

Effets d'un dispositif d'aide à la résolution de problèmes géométriques : un exemple avec les programmes de construction

EMILIE MARI, KARINE MILLON-FAURÉ, TERESA ASSUDE

ADEF EA 4671, 13248, Marseille
Aix-Marseille Université
France
emilie.mari@univ-amu.fr
karine.millon-faure@univ-amu.fr
teresa.dos-reis-assude@univ-amu.fr

ABSTRACT

Working with a small group of pupils on a problem-solving task before it is presented to the whole class is not a common way of dealing with mathematical difficulties. We conducted an experiment in a French primary school in order to study the impact of a small group intervention on the student's learning, and on their topos i.e. their capacity to play the role as any other student during the whole class lesson. We have observed positive effects on both, under certain conditions.

KEYWORDS

Support system, small group learning, geometry, problem-solving

RÉSUMÉ

Cet article présente l'étude d'un dispositif d'aide à la résolution de problèmes en mathématiques à l'occasion d'un travail sur les programmes de construction, qui a la particularité de se situer en amont d'une séance en classe entière. Lors d'une expérimentation conduite dans une classe française de cycle 3, nous avons mis en évidence des effets de ce dispositif sur les apprentissages et sur la prise de position dans le topos de l'élève.

MOTS-CLÉS

Dispositif d'aide, systèmes didactiques, temps didactique, topogénèse, programmes de construction

INTRODUCTION

Dans ce travail, nous nous sommes intéressées à la mise en place d'un dispositif d'aide à la résolution de problèmes en géométrie, et qui s'inscrit dans la lignée de travaux de recherche conduits depuis 2014 par l'Université de Sherbrooke en partenariat avec l'Université d'Aix-Marseille. Ces travaux mettent en évidence les fonctions chronogénétiques, mésogénétiques et topogénétiques d'un dispositif d'aide spécifique dont la particularité est de se situer en amont d'une séance en classe entière, contrairement aux dispositifs de remédiation ayant le plus souvent lieu après (Theis et al., 2014). Après avoir décrit le dispositif d'aide dont il est question ainsi que les fondements théoriques sur lesquels se base cette recherche, nous présenterons l'expérimentation qui a été conduite dans une classe de cycle 3 afin d'observer les effets d'un tel dispositif sur les élèves en bénéficiant.

CADRE THÉORIQUE ET PROBLÉMATIQUE

Dispositifs d'aide

Pour aider les élèves en difficulté ou en situation de handicap, il existe de nombreux dispositifs institutionnels, qu'ils soient à vocation de soutien ou d'accompagnement. Félix, Saujat et Combes (2012) en dénombrent une trentaine, que ce soit pendant ou hors du temps scolaire. Il peut s'agir de l'intervention des personnels spécialisés en lien avec les psychologues scolaires, de programmes personnalisés, de stages, d'accompagnement éducatif dans l'éducation prioritaire ou encore des Activités Pédagogiques Complémentaires. Ces dernières sont instaurées dans le cadre de la réforme de la journée et de la semaine scolaires dans le premier degré (Ministère de l'Éducation Nationale, 2013). Ce temps de travail en petit groupe est généralement assuré par l'enseignant de la classe, et pensé dans l'idée d'offrir un champ d'action pédagogique élargi.

C'est dans cette optique que nous avons choisi d'expérimenter un dispositif d'aide élaboré en 2013 au Québec dans le cadre d'une recherche collaborative (Bednarz, 2013). Des enseignants et des chercheurs ont travaillé à mettre en place, en amont d'une séance en classe entière, une séance de travail en groupe restreint dans l'idée de préparer les élèves à la situation problème qu'ils allaient vivre en grand groupe (Theis et al., 2014).

Il s'agit de les préparer à aborder la séance dans les meilleures conditions, sans pour autant leur donner une avance sur le temps didactique.

Nous nous référons au triplet de genèses pour analyser la manière dont le professeur conçoit son action. La *chronogenèse* est relative aux différentes temporalités dans la classe, que ce soit le temps linéaire déterminé par un texte de savoir : le *temps didactique* (Chevallard, 1985, p. 68) ou encore le *temps praxéologique* (Assude et al., 2016a), qui rend compte de l'évolution de chacune des composantes d'une praxéologie. Une praxéologie est un système qui permet d'analyser une activité humaine consistant à accomplir une *tâche* d'un certain *type*, au moyen d'une *technique*, justifiée par une *technologie* et justifiable par une *théorie*. (Chevallard, 1998). On peut concevoir qu'une avancée du temps praxéologique (par exemple lorsqu'on révise des savoirs anciens) n'aura pas forcément d'incidence sur l'avancée du temps didactique. La *mesogenèse* concerne les situations, les milieux, les éléments qui sont présentés aux élèves. Elle est relative aux conditions dans lesquelles l'élève rencontre le savoir. Elle permet « d'étudier comment le contenu de l'interaction, en continu, se trouve co-élaboré par le professeur et les élèves » (Sensevy, 2007).

Enfin, la *topogenèse* (Chevallard, 1985) est relative aux différentes places et responsabilités que les sujets peuvent occuper dans un système didactique. Par exemple, le *topos* « professeur » ou le *topos* « élève ».

Le dispositif d'aide à l'étude dans cet article s'appuie également sur les notions de système didactique développés par Chevallard (1995), où la classe peut être considérée comme un système didactique principal (SDP) et le travail avec un petit groupe d'élèves comme un système didactique auxiliaire (SDA). Nous ferons la distinction entre un SDA *ante*, qui a lieu avant le travail en classe entière (SDP), et un SDA *post*, qui a lieu après.

Fonctions du dispositif SDA/SDP

Plusieurs fonctions potentielles de ce dispositif ont pu être dégagées (Theis et al., 2014 ; Assude et al., 2016b). Nous présentons ici trois de ces fonctions.

Une fonction chronogénétique

Durant le SDA proposé lors d'une expérimentation dans une classe québécoise (Assude et al., 2016b), une première rencontre avec un problème mathématique a lieu pour un groupe restreint d'élèves identifiés comme étant en difficulté dans leurs apprentissages par l'enseignant. Le

temps didactique n'avance pas lors de ce travail en amont, mais le dispositif impacte la chronogenèse, car le temps praxéologique, lui, avance (Millon-Fauré et al., à paraître). Les élèves vont donc « savoir plus avant » de quoi il s'agit dans le SDP.

Une fonction topogénétique

Le fait d'avoir rencontré une situation « avant » la classe peut aider l'élève qui participe au SDA à prendre une position d'élève dans le SDP, c'est à dire dans le *topos* de l'élève.

Une fonction mesogénétique

La mesogenèse est modifiée, dans le SDA, les élèves peuvent rencontrer l'énoncé du problème et travailler sur ses « règles définitives » même s'il ne s'agit pas encore de résoudre le problème.

Le travail dans un système didactique auxiliaire peut générer des objets migrants (Tambone, 2014), c'est à dire des objets qui font le lien entre le SDA et le SDP, et qui sont emmenés d'un système à l'autre par les élèves et/ou par le professeur. Il peut s'agir d'un outil, d'une technique, d'une trace du travail réalisé lors du SDA ou encore d'un savoir commun aux deux systèmes.

Notre étude s'intéresse donc à la mise en place d'un dispositif d'aide à la résolution de problèmes en géométrie dans le cadre des APC, et qui est compatible avec le travail de recherche que nous venons de détailler. Nous avons choisi de nous intéresser plus précisément à la rédaction d'un programme de construction en géométrie, dans le cadre d'un échange de messages. Deux raisons sont à l'origine de ce choix. La première est que cet objet fait partie des programmes officiels parus au Bulletin Officiel du 26 novembre 2015, qui préconise les activités de reproduction ou de construction de figures complexes par la rédaction de programmes de construction, dans l'optique d'initier les élèves au codage et à l'algorithmique (programmer les déplacements d'un robot ou d'un personnage sur écran). La deuxième est que nous voulions mettre à l'épreuve les effets du dispositif (sur ce même objet) dans le cadre d'une autre classe (Millon-Fauré et al., à paraître).

Ainsi, notre question de recherche est la suivante : *quels sont les effets de ce type de dispositif d'aide sur les apprentissages et sur le topos d'élève ?*

MÉTHODOLOGIE

La méthode utilisée est l'étude d'un cas clinique, avec une approche qualitative. La population étudiée est une classe de CM1/CM2 de 30 élèves, dans une école primaire publique d'une petite ville du sud de la France. L'enseignante de cette classe est expérimentée et exerce depuis plusieurs années dans cette école.

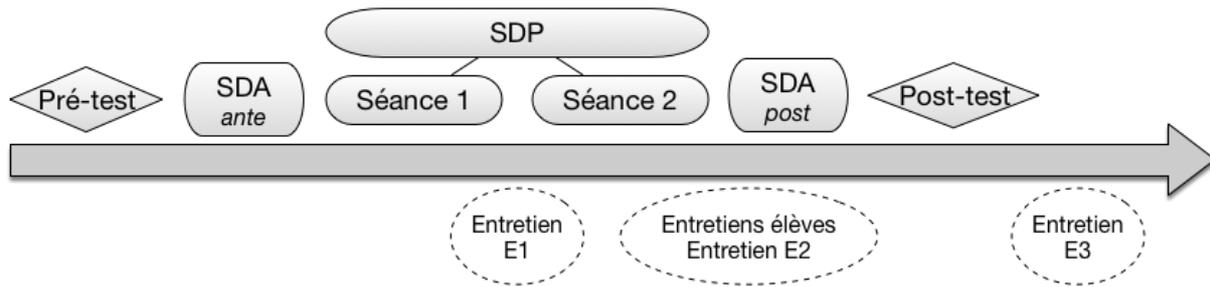
Dispositif et données recueillies

Le déroulement de l'expérimentation se présente comme ci-dessous (figure 1).

Un pré-test a été proposé à tous les élèves la semaine précédant l'expérimentation, pour lequel les élèves ont dû mobiliser des connaissances en géométrie d'ordre lexicale (reconnaître des droites parallèles et perpendiculaires, un segment, un cercle de centre O), puis reproduire des « figures » (un segment, deux droites perpendiculaires, deux droites parallèles, un cercle de centre A dont le rayon a été tracé) et indiquer après reproduction comment ils les ont tracées.

Quatre élèves de CM2 : Sam, Anne, Elsa et Nelly ont été choisis par l'enseignante pour bénéficier du dispositif. À l'issue de l'expérimentation, un post-test a été proposé à tous les élèves de la classe.

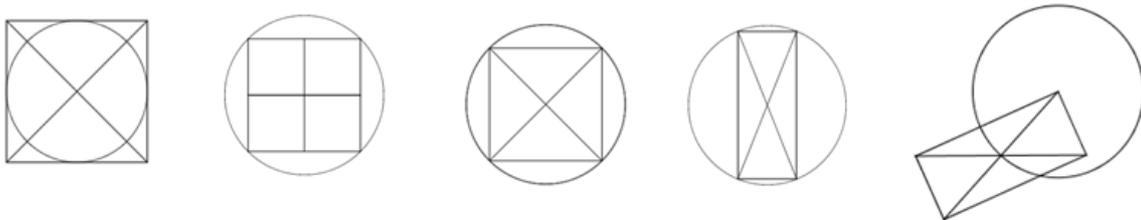
FIGURE 1



Déroulement de l'expérimentation

La première séance avait pour objectif de rédiger le programme de construction d'une figure géométrique donnée parmi les figures ci-dessous (figure 2), et la deuxième séance de construire une figure géométrique à partir d'un des programmes de construction rédigés lors de la deuxième séance.

FIGURE 2

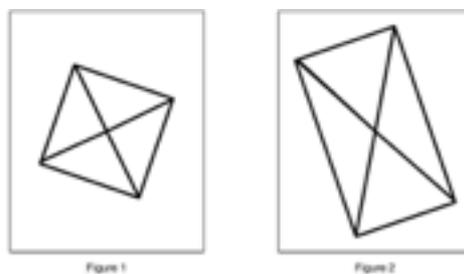


Figures proposées lors des séances en classe entière (SDP)

Les séances de SDA (*ante* et *post*) ont été filmées et retranscrites, tout comme les traces d'activité et les interventions des élèves concernés par le dispositif lors des séances en classe entière (SDP). Anne n'a pas pu assister au SDA *ante* mais a bénéficié du SDA *post*.

L'enseignante a choisi lors du SDA *ante* de travailler sur deux sous-figures (figure 3), et de faire rédiger aux élèves un programme permettant de les construire.

FIGURE 3



Figures proposées lors du dispositif d'aide (SDA ante)

À ce corpus s'ajoutent 3 entretiens avec l'enseignante (E1, E2 et E3) ainsi que des entretiens avec les 4 élèves concernés par le dispositif, conduits à l'issue de la deuxième séance de travail en classe entière et avant le SDA *post* qui a eu lieu la semaine suivante.

ANALYSE DU DISPOSITIF ET DISCUSSION

Types de tâches du SDA et du SDP

Les types de tâches rencontrés dans le SDP sont listés dans le tableau figurant en annexe II. Examinons les relations entre les types de tâches du SDA et du SDP.

Si on considère que les figures proposées sont des figures simples, les tâches T1.1 *décomposer une figure complexe en figures élémentaires* et T1.2 *repérer la position relative des figures élémentaires les unes par rapport aux autres* ne sont donc pas rencontrées dans le SDA.

Le type de tâche T2 *tracer une figure à partir d'une description* a été pris en charge par l'enseignante sous forme de rétroaction.

On constate que la tâche T1.3 *identifier une chronologie possible pour la construction* n'a pas été abordée lors de ce SDA *ante*, elle est restée implicite, les diagonales ont été tracées à partir des sommets du carré puis du rectangle.

Le SDA *ante* s'est donc focalisé sur la formulation des instructions (T1.4) ainsi que sur d'autres types de tâches anciens, comme la manipulation d'instruments (équerre), les propriétés des figures (losange, carré, rectangle) et le lexique (sommets, diagonale, point d'intersection).

Du point de vue chronogénétique, nous pouvons dire que le temps didactique n'a pas avancé pendant le SDA car les types de tâches rencontrés sont anciens ou alors les figures choisies étaient des figures simples.

Lors du SDA : un rapport spatial aux objets géométriques

Dans l'intervention de Nelly dans l'extrait ci-dessous, on voit le terme « losange » (10) employé comme un adjectif qui caractérise la nature du carré, marquant la confusion entre la « forme » et la « figure ». Nelly est encore dans un rapport perceptif à la figure en relation avec des positions prototypiques.

TABLEAU 1
Episode 1 (SDA)

- | |
|--|
| <p>(1) Sam : ben d'abord on commence par faire un losange
 (2) Enseignante : un losange / qu'est-ce que tu as écrit toi
 (3) Elsa : faire un carré
 (4) Enseignante : et toi ?
 (5) Nelly : un losange
 (6) Enseignante : alors ? Comment on fait ? [...] Vous n'êtes pas d'accord.
 (7) Nelly : parce que en fait Elsa elle le voit comme ça (<i>Nelly tourne la feuille</i>) [...] donc ça fait un carré.
 (8) Elsa : mais on peut tourner la feuille
 (9) Enseignante : c'est un carré ou un losange alors ?
 (10) Nelly : ben ben un carré un carré losange</p> |
|--|

Cet épisode est significatif du rapport des élèves aux objets géométriques qui est un rapport spatial, l'indice est le langage utilisé. On constate à travers d'autres extraits du SDA (Annexe I) que des confusions entre langage courant et langage mathématique sont fréquentes : « au milieu », « en diagonale ». Or une évolution de ce rapport est constatée, notamment à travers les productions des élèves lors du SDP (Tableau 2) : « en diagonale » devient « la diagonale ». Ce travail sur le lexique est en lien avec la fonction mesogénétique du dispositif, fonction que l'on retrouve également lors du SDP.

Du SDA au SDP : des objets migrants

Les traces obtenues à l’issue de la séance, pour deux des élèves du SDA, sont récapitulées dans le tableau suivant.

On distingue à l’étude de ces productions deux types d’objets migrants, c’est à dire d’éléments rencontrés dans le SDA qui sont réinvestis ou qui apparaissent dans le SDP.

D’une part, le vocabulaire utilisé sciemment, et d’autre part, des éléments qui posent un problème, notamment le codage et le point d’intersection. En effet, lors du SDA, l’enseignante utilise un codage mathématique pour caractériser l’angle droit (tableau 3) qui est perçu par les élèves comme une figure géométrique à part entière avec des sommets (intervention (18), Annexe I). Les traits marquant les égalités de longueur sont perçus comme des points sur la figure. Enfin, le point d’intersection matérialisé par l’enseignante lors d’une explication (tableau 3) figure à la fin du programme d’Elsa (tableau 2).

TABLEAU 2

Traces écrites produites lors du SDP par deux élèves ayant bénéficié du SDA

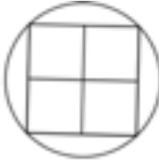
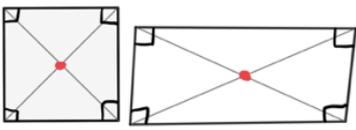
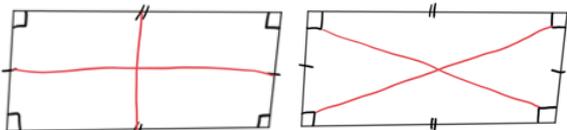
	Sam	Elsa
Figure à décrire		
Re transcription des traces écrites individuelles	On trace un cercle avec un compas puis dans le cercle on trace un carré puis dans le carré on trace une perpendiculaire et dans le carré on regarde les angles droits	trace un cercle, ensuite faire un rectangle au centre du cercle, puis trace une diagonale dans le rectangle qui rejoint l’angle droit et faire un point d’intersection au milieu du diagonale

TABLEAU 3

Figures tracées lors du SDA

	
L’enseignante matérialise le point d’intersection pour s’y référer	Elsa relie les codages puis les « sommets » des angles droits

Prise de position dans le topos d’élève

Lors du SDA *ante*, les élèves remobilisent des savoirs anciens sans lesquels ils ne pourraient aborder les tâches proposées lors du SDP. Les freins liés aux lacunes qu’ils pourraient avoir concernant les prérequis nécessaires à la réalisation de la tâche en classe entière sont levés grâce à ce travail de révision en amont, perçu par les élèves comme utile d’après leurs entretiens.

Les élèves ayant bénéficié du SDA sont des élèves qui ont, à plusieurs reprises pendant l’année, travaillé avec l’enseignante en petit groupe lors des temps institutionnels d’Activités Pédagogiques Complémentaires. Ils occupent alors une place qui leur est familière dans ce

dispositif, le petit groupe leur permet davantage de prendre la parole et les interactions sont facilitées. Nous constatons toutefois que l'élève qui a été absente au SDA *ante* reste très discrète lors du SDA *post* et arrive plus difficilement à prendre sa place d'élève.

Par ailleurs la fonction topogénétique du dispositif se retrouve aussi par le fait que les élèves en savent plus avant et cela leur permet de prendre position dans le *topos* d'élève, mais à la condition que les élèves auxquels ils sont associés n'occupent pas une position trop différente de la leur. Lors de la première séance du SDP, Sam s'est retrouvé associé à un élève performant ayant un gros ascendant sur les autres élèves de la classe. Le programme proposé par ce binôme pour le SDP2 est exactement celui qui a été proposé par cet élève, bien que celui de Sam aurait pu convenir (tableau 2). Sam a pu difficilement s'exprimer et a préféré s'en tenir à suivre « celui qui sait ». Le changement de groupe de Sam entre les deux SDP confirme que les rapports préexistants dans la classe peuvent jouer un rôle dans la position qu'occupe un élève au sein de son groupe de travail : Sam interagit davantage avec les élèves ayant comme lui fait partie du SDA *ante*.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans cette étude, nous avons pu observer les effets du dispositif sur les élèves qui ont réussi les évaluations finales (sauf l'élève qui n'était pas au SDA *ante*), et ont pris position dans le *topos* de l'élève. Par ailleurs, nous avons aussi constaté que la réflexion qui accompagne le choix des tâches à travailler et des activités à proposer aux élèves à l'occasion d'un dispositif de type SDA/SDP permet à l'enseignant d'anticiper les difficultés et non seulement d'y remédier comme c'est souvent le cas avec des dispositifs d'aide faisant suite à une séance en classe entière. Nous nous étions demandé si les élèves ayant bénéficié du SDA occupaient une place différente une fois de retour en classe entière, mais nous n'avons pas envisagé l'impact sur le *topos* induit par l'enseignante elle-même.

On constate que l'enseignante donne aux élèves l'occasion de prendre position dans le *topos* d'élève par les sollicitations et les choix qu'elle fait lors de la séance en classe entière. Le fait d'avoir travaillé en amont avec ces élèves lui a non seulement permis d'en savoir plus sur leurs acquis, mais également de savoir quand les solliciter et sur quels points. Le choix de proposer une séance au déroulement similaire à celui prévu en classe entière y contribue bien sûr, mais le dispositif tel qu'elle l'a mis en œuvre lui a permis d'anticiper certains aspects de la séance et d'effectuer des régulations qui peuvent bénéficier à tous les élèves. Elle s'est approprié le dispositif d'une manière qu'il serait intéressant d'étudier de plus près.

Peut-on envisager que ce dispositif permette d'anticiper les difficultés pour mieux intervenir en classe entière, tout en s'appuyant sur ces élèves qui, d'habitude, sont désynchronisés ?

Cette étude met en évidence des effets sur les apprentissages, mais il convient également de préciser les limites de cette recherche, qui s'appuie sur l'étude d'un seul dispositif mis en place dans une classe de cycle 3. Les effets sur les apprentissages sont des effets ponctuels observés sur quelques séances seulement. Il serait donc pertinent d'étudier la mise en œuvre de ce dispositif sur un temps plus long.

RÉFÉRENCES

Assude, T., Millon-Fauré, K., Koudogbo, J., Morin, M. P., Tambone, J., & Theis, L. (2016a). Du rapport entre temps didactique et temps praxéologique dans des dispositifs d'aide associés à une classe. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 36(2), 197-230.

- Assude, T., Koudogbo, J., Millon-Fauré, K., Tambone, J., Theis, L., & Morin, M. P. (2016b). Mise à l'épreuve d'un dispositif d'aide aux difficultés d'un système didactique. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 16(1), 64-76.
- Bednarz, N. (Dir.) (2013). *Recherche collaborative et pratique enseignante. Regarder ensemble autrement*. L'Harmattan: Paris.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (1995). La fonction professorale: Esquisse d'un modèle didactique. In R. Noirfalise & M.-J. Perrin-Glorian (Eds.), *Actes de la VIIIe École d'été de didactique des mathématiques* (pp. 83-112). Clermont-Ferrand: IREM.
- Chevallard, Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques: L'approche anthropologique. In *Actes de l'université d'été « Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques »* (pp. 91-120). Clermont-Ferrand: IREM. Retrieved from http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/article.php3?id_article=27.
- Félix, C., Saujat, F., & Combes, C. (2012). Des élèves en difficulté aux dispositifs d'aide : Une nouvelle organisation du travail enseignant. *Recherches en Éducation*, 4, 19-30.
- Ministère de l'Éducation Nationale (2013). Bulletin officiel n°30 du 25 juillet 2013.
- Ministère de l'Éducation Nationale (2015). Bulletin officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015.
- Millon-Fauré, K., Theis, L., Assude, T., Koudogbo, J., Tambone, J., & Morin, M. P. (À paraître). Comparaison des mises en œuvre d'un même dispositif d'aide dans des contextes différents. *Éducation et Didactique*.
- Sensevy, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy & A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 13-49). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Tambone, J. (2014). Enseigner dans un dispositif auxiliaire: le cas du regroupement d'adaptation et de sa relation avec la classe d'origine de l'élève. *Les Sciences de l'Éducation-Pour l'Ère Nouvelle*, 47(2), 51-71.
- Theis, L., Assude, T., Tambone, J., Morin, M. P., Koudogbo, J., & Marchand, P. (2014). Quelles fonctions potentielles d'un dispositif d'aide pour soutenir la résolution d'une situation-problème mathématique chez des élèves en difficulté du primaire ? *Éducation et Francophonie*, 42(2), 158-172.

ANNEXE I

Épisodes du SDA

- (11) Nelly : vous tirez le trait jusqu'à la dernière **ligne** qui est **en bas** du carré [...] **du coin**
- (12) Elsa : on fait un coin **au milieu** du carré, **au centre** du carré
- (13) Enseignante : c'est quoi **le centre** ?
- (14) Elsa : ben le milieu
- (15) Enseignante : c'est quoi le milieu du carré ?
- (16) Elsa : c'est le milieu... le point d'intersection
- (17) Enseignante : un point d'intersection c'est intéressant je nous le note

- (18) Nelly : on tire un trait / et après on va jusqu'à l'autre sommet de l'angle droit et on part **en diagonale**
- (19) Enseignante : ah tiens y a un mot qui est sorti c'est quoi ?
- (20) Tous : diagonale (*le terme est noté au tableau*)
- (21) Enseignante : et ça ne vous dit rien **les diagonales** ?
- (22) Sam : on trace une diagonale du sommet au sommet

ANNEXE II

Types de tâches rencontrés dans le SDP

T1	Élaborer un programme de construction. T1.1 Décomposer une figure complexe en figures élémentaires T1.2 Repérer la position relative des figures élémentaires les unes par rapport aux autres T1.3 Identifier une chronologie possible pour la construction T1.4 Formuler des instructions
T2	Tracer une figure à partir d'une description.
T3	Comparer deux figures.
T4	Déterminer les causes des différences entre la figure originale et sa reproduction.