'est le même cas pour le tracé de la droite (ST). De plus, même si elles connaissent la position spatio-graphique du point Q à construire, elles ne prennent pas en compte la propriété qui lui est attribuée. Car, elles utilisent l'outil « Point sur un objet ». C'est peut-être qu'elles ne voient pas deux objets là où il faut le mettre, comme cela s'est passé avec le binôme de 3^{ème}.

7	Stéphanie	On met une droite !... C'est écrit Droite, par ce point, clique !
8		(M trace les deux droites qui passent par les deuxièmes points au jugé et elle choisit « Point sur un objet » et crée un point sur la droite PR, proche du point d'intersection.)
9	Stéphanie	Point sur un objet, ils sont alignés, c'est fini.

Pour nommer le point, sans choisir l'outil Nommer, après avoir désigné le point Q, elles tapent sur le clavier directement, ce qui montre qu'elles ne se sont pas encore familiarisées avec Cabri-géomètre. Nous intervenons et leur disons de nommer le point, ensuite, elles cherchent le terme Nommer dans la barre de menus. Après avoir nommé le point Q, son nom se met sur la droite (PR) qui leur donne une perception de tracé invalide, comme montré ci-dessous. Le point et son nom représentent pour elles encore le même objet.



19	Marine	Non, parce que Q est sur cette ligne.
20		<i>(M dit comme ça, parce que la lettre Q est sur l'autre droite.)</i>
21	Stéphanie	Ouais, voilà.

Donc, comme une solution, elles disent qu'il faut le mettre au milieu et amènent la lettre Q à l'intersection des droites. Elles utilisent « milieu » pour « intersection ».

25	Stéphanie	Il faut le mettre au milieu.
26		<i>(M déplace le nom Q.)</i>
27	Marine	Alors là, ils sont alignés.

Nous leur demandons de déplacer les points, elles gèrent difficilement la souris, elles voient le message « ce point » mais n'enfoncent pas le bouton de la souris pour déplacer le point. Enfin, elles voient que les points ne restent pas alignés. Nous leur demandons si elles veulent réessayer, elles acceptent et nous effaçons leur production. Stéphanie pense retracer les deux droites (PR) et (ST) et nous leur demandons la place du point Q qui sera aligné avec les autres points pour évoquer la nature de ce point. Elles utilisent le mot « milieu » comme elles l'ont employé précédemment.

41	Observateur	Le point aligné avec les autres est où ?
42		<i>(O veut qu'elles découvrent que le point Q est le point d'intersection des deux droites.)</i>
43	Stéphanie	Au milieu.

Nous leur disons qu'il y a des différents types de points dans le menu de Points, elles remarquent tout de suite l'outil « Point sur deux objets », mais d'abord Marine trace la droite (PR) qui passe toujours au jugé par R. Nous voyons la nécessité d'intervenir pour demander si elle a fait attention aux messages. Pour pouvoir revoir les messages nous proposons d'effacer la droite et la tracer à nouveau. Nous les aidons en posant des questions comme où va passer la droite, pour qu'elles retrouvent le deuxième message.

56	Observateur	Est-ce que t'as fait attention, il y avait un message ? Si tu veux, efface la droite, quand tu refais tu verra.
57	Observateur	C'est écrit quoi ?
58	Stéphanie	Par ce point.
59	Observateur	Et puis tu veux qu'elle passe par où ?
60	Stéphanie, Marine	Et ce point.

Le tracé de la droite (PR) est fait correctement et les a aidé pour tracer la droite (ST). Seulement Stéphanie n'est pas très sûre que cette fois-ci ça va marcher, car elle pense qu'après avoir mis le point Q, leur production ne résistera pas au déplacement.

L'outil Droite étant toujours activé, elles approchent le curseur à l'intersection des droites et lisent le message « Point à cette intersection », nous en profitons pour demander ce qu'il veut dire et voyons que Stéphanie reconnaît le mot « intersection ». Nous leur demandons si c'est ce point qu'elles cherchent, Stéphanie dit que oui mais, avant de le mettre elle le pense nommer, nous lui rappelons qu'elle n'a pas mis le point et aussi de toujours suivre les messages. Elles mettent (avec l'outil Point sur deux objet) et nomment (avec l'outil Nommer) le point Q avec succès, juste ensuite, elles déplacent les objets sans intervention et c'est après ce déplacement qu'elles prennent conscience de la validation de leur production.

64		<i>(La Droite est toujours activée et elles lisent « Point à cette intersection ».)</i>
65	Observateur	Ca veut dire quoi ?
66	Stéphanie	Ce qu'il y a une intersection là, il faut mettre un point.
67	Observateur	C'est le point que vous voulez, vous cherchez ?
68	Stéphanie	Ouais.
69	Observateur	Allez-y alors !
70	Stéphanie	Nommer !
71	Observateur	Nommer quoi, mais tu n'as pas mis le point !
72	Stéphanie	Ah oui !
73	Marine	Point sur un objet.
74	Stéphanie	Sur deux objets !
75		<i>(Le Q est fait et M active le Nommer.)</i>
76	Marine	Maintenant il faut le nommer.
77	Observateur	Vous suivez toujours les messages.
78	Stéphanie, Marine	Cette droite.
79	Observateur	Vous voulez nommer la droite ?
80	Stéphanie	Le point, ce point, voilà !
81		<i>(Elles les déplacent sans intervention.)</i>

82	Stéphanie	Ca reste toujours.
83	Observateur	C'est bon ?
84	Stéphanie	Oui.

Juste après nous essayons d'expliciter les choses et de faire un bilan ensemble. Nous trouvons qu'elles ont appris assez de choses pendant la séance.

85	Observateur	Vous connaissez maintenant les erreurs que vous faites sur cabri ?
86	Stéphanie	Oui.
87	Observateur	Il faut faire attention à quoi ?
88	Stéphanie	Aux messages.
89	Marine	Il faut pas oublier à désactiver, mettre les points quand..., pour faire gaffe où on les met, les points.
90	Stéphanie	Il faut bouger les points pour voir si c'est toujours... Euh...
91	Observateur	Oui, il faut vérifier.
92	Marine	Tous les points qu'on fait si ça fait bouger la droite.
93	Stéphanie	Si ça va être toujours aligné.
94	Observateur	C'est bien, là on a aussi remarqué le point d'intersection.
95	Stéphanie	Il bouge pas.

Bilan : Cette tâche est comprise par les élèves de 3^{ème} comme une tâche spatio-graphique, que l'on peut résoudre par un contrôle perceptif. Le tracé des droites n'apparaît chez ces élèves que comme un moyen de validation. Mais, même une fois tracé, le point cherché n'est pas perçu comme dépendant de ces droites.

Après intervention de l'observateur pour les amener à concevoir le point cherché comme un point d'intersection, l'absence de construction d'un schème d'usage de l'outil Droite passant par deux points s'avère être un obstacle.

Si le binôme de 6^{ème} a pensé directement à construire les droites (PR) et (ST), elles le même problème relatif au schème d'usage de l'outil Droite.

Pour les deux binômes la construction du point d'intersection des deux droites ne s'est faite qu'avec aide de l'observateur.

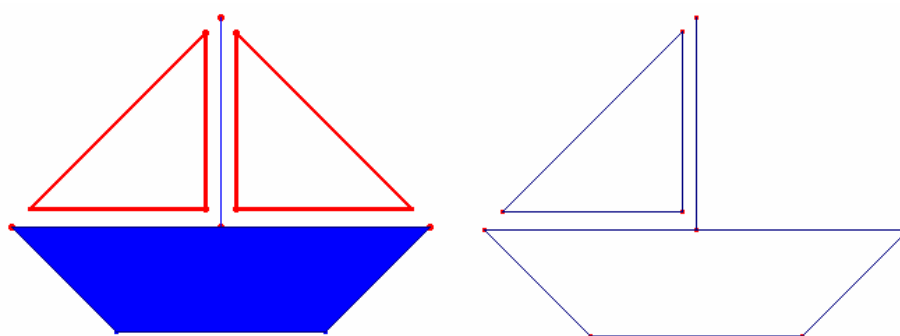
Activité : Le bateau

Rappelons d'abord l'énoncé de cette activité :

Voici un bateau et le début d'un nouveau bateau à compléter :

1. Pour savoir comment le bateau a été fait essayez de le déplacer.
2. Complétez le nouveau bateau comme sur le modèle.
3. Déplacez le nouveau bateau que vous avez obtenu et observez s'il est pareil que l'autre.

Figure sur la feuille et sur le fichier :



Bien que ce soit la cinquième activité, les élèves n'ont toujours pas appris le fonctionnement de Cabri-géomètre, qu'il faut attribuer une propriété à chaque objet à construire et non tracer au jugé.

Après lecture du 1, les élèves essaient de déplacer le demi-bateau alors que nous attendions le déplacement du premier bateau(modèle). La tâche pour les élèves se réduit à celle de déplacer le bateau. Elles n'envisagent pas le déplacement comme devant servir à la construction à réaliser.

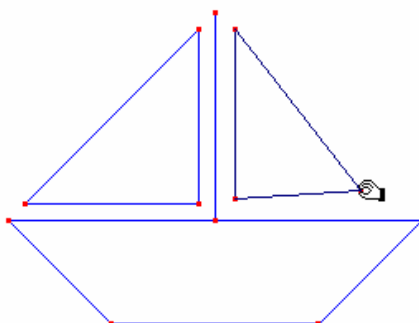
Pour le 2, les élèves de 6^{ème} tentent directement de trouver l'outil convenable par l'exploration des menus de Cabri-géomètre sans vraiment réfléchir sur l'objet à construire. Quelque soit l'outil sélectionné, quand leurs tracés ne correspondent pas à la position spatio-graphique de l'objet (la voile) à construire, elles ne se rendent pas compte de l'utilisation maladroite de la souris, mais elles perçoivent que le tracé n'est pas satisfaisant d'un point de vue perceptif et passent à un autre outil. Elles utilisent les outils Droite et Segment (comme crayon) après elles les effacent.

13	Stéphanie	Il faut faire l'autre truc.
14	Marine	Fais-le !
15		<i>(S regarde dans la barre de menu.)</i>
16	Stéphanie	C'est Segment ?
17	Marine	Droite !
18		<i>(S prend la Droite et clique au jugé où il faut mettre la voile.)</i>
19	Marine	Mais qu'est-ce que t'as fait ?
20	Stéphanie	Je vais l'effacer.
21	Marine	Alors, c'est pas la Droite, je crois que c'était le segment.
22		<i>(M trace un segment au jugé, mais un peu maladroite.)</i>
23	Stéphanie	Ça va jusqu'en bas, efface !

Poursuivant leur recherche dans les menus, elles sélectionnent le bon outil « Symétrie axiale », mais elles ne réfléchissent pas du tout où il faut cliquer. Elles cliquent au hasard, sur la voile ou surtout sur l'emplacement spatio-graphique de la voile à construire. Stéphanie semble savoir à quoi cet outil peut servir, mais de façon vague.

24		<i>(Elles regardent dans la barre de menus et elles choisissent Symétrie axiale, mais ne cliquent pas aux bons endroits.)</i>
25	Stéphanie	Aïe, c'est pas ça !
26		<i>(M efface les traces.)</i>
27	Observateur	Pourquoi tu as pris la Symétrie axiale Stéphanie ?
28	Stéphanie	Pour voir si ça fait pareil.
29	Observateur	Et ça a fait pareil ?
30	Stéphanie	Non.
31	Observateur	Et pourquoi d'après toi ? ... Est-ce que tu sais pourquoi ça n'a pas fait pareil ?
32	Stéphanie	Non.
33	Observateur	Et toi Marine ?
34	Marine	Non.

Stéphanie cherche à trouver comment la voile du bateau-modèle a été faite en rapprochant le curseur de cette voile et dès qu'elle voit le message « ce segment », elle est sûre d'avoir trouvé la solution. Donc, Marine essaie de tracer la voile comme si elle faisait un dessin sur papier, elle se sert de cet outil comme un crayon et les clics réalisés inconsciemment sur le fichier liés à la difficulté de l'usage de la souris la conduisent à une autre idée qui est la possibilité d'ajustement des segments comme montré ci-dessous :



39		<i>(S rapproche la souris sur la voile déjà faite et elle voit le message « ce segment ».)</i>
40	Stéphanie	C'est un segment !
41		<i>(M active le Segment, elle le fait au jugé, mais elle est très maladroite.)</i>
42	Stéphanie	Il est plus petit là, il est tordu. Efface et recommence si tu veux.
43	Marine	Mais attend.
44		<i>(M essaie d'ajuster.)</i>
45	Stéphanie	Voilà !

D'abord, elle trouvent que leur figure est valide, mais l'invalidation de leur construction par déplacement demandé dans l'énoncé, elles effacent leur construction et font une recherche d'outils dans les menus de Cabri-géomètre, elles essaient de trouver une icône dont le dessin ressemble à la voile. Notre intervention comme « sur le bateau déjà fait, comment sont les voiles ? » semble les influencer, mais pas dans le bon sens, elles voient les voiles comme des

triangles, mais non symétriques. Donc, elles utilisent l'outil triangle et font l'ajustement. Juste après, pour vérifier, elles déplacent un point de leur propre initiation et voient que ça ne marche pas non plus et l'effacent. Même si elles ont pris conscience de l'importance de la résistance au déplacement, elles n'arrivent pas à réaliser que les objets qu'elles ajustent ne résisteront pas au déplacement.

65	Observateur	Dites-moi, les voiles sont comment ?
66	Marine	Triangle. Ah il faut chercher triangle ! On va essayer, voir si ça marche.
67		<i>(M fait le triangle au jugé.)</i>
68	Stéphanie	Maintenant agrandis-le !
69	Marine	Il faut désactiver d'abord.
70		<i>(Elles ajustent le triangle et pour voir si ça marche, elles déplacent un point.)</i>
71	Marine	Oh là là !.. Effacer !

Nous continuons d'essayer de leur faire découvrir la bonne méthode, en posant la question « La voile-là, comment est-elle par rapport à l'autre ? », nous insistons sur l'expression « par rapport à l'autre » pour qu'elles se rappellent du terme « symétrique ». Marine se rappelle d'un exemple (pliage d'un cahier) que nous avons donné pour expliquer les figures symétriques pendant la séance d'activité « la surprise », mais elle ne se souvient pas du terme géométrique, elle préfère utiliser les mots du langage courant comme « pareil » et « égaux ». Nous leur demandons de dérouler les menus pour peut-être trouver le bon outil. Elle ne reconnaît même pas ce terme après avoir déroulé les menus de Cabri-géomètre.

96	Observateur	La voile-là, comment est-elle par rapport à l'autre ?
97	Marine	Ils sont pareils.
98	Observateur	Ils sont pareils... Qu'est-ce qu'on peut dire ?
99	Marine	On peut dire qu'ils sont égaux.
100	Observateur	Ils sont égaux, et après ? ... Comment on peut obtenir les figures pareilles ?
101		<i>(M le montre avec ses mains.)</i>
102	Marine	Ah, tu fais comme ça, tu ferme le cahier et après ça fait pareil de l'autre côté.
103	Observateur	Et ça s'appelle quelque chose ?
104	Marine	Ca veut dire quelque chose ?
105	Stéphanie	Ca veut dire quoi ?
106	Observateur	Comment on appelait les choses comme ça ? ... Vous pouvez défiler les menus ? Peut-être vous allez voir.

Mais, Marine remarque un autre outil « Trace » dont le nom lui donne l'impression du verbe « tracer » qui peut servir à tracer la voile. Non seulement il s'agit d'un oubli de l'usage de cet outil pendant les cours d'initiation, mais aussi de son fonctionnement.

Finalement, nous voulons qu'elles sachent que c'est l'outil « Symétrie axiale » qu'il faut utiliser, nous défilons les menus et essayons ensemble de faire un bilan des outils dont nous

ne pouvons pas nous servir. Stéphanie dit que l'outil « symétrie axiale » non plus ne marche pas, car elle l'a déjà utilisé, c'est pourquoi que nous demandons à Marine de l'utiliser. Remarquons que cet outil a été utilisé pendant les cours d'initiation et pendant la séance d'activité « la surprise » mais elles ont oublié son usage, Marine ne se souvient même pas qu'elle l'ait utilisé.

128	Observateur	Ca sert à quoi la Symétrie axiale ?
129	Stéphanie	J'ai essayé tout à l'heure, ça marche pas.
130	Marine	J'sais pas.
131	Observateur	Tu sais pas, tu n'as jamais utilisé cet outil ?
132	Stéphanie	Si, pour les cercles.
133	Marine	Non.
134	Observateur	Tout à l'heure c'était toi qui l'avait fait, maintenant c'est Marine. Marine tu peux utiliser la Symétrie axiale ?

Elles ont beaucoup de difficulté d'utilisation de cet outil, elles cliquent au hasard. Elles laissent les bons tracés et elles effacent les mauvais. Quand elles finissent, elles essaient de déplacer le bateau pour vérifier si ça marche. Mais la voile laisse la trace, qu'elles avaient activée précédemment. Elles se demandent ce que c'est (la trace), O leur explique. Elles désactivent Trace et voient que c'est bon.)

Les élèves de 3^{ème} voient déjà le message « ce segment » lors du déplacement du bateau-complet et comme les élèves de 6^{ème}, elles aussi font des traces au jugé avec l'outil Segment.

5		<i>(B essaie de le déplacer, elle trouve les points déplaçables. Quand elle rapproche de la voile, elles voient les messages.)</i>
6	Farida	Ah c'est un segment !
7	Observateur	On passe au deuxième.
8		<i>(Lecture du 2°)</i>
9	Farida	Là tu dois compléter. En fait tu vas dans le Segment.
10	Blandine	C'est ça, Segment.
11	Farida	Ouais...Voilà, clique. Voilà.
12		<i>(Elles font la voile au jugé.)</i>

Elles déplacent le bateau suivant l'énoncé et voient que leur construction est invalide. Après sa déformation par déplacement, elles ne sont pas conscientes que l'erreur vient des tracés au jugé. Farida fait une suggestion comme quoi il fallait mettre des points, pour elle leur construction est à la fois fausse et juste. Blandine efface les tracés, mais Farida continue encore à faire le même type de tracé. Après la construction de la voile, Farida fait le déplacement pour vérifier si elle a tracé correctement.

16	Farida	Non, c'est pas pareil ! Ah, Mais elle n'a pas mis les points !
17	Observateur	Quels points ?
18	Farida	Elle aurait dû mettre les points et après les Segments.
19	Observateur	Mais il y a déjà les points, non ?
20	Farida	Non, mais l'autre il bouge pas.

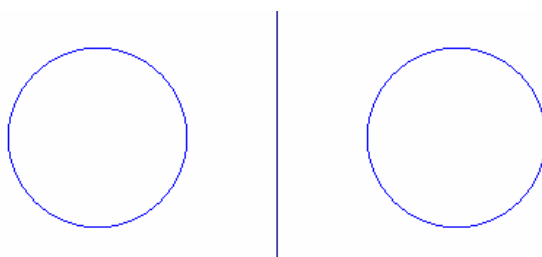
21		<i>(B efface les segments.)</i>
22	Farida	Non, efface pas, c'est juste !
23	Blandine	Non, c'était faux. Vas-y essaie-toi !
24		<i>(F retrace une voile plus petite de la même façon. Après elle essaie de l'ajuster. Mais elles remarquent ça ne marche pas.)</i>

Nous leur demandons comment sont les voiles, elles disent qu'elles sont épaisses. Pour qu'elles se rappellent du terme exact (symétrique), nous utilisons l'expression « par rapport à l'autre », comme s'est passé avec le binôme de 6^{ème}. Après une discussion avec l'observateur, elles trouvent que l'outil qu'il faut utiliser est Symétrie axiale.

25	Observateur	Comment on peut construire autrement la voile ?
26	Farida	Ah, j'sais pas.
27	Observateur	Les voiles-là, elles sont comment ?
28	Farida, Blandine	Elles sont épais.
29	Observateur	Non, non, l'une est comment par rapport à l'autre ?
30	Farida	Ils sont grands, ah non !
31	Blandine	Ils sont perpendiculaires.
32	Observateur	Ils sont comment ?
33	Blandine	Ils sont...
34	Farida	Symétriques.
35	Blandine	Voilà !
36	Observateur	Très bien, ouais elles sont symétriques.
37	Farida	En fait, on va dans la symétrie.
38	Observateur	Ouais....
39	Farida	Et on clique dessus, après on fait la symétrie de ça.
40	Observateur	Essaie de faire comme ça, bonne idée !

Mais elles ont beaucoup de difficulté appliquer l'outil Symétrie axiale, elles procèdent de la même manière que le binôme de 6^{ème}. Elles cliquent au hasard, elles effacent, il reste donc des tracés sur certains objets et il subsiste des ambiguïtés (44-56). Le message « Quel objet ? » rend difficile le tracé (50, 74).

Farida trouve le premier message « symétrique de ce segment », mais elle ne connaît pas exactement le deuxième et demande si c'est « quel objet ? ». Par la suite, nous leur faisons un dessin en papier-crayon pour montrer l'utilisation du terme « être symétrique par rapport ». Le dessin n'est pas le symétrique d'un triangle, il s'agit d'un cercle :



Les élèves sont guidés par les messages et finalement elles finissent par réussir à tracer la voile.

Bilan : Bien que la notion de symétrie ait été vue en cours, les élèves de 3^{ème} et de 6^{ème} n'identifient pas la relation de symétrie entre les deux voiles, même si elles sont capables d'estimer au jugé de façon satisfaisante la position de la voile symétrique.

Il est à noter que l'usage de l'expression « par rapport » débouche sur l'évocation de la symétrie chez les élèves. Le langage aurait joué par sa fonction d'association.

Enfin, même si la voile symétrique est construite, nous pouvons penser qu'il n'y a pas de construction d'un schème d'instrumentation de cet outil.

II.5.2 Quelques remarques sur diverses séances.

Nous avons constaté que les difficultés des binômes sont liées à différents facteurs comme la conception des objets géométriques, le langage naturel et géométrique, la connaissance spatio-graphique, la manipulation de Cabri-géomètre, l'utilisation de la souris et encore divers facteurs comme l'espacement des séances... Signalons que nous n'avons pas constaté de grande différence entre les deux binômes.

C'est surtout dans les activités « **la surprise** » et « **l'axe de symétrie** » que nous rencontrons plusieurs problèmes liés à l'usage de l'outil, car elles n'ont pas de connaissances suffisantes des objets géométriques.(Symétrie axiale, Cercle) Elles ont aussi rencontré des problèmes de manipulation de la souris.

Le mot « milieu » a le même sens pour elles que celui de la vie courante. (**la surprise, les segments**). Pour construire le milieu d'un objet, elles utilisent « Point sur un objet » qui donne une satisfaction visuelle. De plus, elles confondent les termes « segment » et « droite ».

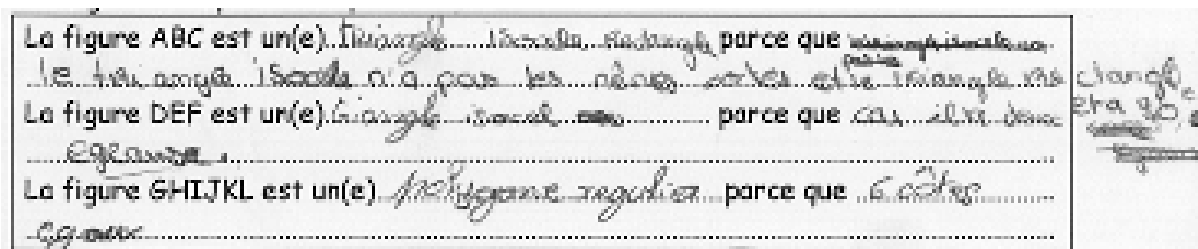
Une fois que l'activité « la surprise » est réussie, les élèves ont voulu la refaire et montrer leur figure à leur professeur. Les activités qui comprenaient l'animation ont joué le rôle d'un moyen de motivation pour les élèves.

Les élèves ont construit une structuration mentale de certains outils dans les menus de Cabri-géomètre. Au bout d'un certain nombre de séances elles ont commencé à trouver directement les outils correspondant dans les menus.

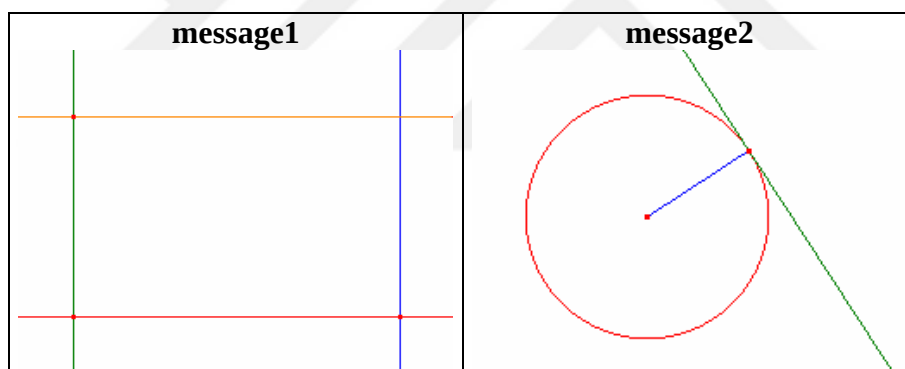
Les connaissances des élèves en vocabulaire géométrique ne sont pas suffisantes, ce qui fait qu'elles ont du mal à s'exprimer et également à rédiger les réponses (comme montré ci-

dessous). Farida se souvient d'un terme géométrique (triangle isocèle), mais elle n'arrive pas à expliciter ce qu'elle prononce. (**L'axe de symétrie**)

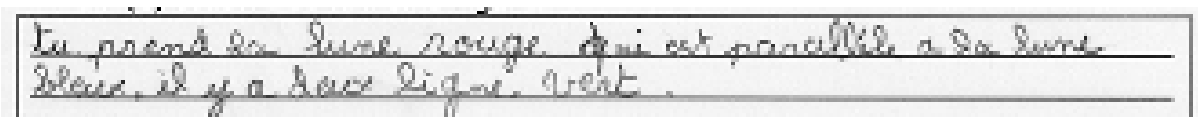
1	Farida	Un triangle isocèle n'a pas trois côtés, il a deux côtés, je crois.
2	Observateur	Il a deux côté ?
3	Farida	Non, je crois pas, je sais plus.
4	Observateur	Tu sais quelque chose, mais tu n'arrives pas à te bien rappeler.
5	Farida	Hum.



Pendant la séance d'activité « **le message** » toutes les quatre élèves font des tracés au jugé, car les messages qu'elles reçoivent ne comprennent pas de relation géométriques entre les objets qu'elles doivent construire. Les élèves rédigent ce qu'elles voient à vue d'œil. Rappelons les dessins à décrire et à construire :



Seule Stéphanie (message1) emploi le terme « droite parallèle », par contre elle utilise les termes « ligne » et « droite » à la fois. Après le premier message de Stéphanie,



Marine essay de tracer directement une droite parallèle avec Droite parallèle, ce qui montre qu'elle n'est pas encore consciente qu'il faut désigner une droite et un point pour son tracé. Elle écrit un message pour savoir comment faire pour l'obtenir sur le fichier:



Elle ne reçoit pas une réponse à sa question :

Il y a de droite parallèle qui for colorier une an rouge et an bleu.

Elle essaye avec Droite parallèle comme elle a fait précédemment, le même problème persiste, elle vient doucement derrière nous pour voir le fichier de Stéphanie. De cette façon elle perçoit le dessin et le trace avec quatre droites en utilisant Droite.

Marine (message2) préfère employer « ligne » au lieu d'employer « droite » ; « tiret » au lieu d'employer « segment ». De plus elle n'a pas envie de donner tous les éléments sur le dessin, elle s'attend à ce que Stéphanie devine le dessin.

La figure elle se déplace à gauche et à droite.

3. Si vous n'avez pas compris la construction écrivez un message à votre ami(e) :

J'ai pas compris la figure parce que tu me dis que la droite se déplace à gauche et à droite.

4. Si cette feuille vous est retournée essayez de lui expliquer à nouveau :

Il y a une ligne droite et un cercle rouge deux points rouges et un petit trait bleu.

5. Si vous n'avez pas compris la construction écrivez un message à votre ami(e) :

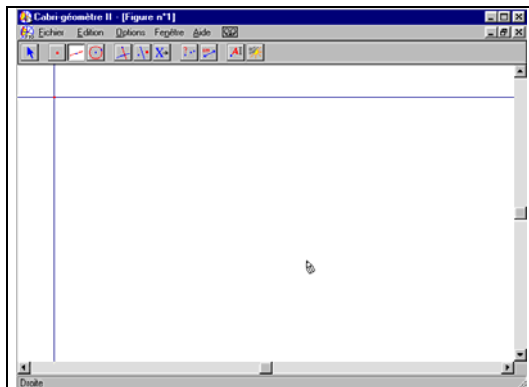
J'ai pas compris parce que tu me dis pas où il faut mettre le cercle.

6. Si cette feuille vous est retournée essayez de lui expliquer pour la dernière fois :

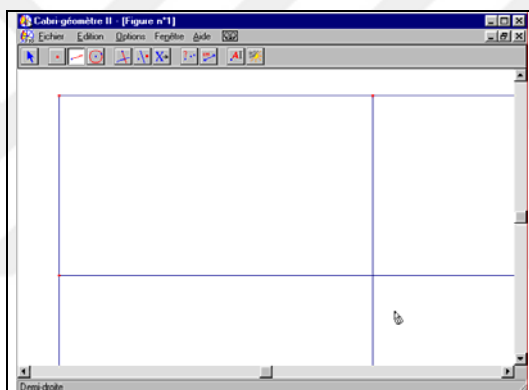
Compte la queue ligne ligne ligne jusqu'à l'extrême.

Blandine décrit le dessin (message 2) comme un rectangle et dit qu'on peut le déplacer par une droite ce qui rend difficile la construction pour Farida.

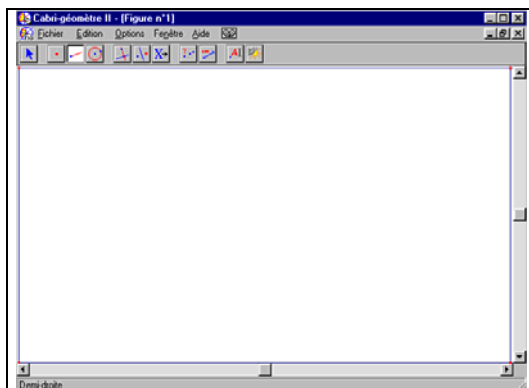
Farida trace une droite mais quand elle veut tracer une autre droite afin d'obtenir un rectangle, les tracés qui dépassent les côtés du rectangle la gêne :



Elle cherche une solution avec l'outil Demi droite, mais elle rencontre toujours des mêmes problèmes :



Pour faire disparaître les tracés gênants, elle essaye d'ajuster les côtés du rectangle (!) à l'écran du moniteur. Mais, le rectangle est presque invisible, c'est pourquoi elle demande à Blandine comment faire pour que le rectangle soit plus petit :



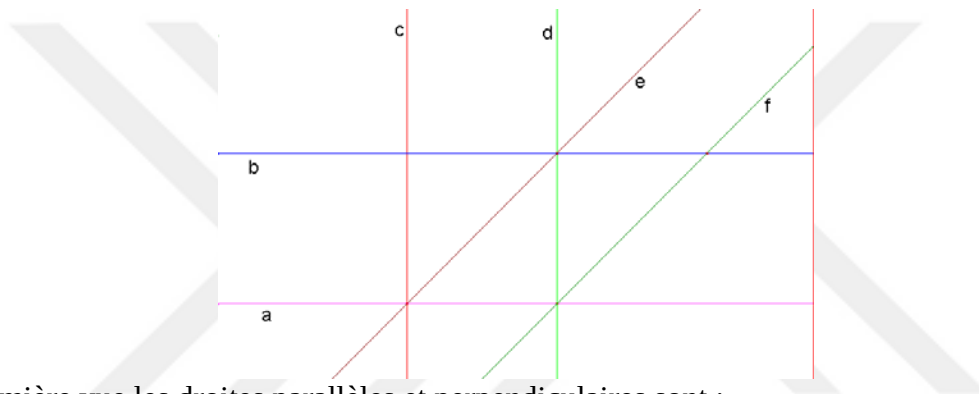
II.5.3 Evaluation des élèves.

5.3.1 Activité : Quelle droite ?

Nous avons traité les notions de la droite perpendiculaire et celles de la droite parallèle dans une activité précédente. C'est pour cette raison que nous analysons l'activité « Quelle droite ? » dans cette partie. Car, cette séance d'activité nous montre si les élèves ont pris conscience de la différence entre la droite parallèle et la droite perpendiculaire, ainsi que de leur propriété spatio-graphique et géométrique. Rappelons l'énoncé de cette activité :

Déplacez les droites ci-dessous. Qu'est-ce que vous pouvez dire à propos de ces droites ? Ecrivez votre réponse dans la petite fenêtre ci-dessous.

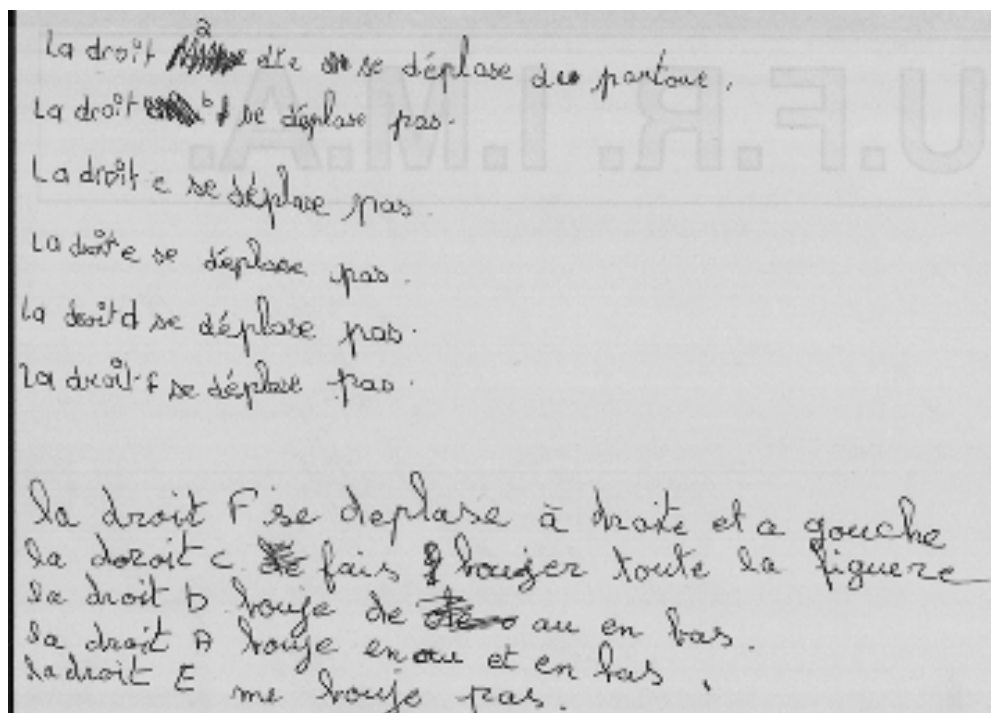
Figure sur la feuille et sur le fichier :



À première vue les droites parallèles et perpendiculaires sont :

$c \parallel d$ $b \parallel a$ $e \parallel f$ $c \perp b$ $c \perp a$ $d \perp b$ $d \perp a$, alors qu'en réalité les droites e et f ne sont pas parallèles.

Le binôme de 6^{ème} n'observe que le déplacement des droites et les rédige sur la feuille de brouillon.



Il nous est donc nécessaire de leur rappeler sous la forme de question « comment sont les droites ? », « vous connaissez combien de types de droite ? ». Elles commencent à repérer les droites parallèles et perpendiculaires en les déplaçant, mais, elles ont du mal à reconnaître les relations géométriques entre celles-ci quand elles sont dans une position différente. Elles nous donnent l'impression qu'elles les confondent et ne connaissent vraiment pas la différence entre celles-ci, leur rédaction comporte plein de contradiction. Nous ne pouvons pas savoir, ce qui les a amené à donner des réponses aussi contradictoires. Elles n'arrivent pas à décider si les droites sont perpendiculaires ou parallèles. Par contre, nous repérerons que leur conception des droites perpendiculaires comme des droites sécantes n'apparaît pas dans cette tâche.

Réponse : la droite c et D son parallèle . la droite d et son perpendiculaire la droite c . b son parallèle la droite a . b son perpendiculaire .

Le binôme de 3^{ème} rédige sur la feuille de brouillon le déplacement des droites et leurs relations géométriques. Elles arrivent à identifier les droites parallèles, mais même si elles voient que les droites e et f ne restent plus parallèles pendant le déplacement, elles les marquent quand-même comme parallèles sur la feuille d'énoncé. Ceci montre qu'elles n'ont pas conscience de la validation de Cabri-géomètre. Pour elles, de plus, toutes les droites sécantes sont perpendiculaires.

Réponse : la droite d ne bouge pas . la droite la fait bouger la droite e et f qui sont parallèle la droite c ne bouge pas la droite f bouge toute seule . la droite d fait bouger la droite B et les de droite parallèle c et f . la c et d sont parallèle , la B et la A , e et f et la c est la B sont perpendiculaires , f et A

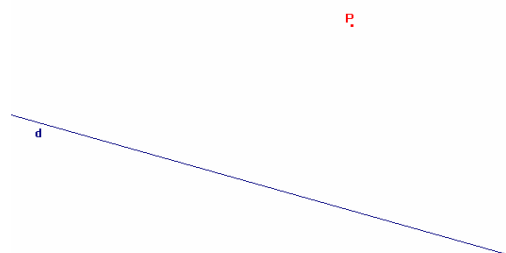
e et A
e et B

5.3.2 Evaluation dans l'environnement papier-crayon.

Comme prévu, la dernière séance comporte l'évaluation des élèves. Nous l'avons réalisée dans l'environnement papier-crayon pour pouvoir mieux repérer les apports de notre expérimentation.

Analysons les réponses données par chaque élèves à nos questions, en commençant par la première :

1. Tracez la droite perpendiculaire à la droite d qui passe par le point P.



En leur ne fournissant qu'une règle, nous sommes conscients d'avoir demandé une construction au jugé, mais nous nous intéressions à ce que les élèves fassent la distinction entre la perpendiculaire et la parallèle.

élèves	stratégies
Blandine	- 6 une droite verticale passant par P - 4 effacement du tracé - 4 une droite perpendiculaire à la droite d et passant par P (perceptivement juste).
Farida	- 6 une droite passant par P et par la lettre d - 4 effacement du tracé - 6 une droite passant par P qui coupe la droite d (obliquement)
Marine	- 6 un « segment » ayant les extrémités comme P et la lettre d.
Stéphanie	- 6 une droite parallèle à la droite d et passant par P.

Seule Blandine répond de façon correcte, mais au début nous trouvons quand-même la connaissance de la position prototypique d'une droite perpendiculaire comme une droite verticale.

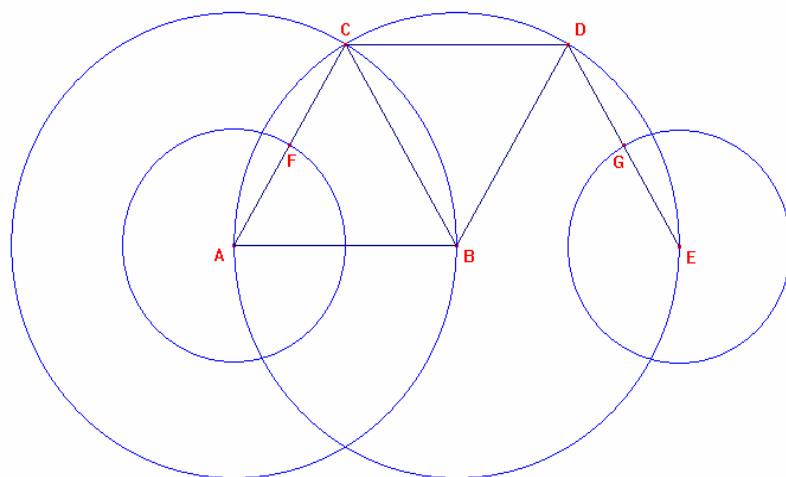
Farida et Marine utilisent toujours la lettre d, soit parce qu'elle est perçue comme un donné qu'il faut utiliser, soit quand on dit « la droite d », cela désigne la lettre d pour elles. De plus, Marine trace plutôt un segment. Ce qui signifie qu'elle attribue à la droite le sens d'un segment. Seulement, Farida l'efface et essaye de tracer la droite demandée correctement, mais le fait que la droite d soit oblique, lui pose de difficulté pour le tracé perceptivement juste.

Stéphanie confond la droite parallèle avec la perpendiculaire.

2. a) Repassez, en rouge, deux cercles de même rayon.
- b) Repassez, en bleu, deux segments parallèles et repassez, en vert,

deux autres segments parallèles.
c) Complétez les phrases ci-dessous :

- F est du segment AC.
- Le segment AC est du segment CD par rapport au segment CB.



élèves	réponses
Blandine	a) 4 (les petits cercles) b) 4 ([AC] // [BD] et [AB] // [CD]) c) 4 « aux milieu », 6 « perpendiculaire »
Farida	a) 4 (les petits cercles) b) 4 ([AC] // [BD] et [AB] // [CD]) 6 (effacement du [BD] pour [AC] // [DE]) c) 6 « parallèle », « perpendiculaire »
Marine	a) 4 (les petits cercles) b) 4 ([AC] // [BD] et [CB] // [DE]) c) 6 « parallèle », « perpendiculaire »
Stéphanie	c) 4 (les grands cercles) d) 6 ([AC] // [CB] et [BD] // [DE]) c) 6 « centre », « ---- »

L'identification de deux cercles identiques est réalisée sans problème par les élèves. Aucune de ces élèves ne répond à la dernière question correctement. L'expression « par rapport à » n'évoque pas le terme « symétrique » comme fait pendant les séances d'activités avec Cabri-géomètre.

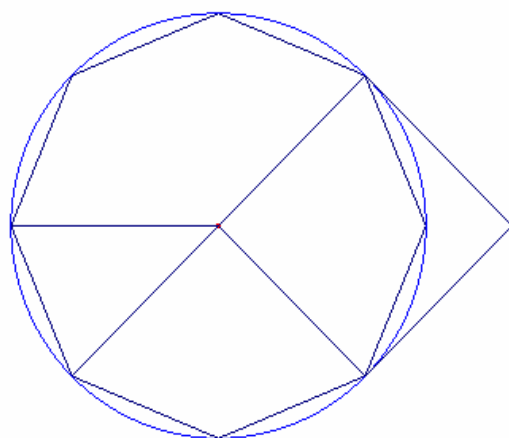
Seule Blandine donne presque toutes les réponses correctes. La dernière réponse est fausse, elle ne se rappelle pas du terme « symétrique », mais essaye quand-même de répondre à la question.

Farida identifie les segments parallèles, mais après, elle change d'idée et colore deux segments qui ne sont pas parallèles. Ce qui signifie qu'elle ne reconnaît pas les segments parallèles dans une position différente.

Marine identifie les segments parallèles. Par contre, elle donne des réponses fausses à la dernière question. Nous pouvons interpréter ces réponses comme une tentative de trouver des réponses correctes en utilisant deux termes figurant sur la feuille d'énoncé. Pour Farida c'est le même cas.

Stéphanie n'identifie pas correctement les segments parallèles. La notion de parallèle n'est pas assimilée par elle. Car, dans la première énoncé, elle avait utilisé le tracé de la droite parallèle pour la droite perpendiculaire. De plus, « centre » et « milieu » a le même sens pour elle.

3. Observez attentivement la figure suivante.



Combien de figures géométriques reconnaissez-vous ? Repassez ces figures en différentes couleurs et écrivez le nom de chaque figure à côté de celle-ci.

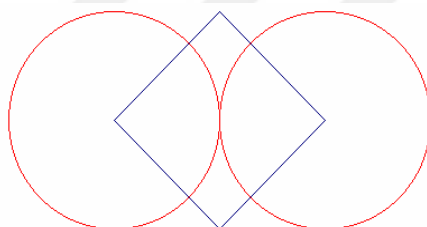
élèves	réponses
Blandine	4 rond (!), 4 triangle, 4 carré, 4 quadrilatère
Farida	4 cercle, 4 triangle, 6 trapèze, 6 trapèze
Marine	6 polygone, 6 triangle
Stéphanie	4 cercle, 4 triangle, 4 rectangle, 4 hexagone

Blandine et Stéphanie donnent des réponses correctes à ce qu'elles ont identifié. Blandine utilise « rond » pour « cercle » comme s'est passé pendant les cours d'initiation, elle identifie le carré dans une position oblique.

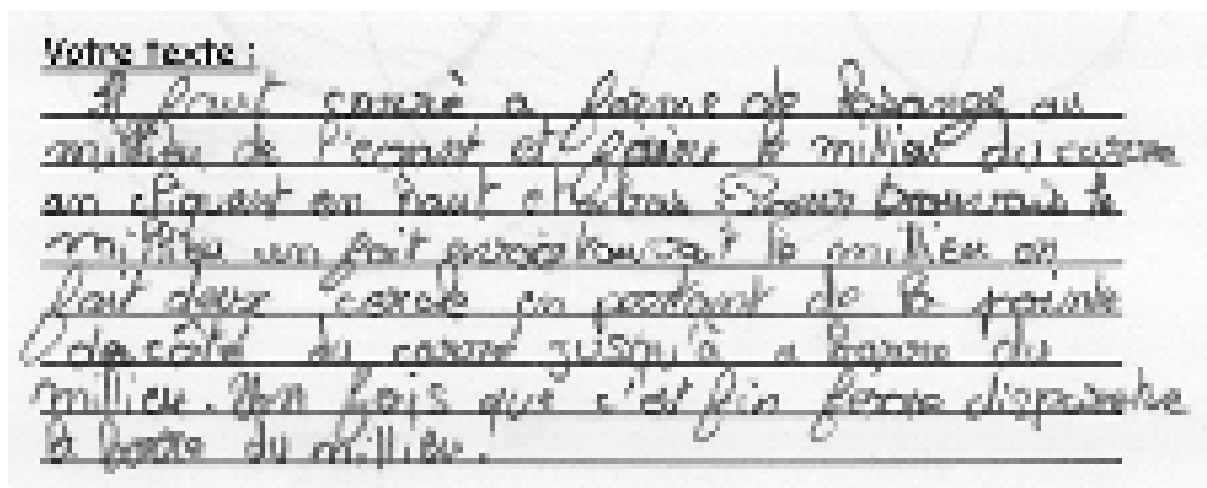
Farida et Marine ne reconnaissent pas assez de figures géométriques dans une figure composée.

Farida n'identifie que correctement les figures géométriques simples comme cercle et triangle. Marine identifie un polygone en un triangle et un triangle en une figure triangulaire dont un côté étant l'arc d'un cercle.

4. Observez la figure suivante. Ecrivez un texte qui permet à quelqu'un qui ne voit pas la figure de la tracer.



La meilleure description appartient à Blandine. Car, elle se souvient très bien de séance d'activité « les cercles ». Elle décrit la figure comme si on l'explique à quelqu'un pour la faire construire sur Cabri-géomètre :



Les descriptions des autres élèves ne sont pas suffisantes pour tracer la figure.

Farida, Marine et Stéphanie utilisent le langage courant pour décrire la figure : « tracer deux cercles côte à côte », « tracer un carré penché », « deux cercles accrochés », « carré est au milieu des deux cercles », « deux cercles qui se touchent ». Bien qu'elle aient travaillé avec

cette figure sur Cabri-géomètre, dans leur texte ne figure aucun terme et relation géométrique à part « cercle » et « carré ».

texte de Farida :

Votre texte :
il faut que tu trace deux
cercle l'un à côté.
après il faut que tu traces un
carré un peu proche des deux
cercles.

texte de Marine :

Votre texte :
Il y a deux cercle et un carré.
Les deux cercle il va se toucher et le
carré il est au milieu des deux cercle.

texte de Stéphanie :

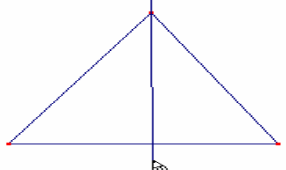
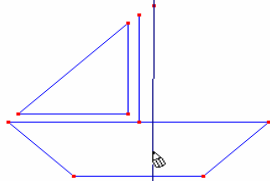
Votre texte :
Tu dois faire le cercle qui se touche
est tu dois faire un rectangle au
milieu des cercles se touchant.

II.5.4 Rôle des interventions de l'observateur.

Comme nous pouvons le constater dans les analyses précédentes, nous avons dû intervenir à plusieurs reprises pendant la résolution des tâches. Pendant la première séance d'activité « les droites », nous avons observé que les élèves manquaient de connaissances pour s'investir dans le problème. Donc, pour les autres séances nous avons prévu d'observer leurs stratégies de résolution des tâches en premier temps sans intervenir, et dans un deuxième temps si leurs stratégies ne les amènent pas à la réussite nous devons intervenir.

Pendant les six premières activités, nos interventions étaient assez fréquentes et pour certaines indications nous avons dû produire comme il se dit en didactiques des mathématiques un « effet Topaze », car les élèves souvent n'essayaient pas de tenter différentes stratégies. D'autre part, l'échec dans l'usage des outils de Cabri-géomètre et leurs difficultés liées aux différents éléments du schéma (présenté en début de la partie analyse a posteriori) ne leur permettaient pas d'avancer. Signalons que nous ne leur avons pas directement dit ce qu'il fallait faire (seulement dans certains cas très limités) mais nous leur avons donné des indications. Nous avons montré quelque fois le fonctionnement de certains outils. Nous

présentons un tableau pour montrer comment nous sommes intervenus à l'occasion de stratégies erronées en donnant un exemple pour chacune.

stratégie erronée	outil, usage, exemple	intervention pour
choisir le bon outil, mais l'utiliser de façon perceptivement valide.	Droite : droite passant par deux points 	trouver les messages suivre les messages déplacer l'objet
choisir un outil et faire des tracés perceptivement valides.	Droite : l'axe de symétrie 	déplacer l'objet regarder dans les menus
choisir un outil avec lequel on peut pas faire des tracés perceptivement valides.	Droite : symétrique d'un objet 	regarder dans les menus

Bien sûr nos interventions les ont guidées à plusieurs reprises pour trouver la bonne solution. Les élèves étaient très attentifs aux termes que nous utilisions, chaque mot prononcé par l'observateur était pris en compte comme un indice qui renvoyait à l'outil convenable pour la construction.

Surtout pendant les quatre dernières activités nous les avons laissées se débrouiller toutes seules, pour voir si elles étaient capables après ce qu'elles avaient appris pendant les séances précédentes d'arriver à trouver une bonne stratégie de résolution. Nous avons quand-même dû leur rappeler quelques détails pour suivre les messages ou demander d'anticiper l'objet à construire pour qu'elles puissent finir la tâche.

Conclusion

A l'issu de notre étude sur les élèves en difficulté (situations de géométrie), quelques **points d'ambiguïté** demeurent. Il est effectivement difficile de répondre de façon précise et définitive à nos questions de départ. Car, notre analyse a posteriori débouche sur des conclusions contradictoires.

Comme nous l'avions prévu, les binômes avec lesquels nous avons pu réaliser notre travail, étaient très volontaires pour participer à notre expérimentation, ce qui d'ailleurs a attiré l'attention de leur professeur de mathématiques. Le fait qu'elles aient accepté de travailler avec une personne extérieure était un premier pas important vers la réussite. Il ne faut pas oublier leur attirance vers l'ordinateur, et donc une motivation supplémentaire non négligeable. Mais, à savoir que pendant les séances d'activités, tous les élèves de leur classe travaillaient en même temps dans la salle d'informatique et eux aussi sur l'ordinateur, nous donne l'impression qu'elles se sentaient avoir une place plus importante que celle de leurs camarades et servir à quelque chose.

Nous avons envisagé de travailler avec ces élèves sur des notions qui leur étaient familières et supposons qu'elles avaient des connaissances spatio-graphiques des objets géométriques de base ainsi que des relations géométriques, mais non des connaissances géométriques. C'était le cas lors de presque toutes les séances d'activités dont les résultats étaient des constructions au jugé, c'est-à-dire non valides au sens de Cabri-géomètre. Leur validation perceptive ne laissait sa place à une validation Cabri-géomètre qu'après le déplacement des objets construits. Nos interventions ont joué un rôle important pour leur faire dépasser cet obstacle ; même lorsque les élèves trouvaient la bonne stratégie pendant une séance d'activité, il était très rare qu'elles en tirent des apprentissages sur le fonctionnement de Cabri-géomètre, comme si elles prenaient en compte les interventions comme uniquement attachées à la tâche et s'en saisissaient dans le seul objectif de terminer cette dernière. Comme le soulignent Butlen & Pezard (1991-1992) qui ont mené une recherche sur les élèves en difficulté, l'enseignant de ces élèves est souvent amené à faire des effets Topaze :

« L'effet Topaze, à savoir donner la réponse ou une partie de la réponse dans la question, est souvent une spécialité des enseignants s'adressant à des élèves en difficulté »

A plusieurs reprises, nous avons (aussi) dû faire ce type d'intervention. La diminution de la fréquence des interventions de l'observateur au bout d'un certain nombre de séances nous a

montré que les élèves avaient compris plus ou moins le fonctionnement de Cabri-géomètre : la validation par déplacement et les outils et leur fonctionnement.

Nous avons cependant repéré des apprentissages

- au niveau de l'usage de certains outils de Cabri-géomètre (Droite, Perpendiculaire, Cercle, ...)
- au niveau de la validation par déplacement. Pendant les premières séances elles étaient satisfaites de leur production au jugé et recommençaient à chercher une nouvelle stratégie après le déplacement demandé, mais elles ont rapidement compris que la validation Cabri-géomètre permettait de vérifier la correction des constructions. En effet, elles ont déplacé les objets d'elles-mêmes, sans que nous leur ayons demandé.
- au niveau de la reconnaissance spatio-graphique d'éléments géométriques simples, les élèves savent mieux reconnaître les droites parallèles dans diverses positions. (certains élèves)
- au niveau de la structuration mentale des outils dans les menus de Cabri-géomètre. Au bout d'un certain nombre de séances, les élèves trouvaient directement l'outil correspondant dans les menus.
- au niveau d'identification et de description des objets et des relations géométriques (simples) : le résultat de notre évaluation en papier-crayon montre que certains élèves semblent mieux reconnaître les objets et les relations géométriques que nous pouvons considérer les apports des travaux de registres texte-dessin.

Notre remarque la plus importante est qu'il est impératif de travailler avec les élèves en difficulté sur le long terme si nous voulons avoir des effets plus importants au niveau de l'apprentissage. Il est aussi nécessaire de faire travailler ces élèves avec un logiciel de géométrie dynamique assez souvent pour les familiariser à ce type de manipulations d'une part et pour qu'ils assimilent le sens géométrique qui est présent dans la conception d'un tel logiciel d'autre part. Un point qu'il faut souligner est que les autres élèves de la classe, en travaillant sur un logiciel mathématique-géométrique appelé par certains chercheurs « mathématiques pour plaisir », avaient l'air de s'amuser pendant le travail, car ce logiciel met en œuvre beaucoup d'animations qui attiraient les élèves. D'autre part, cet effet perturbait notre rythme de travail et les binômes avaient de plus en plus envie de travailler sur celui-ci. Donc, une meilleure solution serait peut-être de faire les observations avec toute la classe entière pour éviter ce genre de choses.

Bibliographie

ARGAUD H.-C. (1998) *Problèmes et milieux adidactiques, pour un processus d'apprentissage en géométrie plane à l'école élémentaire, dans les environnements papier-crayon et Cabri-géomètre*, Thèse de l'Université Joseph Fourier, Laboratoire Leibniz-IMAG, Grenoble 1

BROUSSEAU G. (1982) Ingénierie Didactique : d'un problème à l'étude a priori d'une situation didactique, in *Actes de la Deuxième école d'été de didactique des mathématiques*.

BUTLEN D. et PEZARD M. (1991-1992) Situations d'aide aux élèves en difficulté et gestion de classe associée, *Grand N*, n°50 pp.29-58 , IUFM de Créteil, Irem de paris.

CHAACHOUA A. (1997) *Fonctions du dessin dans l'enseignement de la géométrie dans l'espace. Etude d'un cas : la vie des problèmes de construction et rapports des enseignants à ces problèmes*, Thèse de l'Université Joseph Fourier, Laboratoire Leibniz-IMAG, Grenoble 1

HOUDEBINE J. et JULO J. (1988) Les élèves en difficulté dans le premier cycle de l'enseignement secondaire, *Revue Française de pédagogie* n°84, pp. 5-12, INRP Paris

LABORDE C. & CAPPONI B. (1994) Cabri-géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique, in *Recherche en didactique des mathématiques* Vol 14(1), 165-210

LABORDE C. (2001) Dessin et texte dans l'enseignement de la géométrie : leurs interrelations en évolution de l'école élémentaire au début de l'enseignement secondaire, *Cours de DEA EIAH-D*, U.J.F., Grenoble

PERRIN-GLORIAN M.J., BUTLEN D. et LAGRANGE M. (1991) Elèves de sixième en difficulté, *Repères-IREM* n°3, pp. 97-139, Topiques éditions, 57700 Pont-à-Mousson

PERRIN-GLORIAN M.J. (1993) Questions didactiques soulevées à partir de l'enseignement des mathématiques dans des classes 'faibles', *Recherches en didactiques des mathématiques*, Vol.13, pp. 5-118, Editions La Pensée sauvage, Grenoble

PERRIN-GLORIAN M.J. (1993-1994) Contraintes de fonctionnement des enseignants au collège : Ce que nous apprend l'étude de 'classes faibles', *Petit x* n°35, pp. 5-40, Equipe DIDIREM, Paris 7

RABALDEL P. (1999) Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques, in *Actes de l'école d'été de didactique des mathématiques*.

BULLETIN OFFICIEL n° 96-167 du 20 juin 1996.

Résumé

L'objet du mémoire consiste à concevoir certaines activités géométriques en environnement informatique et les travailler avec des élèves en difficulté pour identifier les origines de ces difficultés et les apports positifs du travail au niveau de la réalisation d'apprentissage. Dans ce travail, on a recherché dans quelle mesure ces élèves sont capables d'entrer dans le nouveau contrat Cabri-géomètre et si la construction de schèmes d'instrumentation de Cabri-géomètre permettra-t-elle de dépasser les obstacles et contribuer à un apprentissage géométrique. S'appuyant sur la méthode de l'ingénierie didactique une séquence d'activités est conçue et réalisée pour des élèves de SEGPA de deux niveaux différents (6ème et 3ème). L'étude est basée sur l'observation de deux groupes d'élèves en binôme travaillant en salle informatique. La séance d'activité est enregistrée sur bande audio et filmée pour une meilleure élaboration des données. Les analyses a priori et a posteriori sont menées suivant les outils théoriques relevant de la théorie des situations didactiques de Brousseau, des schèmes d'utilisation de Rabardel, la distinction dessin/figure (géométrie), ainsi que géométrie/spatio-graphique. A l'issue de cette étude il est effectivement difficile de répondre de façon précise et définitive aux questions de recherche. Des apprentissages au niveau de l'usage de certains outils/menus de Cabri-géomètre, la validation par déplacement, la reconnaissance spatio-graphique d'éléments géométriques simples sont observés. Il est important de travailler avec les élèves en difficulté sur le long terme pour avoir des effets plus importants au niveau de l'apprentissage.