



HAL
open science

**Enseignement de la géométrie à des élèves en difficulté
d'apprentissage : étude du processus d'accès à la
géométrie d'élèves dyspraxiques en début de collège**
Édith Petitfour

► **To cite this version:**

Édith Petitfour. Enseignement de la géométrie à des élèves en difficulté d'apprentissage : étude du processus d'accès à la géométrie d'élèves dyspraxiques en début de collège. 17e école d'été de didactique des mathématiques. ARDM., Aug 2013, Nantes, France. hal-03198669

HAL Id: hal-03198669

<https://hal.science/hal-03198669>

Submitted on 15 Apr 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE À DES ÉLÈVES EN DIFFICULTÉ D'APPRENTISSAGE : ÉTUDE DU PROCESSUS D'ACCÈS À LA GÉOMÉTRIE D'ÉLÈVES DYSPRAXIQUES EN DÉBUT DE COLLÈGE

Édith Petitfour¹

INTRODUCTION

Pour permettre aux élèves d'accéder à une conceptualisation en géométrie plane, l'enseignement en début de collège fait appel à des expériences dans le monde sensible et à des constructions instrumentées. Les activités qui s'appuient fortement sur le tracé aux instruments et sur une perception « naturelle » des figures, c'est-à-dire considérée comme allant de soi, nous laissent augurer des difficultés importantes dans la réalisation des apprentissages géométriques des élèves dyspraxiques visuo-spatiaux. En effet, d'une part leurs troubles praxiques les rendent maladroits et lents dans les actions à réaliser, car il résulte de leur handicap une incapacité à programmer des séquences de gestes et à les automatiser, et d'autre part, leurs troubles visuo-spatiaux empêchent une exploration fiable des figures et donc une bonne perception des objets géométriques et de leurs propriétés. Les aspects pratiques de la manipulation des instruments mobilisent toutes les ressources attentionnelles et cognitives de ces élèves au détriment du raisonnement qu'ils seraient en capacité d'exercer s'ils ne se trouvaient pas en situation de double tâche.

L'enfant dyspraxique est ainsi très souvent mis en difficulté par la méthode d'enseignement, les procédures préconisées et/ou le matériel pédagogique utilisé (et non par les connaissances ou le concept à acquérir). (Mazeau, Le Lostec 2010)

Les élèves dyspraxiques sont mis en échec dans leurs apprentissages en géométrie et pourtant, la construction instrumentée dans laquelle ils sont défailants n'est pas un but en soi : ce n'est qu'un moyen qui doit conduire à une conceptualisation des notions géométriques. Cela nous conduit alors à chercher comment dispenser un enseignement en géométrie qui s'appuie sur les compétences préservées de ces élèves (raisonnement, langage, mémoire) pour leur permettre ainsi d'accéder à des apprentissages.

ARTEFACT ET CONSTRUCTION DE CONNAISSANCES

Pour déterminer les apports de l'utilisation d'instruments dans les apprentissages géométriques, nous nous référons à l'approche instrumentale de Rabardel (2005). Il définit un *instrument* comme le produit de l'utilisation par le sujet d'un *artefact*, objet matériel ou symbolique avec des caractéristiques spécifiques permettant d'assurer l'accomplissement de buts spécifiques. L'artefact devient un instrument au cours d'un processus de *genèse instrumentale*, qui consiste en l'élaboration de schèmes d'utilisation de cet artefact, résultant d'une construction propre du sujet ou de schèmes sociaux d'utilisation. De l'artefact à l'instrument, la genèse instrumentale consiste en un double processus d'évolution des relations « sujet – artefact » :

- l'instrumentalisation est relative à l'artefact. Les diverses potentialités de l'artefact sont progressivement découvertes par le sujet, éventuellement transformées, voire « détournées » (l'utilisateur adapte l'artefact à ses habitudes de travail).
- l'instrumentation est relative à l'émergence et à l'évolution des schèmes pour la réalisation d'un type de tâche (les contraintes de l'artefact contribuent à structurer l'action de l'utilisateur).

¹ LDAR - Université Paris Diderot.

Ainsi, les connaissances de l'élève standard se construisent dans ses interactions avec l'artefact à travers l'élaboration et la mobilisation de schèmes. L'usage des instruments a donc un impact sur son activité cognitive.

La manipulation d'instruments met en jeu des connaissances géométriques portées par les instruments, par exemple pour tracer une droite passant par deux points, il faut placer un bord rectiligne d'une règle sur les points afin de tracer une ligne le long en démarrant avant le premier point et en allant au-delà du deuxième. Elle nécessite aussi un savoir-faire, lié aux connaissances matérielles de l'artefact, comme par exemple la façon de positionner ou de maintenir la règle pour tracer la droite précédente : le bord de la règle doit être décalé en dessous des points en fonction de l'épaisseur de la mine du crayon utilisé pour le tracé, les doigts en « pattes d'araignée » doivent être situés au centre de la règle, en dessous du bord, et exercer une pression suffisante pour ne pas que la règle bouge lors du tracé. Ce savoir-faire, plus souvent acquis en situation de façon implicite que par un enseignement explicite, est indispensable à la réussite d'une construction, mais n'apporte rien au niveau de la conceptualisation. Pour l'élève dyspraxique, l'accès à ce savoir-faire est coûteux et non rentable dans la mesure où il ne peut l'automatiser.

Nous proposons donc d'abandonner pour cet élève l'apprentissage et la pratique de ce savoir-faire tout en lui conservant la possibilité d'élaborer des schèmes. Ceux-ci n'émergeraient pas d'une manipulation effective des instruments, mais d'une observation de cette manipulation effectuée par un tiers que l'élève dyspraxique guiderait par des instructions. Ce tiers prendrait à sa charge tout le savoir-faire non mathématique de la manipulation. Ce pourrait être l'Auxiliaire de Vie Scolaire (AVS) ou alors un autre élève dans le cadre d'un travail en binôme.

OUTILS D'ANALYSE DES RESSOURCES SÉMIOTIQUES

1. *Faisceaux sémiotiques*

Dans un dispositif de travail à deux sur une activité où des objets géométriques sont à obtenir de façon instrumentée, une diversité de registres d'ostensifs (Bosch, Chevillard 1999) est activée. Nous considérons principalement l'action instrumentée, les traces graphiques (dessins, codages et textes), le langage verbal et les gestes. Ces ressources sont partagées par les deux membres de la dyade et utilisées comme outils de communication. Elles se révèlent aussi comme des instruments essentiels de pensée et permettent de saisir la signification des concepts mathématiques.

Afin de prendre en compte l'activation multimodale des ressources sémiotiques et leur pluralité dans les processus d'apprentissage, Arzarello (2006) étend des concepts de la sémiotique classique en introduisant le concept de *faisceau sémiotique*. Il nomme *ensemble sémiotique* la notion de *système sémiotique* de Ernest (2006) qu'il étend en s'appuyant sur l'idée de système sémiotique de Radford (2002).

Selon Ernest (2006), un *système sémiotique* est formé de trois composantes :

1. Un ensemble de signes (parlés, écrits, dessinés, codés électroniquement)
2. Un ensemble de règles de production et de transformation des signes
3. Un ensemble de relations entre les signes et leurs significations contenues dans une structure de signification sous-jacente.

Radford (2002) considère aussi les gestes et les artefacts dans sa théorie de l'objectivation. Les gestes, utilisés lors de la communication avec les autres ou pour mettre en évidence des aspects d'artefacts et de représentations symboliques de concepts mathématiques, font partie des *moyens sémiotiques d'objectivation* des connaissances tout comme les artefacts qui ont une signification fonctionnelle, et les représentations sémiotiques telles langage, figures,

graphiques, signes mathématiques. Dans l'approche instrumentale (Rabardel 2005) l'instrument est produit d'un artefact avec ses règles d'utilisation portant un caractère intentionnel : le couple instrument-artefact peut être vu comme un système sémiotique.

Un *faisceau sémiotique* se caractérise par une collection d'ensembles sémiotiques et un ensemble de relations entre ces ensembles. Il s'agit d'une structure dynamique qui évolue dans le temps en fonction des activités sémiotiques du sujet. Des signes peuvent être produits en même temps, par exemple dans un faisceau gestes – discours où le sujet parle en faisant des gestes, ou alors ils peuvent être transformés en d'autres signes dans le cas d'une *conversion génétique* où un ensemble sémiotique est généré par un autre, agrandissant ainsi le faisceau. L'analyse du faisceau sémiotique permet d'étudier l'activité sémiotique multimodale des sujets. Elle peut être effectuée de deux façons différentes et complémentaires. La première est une *analyse synchronique*, qui étudie les relations parmi les différentes ressources sémiotiques activées simultanément par les sujets à un certain moment. La seconde est une *analyse diachronique*, qui se centre sur l'évolution des signes activés par les sujets dans des moments successifs sur des périodes de temps variables. Ces analyses permettent d'étudier le rôle joué par les différents types de signes dans les processus d'apprentissage.

2. Rôle des gestes dans les apprentissages

Différentes recherches ont été faites en psychologie sur le rôle des gestes dans les apprentissages. Selon McNeill (1992), les gestes, en collaboration avec le langage, aident à constituer la pensée et ils reflètent également la représentation mentale d'image activée au moment du discours. A partir d'une analyse des paramètres de la conversation, McNeill (1992) distingue les gestes de structuration du discours, comme les *gestes de battements* rythmant le discours ou les *gestes cohésifs* liant des parties du discours, des gestes propositionnels. Ces derniers ont une composante principale imagée et sont dits *iconiques* s'il existe une relation de ressemblance avec le contenu de la parole, *métaphoriques* s'ils présentent un contenu imagé d'une idée abstraite, *déictiques* s'ils se réfèrent à un objet, un événement ou un lieu indiqué par pointage du doigt.

Dans le cadre de l'*Information Packaging Hypothesis*, Alibali, Kita et Young (2000) développent l'idée de McNeill que les gestes jouent un rôle dans la cognition et pas seulement dans la communication. Ils ont vérifié cette hypothèse en montrant que, sans faciliter spécialement l'accès au lexique, les gestes aidaient à la planification conceptuelle des messages en permettant d'organiser l'information spatiale et visuelle en unités appropriées à la verbalisation. Deux modes de pensée permettant d'organiser les informations sont considérés : d'une part la *pensée analytique*, employée quand les gens doivent organiser l'information pour la production d'un discours, celui-ci étant linéaire et segmenté ; d'autre part la *pensée spatio-motrice*, instantanée, globale et synthétique. Celle-ci émerge quand les gens interagissent avec l'environnement physique (interaction avec un objet, imitation d'une action,...) ou quand ils se réfèrent à des objets ou lieux virtuels. Il en résulte des gestes représentationnels. Le discours, représentant la pensée analytique, et les gestes, représentant la pensée spatio-motrice, sont coordonnés et tendent à converger.

Dans cette même idée que les gestes jouent un rôle non seulement pour parler, mais aussi pour penser, Church et Goldin-Meadow (1986) distinguent les *concordances geste-discours*, où l'information exprimée par les gestes est aussi transmise par le discours, des *discordances geste-discours* où deux idées sont simultanément activées, les gestes portant une information différente de celle du discours. Leur étude a montré que les enfants manifestant de nombreuses discordances geste-discours lorsqu'ils produisaient des explications d'un concept étaient particulièrement réceptifs à l'enseignement de ce concept. Dans le cas où gestes et discours de l'élève ne sont pas en adéquation, Goldin-Meadow (2003) note que les informations transmises par l'élève ne sont pas nécessairement contradictoires, mais qu'elles

peuvent être complémentaires. Cette discordance est signe d'une propension à apprendre, elle est une étape vers la maîtrise de la tâche, elle peut donc être un facteur de progrès.

Pour ce qui est des gestes produits par l'enseignant, Valenzeno, Alibali et Klatzy (2003) ont montré que les gestes qui accompagnent le discours d'enseignement favorisent les apprentissages des élèves. Elles ont pour cela comparé les effets sur les acquisitions des élèves de deux situations d'enseignement analogues, l'une avec gestes de la part de l'enseignant, et l'autre sans. Elles ont choisi l'enseignement d'un concept visuospatial, la symétrie axiale. L'étude montre que les gestes de l'enseignant jouent un rôle dans la compréhension du langage. Plusieurs hypothèses sont données : les gestes de pointage guident et maintiennent l'attention des élèves ; les gestes de tracé permettent de relier le côté abstrait de l'expression verbale au côté concret de l'environnement physique ; les gestes sont un deuxième canal de communication, ils sont redondants avec le message verbal, l'élève a ainsi deux opportunités de comprendre le message de l'enseignant.

TRAVAIL EN DYADES : OBSERVATIONS EN CLASSE

Pour déterminer dans quelle mesure un fonctionnement en dyade pourrait être mis en œuvre, nous avons observé et analysé quelques épisodes d'activités géométriques dans des classes de sixième (élèves de 11 - 12 ans) où sont scolarisés des élèves dyspraxiques.

Nous avons mené des observations dans deux classes ordinaires incluant des élèves dyspraxiques d'une Unité Localisé pour l'Inclusion Scolaire et dans une classe d'un Établissement Régional d'Enseignement Adapté. Dans un travail en binôme, deux points A et B étant donnés, les élèves devaient placer le plus possible de points à la même distance du point A que le point B, en utilisant un logiciel de géométrie dynamique. Avant d'entrer dans une phase d'action, ils devaient au préalable se concerter au sein du binôme pour redonner ce qu'ils avaient compris de la consigne, transmise oralement par l'enseignant, en répondant par écrit à la question « Que faut-il faire ? ». L'étude du recueil des reformulations du but à atteindre dans cette activité met en évidence un décalage entre ce que les élèves comprennent et ce qu'ils parviennent à formuler. Nous interprétons leur compréhension à travers leurs actions, leurs productions et les gestes qui accompagnent leurs formulations. Des discordances apparaissent entre ce qu'ils font et ce qu'ils disent de leurs actions, notamment lorsqu'ils tentent d'utiliser un *langage géométrique*. Ce langage, relatif aux objets, relations ou propriétés géométriques, relève de la langue mathématique (Laborde 1982) constituée d'éléments d'écriture symbolique, de termes lexicaux ayant un sens spécifique en mathématiques ou de tournures syntaxiques privilégiées. Le langage géométrique n'est directement accessible à aucun élève en phase d'apprentissage, il suppose un niveau d'abstraction important. De façon spontanée, et c'est ce qui est apparu dans les échanges privés que nous avons filmés au sein des binômes, les formulations des élèves sont souvent l'expression des manipulations instrumentées qu'ils mettent en œuvre, elles sont complétées par différents types de gestes : des gestes déictiques avec le pointage ou le parcours des objets géométriques considérés et des gestes iconiques permettant d'exprimer une propriété géométrique, comme par exemple le déplacement pouce-index pour exprimer une égalité de longueurs.

Nous avons observé un élève dyspraxique inclus dans une classe de sixième ordinaire et accompagné d'une AVS, lors de la séquence d'enseignement sur la symétrie axiale. Nous avons analysé l'impact des ressources sémiotiques utilisées par l'enseignante ou par l'AVS, comme les artefacts, les gestes, le discours, les signes écrits et graphiques, sur les apprentissages de cet élève. Pour cela, nous avons étudié les effets des aides apportées à l'élève dyspraxique dans des activités de construction instrumentée, jusqu'à ce qu'il devienne autonome. Dans la réalisation du type de tâche de construction du symétrique d'un point par

rapport à une droite, gestes et discours de la part de l'AVS ont, pour une bonne part, contribué à conduire l'élève à intégrer des schèmes de construction instrumentée à l'équerre et au compas. Le langage utilisé par l'AVS, et parfois réinvesti par l'élève, est souvent un langage intermédiaire entre langue courante et langue mathématique, il permet d'exprimer les actions à effectuer avec les instruments. Ce langage, que nous nommons *langage technique*, se compose d'instructions sur la manipulation instrumentée avec des termes dénommant l'instrument ou ses parties ; des verbes issus de la langue naturelle et exprimant les actions à exécuter avec les instruments ; des termes dénommant les objets géométriques ou leurs représentations et des termes exprimant les rapports spatiaux, topologique ou d'orientation, entre instrument et objet géométrique.

Une production de gestes déictiques ou iconiques, réalisés dans l'air ou sur un support, par l'enseignante, l'AVS ou des élèves, accompagnent ou complètent leurs discours. Ces gestes semblent favoriser l'accès des élèves à une conceptualisation, ils sont aussi préliminaires pour certains à un langage spécifique non encore construit ou bien intégré. Nous nommons *gestes mathématiques* ces gestes porteurs de significations mathématiques.

CONCLUSION

Pour permettre à l'élève dyspraxique d'élaborer ou de mobiliser les schèmes provoqués par la construction instrumentée, nous proposons d'une part de l'outiller d'un langage technique précis, au plus proche de la manipulation, à l'exclusion des aspects pratiques non porteurs de connaissances mathématiques, et d'autre part de renforcer son discours par une production de gestes mathématiques ébauchés, supports de l'évocation et du raisonnement. Ce langage, que l'élève dyspraxique sera amené à faire évoluer progressivement vers un langage géométrique au fur et à mesure de ses apprentissages, se substituera à terme à la manipulation effective des instruments. Ainsi, nous émettons l'hypothèse que dans des situations d'action avec des instruments, l'élève dyspraxique peut entrer dans un processus de conceptualisation sans effectuer la manipulation des instruments, mais en la guidant à l'aide d'un langage technique accompagné de gestes mathématiques.

RÉFÉRENCES

- Alibali M.W., Kita S., Young A.J. (2000), Gesture and the process of speech production: We think, therefore we gesture. *Language and cognitive processes*, 15(6), 593-613.
- Arzarello F. (2006), Semiosis as multimodal process In RELIME Numéro spécial (pp. 267-299).
- Bosch M., Chevallard Y. (1999), La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19(1), 77-123.
- Church R.B., Goldin-Meadow S. (1986), The mismatch between gesture and speech as an index of transitional knowledge. *Cognition*, 23, 43-71
- Goldin-Meadow S. (2003), *Hearing gestures: How our hands help us think*. Chicago University Press.
- Ernest P. (2006), A semiotic perspective of mathematical activity : the case of number. *Educational Studies in Mathematics*, 61, 67-101
- Laborde C. (1982), Langue naturelle et écriture symbolique Deux codes en interaction dans l'enseignement mathématique. Thèse de Doctorat, Université de Grenoble 1.
- Mcneill D. (1992), *Hand and Mind : What gestures reveal about thought*. Chicago : Chicago University Press.
- Mazeau M., LE Lostec C. (2010), *L'enfant dyspraxique et les apprentissages. Coordonner les actions thérapeutiques et scolaires*. Elsevier Masson.
- Rabardel P. (2005), Eléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. In Rabardel P., Pastre P. (dir.) *Modèles du sujet pour la conception*. Toulouse : Octarès
- Radford L. (2002), The seen, the spoken and the written. A semiotic approach to the problem of objectivation of mathematical knowledge. *For the Learning of Mathematics*, 22(2), 14-23.
- Valenzeno L., Alibali M.W., Klatzy R. (2003), Teachers gestures facilitate students learning: A lesson in symmetry. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 187-204.