

GEOGEBRA DANS L'ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ

Germain Von der Mühl

CONTEXTE PROFESSIONNEL

Je travaille comme enseignant d'appui dans un établissement primaire de Lausanne. Cet appui, individuel et intégré en classe, est axé sur les stratégies d'apprentissages. L'appui s'adresse initialement aux élèves qui construisent normalement leurs apprentissages mais rencontrent des difficultés liées à un manque d'organisation dans leur travail : manque d'exploration de la consigne et de l'exercice, peu de mise en lien avec les connaissances qu'ils possèdent sur le thème de l'exercice, peu de planification de leur démarche de résolution, répertoire limité de stratégies de résolution efficaces. Dans les faits, il arrive régulièrement que j'effectue un soutien plus scolaire, proposant aux élèves un travail spécifique sur des notions encore fragiles.

POINT DE DÉPART : ÉLÈVE EN DIFFICULTÉ DANS UNE TÂCHE DE GÉOMÉTRIE

Lors d'une séance d'appui, j'accompagne Marc¹, un élève de 4^e HarmoS âgé de huit ans, dans une activité de repérage de formes dans un nuage de points. Il s'agit dans cette tâche d'identifier les trois carrés dissimulés dans un ensemble de points et d'en tracer les côtés. Marc se trouve rapidement en difficulté face à ce travail. S'il peut repérer le premier carré, positionné quelque peu à l'extérieur des autres points et dans une position prototypique (Dias, 2012) (un des côtés est parallèle au bord inférieur de la page), il ne parvient pas à identifier les deux autres. L'un se trouve en partie sur le premier qu'il a tracé, l'autre est cette fois-ci présenté dans une position non-prototypique (posé sur l'un de ses sommets). Marc se lance dans une démarche par essai-erreur sans structure particulière. Il ne semble pas pouvoir se baser pour cette dernière sur des connaissances relatives

aux propriétés fondamentales du carré telles que : quatre sommets (donc quatre points à relier), quatre côtés de longueurs égales, quatre angles droits. Sa recherche consiste donc à relier des points de façon un peu hasardeuse et à comparer son résultat au premier carré trouvé. Marc rencontre en outre des difficultés de motricité fine. Ses tracés manquent de précision, ce qui complique davantage la réalisation d'une forme identifiable et comparable au carré déjà tracé.

DESCRIPTION DE LA SÉQUENCE

Suite à ce travail, je souhaite proposer une tâche similaire à Marc en adaptant le matériel de façon à réduire les obstacles constatés et à lui permettre de se centrer davantage sur l'approche des caractéristiques du carré. Il s'agit par conséquent de créer un milieu (Brousseau, 1996) adapté à ses connaissances, motivant et favorisant l'expérimentation. Le logiciel GeoGebra m'apparaît comme un matériel intéressant pour constituer la base de ce milieu à la fois stimulant et adapté. En effet, ludique et facilement manipulable, il offre en outre la possibilité, dans la création d'exercices sur les nuages de points, d'introduire un grand nombre d'adaptations et d'aides pour faciliter la réalisation par Marc de ce type de tâche. À l'aide du logiciel, je crée donc onze exercices progressifs.

L'objectif général de l'activité présentée dans ce travail appartient au domaine de l'exploration de l'espace issu du domaine disciplinaire Mathématiques et Sciences de la nature (MSN) du Plan d'Études Romand (PER)² (CIIP, 2010), et plus particulièrement à l'identification des formes géométriques. Nous nous situons, au cycle 1 (1^{ère} à 4^e HarmoS³), dans une géométrie essentiellement perceptive, c'est-à-dire dans laquelle « *les objets et leurs propriétés sont contrôlés par la perception [...]* » (Dias, 2012, p. 43) et non

² Le plan d'études romand définit les contenus d'apprentissage de la scolarité obligatoire (1^{ère} à 11^e année) pour l'ensemble de la Suisse romande. Il comporte trois entrées : cinq domaines disciplinaires (Langues, Mathématiques et Sciences de la nature, Sciences humaines et sociales, Arts, Corps et mouvement) ; les capacités transversales ; la formation générale.

³ Élèves de 4 à 8 ans.

¹ Prénom fictif.

par le recours à des instruments. La tâche vise donc à ce que l'élève puisse « se sensibiliser à l'observation, la reconnaissance, la description et la dénomination [d'une forme géométrique plane simple] » (CIIP, 2010), le carré. Elle l'amène également à effectuer un tracé de la forme,

[fondamental] dans le processus de construction des connaissances géométriques, [puisqu'il permet] de dépasser peu à peu la perception au profit de la compréhension des propriétés et des relations. (Dias, 2012, p. 46)

L'intérêt de la recherche d'une forme dans un nuage de points réside ainsi dans le fait qu'elle encourage l'élève à procéder à une analyse plus détaillée des propriétés de la forme recherchée. En se fondant sur les caractéristiques de cette dernière, l'élève peut en effet d'autant mieux organiser sa recherche puis procéder à un contrôle de sa production. Comme relevé précédemment, je souhaite que l'interaction de l'élève avec le milieu l'amène peu à peu à envisager une recherche systématique et organisée. Les tâches sont donc susceptibles de développer chez lui des compétences liées à la résolution de problèmes géométriques :

Tri et organisation des informations ; mise en œuvre d'une démarche de résolution ; ajustement d'essais successifs ; déduction d'une information nouvelle à partir de celles qui sont connues ; vérification, puis communication d'une démarche (oralement) et d'un résultat en utilisant un vocabulaire adéquat. (CIIP, 2010)

Le recours au logiciel GeoGebra permet de dépasser un obstacle majeur rencontré par Marc dans le travail sur fiche réalisé en classe, à savoir le tracé à la règle et au crayon des côtés des carrés. Le tracé dans GeoGebra présente en outre la particularité aidante de rendre le trait visible et mal-léable avant de le fixer au point souhaité. Il autorise donc une première démarche d'essai-erreur et la considération de différents points de chute du segment. D'autre part, il est aisé d'effacer le segment effectué s'il est erroné. L'élève peut donc reprendre sa démarche sans être induit en er-

reur par des morceaux de segments restant sur la page. Par ailleurs, la barre d'outils du logiciel est personnalisable. Je peux donc y faire figurer uniquement les éléments dont Marc a besoin pour tracer les segments et déplacer les formes. Les nombreuses possibilités qu'offre le logiciel me permettent également d'introduire un certain nombre d'aides, directement mobilisables lors de l'activité. La présence des modèles dans l'exercice et la possibilité de les déplacer, le nombre de points dans le nuage, la possibilité de faire apparaître un point du carré en couleur, la touche de vérification de la réponse et la position du carré (prototypique ou non) représentent autant de variables didactiques permettant de moduler la conception des fiches pour faire varier la difficulté de la tâche. La forme des documents, relativement épurée, et les aides à disposition doivent à mon sens favoriser une recherche autonome de Marc et limiter mes interventions.

Les quatre premières fiches doivent permettre à Marc de se familiariser avec l'utilisation du logiciel et de la souris d'ordinateur ainsi qu'avec la présentation des exercices (consigne et boîte de vérification de la réponse). Il s'agit également de lui permettre de construire sa représentation du carré puis de l'amener à considérer cette forme dans une position non-prototypique. Il n'y a ainsi pas de points parasites, le but étant simplement de tracer les côtés manquants pour former un carré. Cette première phase de la séquence correspond à la phase *action* d'une séquence mathématique (Brousseau, 1996), qui sollicite avant tout l'action de l'élève, invité à manipuler le logiciel dans le cadre des fiches, sans intervention de ma part.

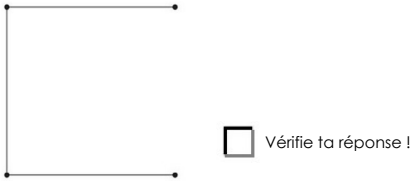
Dans l'ensemble des exercices créés, l'élève peut, en cliquant dans une petite boîte, vérifier sa réponse en faisant apparaître en couleur pleine les carrés dissimulés dans les points. J'envisage qu'il puisse également utiliser cet outil de vérification pour guider sa recherche en faisant apparaître brièvement le carré puis en essayant d'identifier les points qui le constituaient.

Enfin, pour l'ensemble des exercices propo-

sés, un seul outil du logiciel est utilisé concernant le tracé, il s'agit de l'outil segment. Geogebra est donc ici plutôt utilisé comme un logiciel de dessin.

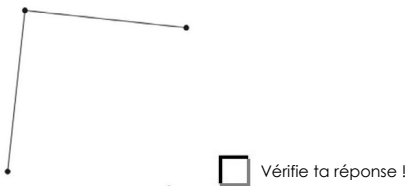
Exercices 1, 2, 3 et 4 :

Trace le dernier côté pour obtenir un carré !



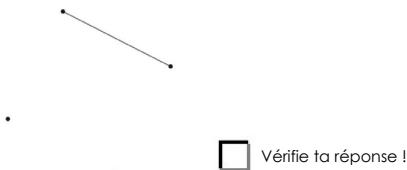
Exercice 1

Trace les deux côtés qui manquent pour faire le carré !



Exercice 2

Trace les trois côtés qui manquent pour faire un carré !



Exercice 3

Trace les quatre côtés et forme un carré !



Exercice 4

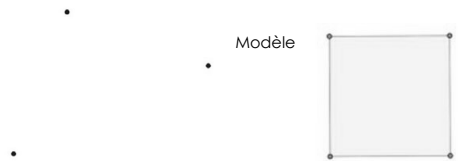
A l'issue de cette première phase, j' imagine introduire une discussion sur la procédure utilisée et les observations de Marc sur la forme créée. Ce moment constitue une phase de *formulation* (Brousseau, 1996) durant laquelle nous nous exprimons tous deux librement sur l'aspect du carré. Suit une série d'exercices à la complexité croissante avec l'introduction du nuage de points et des modèles de carrés comme aide à la

résolution. Les phases d'*action* et de *formulation* se répètent de la même façon dans les quatre exercices suivants en ajoutant au sujet de discussion la démarche entreprise pour identifier le carré. En complexifiant à chaque fois les tâches, j'espère favoriser un certain affinement de la stratégie de recherche et de sa verbalisation tout en renforçant la connaissance des caractéristiques du carré puisqu'il s'agit de se baser de plus en plus sur ses dernières pour faciliter sa découverte dans le nuage de points.

L'introduction des modèles des carrés recherchés et la possibilité de les déplacer permet, au besoin, à l'élève de guider sa recherche en les plaçant dans le nuage de points. La présence sur les modèles de quatre points à la place de leurs sommets lui permet de les superposer aux points présents dans le nuage.

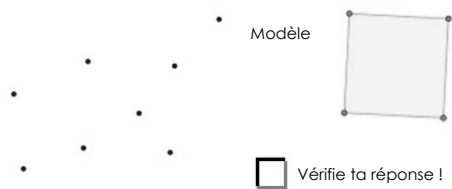
Exercices 5, 6, 7 et 8 :

Trouve le carré et relie les quatre points !



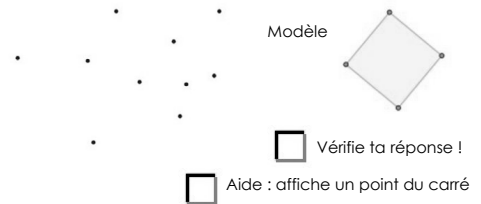
Exercice 5

Trouve le carré et relie les quatre points !



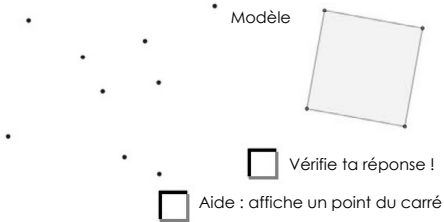
Exercice 6

Trouve le carré et relie les quatre points !



Exercice 7

Trouve le carré et relie les quatre points !



Exercice 8

À la suite de ces quatre exercices, une phase est consacrée à un moment de présentation des différentes démarches proposées (observations, techniques et tracés pertinents pour réussir). Ce moment me semble utile avant la réalisation des trois derniers exercices plus complexes.

Les exercices allant en se complexifiant, j'introduis ensuite (déjà dès l'exercice 7) la possibilité pour l'élève de faire apparaître, en couleur, un des points du carré recherché.

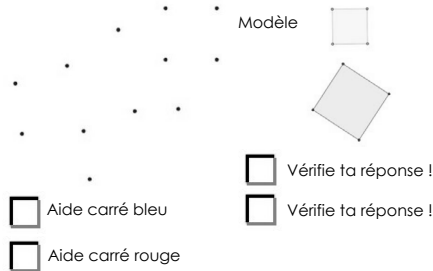
Exercices 9, 10 et 11 :

Trouve le carré et relie les quatre points !



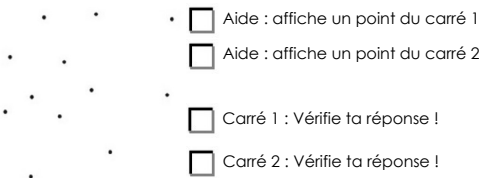
Exercice 9

Trouve les deux carrés cachés !



Exercice 10

Trouve les deux carrés cachés !



Exercice 11

Enfin, selon le travail de formulation et de validation réalisé, je souhaite *institutionnaliser* (Brousseau, 1996) les connaissances mises en actes et en mots durant l'ensemble de la séquence en reprenant les caractéristiques du carré et la procédure de recherche utilisée.

ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE

Marc est entré avec beaucoup d'intérêt dans le travail proposé. Le dispositif le motivait et lui semblait clair. Après une ou deux explications sur la façon de tracer un segment, sélectionner un point ou cliquer dans la boîte de vérification de la réponse, il a effectué les quatre premiers exercices avec entrain et de façon autonome. Toutefois, il a été très difficile pour moi de ne pas intervenir durant ce moment et de laisser Marc faire librement ses essais. Je lui ai donné des conseils, indiqué où il devait cliquer avec la souris, redonné une explication sur le tracé des segments, etc. J'ai difficilement résisté à l'envie de l'aider. Ses remarques dans cette première phase sont d'ailleurs venues souligner mon échec dans ma tentative de rester en retrait, puisqu'il a relevé à quelques reprises : *maintenant je le fais tout seul !* A l'issue des quatre premiers exercices, nous avons discuté des particularités du carré. Nous avons relevé le fait que la position de la forme dans l'espace, penché ou droit, n'avait pas d'influence sur sa dénomination. Nous avons également souligné les caractéristiques principales de la forme. Marc a verbalisé la présence de quatre côtés *droits*. J'ai alors précisé la nécessité de relier les quatre points formant les quatre *sommets* de la forme. Lors de ce premier échange, j'ai observé que Marc rencontrait des difficultés à prendre la parole et à rendre compte de ses observations. J'ai alors considéré que la phase de formulation des démarches, souhaitée pour les exercices suivants, dépendrait en partie de mon étayage.

Marc a réalisé facilement les exercices 5 et 6. Il a recouru à mon aide dans les exercices 7 et 8, et j'ai constaté qu'il perdait peu à peu confiance en lui et en sa capacité à s'appuyer sur la démarche de recherche suivie jusque-là. Le nombre de points para-

sites semblait le déstabiliser. Il ne parvenait pas à inhiber ces distracteurs et à focaliser son attention sur la forme représentée par le modèle. J'ai alors procédé à une aide plus soutenue, guidant parfois de façon (trop ?) prononcée ses essais. Je lui ai proposé d'utiliser le modèle, qu'il pouvait encore déplacer dans l'exercice 7 (les modèles étaient ensuite fixes), puis j'ai pris par moments en charge, dans l'exercice 8, l'action avec la souris, qui devenait source de difficultés pour Marc, pourtant à l'aise jusqu'ici dans sa manipulation. Il a utilisé la boîte de vérification de la réponse pour réaliser l'exercice 8.

Dans ces deux exercices, je me suis rendu compte à quel point il m'était difficile de laisser agir l'élève, trop pressé et soucieux qu'il se trouve en échec dans l'activité proposée.

L'écart entre soutien ponctuel et guidage trop insistant est mince, et j'ai observé que je me laissais entraîner dans une aide souvent trop dirigée. Ajoutée à la difficulté croissante des exercices, cette posture a, me semble-t-il, peu à peu déstabilisé Marc, qui a de plus en plus sollicité mon aide et mon avis. L'incertitude liée à la recherche de la forme est devenue trop lourde. Comme le relève Dias (2012),

Affronter le doute et l'incertitude est toujours délicat, surtout en situation scolaire dont l'un des contrats implicites est de montrer le plus souvent possible à son enseignant ce que l'on sait faire. (Dias, 2012, p. 25)

Si l'auteur soulève qu'il est alors mieux d'étayer cette phase de recherche, il me semble, avec le recul, que mes interventions, trop soutenues, ont contribué à ce que Marc me délègue peu à peu la prise en charge de la recherche des carrés. Cela a été le cas dans la résolution des trois derniers exercices (qui étaient peut-être également trop difficiles).

Afin de maintenir la motivation de l'élève et de réduire le degré de difficulté de ces dernières tâches, j'ai effectué moi-même les essais que Marc me communiquait en partie. L'objectif du travail m'a semblé peu à peu se déplacer sur la réussite de la tâche

plutôt que, comme souhaité, sur la connaissance des caractéristiques du carré et la démarche d'identification de la forme dans le nuage de points. J'ai verbalisé moi-même systématiquement nos essais en les rapportant à ces éléments, afin de conserver en arrière fond cet objectif. La phase d'institutionnalisation, que j'ai tout de même réalisée en fin de séance, m'a semblé perdre quelque peu de sa pertinence et de son impact.

Je retiens toutefois de ce travail la grande motivation de Marc dans l'ensemble des exercices. Il me semble également qu'il a progressé dans ses connaissances liées aux particularités du carré et affiné sa démarche de recherche. Pour m'en assurer, je lui ai proposé de refaire l'exercice 7, dans lequel il avait rencontré des difficultés. L'effet de mémoire de la solution me semblait atténué par le temps passé à effectuer les exercices 8 à 11. Marc a exécuté facilement l'exercice, repérant le carré et le traçant d'abord avec son doigt en verbalisant la présence de quatre côtés droits. Il a ensuite relié les points et constaté avec joie la justesse de sa réponse.

Références

- Brousseau, G. (1996). Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. In J. Brun, *Didactique des mathématiques* (pp. 45-144). Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Conférence Intercantonale de l'Instruction Publique de la Suisse romande et du Tessin (CIIP), (2010). *Plan d'études Romand, 2e cycle, Mathématiques et Science de la nature. – Sciences humaines et sociale*, CIIP.
- Dias, T. (2012). *Manipuler et expérimenter en mathématiques*. Paris : Magnard.