

# ÉTUDE DE PERSPECTIVES D'ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE À DES ÉLÈVES DYSPRAXIQUES

Edith Petitfour

Laboratoire de Didactique André Revuz, Université de Rouen

## INTRODUCTION

Pour permettre aux élèves d'accéder à une conceptualisation en géométrie plane, l'enseignement à l'école primaire et en début de collège en France fait appel à des expériences dans le monde sensible (manipulation de formes, pliage, etc.) et à la construction instrumentée. Dans les programmes du cycle 3<sup>1</sup> (MEN, 2015), il est en effet spécifié que les situations qui font appel à des types de tâches portant sur les objets géométriques (reconnaître, vérifier, décrire, reproduire, construire) sont privilégiées pour faire émerger des concepts géométriques et les enrichir. Les constructions peuvent être réalisées dans un environnement papier-crayon avec des instruments de géométrie (règle, équerre, etc.) ou dans un environnement technologique avec des outils d'un logiciel de géométrie dynamique. L'utilisation de procédures matérielles constitue donc un moyen pour amener progressivement les élèves vers une géométrie théorique (Perrin-Glorian et Godin, 2014).

Cependant, cela ne fonctionne pas ainsi pour les élèves dyspraxiques, maladroits dans leurs actions. La dyspraxie, trouble de la planification spatiale et temporelle de l'action intentionnelle et finalisée, se traduit en effet par une anomalie de la réalisation gestuelle, en dépit d'un apprentissage habituel. Ainsi, malgré un entraînement, les élèves dyspraxiques ne peuvent parvenir à une réalisation automatisée et harmonieuse de leurs gestes (Mazeau, 2008). En géométrie, cette incapacité les conduit à

réaliser des constructions imprécises et peu soignées, mais surtout à se focaliser sur les aspects corporels et matériels des constructions au détriment des aspects conceptuels visés. Une méthode d'enseignement de la géométrie qui s'appuie sur l'exécution de constructions instrumentées n'est donc pas adaptée pour les élèves dyspraxiques.

Dans cet article, nous présentons le cadre d'analyse de l'action instrumentée élaboré dans le but de dissocier les aspects cognitifs liés à la conceptualisation en géométrie, des aspects pratiques problématiques pour les élèves dyspraxiques, dans ce qui est en jeu dans la réalisation de dessins instrumentés (Petitfour, 2015). Nous ferons fonctionner ce cadre sur un exemple, la construction d'un cercle, dans deux environnements, papier-crayon et technologique. Nous mettrons alors en évidence des pistes d'enseignement pour permettre aux élèves dyspraxiques d'acquérir des connaissances en géométrie.

## CADRE D'ANALYSE

### APPROCHE NEUROPSYCHOLOGIQUE

Nous caractérisons une action à partir de travaux du champ de la neuropsychologie (Jeannerod, 2011 ; Mazeau et Pouhet, 2014).

Une action est un ensemble intentionnel de mouvements coordonnés dans le temps et dans l'espace, défini par l'intention de son auteur qui en décide l'exécution en fonction de sa finalité. L'action comporte un versant cognitif et un versant moteur.

La phase cognitive de l'action comprend ses aspects préparatoires :

- l'intention d'agir (le sujet se représente le but poursuivi),
- l'intention motrice qui comprend des phases imbriquées, à savoir la planification (organisation temporelle de l'action), la programmation (organisation spatiale et motrice) avec des régulations et la prise de décision du passage à l'acte.

La phase motrice de l'action découle de la prise de décision : le processus moteur se déroule et le résultat prévu se produit.

<sup>1</sup> Élèves de 8-11 ans.

## ACTION INSTRUMENTÉE

Nous caractérisons maintenant l'action instrumentée dans le cadre de la géométrie.

Une construction géométrique nécessite un enchaînement d'actions à réaliser avec des objets techniques. Ces derniers peuvent être matériels (instruments de géométrie concrets, souris d'ordinateur) et/ou technologiques (instruments de géométrie virtuels, outils d'un logiciel de géométrie dynamique). Des actions avec les objets techniques résultent la production d'objets graphiques, traces sur une feuille de papier ou sur un écran. Ces traces ont des caractéristiques graphiques et spatiales qui rendent compte de propriétés géométriques.

Nous appelons action instrumentée l'action d'un sujet qui, dans son environnement de travail, utilise un objet technique pour produire un objet graphique représentant un objet géométrique. Par exemple le tracé d'un cercle de centre A passant par le point B, avec un compas dans un environnement papier - crayon ou avec l'outil « cercle (centre - point) » d'un logiciel de géométrie dynamique, est une action instrumentée.

L'exécution d'une action instrumentée est le résultat de l'activation de relations entre objet(s) géométrique(s), objet(s) graphique(s), objet(s) technique(s), corps du sujet et environnement. Nous découpons l'action instrumentée en quatre composantes :

- sémiotique (relations entre objets géométriques et graphiques),
- technico-figurale (relations entre objets graphiques et techniques),
- manipulateur (relations entre le corps du sujet et les objets techniques),
- organisationnelle (interactions du sujet avec des éléments de son environnement spatial, en lien avec l'organisation pratique de l'action).

Pour analyser une action instrumentée, nous considérons alors les quatre composantes ainsi définies et les aspects cognitifs de l'action (intention d'agir et intention motrice).

Dans la partie suivante, nous illustrons une utilisation du cadre d'analyse de l'action instrumentée pour déterminer les connaissances et les compétences sollicitées lors

de la construction d'un cercle dans un environnement papier-crayon et dans un environnement technologique. Le problème posé pourrait être par exemple de construire l'ensemble des points du plan situés à la même distance AB du point A, les points A et B étant donnés.

## EXEMPLE D'ANALYSE D'UNE ACTION INSTRUMENTÉE

### INTENTION D'AGIR

Au niveau de la composante sémiotique, l'intention de l'élève va être centrée sur l'objet géométrique à représenter par un objet graphique : le cercle de centre A et de rayon AB. Cet objet, qui peut être considéré par l'élève soit comme un objet graphique, soit comme un objet géométrique, est le but final de l'action qui va être enclenchée. Ce projet d'objet à obtenir est indépendant de l'environnement de travail (papier-crayon ou technologique) et des objets techniques qui seront utilisés pour le produire.

Dans la volonté de construire le cercle de centre A et de rayon AB, des connaissances géométriques sont en jeu : l'élève doit savoir que l'ensemble des points situés à la même distance d'un point A se situe sur le cercle de centre A de rayon la distance considérée. Dans le cas particulier où cette distance est AB, il peut aussi envisager de construire le cercle de centre A passant par le point B.

Des connaissances relatives à la représentation conventionnelle des objets géométriques sont également en jeu : l'élève doit savoir qu'une croix représente un point, qui se situe graphiquement à l'intersection des branches de la croix, et que le nom du point est inscrit en lettre capitale à proximité de la croix.

Au niveau de la composante technico-figurale, l'intention de tracer le cercle de centre A passant par le point B va engendrer un projet de gestes à réaliser avec un objet technique, dépendant de l'environnement de travail. A ce stade, l'élève élabore de façon théorique les relations entre objets techniques et graphiques, il ne prend pas en compte les aspects pratiques de la mise

en œuvre de la construction. Il va donc mobiliser des schèmes d'actions instrumentées (Rabardel, 1995) relatifs au choix de l'objet technique et à son utilisation :

- dans un environnement papier-crayon, l'élève envisagera d'utiliser un compas, de piquer la pointe sur le point A, de mettre la mine sur le point B, puis de tourner le compas pour faire apparaître la trace d'un cercle sur le papier
- avec un logiciel de géométrie dynamique, il envisagera d'utiliser l'outil « cercle (centre - point) », de sélectionner le point A, puis le point B, faisant ainsi apparaître la trace d'un cercle à l'écran.

Des connaissances techniques, relatives à la fonction du compas, ou de l'outil « cercle (centre - point) », pour tracer un cercle et à ses schèmes d'utilisation, sont ici en jeu. Elles permettent ainsi à l'élève de se déterminer sur le choix de l'instrument à utiliser et sur la mise en relation de ses parties et des traces graphiques pour obtenir l'objet graphique souhaité.

L'intention d'agir engendre alors une intention motrice dans laquelle l'exécution corporelle de l'action instrumentée avec un objet technique est planifiée et programmée.

### INTENTION MOTRICE

Au niveau de la composante manipulatoire, l'intention de l'élève va être centrée sur les aspects corporels et matériels de la manipulation de l'objet technique, en fonction du contexte. L'élève va activer différents schèmes d'usage (Rabardel, 1995). Ainsi, le schème de préhension va tout d'abord être activé, il consiste à tendre plus ou moins le bras et à ouvrir plus ou moins la main pour saisir le compas, ou la souris de l'ordinateur, en fonction de son éloignement, de sa forme et de sa position dans l'environnement de travail de l'élève.

Des schèmes de manipulation corporelle du compas, ou de la souris de l'ordinateur liée au pointeur à l'écran, vont être activés ensuite :

- La main dominante doit maintenir la branche de compas avec la pointe plantée sur le point A, cette branche est tenue à quelques centimètres de la pointe par

la pince pouce-index, dans une direction proche de la verticale de telle sorte que la mine ne touche pas le support, le poignet est en appui sur le support. Simultanément, la main non dominante tire l'autre branche jusqu'à placer la mine sur le point B. Le haut du compas est ensuite tenu par la pince pouce-index de la main dominante, tandis que la main non dominante est posée à plat pour maintenir le support papier. Enfin une flexion progressive de l'index de la main dominante est réalisée pour mouvoir le haut du compas sur le pouce et ainsi tracer le cercle voulu. Durant la rotation du compas, une pression plus forte doit être exercée sur la branche de la pointe que sur celle de la mine.

- Avec un logiciel de géométrie dynamique, le pointeur doit être déplacé jusqu'à l'icône de l'outil « cercle (centre - point) » grâce à un déplacement de la souris piloté par une coordination œil-main, puis une pression sur le bouton gauche de la souris doit être faite. L'élève doit ensuite sélectionner le point A, puis le point B, avec le même type d'utilisation de la souris.

Nous considérons deux niveaux au sein de la composante organisationnelle.

Le premier niveau est interne à l'action instrumentée, il est lié à sa planification : l'élève doit organiser temporellement les différents gestes décrits précédemment, concevoir et hiérarchiser les séquences de mouvements, qui peuvent être simultanées ou successives.

Le second niveau concerne l'organisation d'actions périphériques à l'action instrumentée principale :

- Dans un environnement papier - crayon, l'élève doit organiser son espace de travail : la feuille de tracé doit être posée sur une surface plane, non dure (par exemple sur un cahier). L'élève doit se procurer un compas (le trouver dans ses affaires ou en emprunter un) et le rendre opérationnel : la mine doit être taillée, sa hauteur doit être réglée de telle façon que les deux branches aient la même longueur, la vis qui lie les deux branches doit être serrée.
- Dans un environnement technologique, l'élève doit allumer son ordinateur, ouvrir

une session et le logiciel souhaité, sélectionner une épaisseur de trait, faire afficher les étiquettes des points, enregistrer son travail, etc.

## ENSEIGNEMENT DE LA GÉOMÉTRIE À DES ÉLÈVES DYSPRAXIQUES

### DIFFICULTÉS RENCONTRÉES

Les troubles du développement gestuel des élèves dyspraxiques affectent leur intention motrice. Ils sont incapables d'automatiser tout ce savoir-faire pratique des composantes manipulatoire et organisationnelle. En conséquence, lorsqu'ils réalisent une action instrumentée, ils consomment plus de ressources attentionnelles que les autres élèves, ils sont plus fatigables et sont sans cesse sujets aux situations de double tâche : impossible par exemple de tracer un cercle tout en écoutant ce que dit l'enseignant. Leurs manipulations d'instruments sont maladroites et les productions sans cesse échouées. Par exemple sur l'image 1, l'élève de 6<sup>ème</sup> (11-12 ans) en est à son troisième essai de cercle : son compas n'est pas tenu verticalement et la pointe glisse sans cesse sur le support.



Image 1 : Cercle au compas

Sur l'image 2, l'élève de 6<sup>ème</sup> n'a pas réussi à coordonner ses gestes (déplacement de la souris lié avec celui du pointeur à l'écran) pour sélectionner précisément le centre du cercle à construire. Il ne réussit pas non plus à faire apparaître le cercle complet à l'écran et il focalise son attention sur des tâches périphériques (multiples essais de couleurs et modifications d'épaisseur du trait).

Dans les constructions instrumentées, les difficultés manipulatoires et organisationnelles accablent les élèves dyspraxiques, em-

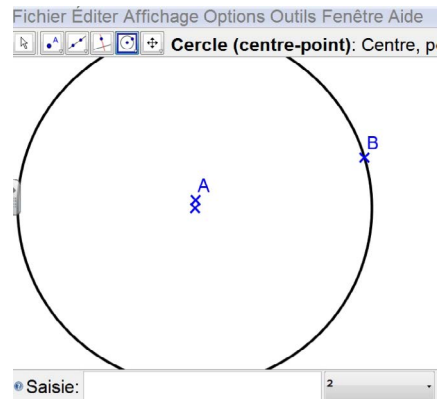


Image 2 : Cercle avec un logiciel de géométrie

pêtrés dans des tâches matérielles qui nécessitent un contrôle conscient à chaque étape, ils ne sont plus alors en mesure d'exercer leur raisonnement, alors qu'ils en ont les moyens conceptuels. En effet, leur intention d'agir est préservée. Pour résoudre le problème précédent, les élèves dyspraxiques peuvent savoir qu'il faut tracer le cercle de centre A et de rayon AB, mais ils seront incapables d'en réussir la construction. Ils peuvent aussi s'acharner dans l'espoir d'obtenir une production conforme à leur intention et perdre beaucoup de temps.

### PISTES D'ENSEIGNEMENT

L'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique permet un allègement des aspects manipulatoires des constructions. L'élève dyspraxique continue cependant à rencontrer des difficultés en lien avec son handicap, ainsi que nous l'avons illustré précédemment. Par ailleurs, d'autres difficultés peuvent survenir pour l'élève dyspraxique s'il est le seul à travailler avec le logiciel tandis que les autres élèves travaillent dans un environnement papier-crayon.

Dans notre cadre d'analyse, les connaissances géométriques se développent dans l'intention d'agir, au sein des composantes sémiotiques et technico-figurales. Nous proposons alors de les mobiliser en exploitant les compétences préservées des élèves dyspraxiques, à savoir le langage, la mémoire et le raisonnement, dans un travail en dyade, que ce soit dans un environnement papier-crayon ou dans un environnement technologique. L'élève dyspraxique

pourrait alors activer son intention d'agir, en donnant des instructions à l'autre, il éprouverait l'action réalisée en l'observant, sans se préoccuper des caractéristiques manipulatoires fines et il bénéficierait ainsi d'une rétroaction conforme à son projet de l'action. Nous avons expérimenté ces modalités de travail hors classe avec deux élèves dans notre travail de thèse (Petitfour, 2015). Les résultats sont prometteurs quant aux effets sur l'accès à des apprentissages géométriques pour les élèves dyspraxiques.

### Références

Jeannerod, M. (2011). *La Fabrique des idées*. Odile Jacob sciences.

Mazeau, M. (2008). *Conduite du bilan neuropsychologique chez l'enfant*. Elsevier.

Mazeau, M., Pouhet, A. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant. Du développement typique aux « dys- »*. 2ème édition. Elsevier Masson.

Perrin-Glorian, M.-J., Godin, M. (2014). De la reproduction de figures géométriques avec des instruments matériels à leur caractérisation par des énoncés. *Math-Ecole*, 222, 28-38.

Petitfour, E. (2015). *Enseignement de la géométrie à des élèves en difficulté d'apprentissage : étude du processus d'accès à la géométrie d'élèves dyspraxiques visuo-spatiaux lors de la transition CM2-6ème*. Thèse de doctorat, Université Paris 7.

Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.

Men (2015). Bulletin Officiel spécial n°11 du 26 novembre 2015.

## LA DERNIÈRE CRÊPE DE LA PILE

Florence a fait des crêpes pour ses jumeaux. Ils ont devant eux une pile de 22 crêpes bien appétissantes, mais ils ne savent pas qui doit commencer à se servir. Ils décident de faire un jeu dont voici la règle :

On se sert chacun à son tour et on choisit de prendre 1 ou 2 crêpes.

Celui qui prend la dernière crêpe de la pile a gagné.

A votre avis, vaut-il mieux se servir en premier ou pas ? Pourquoi ?

Réponse ici :

