
QUEL ACCOMPAGNEMENT EN GÉOMÉTRIE POUR DES ÉLÈVES DYSPRAXIQUES ?

Édith PETITFOUR

LDAR (EA 4434), Université Rouen Normandie, UA UPC UPD UPEC

Résumé : Nous présentons les effets d'un enseignement « ordinaire » de la géométrie sur des élèves dyspraxiques de cycle 3, à partir de nos observations de l'activité autonome de tels élèves confrontés aux mêmes types de tâche de construction instrumentée, et dans les mêmes conditions que les élèves « standards ». Nous introduisons alors une catégorisation des aides pouvant être apportées à ces élèves lors de séances de géométrie, en lien avec les connaissances et compétences mises en jeu dans des constructions instrumentées. Cette catégorisation nous permet d'une part d'analyser le rôle des accompagnants d'élèves dyspraxiques dans des pratiques effectives lors de séances de géométrie, d'autre part d'envisager un accompagnement susceptible de permettre l'enseignement et l'apprentissage de la géométrie pour ces élèves.

Mots clés : dyspraxie - aide humaine - enseignement de la géométrie - Accompagnant d'Elèves en Situation de Handicap.

INTRODUCTION

L'enseignement de la géométrie plane à l'école primaire et en début de collège s'appuie sur des expériences dans le monde sensible (manipulation de formes, pliage, travail expérimental avec calque) et sur des constructions instrumentées. Les programmes du cycle 3 (MEN, 2015) privilégient des situations portant sur des objets géométriques avec des types de tâches qui nécessitent l'utilisation d'instruments (reconnaître, nommer, comparer, vérifier, décrire, reproduire, représenter, construire). Les activités de construction instrumentée ont pour objectif annoncé « *de faire émerger des concepts géométriques (caractérisations et propriétés des objets, relations entre les objets) et de les enrichir* » (MEN, 2015, p. 210). Ces activités constituent un moyen d'amener les élèves à l'acquisition de connaissances géométriques. Elles leur permettent d'exercer leur raisonnement à travers la mobilisation des connaissances requises. Cependant, cela ne fonctionne pas ainsi pour les élèves dyspraxiques, à cause de leur handicap. Ces élèves ne sont pas en mesure d'exécuter des actions avec des instruments de façon efficace, ainsi que peut le laisser entendre cette définition de la dyspraxie :

Sur le plan neuropsychologique, la dyspraxie est un trouble de la planification spatiale et temporelle de l'action intentionnelle et finalisée qui se traduit par une anomalie de la réalisation gestuelle (Mazeau, 2008, p. 94). Dans le cadre de notre recherche visant à trouver des moyens d'enseigner la géométrie à l'école primaire aux élèves dyspraxiques¹ autrement qu'en les confrontant à des manipulations d'instruments (Petitfour, 2015), nous avons été amenée à faire

¹ La prévalence est de 5 à 8 % selon les critères retenus, avec un sex-ratio très défavorable aux garçons (2 à 7 fois plus atteints selon les études) dans les dyspraxies développementales. (Mazeau & Pouhet, 2014).

des observations de tels élèves inclus en milieu ordinaire lors de séances de géométrie, certains d'entre eux bénéficiaient de l'aide d'un Auxiliaire de Vie Scolaire en classe.

Dans cet article, nous questionnons les aides à apporter par ces accompagnants missionnés pour compenser le handicap des élèves dans le cadre d'une inclusion scolaire. Nous commençons par exposer les effets d'un enseignement « ordinaire » de la géométrie sur des élèves dyspraxiques en relatant des difficultés qu'ils rencontrent en classe et que l'on peut imputer à leurs troubles. Nous introduisons ensuite un cadre d'analyse de l'action instrumentée permettant d'une part d'identifier les connaissances et compétences en jeu dans des tâches de construction instrumentée, d'autre part de catégoriser des aides qui peuvent être apportées aux élèves dans ce type de tâches. Nous étudions enfin l'accompagnement d'élèves dyspraxiques par une « aide humaine » en analysant deux épisodes, l'un extrait d'une séance où un élève dyspraxique, inclus en classe ordinaire, est accompagné par une Auxiliaire de Vie Scolaire, l'autre extrait de l'évaluation d'un dispositif de travail en dyade que nous avons expérimenté (Petitfour, 2015).

EFFETS D'UN ENSEIGNEMENT ORDINAIRE DE LA GÉOMÉTRIE SUR LES ÉLÈVES DYSPRAXIQUES

En conséquence d'une approche de la géométrie plane par des tâches de construction instrumentée, les élèves dyspraxiques rencontrent des échecs importants dans ce domaine. Nous en faisons l'inventaire dans cette partie, dans le but de permettre une meilleure compréhension des conséquences de leur handicap dans les apprentissages, lorsqu'ils doivent utiliser leurs instruments de géométrie comme on l'attend d'élèves « standards » en classe ordinaire.

Les productions présentées et les difficultés décrites dans ce qui suit sont issues de nos observations de l'activité d'élèves dyspraxiques de 9-11 ans lors de séances de géométrie en classe, de la consultation de leurs cahiers et bulletins scolaires au cours de leur scolarité, ainsi que d'entretiens avec des adultes dyspraxiques à propos de leurs difficultés scolaires. Nous donnons aussi un éclairage sur les troubles des élèves en appui sur les bilans réalisés par des professionnels des domaines médicaux et paramédicaux (neuropsychologue, médecin, psychomotricien, ergothérapeute, orthoptiste) en vue d'un repérage de leur handicap. Signalons que les difficultés présentées peuvent être cumulées chez un même élève diagnostiqué dyspraxique ou être présentes à des degrés divers. La dyspraxie, en effet, est constituée d'un ensemble de symptômes ayant une intensité variable en fonction des individus² (Mazeau & Le Lostec, 2010).

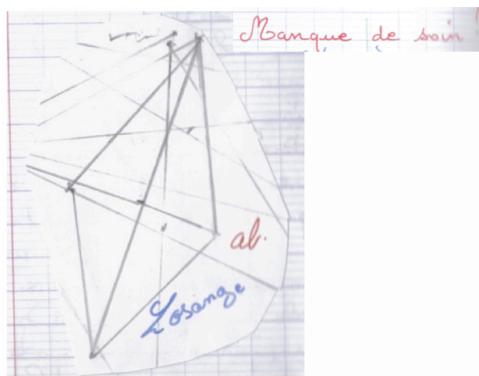
Productions graphiques

Dans une activité de tracé, la dyspraxie se révèle par le constat d'une discordance entre l'intention d'une action avec un instrument et son résultat (Mazeau, 2008). Nous l'illustrons en relatant trois essais successifs réalisés par un élève dyspraxique de dix ans à qui nous avons demandé de relier par un segment deux points donnés, à l'aide d'une règle (Petitfour, 2017a). Au premier essai, la règle est placée très en dessous des deux points (elle passe à 2 mm des deux points), mais elle est bien maintenue et la ligne tracée est droite. Au deuxième essai, la règle, bien positionnée au départ, bouge au moment du tracé (mauvais dosage dans la pression de

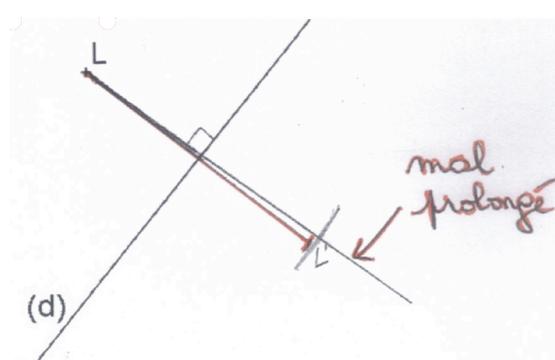
² « Les bilans des différents professionnels visent à préciser l'existence et l'importance du trouble constructif proprement dit ; du trouble spatial, quelquefois au premier plan de la pathologie ; d'anomalies du développement des fonctions du regard (fixation, exploration, poursuite, saccades) et d'anomalies de constitution du schéma corporel (y compris notions de droite et de gauche, etgnosies digitales) ; de possibles troublesgnosiques visuels ; quelquefois d'anomalies comportementales. » (Mazeau & Le Lostec, 2010, p. 8).

stabilisation de la règle par la main non dominante) : elle ne passe que par un des deux points, la ligne tracée est droite, elle suit la règle, mais elle est achevée à main levée pour atteindre le deuxième point. Au troisième essai, la règle est bien positionnée et bien maintenue, mais le tracé démarre un peu après le premier point et s'achève plus loin que le deuxième. À la fin de chaque essai, l'élève constate que le tracé obtenu n'est pas le tracé voulu et il repère bien ce qui ne convient pas, il ajuste son action, mais il échoue autrement. Il ne parvient pas à gérer simultanément les contraintes qui mèneraient immédiatement à la production souhaitée. Il arrive aussi qu'il réussisse son tracé du premier coup, mais cette performance ne devient jamais une régularité, la qualité de ses productions reste fluctuante au cours du temps. Cette tâche de tracé d'un segment demande beaucoup d'efforts à l'élève dyspraxique car elle n'est pas automatisée, et ce, en dépit d'un apprentissage normal et d'un entraînement (Mazeau & Le Lostec, 2010). En situation de classe, cette tâche demanderait encore plus d'efforts car l'élève, à chaque fois, aurait à gommer l'essai échoué avant de retenter un tracé. Gommer, tâche banale et routinière pour l'élève standard, mais pas pour l'élève dyspraxique qui doit de façon consciente coordonner ses deux mains : tenir le support de la main non dominante pour qu'il ne se froisse pas, pendant que la main dominante parcourt le trait avec la gomme.

Les tracés aux instruments réalisés par les élèves dyspraxiques sont rarement jugés satisfaisants par les enseignants qui, dans leurs appréciations, notent une grande imprécision, constatent un mauvais tracé ou soulignent un manque de soin. Les élèves eux-mêmes sont conscients de leurs piètres productions, fruit pourtant de nombreuses tentatives. Très souvent en effet, dans l'environnement papier-crayon, le dessin effectué se présente sur un fond d'essais mal gommés, avec des écarts perceptibles à l'œil nu au niveau de la mesure des longueurs ou des angles (de plusieurs millimètres ou degrés) et avec des imprécisions au niveau des relations d'incidence (par exemple, les points sont un peu à côté des lignes sur lesquelles ils devraient être). Les carrés tracés ne ressemblent pas perceptivement à des carrés, les droites parallèles sont visiblement sécantes sur le dessin, les alignements ne sont pas respectés, *etc.* Le résultat obtenu est imprécis et brouillon, il n'est par conséquent exploitable ni comme support d'apprentissage pour l'élève, pour mémoriser des représentations de figures de référence ou des propriétés géométriques, ni comme support pour des vérifications de propriétés géométriques, pour l'émission de conjectures ou pour le raisonnement. Par exemple, nous pouvons voir sur la figure 1 de telles productions réalisées par une élève dyspraxique qui, même si elle a mis en œuvre des techniques de constructions correctes, obtient des tracés qui ne conviennent pas : à gauche, un losange construit avec une équerre et une règle graduée, à partir du tracé des diagonales, à droite le symétrique d'un point par rapport à une droite construit avec une équerre et un compas.



Élève M (CM1, 9 ans)

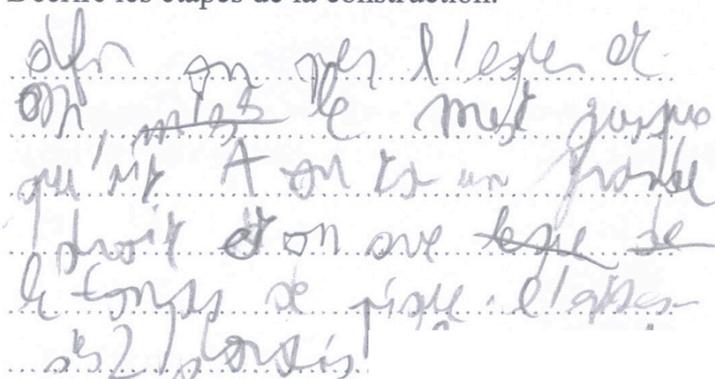


Élève M (6^e, 11 ans)

Figure 1 : Constructions instrumentées réalisées par une élève dyspraxique.

Certains élèves dyspraxiques peuvent également peiner dans l'écriture manuscrite et avoir une très mauvaise calligraphie. L'écriture semble négligée, mais surtout, elle est illisible pour autrui tout comme pour l'élève lui-même. Toute communication par l'écriture est donc compromise, ainsi que l'on peut le constater sur la figure 2.

Décrire les étapes de la construction.



On se sert d'une règle et
on mesure le motif jusqu'à
qu'on ait un point
droit et on a une ligne de
la longueur de la règle. Les étapes
sont alors :

Figure 2 : Production d'un élève dysgraphique de 11 ans.

Difficultés rencontrées

Les difficultés qui conduisent les élèves dyspraxiques aux productions non satisfaisantes que nous venons de décrire apparaissent à différents niveaux.

AU NIVEAU MANIPULATOIRE

Tout d'abord, l'élève dyspraxique se montre extrêmement maladroit dans la manipulation corporelle de ses instruments de géométrie. Ses gestes sont saccadés, non modulés, la vitesse des mouvements n'est pas contrôlée, la coopération des mains est malhabile. Cela conduit à des positionnements d'instruments très approximatifs (règle mal ajustée sur un segment à prolonger), à des appuis mal dosés (la pointe du compas bouge car la pression donnée sur la branche de la mine est plus forte que sur la branche de la pointe), et à des tenues d'instruments inadaptées (doigts qui dépassent du bord de la règle le long duquel il faut tracer, main qui empêche la lecture des graduations de la règle dans le cas d'une mesure de longueur d'un segment). Le même type de difficultés manipulatoires apparaît dans l'utilisation de ses outils scolaires (paire de ciseaux, colle, gomme, taille-crayon, stylos). L'élève dyspraxique se montre incapable de mener habilement des tâches de découpage, pliage ou collage malgré l'énergie qu'il y consacre. Au niveau de l'activité géométrique, il n'est pas en mesure, par exemple, de réussir une vérification de symétrie de figures par pliage. Au niveau des tâches scolaires, s'il est besoin par exemple de découper et coller un document, il est possible qu'il y consacre tout le temps imparti à l'activité principale. Au final, il obtiendra des documents aux contours mal découpés, qui finiront pour beaucoup en « feuilles volantes décollées » placées au hasard entre deux pages d'un cahier.

Ensuite, l'élève dyspraxique semble dépourvu de tout bon sens pratique, par exemple lorsqu'il gomme sans maintenir son support ou alors en maintenant sa règle sur le trait qu'il essaie d'effacer. Il est capable de surinvestir les conseils qui lui sont donnés comme pour ce qui est de tracer avec un crayon bien aiguisé, taillant et retaillant son crayon très fréquemment et sur une

durée démultipliée, parce que la mine casse sans cesse, se coince dans le taille crayon ou parce que le taille crayon se renverse.

Enfin, l'élève dyspraxique n'arrive pas à organiser et à mettre en œuvre des séquences de gestes nécessaires à la manipulation d'un instrument. Mme A, adulte dyspraxique, témoigne ainsi de ses souvenirs de l'utilisation de l'équerre lorsqu'elle était à l'école :

L'équerre, j'avais du mal à, il fallait que je la tournicote dans tous les sens, parce que je n'arrivais pas à utiliser le, à vraiment bien identifier le coin et l'endroit où il fallait le poser... Tu es capable, tu sais, comme un hamster dans une roue, tu vas la tourner dix fois avant de te dire « Mais dans quel sens il faut que je la mette, quoi ? ». C'est un truc, ça te rend chèvre, tu n'as pas, c'est comme si t'avais pas le schéma d'utilisation, y'a un truc qui « bugue » quoi et t'arrives pas à identifier quoi, du coup, t'oses pas dire, parce que t'as l'air un peu neuneu quand même [...]. Tu sais ce que tu veux faire, mais ça se brouille dans ta tête, t'as plus aucun indice, tu n'as plus rien, tu n'y arrives pas.

L'élève dyspraxique reste parfois ainsi hébété avec l'instrument en main à ne pas savoir comment s'en servir ou à faire de multiples tentatives malheureuses. Il semble ne pas parvenir à intégrer le mode d'emploi de l'instrument. Il se retrouve toujours comme s'il était en phase d'apprentissage lorsqu'il le manipule. Il est capable de parvenir à la réussite d'un tracé s'il dispose de temps pour recommencer lorsqu'il échoue, s'il est persévérant, et surtout s'il possède encore des ressources attentionnelles suffisantes. Ainsi, quand il utilise sa règle, il fait autant d'efforts et d'essais pour tracer le trait qu'il souhaite obtenir lorsqu'il est en sixième que lorsqu'il était au cours préparatoire. La maîtrise de ces manipulations instrumentées n'est pour lui jamais totalement acquise ; même s'il progresse, lentement, l'écart par rapport à la norme s'accroît, ses difficultés deviennent inavouables pour lui et inconcevables pour l'enseignant.

AU NIVEAU ORGANISATIONNEL

L'élève dyspraxique est également confronté à des difficultés d'ordre organisationnel. Un défaut d'organisation le conduit fréquemment à ne pas disposer de façon rapide en classe de son matériel (crayon, équerre, etc.) : son activité se réduit alors soit à ne pas savoir comment se le procurer et à attendre, soit à le chercher, de façon désordonnée, en retournant toutes ses affaires dans son sac ou sur la table. Pendant ce temps, les autres élèves réalisent leur construction si bien qu'un décalage se crée entre l'activité de la classe et celle de l'élève dyspraxique. Les explications qui font suite sont perdues pour l'élève dyspraxique s'il décide de faire la construction une fois son matériel trouvé, puisqu'il ne peut à la fois être concentré sur la manipulation des instruments et sur l'écoute de l'enseignant ; ou alors elles lui sont moins accessibles, s'il décide d'écouter et de ne pas faire la construction, puisqu'elles se réfèrent à des techniques et raisonnements qu'il n'a pas eu l'occasion d'élaborer. Ce manque d'organisation important est une constante au cours de la scolarité des élèves. Par exemple, sur le dossier scolaire de CE1 de l'élève M, il est écrit :

« Incapacité à organiser son matériel qui s'étale sur, sous la table. L'élève M manque d'organisation et de méthodes, elle perd toujours du temps car son matériel est extrêmement désorganisé et en fouillis ».

Et en sixième, nos observations peuvent attester que rien n'a changé pour elle, si ce n'est peut-être que l'enseignant de collège y est moins vigilant, considérant cette organisation comme acquise.

Un défaut d'organisation conduit aussi à des constructions sur des supports instables avec comme conséquence un tracé échoué : échoué parce que la « règle bouge » lorsqu'elle est en

déséquilibre sur le grand cahier d'exercices posé sur une table encombrée par la trousse et son contenu étalé, par les instruments de géométrie, par le livre, et par le cahier de cours ; échoué parce que « l'équerre bascule » lorsqu'elle est moitié sur le bas du cahier, moitié dans le vide ; échoué parce que le « compas dérape » lorsque le support est une feuille de papier posée sur la table dans laquelle la pointe du compas n'a pas d'accroche, *etc.*

Pour ce qui est de l'organisation des tracés sur le support, des difficultés dans la représentation spatiale pour certains, des troubles visuo-spatiaux pour d'autres empêchent également toute anticipation d'une occupation rationnelle de l'espace de la feuille de papier. Les tracés devront être refaits parce qu'il faudrait sinon « sortir de la feuille » pour les terminer ou alors parce qu'ils se chevaucheraient avec d'autres figures ou avec du texte. Lorsqu'aucune contrainte de dimension n'est donnée, les tracés peuvent être démesurés, peu lisibles lorsqu'ils sont trop grands ou lorsqu'ils sont trop petits ou encore avec des codages (égalités de longueur, angles droits, noms d'objets géométriques) disproportionnés par rapport à la figure.

Nous illustrons ces difficultés organisationnelles avec l'exemple d'un tracé de prolongement d'un segment perpendiculaire à une droite, réalisé à l'équerre par l'élève C, dyspraxique visuo-spatial, en classe de sixième (figure 3).

Tout d'abord, l'élève C a oublié son équerre ; il en utilise une qui lui a été prêtée mais qui est plus épaisse que la sienne : cela contribue à perturber son tracé.

Ensuite, sa figure est placée près de la tranche de son cahier, et en bas : il ne parvient pas à positionner sa main, ni son instrument de façon stable, l'équerre bascule sans cesse, il ne réussit pas à la positionner comme il le souhaite et ne trouve pas de solution à cela ; il essaie de tracer malgré tout et échoue.



Figure 3 : Utilisation de l'équerre par l'élève C.

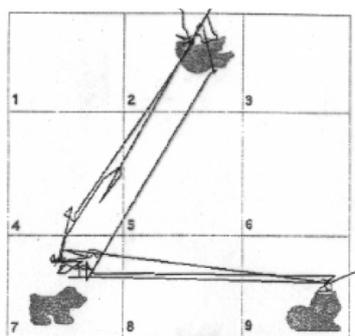
AU NIVEAU VISUO-SPATIAL

Les élèves dyspraxiques ont aussi très fréquemment des troubles des fonctions visuo-spatiales qui perturbent leur analyse visuelle des objets et mènent à une représentation spatiale défectueuse. Ils se trouvent dans l'incapacité de se représenter des relations spatiales (positions relatives, orientation, direction). L'orientation du regard, non guidée par une stratégie spatiale fiable, provoque des difficultés dans la lecture d'un texte, dans les tâches de dénombrement, et également dans l'analyse visuelle de dessins (Mazeau & Pouhet, 2014). Nous illustrons ces anomalies du regard par la représentation des saccades oculaires de deux sujets (un sujet normal et un sujet présentant des troubles de l'oculomotricité) explorant visuellement un support avec trois pictogrammes (figure 4).

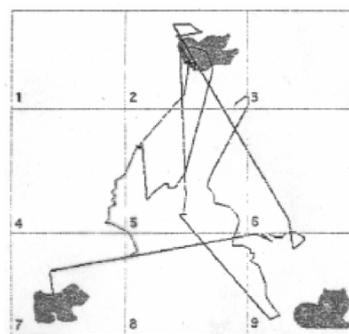
Les yeux du sujet présentant des troubles de l'oculomotricité n'explorent pas le support de façon organisée, ils vont de façon aléatoire d'un endroit à un autre. Dans des activités de dénombrement, des objets pourront être comptés plusieurs fois tandis que d'autres seront ignorés : les troubles visuo-spatiaux empêchent de faire fonctionner le schème d'énumération avec le regard. Cela a des conséquences en géométrie si l'élève est amené à travailler en comptant des carreaux sur un support quadrillé, ou encore s'il doit prendre en compte différents points placés sur une feuille pour les relier. Ce manque de contrôle du regard perturbe aussi la

lecture d'un texte écrit. En effet, le regard ne parvient pas à suivre de façon organisée les lignes de gauche à droite, avec retour à la ligne ; il se perd dans le texte s'il n'y a pas un contrôle volontaire. Ce contrôle entraîne de l'épuisement, mais surtout empêche l'accès au sens de l'écrit, ce qui a une incidence en géométrie si l'énoncé est donné sous forme rédigée. Enfin, les figures géométriques seront difficilement perçues dans l'organisation spatiale des lignes et des points qui les constituent.

Les yeux ne peuvent pas explorer la figure, ou le modèle, de façon cohérente et régulière. Ils « sautent » sans logique d'un endroit à un autre, se posant à plusieurs reprises sur certains secteurs et en ignorant d'autres, sans percevoir l'ensemble ni l'organisation spatiale des diverses parties (Mazeau in Crouail, 2009, p. 60).



Sujet normal (9 ans)



Sujet avec troubles de l'oculomotricité (10 ans)

Figure 4 : Déplacement monoculaire lors de l'exploration visuelle (extrait de Riss, 1999).

Dans son appréhension d'une figure géométrique, l'élève dyspraxique visuo-spatial doit donc, avant tout, tenter de ne pas se laisser parasiter par la perception incohérente, non stable et parcellaire qu'il en a.

Conséquences des troubles de l'élève dyspraxique

Ce qui constitue le plus grand handicap de l'élève dyspraxique, au-delà de cette fatigue insoupçonnée engendrée dans les domaines qui dysfonctionnent, au-delà de son apparente maladresse, de sa lenteur et de ses fréquents échecs dans les tracés, est la situation de double tâche dans laquelle il est très souvent placé.

Lorsque l'on doit conduire deux (ou plusieurs) tâches simultanément, ce qui est le cas le plus fréquent, il est nécessaire qu'au moins une des deux tâches soit automatisée pour permettre leur réalisation dans de bonnes conditions. Si aucune des deux tâches n'est automatisée (ne peut se dérouler sans contrôle attentionnel ou ne réclame que très peu de contrôle), alors les deux tâches sont ratées (alors que chacune, séparément, aurait pu être conduite de façon satisfaisante) (Mazeau & Le Lostec, 2010, p. 20).

Nous pouvons donc penser que, dans l'action instrumentée, l'élève dyspraxique perdra de vue l'aspect géométrique de l'activité, empêtré qu'il sera dans des tâches matérielles qui nécessiteront un contrôle conscient de chaque étape. Entièrement accaparé par des difficultés purement manipulatoires et/ou perceptives, et s'épuisant dans un contrôle rarement efficace de la réalisation de son action, il ne sera pas en mesure d'exercer son raisonnement, alors qu'il en a les moyens conceptuels. La dyspraxie en effet n'altère en rien l'intelligence. L'élève dyspraxique possède des capacités d'abstraction et de raisonnement qui lui permettraient d'accéder au

concept, seulement il ne peut en tirer parti s'il doit réaliser des tracés aux instruments. Ainsi, ces tâches praxiques dans lesquelles il ne sera jamais performant l'empêchent d'accéder aux connaissances géométriques visées.

Cette absence d'automatisation constitue un handicap caché pour ces élèves alors en incapacité de réussir une double tâche. Par exemple, des tâches telles que tracer une ligne le long d'une règle en la maintenant, ou faire tourner un compas en exerçant une pression adaptée, nécessiteront en permanence un contrôle volontaire extrêmement coûteux pour ces élèves, toutes leurs ressources attentionnelles et cognitives seront mobilisées au détriment du raisonnement qu'ils seraient pourtant en capacité d'exercer.

Nous avons illustré les difficultés des élèves dyspraxiques avec des constructions géométriques réalisées dans l'environnement papier-crayon. Un travail dans un environnement technologique permettra certes un allègement des aspects manipulatoires et organisationnels, avec une implication corporelle réduite et une organisation des tâches facilitées. Cependant, les difficultés persisteront (ou seront accentuées), en particulier avec la sollicitation d'une coordination œil-main et d'une analyse visuelle des tracés rendue plus complexe par les traits de construction plus importants. La construction instrumentée ne peut donc pas produire les effets attendus sur les apprentissages géométriques pour les élèves dyspraxiques. Mazeau & Le Lostec (2010), spécialistes en neuropsychologie, soulignent qu'à l'école, l'enfant dyspraxique est très souvent mis en difficulté par la méthode d'enseignement, le matériel pédagogique utilisé, et non par les connaissances ou le concept à acquérir. Il est donc vain de persévérer dans les techniques d'enseignement habituelles :

Être dyspraxique, c'est donc être dans l'incapacité (totale ou partielle) d'inscrire cérébralement certains « programmes gestuels », en dépit d'une exposition et/ou d'un apprentissage normal des gestes considérés. Il en découle donc, lorsque le diagnostic de dyspraxie est porté, qu'il est inutile de continuer à proposer sans fin les mêmes apprentissages à l'enfant par les techniques habituelles, puisque justement, sa pathologie consiste en ce fait que, malgré la répétition et l'entraînement, il ne peut engrammer la ou les praxie(s) correspondantes (Mazeau, 2008, p. 95).

Tout cela nous amène à conclure à la nécessité d'un enseignement adapté en géométrie pour les élèves dyspraxiques. Depuis la loi du 11 février 2005, « Loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées », les élèves présentant des difficultés scolaires durables en raison d'un trouble des apprentissages, et pour lesquels la Maison Départementale des Personnes Handicapées (MDPH) s'est prononcée sur la situation de handicap, peuvent bénéficier de matériel pédagogique adapté et d'une aide humaine en classe. Il n'est pas rare que des élèves diagnostiqués dyspraxiques bénéficient d'un Accompagnant d'Élève en Situation de Handicap (AESH), anciennement appelé Auxiliaire de Vie Scolaire (AVS), dans le cadre d'une inclusion scolaire. Nous nous intéressons dans la suite du texte au rôle que pourrait avoir cette « aide humaine » dans l'accompagnement d'un élève dyspraxique en classe pour rendre possible des apprentissages en géométrie.

CADRE D'ANALYSE DE L'ACTION INSTRUMENTÉE

Nous présentons tout d'abord le cadre théorique élaboré dans la perspective 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 des tâches de construction instrumentée (Petitfour, 2015). Ce cadre s'appuie sur deux approches des sciences cognitives (Mazeau & Pouhet, 2014 ; Rabardel, 1995). Il nous permet d'étudier les actions requises dans des tâches de construction géométrique, d'identifier les connaissances et compétences en jeu et de catégoriser

des aides qui peuvent être apportées aux élèves dans ce type de tâches.

Action instrumentée

Une construction géométrique nécessite un enchaînement d'actions à réaliser avec des objets techniques (instruments de géométrie matériels, outils d'un logiciel de géométrie dynamique). De ces actions résulte la production d'objets graphiques (traces sur une feuille de papier ou sur un écran) qui ont des caractéristiques graphiques et spatiales rendant compte de propriétés géométriques. Nous appelons « action instrumentée » l'action d'un sujet qui, dans son environnement de travail, utilise corporellement un objet technique pour produire ou pour analyser un (ou des) objet(s) graphique(s) représentant un (ou des) objet(s) géométrique(s). Par exemple, le tracé d'une droite avec une règle (production d'un trait droit représentant la droite) ou la vérification d'un alignement de trois points avec une règle (analyse d'une relation entre trois points) sont des actions instrumentées. L'exécution d'actions instrumentées active des relations entre objets géométriques, objets graphiques, objets techniques, corps du sujet et environnement de travail. Nous explicitons ces relations, représentées par des doubles-flèches et synthétisées sur la figure 5, en illustrant notre propos avec le tracé d'une droite (AB) dans l'environnement papier-crayon, A et B étant deux points donnés.

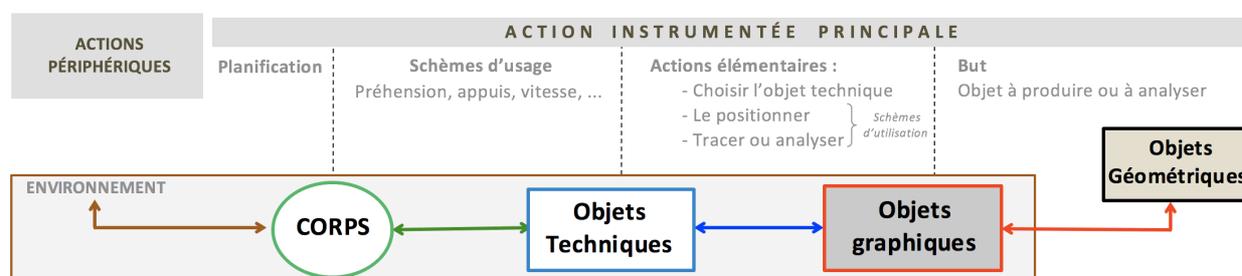


Figure 5 : Action instrumentée.

L'intention de produire ou d'analyser un objet graphique représentant un objet géométrique engendre le projet d'utiliser un objet technique. Ce projet se décline en trois actions élémentaires :

- choisir l'objet technique,
- le positionner par rapport à des objets graphiques,
- tracer (un trait droit, une ligne circulaire) ou analyser (lecture de graduations pour prélever une mesure, appréciation d'un alignement).

Par exemple, pour représenter la droite (AB) dans l'environnement papier-crayon, le sujet envisage de prendre une règle dans l'intention d'en utiliser un bord droit, il projette ensuite de placer ce bord sur les points A et B , en laissant une partie de la règle de part et d'autre des points, il conçoit enfin de tracer un trait le long du bord de la règle, en commençant avant un point et en allant au-delà de l'autre.

La mise en œuvre concrète de l'action instrumentée est programmée en fonction des capacités corporelles du sujet et des caractéristiques matérielles de l'objet technique. Il s'agit d'une organisation spatiale et motrice concernant la manipulation corporelle de l'objet technique : préhension, appuis, vitesse de tracé, position des mains, etc. Simultanément, une planification de l'action — organisation temporelle des différents mouvements — s'élabore (Mazeau & Pouhet, 2014). Par exemple pour le tracé de la droite (AB), le sujet doit d'abord atteindre et saisir une

règle (allonger sa main, préfigurer la prise nécessaire pour la saisir de façon la plus opportune). Il doit ensuite effectuer des mouvements pour positionner la règle selon différents schèmes d'usage possibles : ajustements successifs en glissant la règle tenue par les deux mains ou alors placement de la mine du crayon sur un point, avec la main dominante, puis placement de la règle contre la mine et pivotement jusqu'à l'autre point, avec l'autre main. Il doit enfin maintenir la règle, avec la main non dominante, doigts écartés sur la partie centrale de la règle et en ne dépassant pas le bord, pendant que la main dominante trace le long de la règle. La vitesse de tracé doit être contrôlée pour pouvoir arrêter à temps (le trait ne doit pas aller au-delà de la règle). La posture du corps doit permettre de voir le trait durant sa réalisation.

Une action instrumentée (principale) est dépendante d'actions périphériques comme se procurer l'objet technique, l'apprêter, apprêter la surface de travail. Par exemple, pour le tracé de la droite, le sujet doit éventuellement sortir sa règle de sa pochette de rangement et aiguiser son crayon, la feuille de tracé doit être posée sur une surface plane et l'espace autour doit être dégagé pour que la règle puisse être aussi posée à plat sur la feuille.

Connaissances et compétences en jeu

Plusieurs types de connaissances sont en jeu dans la réalisation d'une action instrumentée :

- des connaissances géométriques, relatives à la définition des objets géométriques et aux relations qui doivent exister entre eux (appartenance, perpendicularité, alignement, *etc.*). Par exemple, pour le tracé de la droite (AB), il faut savoir que deux points distincts suffisent à caractériser une droite, qu'une droite est infinie.
- des connaissances graphiques, relatives aux informations graphiques pertinentes à prélever visuellement sur un objet graphique et à leur interprétation géométrique. Elles sont aussi relatives aux symboles et aux notations. Par exemple, pour le tracé de la droite (AB), il faut savoir qu'un point est représenté par une croix à côté de laquelle est écrit son nom et qu'il se situe graphiquement à l'intersection des branches de la croix. Il faut savoir qu'une droite n'est représentée qu'en partie, par un trait droit dont la longueur n'a pas d'importance et qui peut être prolongé comme l'on veut. Il faut savoir enfin que pour représenter une droite passant par deux points, les extrémités du trait tracé doivent au moins aller de part et d'autre des deux points.
- des connaissances techniques, relatives à la fonction de l'objet technique et à ses schèmes d'utilisation construits dans les processus de genèse instrumentale (Rabardel, 1995). Dans l'exemple du tracé avec la règle, la fonction sollicitée pour cet instrument est celle de permettre le tracé de traits droits. Les schèmes d'utilisation consistent à fixer la règle sur le lieu du tracé souhaité et à tracer le long de la règle avec le crayon.

Plusieurs types de compétences sont également en jeu dans la réalisation d'une action instrumentée :

- des compétences visuo-spatiales concernant la capacité à réaliser une analyse visuelle pour prélever des informations spatiales (repérage d'entités graphiques, repérage de parties de l'objet technique, repérage de parties corporelles, repérage d'éléments de l'espace extracorporel). Elles concernent aussi la capacité à se représenter des relations spatiales et à les interpréter (anticiper la position relative de l'objet technique, des objets graphiques et du corps, anticiper la production graphique finale sur le support). Pour le tracé de la droite (AB) par exemple, il faut repérer les deux points A et B , anticiper le lieu du tracé pour placer la règle, effectuer des choix pour pouvoir réaliser le tracé dans une position confortable (par exemple éviter un croisement de mains pour tracer).

- des compétences manipulatoires, concernant la capacité à coordonner ses mouvements et ajustements posturaux concomitants réalisés avec l'objet technique dans l'espace et concernant également la capacité à manipuler l'objet technique avec précision et de manière efficace tant sur le plan matériel que sur le plan corporel dans l'espace de travail. Pour le tracé de la droite (AB) à la règle, il faudra par exemple une posture du corps adaptée, un certain dosage dans les appuis et la vitesse de tracé.
- des compétences organisationnelles, concernant la capacité à planifier ses actions en concevant l'organisation selon un plan déterminé. Cette organisation concerne l'action instrumentée principale ainsi que les actions périphériques.

Catégorisation des aides en géométrie

Dans une tâche de construction instrumentée donnée à un élève, nous appelons « aide » toute intervention d'un tiers conduisant à une réalisation correcte d'une action et produisant l'effet escompté. Si l'effet attendu n'est pas produit, il s'agit d'une tentative d'aide. Nous considérons aussi les interventions non nécessaires comme des aides. Les aides ont différentes intensités : forte si rien n'est laissé à la charge de l'élève, faible si l'élève est partiellement autonome, nulle si l'élève est autonome. Enfin, elles peuvent être de différentes natures, données sous forme d'actions, d'instructions langagières, de schémas ou de gestes. Nous considérons comme gestes les « gestes mathématiques », c'est-à-dire tout mouvement du corps, spontané ou délibéré, réalisé dans l'air ou sur un support, en relation avec l'activité géométrique. Nous accordons de l'importance à la production de tels gestes, en appui sur des recherches qui ont mis en évidence le rôle des gestes en lien avec le langage verbal dans les processus d'apprentissage (McNeill, 1992 ; Alibali & Goldin-Meadow, 1993 ; Valenzeno, Alibali & Klatzy, 2003).

Nous distinguons deux types d'aides, les unes, mathématiques, mettent en jeu des connaissances géométriques en lien avec le but final de l'action instrumentée — l'objet graphique représentant l'objet géométrique — et sa mise en relation avec l'objet technique. Les autres, pratiques, contribuent à l'exécution concrète et contextualisée des actions instrumentées pour produire l'objet graphique avec précision, sans mise en jeu de connaissances géométriques.

Nous présentons maintenant et illustrons d'exemples cette catégorisation des aides susceptibles d'être apportées lors de séances de géométrie.

AIDES MATHÉMATIQUES

Aide géométrique

L'aide géométrique concerne les objets géométriques, relations et propriétés à représenter. Elle est de nature langagière et/ou gestuelle. Nous relierons les intensités possibles de l'aide à ses fonctions procédurales (Robert & Vandebrouck, 2014).

Ainsi, l'aide géométrique est forte lorsqu'elle est à fonction procédurale directe : il s'agit d'indications données qui suppriment ou facilitent telle ou telle reconnaissance ou qui introduisent des étapes. Ces indications, formulées essentiellement en langage géométrique, sont extraites d'un programme de construction qui conduit à la production de l'objet graphique. Le langage peut être partiellement remplacé ou accompagné par des gestes de pointage ou de parcours d'objets graphiques déjà présents, ainsi que par des gestes sur les objets, relations ou propriétés géométriques à représenter (figure 6).

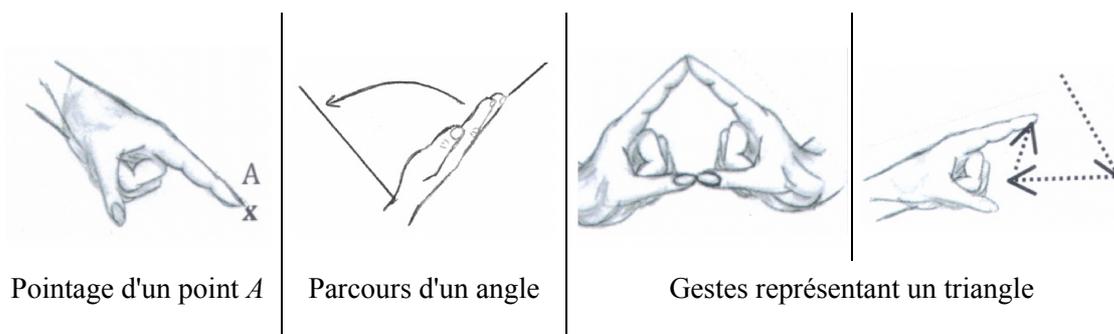


Figure 6 : Exemples de gestes pouvant accompagner un langage géométrique.

L'aide géométrique est faible lorsqu'elle est à fonction procédurale indirecte. Elle consiste à renvoyer l'élève à une technique de construction qu'il a déjà utilisée ou à des résultats du cours, sans les énoncer explicitement. Elle peut être donnée sous forme d'un questionnement qui conduit l'élève à formuler un programme de construction en langage géométrique ou à énoncer des propriétés géométriques. Elle peut être aussi donnée par des gestes, s'ils sont évocateurs pour l'élève de propriétés géométriques (Figure 7).

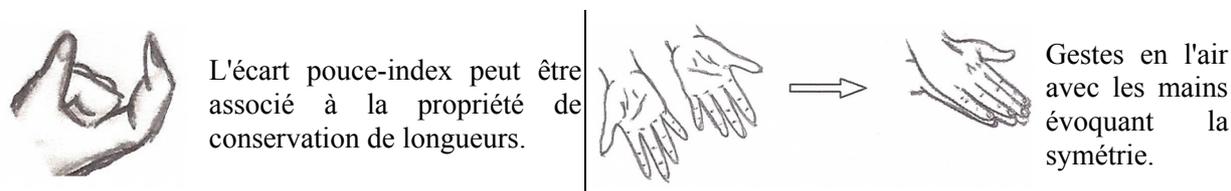


Figure 7 : Exemples de gestes évocateurs de propriétés géométriques.

Aide graphique

L'aide graphique concerne les objets graphiques à produire et les informations graphiques pertinentes à prélever ou à produire.

L'aide graphique est forte lorsqu'une information sur les objets graphiques est apportée de façon directe, faible si l'information est apportée de façon indirecte. Par exemple l'instruction « *Fais une croix pour représenter le point* » est une aide graphique forte tandis que le questionnement « *Comment fait-on pour représenter un point ?* », supposant que l'élève sache qu'un point est à représenter, est une aide graphique faible.

Aide technique

L'aide technique concerne les relations entre objets techniques et objets graphiques, indépendamment de leur matérialité et donc sans prise en compte de leurs caractéristiques physiques (épaisseur, taille, opacité, etc.). Elle est relative aux actions élémentaires introduites précédemment : choisir l'objet technique, le positionner, tracer ou analyser.

L'aide est forte si elle est réalisée sous la forme d'une action exécutée à la place de l'élève sans instruction de sa part, ou bien si des instructions sur l'action instrumentée à réaliser lui sont données, dans un langage technique géométrique (Petitfour, 2017b), éventuellement accompagné de gestes, ou encore de schémas (Figure 8).



Mime du tracé d'un cercle avec ou sans compas



Mime effectué avec l'instrument dans l'air ou de façon approximative sur un support.

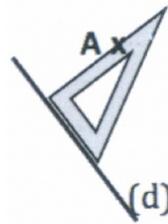


Schéma du positionnement de l'équerre

- (1) Placer un côté de l'angle droit sur la droite (d)
- (2) et l'autre côté de l'angle droit sur le point A .

Figure 8 : Exemples de gestes (à gauche) et de schéma (à droite) contribuant à une aide technique.

L'aide est faible si elle est à fonction procédurale indirecte et si elle conduit l'élève à formuler un programme de tracé ou à réaliser une action avec un objet technique. Elle peut consister également en une description langagière de l'action réalisée par l'élève : cela lui permet en effet de valider son action si elle est conforme à son intention d'agir ou peut lui suggérer une action oubliée à réaliser avec l'instrument.

L'aide est nulle si l'action est réalisée de façon autonome par l'élève mais également si elle est réalisée par un tiers qui suit les instructions de l'élève.

AIDES PRATIQUES

Les aides pratiques englobent les aspects matériels, corporels et organisationnels de la manipulation des objets techniques, pris en compte au niveau de leurs caractéristiques physiques et dans l'environnement de travail de l'élève.

L'aide est forte si la manipulation effective de l'objet technique est effectuée à la place de l'élève. Elle est faible si elle est donnée sous forme langagière, éventuellement accompagnée de gestes ou de schémas. Par exemple, elle peut consister en des recommandations telles que « *Les doigts ne doivent pas dépasser du bord de la règle* », « *Ralentis avant la fin du tracé le long de la règle* », « *Appuie plus fort sur la main qui maintient la règle que sur celle qui trace* », « *Serre la vis de ton compas* ». Ces recommandations peuvent être accompagnées de gestes ou de schémas (Figure 9).

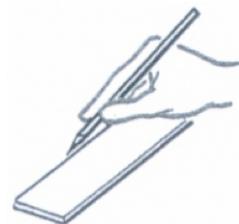
« Tiens-le par le haut, ton compas ».



Pointage du haut du compas



Bonne position



Mauvaise position

Figure 9 : Exemples d'aides pratiques.

ACCOMPAGNEMENT D'ÉLÈVES DYSPRAXIQUES EN GÉOMÉTRIE

Nous nous intéressons maintenant à l'accompagnement des élèves dyspraxiques en classe par un adulte autre que l'enseignant, missionné auprès des élèves pour les accompagner dans l'accès aux activités d'apprentissage. Ces « aides humaines », nouvellement présentes dans les classes depuis 2005, ont la tâche de contribuer, en lien avec l'enseignant, à l'adaptation des situations d'apprentissage. La complexité de ce travail est alors de réaliser des adaptations appropriées au handicap des élèves, sans dénaturer les situations d'apprentissage pour garder leur potentiel didactique.

Nous présentons dans cette partie des résultats de notre recherche (Petitfour, 2015) contribuant à opérationnaliser le rôle des accompagnants d'élèves dyspraxiques dans le cadre d'un enseignement de la géométrie plane au cycle 3. Nous présenterons l'étude de deux épisodes extraits de séances de géométrie que nous avons filmées, en analysant au sein d'un travail en dyade « élève dyspraxique - AVS », d'une part les aides (au sens des interventions définies précédemment) qui ont été apportées et d'autre part l'activité de l'élève.

Analyse d'un travail en dyade. « Élève C - AVS »

L'élève C, élève dyspraxique visuo-spatial de 11 ans, est inclus en classe ordinaire et bénéficie de l'accompagnement d'une AVS. Dans l'épisode choisi, la tâche consiste à placer un point M n'appartenant pas à une droite (d) pour ensuite tracer la droite perpendiculaire à la droite (d) passant par ce point M . Cette construction vient d'être présentée au tableau collectivement et l'enseignante demande aux élèves de la faire à leur tour sur leur feuille (support de format A5 sur lequel est déjà tracée la droite (d)). L'AVS, assise au fond de la classe à côté de l'élève C, lui apporte différentes aides pour l'accomplissement de cette tâche, tandis que l'enseignante s'adresse à la classe, puis passe ensuite individuellement auprès des élèves. La transcription de l'épisode est en annexe 1. Nous présentons une analyse des aides apportées par l'AVS à l'élève C, ainsi qu'un bilan de l'activité de l'élève C durant l'épisode étudié.

AIDES PRATIQUES

Des aides pratiques fortes sont données à l'élève C. La première lorsque l'AVS confisque le compas avec lequel il joue pendant la passation de la consigne par l'enseignante (ligne 1). Le but probable est de rendre l'élève attentif à la consigne en évitant une situation de double tâche car sinon, happé par son action parasite avec les mains, l'élève risque de ne pas se concentrer sur le sens de ce que dit l'enseignante. La seconde lorsque l'AVS ajuste l'équerre en accompagnant avec sa main la main de l'élève C dans ses mouvements pour que l'équerre soit « bien » positionnée (ligne 15) : cette aide contribue à la précision du tracé qui sera effectué. La troisième enfin lorsque l'AVS maintient l'équerre et le support tandis que l'élève C réalise le tracé le long de l'équerre (ligne 16 pour le premier tracé le long de l'équerre et ligne 19 pour le second). Cette action de l'AVS contribue à la réussite graphique du tracé voulu, en allégeant la coordination des aspects manipulatoires à mettre en œuvre.

Des aides pratiques faibles sont aussi données. La première lorsque l'AVS montre à l'élève C où placer le point sur sa feuille (ligne 2) en transmettant verbalement et gestuellement ce que l'enseignante a montré à toute la classe. Cette aide compense bien le handicap de l'élève C. Ses troubles visuo-spatiaux altèrent en effet ses possibilités de repérage spatial sur une feuille et encore plus de transposition d'une localisation sur un support présenté verticalement au support posé horizontalement sur sa table. Le point M n'appartenant pas à la droite (d) peut se situer

n'importe où dans le plan excepté sur la droite (d), cependant en pratique, un choix spatial judicieux sur le support s'impose pour l'emplacement du point M afin que la production graphique finale soit matériellement réalisable et lisible. Il faut faire en sorte que le tracé final ne sorte pas du support, qu'il ne chevauche pas un tracé existant, *etc.* Si cette première aide a des effets positifs sur les possibilités de réalisation de la tâche par l'élève C (il ne subira pas les conséquences qu'aurait eu son manque d'anticipation), ce n'est pas le cas de la seconde aide lorsque l'AVS demande à l'élève C de tailler son crayon. En outre, cette seconde aide est associée à une aide forte incitative à le conduire dans la réalisation de cette action lorsqu'elle lui donne le taille-crayon (ligne 3). Cette action de taille de crayon, à l'initiative de l'AVS (elle ne transmet pas ici une demande qu'aurait faite l'enseignante aux élèves de la classe), est coûteuse en temps et en énergie pour l'élève C dont les compétences praxiques sont fragiles. Par ailleurs, elle lui fait manquer des indications nécessaires à la construction, formulées par l'enseignante à la classe. L'élève C semble ne pas être capable de s'arrêter par lui-même dans sa tâche de taille de crayon, n'estimant jamais la mine de son crayon assez pointue. Il taille son crayon pendant 45 secondes, malgré les interventions de l'AVS pour l'interrompre (« *C'est bon va* » (ligne 5), « *Allez élève C, dépêche-toi* » (ligne 6), « *C'est bon là, c'est bon !* » (ligne 7)). Une aide forte consistant à tailler le crayon à la place de l'élève aurait été préférable.

AIDES PRATIQUES ET MATHÉMATIQUES

Certaines aides fortes données par l'AVS sont à la fois pratiques et mathématiques. Une fois le point M placé par l'élève C, l'AVS lui donne l'équerre, accompagnant cette action par l'injonction « *Maintenant, l'équerre* » (ligne 11). Il s'agit certes d'une aide pratique forte qui pallie les défauts d'organisation de l'élève C (cela lui évite de chercher cet instrument dans ses affaires, ce qui lui apporte un gain de temps vu son défaut d'organisation), mais il s'agit aussi d'une aide mathématique forte, ce dont l'AVS n'a pas nécessairement conscience. En effet, l'élève C n'est pas maître de décider de l'instrument qu'il utilisera pour tracer la perpendiculaire voulue. Derrière l'intention d'utiliser l'équerre, peuvent être activées des connaissances géométriques avec l'intention de produire un angle droit, et également des connaissances techniques, c'est-à-dire savoir que l'équerre permet de tracer un angle droit. Ces connaissances ont été prises en charge par l'AVS.

AIDES MATHÉMATIQUES

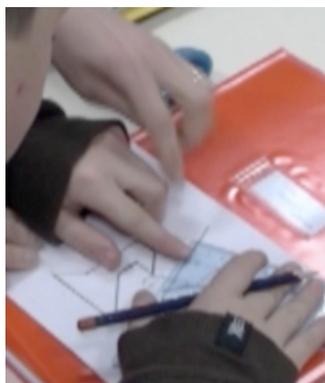
Parmi les aides mathématiques, une aide graphique forte est donnée avec une instruction sur l'objet graphique à tracer pour représenter le point M (« *Alors fais la croix* » (ligne 9)) incitant l'élève C à inscrire plus que le nom du point pour le représenter. L'AVS transmet ainsi une connaissance graphique, rappelée par l'enseignante quelques instants plus tôt à la classe pendant que l'élève C taillait son crayon, en la restreignant toutefois à l'injonction de la trace graphique (une croix), et donc sans explicitation du lien qu'avait fait l'enseignante avec l'objet géométrique (« *un point, il faut une petite croix pour le signaler, pas juste le nom* » (ligne 5)). L'élève C, accaparé par la tâche périphérique d'apprêt de son crayon, n'a pu bénéficier directement de cette information donnée par l'enseignante. Au vu de la production — la lettre « M » placée entre la croix et le trait représentant la droite (d), l'aide apportée aurait pu être complétée par l'indication d'une localisation appropriée de la croix par rapport à la graphie du nom du point pour ne pas que le tracé passe sur la lettre ensuite. Enfin, une autre aide graphique forte est donnée par l'AVS avec l'instruction du codage de l'angle droit, formulée par « *Tu peux mettre ton angle droit* » (ligne 21) et accompagnée par un geste de pointage de l'endroit où le codage est à placer. Notons au passage la confusion langagière qui est faite entre l'objet géométrique (l'angle droit) et son codage (le signe graphique qui indique que l'angle est droit).

Différentes aides techniques associées à des aides géométriques sont données par l'AVS.

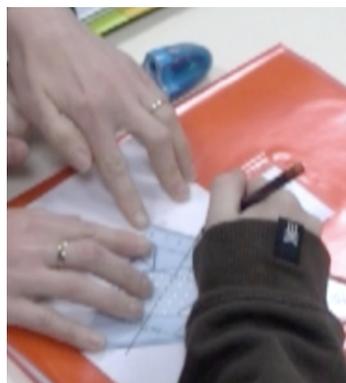
La première aide intervient lorsque l'AVS verbalise la contrainte instrumentée prise en compte par l'élève C dans son positionnement de l'équerre « *il faut que ça passe par M* », tout en apportant une validation avec le terme « *voilà* » (ligne 13). Cette intervention peut informer l'élève C que la réalisation de son action est bien en concordance avec son intention, si elle était bien de faire passer un côté de l'angle droit de l'équerre par le point *M*, et dans ce cas l'aide apportée permet de compenser le handicap. L'élève C n'est en effet pas en mesure d'estimer de façon fiable la précision du positionnement de l'instrument. L'intervention de l'AVS peut aussi suggérer la contrainte non encore prise en compte de façon instrumentée : l'autre côté de l'angle droit de l'équerre doit être placée sur la droite (*d*). L'élève C avait omis cette contrainte juste avant en orientant l'équerre de façon visuelle pour que le tracé passant par *M* ait une direction perpendiculaire à la droite (*d*), alors interrogé au tableau pour positionner l'équerre dans l'exemple du tracé réalisé collectivement avec des propositions d'élèves de la classe.

La seconde aide est donnée lorsque l'AVS redonne verbalement à l'élève C le rappel que vient juste de formuler l'enseignante à la classe à propos du prolongement (ligne 17). En revanche, ce qui est à prolonger n'est pas exprimé dans ce que retransmet l'AVS à l'élève C. Davantage d'indications ont été données oralement à la classe quelques secondes plus tôt par l'enseignante (ligne 11) : indication sur ce qui est à prolonger (la perpendiculaire) et indication sur le lieu du prolongement (de l'autre côté), signifiant implicitement « *de l'autre côté de la droite (d)* ».

La troisième aide impose une technique de prolongement, celle présentée à la classe par l'enseignante : l'AVS modifie le positionnement de l'équerre envisagé par l'élève C en lui montrant comment faire (lignes 17 et 18).



17. Positionnement de l'équerre par l'élève C.



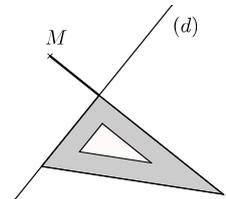
18. Positionnement de l'équerre rectifié par l'AVS.

AVS : Mets-toi là, mets-la là pour prolonger, regarde.

Il est possible que l'élève C interprète de façon erronée le terme « prolonger » s'il considère qu'il suffit d'obtenir une ligne plus longue, qu'elle soit rectiligne ou brisée. Or, une ligne brisée ne convient pas. Si son intention est bien d'obtenir une ligne droite, il fait preuve d'un manque de savoir-faire en se contentant de faire coïncider une très petite partie du bord de l'équerre avec le trait à prolonger. En effet, à cause de l'épaisseur inévitable du trait à prolonger, plusieurs positions de l'équerre vérifient la coïncidence cherchée, mais parmi celles-ci, certaines aboutissent visuellement à l'obtention d'une ligne brisée, ce que l'élève C n'est probablement pas en mesure de percevoir à cause de ses troubles visuo-spatiaux. Il n'est pas demandé à l'élève C d'explicitier ce qu'il cherchait à faire, pas plus qu'il ne lui est expliqué pourquoi ce

nouveau positionnement de l'équerre convient mieux que le sien. À sa charge d'induire de cette ostension proposée par l'AVS le fait qu'on veut obtenir une ligne droite, si telle n'était pas spécifiquement son intention, l'aide apportée dans ce cas est une aide mathématique. Ou alors à sa charge d'induire le fait que pour prolonger un trait, une partie suffisante du bord rectiligne de l'instrument utilisé, équerre ou règle, doit coïncider avec le trait initial afin que le trait final soit « bien » droit, l'aide apportée dans ce cas est une aide pratique. L'aide est forte dans les deux cas puisque l'AVS réalise elle-même l'action de positionnement de l'instrument.

Il est aussi possible que l'élève C ait envisagé une autre technique de construction, s'appuyant sur le fait que deux droites perpendiculaires se coupent en formant quatre angles droits, en choisissant de placer l'équerre dans le demi-plan de frontière (d) ne contenant pas M , pour compléter son tracé.



L'élève C aurait donc amorcé cette technique, géométriquement valide, mais en instrumentalisant son équerre : plutôt que se servir de l'angle droit formé par les deux côtés de l'équerre, il se sert de celui formé par le côté gradué de l'équerre avec le trait qui marque la graduation 0.

BILAN DES AIDES APPORTÉES ET DE L'ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE C

L'analyse de ce court épisode met en évidence une faible part d'autonomie de l'élève C dans la construction à tout point de vue. Certaines aides lui sont données de façon anticipée par l'AVS, avant que des erreurs ou difficultés n'apparaissent. De telles aides, lorsqu'elles sont des aides pratiques, permettent d'éviter une double tâche (maintien de l'équerre et du support) ou le risque de devoir recommencer la construction pour des raisons matérielles (indication de la zone pour placer le point M) : elles répondent à un besoin de l'élève au regard de son handicap. La demande d'exécution de la tâche périphérique de « taille de crayon », aide pratique d'intensité faible, aurait gagné à être d'intensité forte. Elle consomme en effet une partie non négligeable du temps employé par l'élève dans la construction, elle réduit aussi l'attention qu'il pourrait accorder aux indications données par l'enseignante. *A priori*, les aides pratiques devraient permettre de compenser le handicap de l'élève dyspraxique, il est donc important qu'elles n'empiètent pas sur son autonomie de penser et de raisonner, afin de ne pas empêcher son appropriation de connaissances géométriques. Nous pensons qu'il est préférable de sacrifier l'autonomie relative à la réalisation d'actions périphériques durant les séances d'apprentissage en classe. Certaines aides peuvent avoir une double visée dont l'AVS n'a pas nécessairement conscience, comme l'action de donner un instrument ou de le positionner sans que cela réponde à des instructions de l'élève. La prise en charge organisationnelle et manipulatoire sous forme d'actions embarque une intention d'agir liant objet technique et objet graphique et donc de façon sous-jacente des connaissances géométriques.

Il est difficile de savoir si certaines aides mathématiques ont influencé les actions de l'élève C. Par exemple, il n'est pas maître de l'initiation des étapes de construction : l'AVS ne lui laisse pas l'occasion de se prononcer sur le choix de l'instrument à utiliser (équerre) et elle lui donne l'instruction de prolonger et de coder l'angle droit avant qu'il ait initié une quelconque action. Les aides ont toutes été acceptées sans résistance et sans mots dire par l'élève C, dans un enchaînement d'actions rapides guidées corporellement par l'AVS par un accompagnement (ou une imposition) physique de mouvements de la main manipulant l'instrument qui interrompt les erreurs dès leur apparition. Les aides mathématiques ne sont en rien des adaptations pour pallier les troubles des élèves dyspraxiques visuo-spatiaux. Il appartient à l'enseignant de décider de les

donner ou non, comme il le ferait pour n'importe quel élève de la classe en situation d'apprentissage. Dans l'épisode étudié, l'AVS joue un rôle de transmetteur d'indications que l'enseignante donne à la classe, mais avec une visée restreinte à l'obtention d'une production graphique précise, et donc avec une réduction didactique par rapport aux connaissances géométriques en jeu.

Pistes pour un accompagnement des élèves dyspraxiques en géométrie

EXPLOITATION DU CADRE D'ANALYSE

Dans la première partie, nous avons donné un aperçu des difficultés rencontrées par les élèves dyspraxiques lorsqu'ils travaillent en autonomie dans des tâches de construction instrumentée. Ces élèves sont défaillants au niveau de la mise en œuvre de leurs compétences visuo-spatiales, manipulatoires et organisationnelles en raison de leur handicap. Un enseignement « ordinaire » ne peut alors que faire obstacle à des apprentissages en géométrie.

Chercher à obtenir des améliorations dans les compétences déficitaires des élèves par un entraînement intensif de leurs fonctions sensorielles, motrices et spatiales, en leur proposant, sans cesse et sans fin, « *toujours plus de la même chose qui ne marche pas* » (Mazeau & Le Lostec, 2010) n'est pas la piste que nous privilégions. Mazeau & Le Lostec (2010) précisent qu'avec trente ans de recul, les méthodes de rééducation orientées vers le déficit et la restauration des processus pathologiques n'ont pas obtenu de résultats convaincants quant à leur efficacité car même si des progrès peuvent apparaître, ceux-ci ne conduisent indiscutablement pas à de meilleures performances en classe.

Au niveau cognitif, les élèves dyspraxiques n'ont pas de difficultés spécifiques dans l'élaboration du but de leurs actions (objets à produire ou à analyser) et dans le projet d'actions élémentaires à exécuter (choix des objets techniques, positionnements et tracés). Or, c'est là où les connaissances géométriques se développent. Nous proposons donc de supprimer de l'action instrumentée tous les aspects non porteurs de connaissances géométriques, en exploitant les compétences préservées des élèves, à savoir le raisonnement, le langage et la mémoire. Une « aide humaine » peut permettre cela dans un dispositif de travail en dyade avec un rôle bien défini pour chacun des deux membres. Toute l'activité géométrique doit être laissée à l'élève, tandis que l'accompagnant apporte des aides pratiques fortes pour décharger l'élève de la mise en œuvre du savoir-faire pratique nécessaire à l'exécution des actions instrumentées. Nous choisissons ainsi de sacrifier le développement d'une autonomie matérielle des élèves dyspraxiques en classe pour développer leur autonomie intellectuelle via le langage, en situation de communication orale. Dans le dispositif, l'élève dyspraxique exprimera d'abord son projet d'actions par des instructions données à l'accompagnant. Il éprouvera ensuite l'exécution de ces actions par observation de l'accompagnant en train d'agir, sans se préoccuper de leurs caractéristiques manipulatoires fines, via l'activation de ses neurones miroirs (Rizzolatti & Sinigaglia, 2008). Enfin il bénéficiera d'une rétroaction, conformément à son intention transmise.

Dans ce dispositif, les élèves conservent la possibilité d'élaborer des schèmes d'utilisation des instruments, non pas lors d'une manipulation effective, mais lors d'une observation de cette manipulation effectuée par un tiers guidé par leurs instructions. Cela suppose de développer chez les élèves des compétences pour communiquer en mettant en jeu les apprentissages géométriques visés. Des instructions dans un langage géométrique demandent un niveau d'abstraction important, non accessible au moment de l'apprentissage des concepts. Nous proposons donc l'usage d'un langage au plus proche de l'action instrumentée et porteur de connaissances

géométriques en construction, le langage technique géométrique, accompagné éventuellement de gestes mathématiques (Petitfour, 2017b). Nous présentons dans le paragraphe suivant les règles de fonctionnement du dispositif de travail entre élève dyspraxique visuo-spatial et accompagnant, dans le cadre d'une tâche de construction géométrique.

RÈGLES DE FONCTIONNEMENT DE LA DYADE « ÉLÈVE - ACCOMPAGNANT »

Principes généraux

L'aide apportée par l'Accompagnant doit contribuer à compenser les troubles visuo-spatiaux de l'élève, ainsi que ses difficultés à organiser ses actions et à les exécuter. En conséquence, l'Accompagnant prend à sa charge toute la partie non mathématique de l'activité qui pose problème à l'élève. « *prend à sa charge* » signifie qu'il a l'initiative des actions à effectuer et qu'il les exécute, sans chercher à en expliquer à l'élève les raisons, ni chercher à terme à ce qu'il soit capable de les réaliser en autonomie. Par ailleurs, l'Accompagnant doit être attentif à n'apporter aucune aide au niveau des mathématiques.

Rôle de l'Accompagnant

L'Accompagnant prend à sa charge tous les aspects pratiques de la manipulation qui conduiront à une production précise et soignée. Par exemple, il anticipe l'épaisseur de la mine du crayon lors du tracé à la règle d'une droite passant par deux points, il pense à placer un support sous la feuille de tracé pour ne pas « glisser » avec la pointe du compas, *etc.* Si, pour des raisons matérielles, des choix imposés par l'élève conduisent à une production imprécise, l'Accompagnant demande à l'élève d'effectuer un autre choix.

L'Accompagnant effectue la manipulation des instruments de géométrie en suivant les instructions données par l'élève. Ces instructions devraient être en langage technique géométrique, c'est-à-dire relatives à ce qui, dans l'utilisation des instruments, met en jeu des connaissances géométriques. Ainsi, elles portent sur quel instrument prendre, sur comment et où le positionner, avec l'expression des liens entre les parties d'instruments et les objets géométriques ou graphiques ; elles portent également sur où tracer. L'Accompagnant demande à l'élève d'apporter ces précisions s'il ne les apporte pas.

Selon le moment où l'élève en est dans ses apprentissages, il fait précéder ses instructions d'une formulation géométrique, mais cela n'est pas exigé.

Les instructions de l'élève sont données sous forme verbale et peuvent être accompagnées de gestes. Il faut être cependant attentif à ce que les gestes ne se substituent pas aux mots et solliciter une formulation verbale si tel était le cas. Si par exemple le discours de l'élève se restreint à des « *ça, là, ici* », l'Accompagnant pourra renvoyer à l'élève ses termes sous forme interrogative : « *ça ?* » pour l'inciter à formuler ce dont il parle.

L'Accompagnant exécute ce que l'élève lui demande de faire avec les instruments, que cela conduise à une production géométriquement correcte ou non. Il ne valide pas, ni ne répond aux demandes éventuelles de validation de l'élève. Il s'assure à chaque fois que ses actions (positionnement d'instrument, tracés à effectuer) correspondent bien à l'intention de l'élève. Il faut être attentif à ce que les instructions ne se transforment pas en guidage du type « *encore, encore, plus vers la droite, stop* ». Si tel est le cas, l'Accompagnant enlève l'instrument du support de tracé et demande à l'élève des instructions précises.

L'Accompagnant répond aux demandes de l'élève portant sur des prélèvements d'informations graphiques et veille à bien préciser dans la réponse : « *Sur le dessin, ...* ». Par exemple, il peut

donner des mesures de longueurs (« *quelle est la longueur de ce segment ?* ») ou d'angles (« *voit-on que l'angle est droit lorsqu'on vérifie avec l'équerre ?* »), des relations d'incidence (« *les deux droites se coupent-elles sur telle droite ?* », « *Le point est-il sur la droite ?* »)

L'Accompagnant surligne au fluo tel ou tel objet (une droite, un point, *etc.*) à la demande de l'élève s'il souhaite mieux les visualiser.

L'Accompagnant doit être attentif à n'exécuter que ce qui lui est explicitement demandé. S'il y a des implicites dans les instructions de l'élève, il peut le questionner. Par exemple si l'élève demande de placer un point sur la droite et qu'il y a plusieurs droites possibles, l'Accompagnant demandera laquelle. L'élève pourra la nommer ou la montrer. L'Accompagnant peut aussi choisir de faire ce qui est le moins probable et le moins efficace parmi tous les choix possibles lorsqu'il manque une information, dans le but d'inciter l'élève à préciser ses instructions. Par exemple :

- si, pour obtenir la perpendiculaire à d passant par le point A extérieur à d , l'élève demande de placer un côté de l'angle droit de l'équerre contre la droite d , l'Accompagnant choisira de ne pas faire passer l'autre côté de l'angle droit par le point A , voire de placer l'équerre du côté de la droite qui ne contient pas A .
- si l'élève demande de placer l'équerre sur la droite d , l'Accompagnant placera par exemple le côté opposé à l'angle droit de l'équerre sur la droite d .

Rôle de l'élève

L'élève donne des instructions que suit l'Accompagnant en manipulant les instruments ou en écrivant ce qu'il dicte comme réponse. Il peut lui demander de surligner en fluo des parties de figures. Il peut annoncer ce qu'il souhaite tracer, en langage géométrique, et il doit donner des instructions en langage technique géométrique pour permettre à l'Accompagnant de réaliser les tracés avec les instruments. Il doit être précis dans ses instructions et peut les accompagner de gestes (mais pas les remplacer).

L'élève ne doit pas attendre de la part de l'Accompagnant une quelconque validation, ni attendre une aide d'ordre mathématique.

L'élève doit considérer que les tracés effectués par l'Accompagnant sont précis, il ne cherche donc pas à faire des contrôles de précision.

Rôle de l'enseignant

L'enseignant favorise la mise en place du dispositif de travail en dyade en précisant à l'élève et à l'Accompagnant ce qu'il attend d'eux.

L'enseignant intervient auprès de l'élève au niveau didactique (étayage, traitement des erreurs, validation, évaluation, *etc.*) de la même façon et en gardant les mêmes exigences que pour les autres élèves de la classe.

L'enseignant ne doit pas chercher à développer des compétences manipulatoires et organisationnelles chez l'élève.

EXEMPLE DE MISE EN ŒUVRE DU DISPOSITIF

Pour terminer, nous présentons un extrait d'un travail en dyade entre une élève dyspraxique de sixième, l'élève M, et une AVS lors d'une évaluation sur le thème de la symétrie. Cette évaluation a été menée après une dizaine de séances de travail en dyade hors classe avec une

autre élève non dyspraxique de sa classe, séances durant lesquelles le dispositif de travail a été mis en place. Dans l'extrait présenté (annexe 2), il s'agissait, sur la figure 10, de construire le point A' , symétrique du point A par rapport à la droite d , avec le compas et l'équerre non graduée.

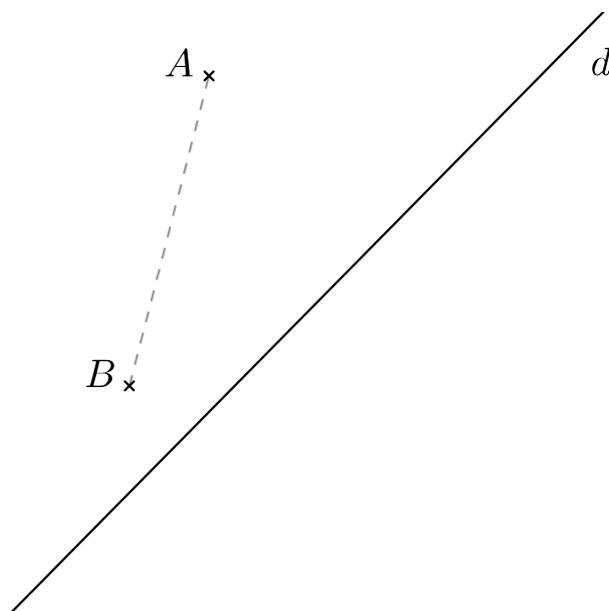


Figure 10

Le positionnement de l'équerre est formulé de façon précise et sans implicite en *langage technique géométrique* par l'élève M (lignes 2 et 4 : « on met un côté de l'angle droit sur la droite d et l'autre côté de l'angle droit doit passer par A »). L'AVS effectue le positionnement demandé, prenant à sa charge tous les aspects manipulatoires, et elle s'assure que le positionnement produit correspond bien à celui souhaité par l'élève M (ligne 7 : « Comme ça ? »). L'élève M exprime ensuite l'action de tracer par une instruction langagière (ligne 8 : « on trace de A à la droite d ») accompagnée d'un geste déictique allant en ligne droite le long de l'équerre du point A à la droite d . Le geste est l'équivalent de l'action qui serait faite avec le crayon, il remplace la formulation de l'objet géométrique tracé (un segment). Cette formulation langagière est rendue complexe sans l'introduction du nom du point, nommé par la suite D , situé au sommet de l'angle droit de l'équerre lorsque ses côtés de l'angle droit sont mis en relation avec la droite d et le point A . L'élève M introduit ce point D avec des implicites que l'AVS ne relève pas (ligne 10 : « on nomme l'intersection D »). L'élève M a bien intégré la nécessité pour communiquer de nommer les points introduits dans la construction, nécessité qui n'existe pas dans l'action. L'AVS met ensuite en évidence l'implicite de l'instruction « on prolonge AD », en prolongeant le segment $[AD]$ du côté de A plutôt que du côté attendu par l'élève M. Cela conduit l'élève M à apporter des précisions sur la zone de tracé (ligne 14). Pour terminer, l'élève M donne des instructions pour le report de la longueur AD . On peut remarquer une confusion de termes lorsqu'elle demande de prendre au compas une mesure plutôt qu'une longueur, sa description de l'utilisation du compas est ensuite correctement effectuée (pointe sur A , mine sur D , puis pointe sur D et arc de cercle sur la droite (AD) pour obtenir le point A').

Dans ce travail en dyade « Élève M - AVS », les instructions données par l'élève M traduisent la mise en œuvre d'une technique de construction correcte et aboutissent à la production attendue. Les propriétés géométriques de perpendicularité et d'égalité de longueurs ont bien été mises en

jeu par l'élève M sans que l'AVS ne lui apporte d'aide mathématique. Si l'on compare la réalisation du même type de tâches exécutée par l'élève M en autonomie lors d'un devoir surveillé en classe, on peut constater qu'elle échoue dans ses manipulations d'instruments, ainsi qu'en témoignent les remarques de son professeur (figure 11). Nous voyons sur cet exemple que le dispositif de travail expérimenté a bien rempli ses fonctions.

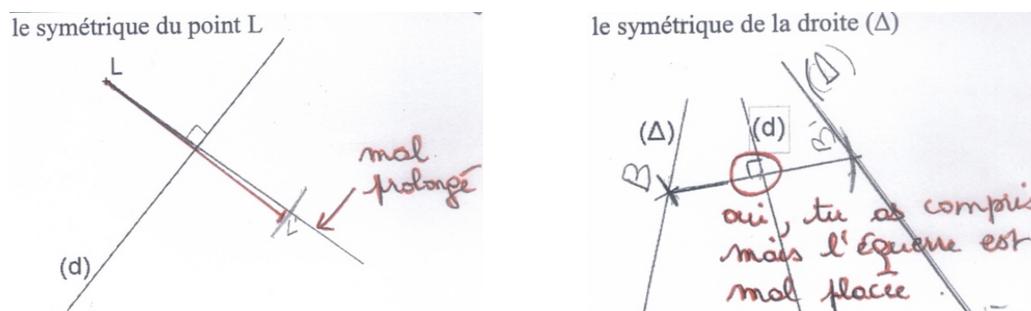


Figure 11

CONCLUSION

La nécessité de surmonter les problèmes manipulatoires et organisationnels que provoque la manipulation d'instruments en géométrie pour les élèves dyspraxiques nous a conduite à l'élaboration d'un cadre d'analyse de l'action instrumentée. Ce cadre nous a permis d'établir une catégorisation des aides pouvant être apportées lors d'activités de construction géométrique, afin d'envisager des interventions ciblées de la part des Accompagnants d'élèves dyspraxiques pour compenser leur handicap, sans faire obstacle aux apprentissages géométriques visés.

Le dispositif de travail en dyade « Élève dyspraxique - Accompagnant » présenté exploite les compétences langagières des élèves dyspraxiques. Dans ce dispositif, nous retardons la réalisation des actions instrumentées par une production langagière, ce qui est certes cognitivement plus coûteux que l'action immédiate, mais qui permet aux élèves dyspraxiques d'appréhender les concepts visés en contournant l'obstacle engendré par leur handicap.

Les opportunités d'apprentissages géométriques via le dispositif sont possibles si chacun des deux membres de la dyade joue bien son rôle.

L'élève doit se saisir de la « part géométrique » de l'action instrumentée, qui s'exprime et se développe par l'utilisation du langage technique géométrique avec une verbalisation des relations entre instruments et objets géométriques. Un temps d'apprentissage est nécessaire pour qu'il s'approprie ce langage et c'est à l'enseignant que revient la tâche de le lui enseigner. Nous faisons l'hypothèse que l'emploi de ce langage, habituellement banni de l'enseignement au profit du langage géométrique, peut constituer une étape vers une formulation de programmes de construction en langage géométrique, étape qui serait d'ailleurs bénéfique pour tout élève. Nous expérimentons actuellement ce dispositif de travail avec des dyades d'élèves en classe ordinaire (Petitfour, 2017b) afin de déterminer les modalités de mise en œuvre appropriées et d'étudier les apports du dispositif dans la construction des connaissances géométriques des élèves. Un travail en dyade entre pairs est aussi un moyen de permettre à un élève dyspraxique d'entrer dans des apprentissages géométriques.

L'Accompagnant, quant à lui, doit prendre en charge la « part pratique » de l'action

instrumentée. Il doit donc être en mesure de discerner les types d'aide appropriés à apporter à l'élève afin que le dispositif de travail produise les effets attendus.

Il nous semble que les principes généraux proposés pour accompagner les élèves dyspraxiques — compenser les conséquences de leurs troubles manipulatoires, organisationnels et visuo-spatiaux en laissant à leur charge la part conceptuelle des apprentissages via le langage — peuvent s'étendre à d'autres domaines des mathématiques que la géométrie, voire à d'autres disciplines. Un minimum de connaissances disciplinaires est cependant requis pour les Accompagnants afin qu'ils puissent aider les élèves dyspraxiques sans dénaturer l'intention didactique de l'enseignant. Ainsi, une formation pour l'Accompagnant s'avère indispensable pour qu'il puisse tenir son rôle dans le dispositif d'accompagnement que nous proposons. Elle pourrait être donnée dans le cadre institutionnel de la formation d'adaptation à l'emploi prévue pour les personnels chargés de l'aide humaine aux élèves en situation de handicap (BO n° 18 du 4 mai 2017). Elle peut aussi être complétée lors de temps d'échanges avec l'enseignant à propos des enjeux d'apprentissages visés pour l'élève dyspraxique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alibali, M. & Goldin-Meadow, S. (1993). Gesture-Speech Mismatch and Mechanisms of Learning: What the Hands Reveal about a Child's State of Mind, *Cognitive psychology*, 25, 468-523.
- Crouail, A. (2009). *Rééduquer dyscalculie et dyspraxie. Méthode pratique pour l'enseignement des mathématiques*. Ed. Masson.
- McNeill, D. (1992). *Hand and Mind: What gestures reveal about thought*, Chicago: Chicago University Press.
- Mazeau, M. (2008). *Conduite du bilan neuropsychologique chez l'enfant*. Elsevier Masson.
- Mazeau, M. & Le Lostec, C. (2010). *L'enfant dyspraxique et les apprentissages. Coordonner les actions thérapeutiques et scolaires*. Elsevier Masson.
- Mazeau, M. & Pouhet, A. (2014). *Neuropsychologie et troubles des apprentissages chez l'enfant. Du développement typique aux dys-. 2^e édition*. Elsevier Masson
- 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 CM2-6^e. Thèse de doctorat. Université Paris Diderot [Hal].
- Petitfour, E. (2017a). Enseignement de la géométrie à des élèves dyspraxiques en cycle 3 : étude des conditions favorables à des apprentissages. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation* 2017/2, 78, 47-66.
- Petitfour, E. (2017b). Enseignement de la géométrie en fin de cycle 3. Proposition d'un dispositif de travail en dyade. *Petit x*, 103, 5-31.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.

- Riss, L. (1999). Évaluation de la stratégie du regard chez l'enfant IMC ancien prématuré par photo-oculographie. Thèse de doctorat. Université Henri Poincaré, Nancy I.
- Rizzolatti, G. & Sinigaglia, C. (2008). *Les Neurones miroirs*. Odile Jacob. Poches sciences.
- Robert, A. & Vandebrouck, F. (2014). Proximités-en-acte mises en jeu en classe par les enseignants du secondaire et ZPD des élèves : analyses de séances sur des tâches complexes. *Cahiers du laboratoire de didactique André Revuz*, 10. Mai 2014.
- Valzeno, L., Alibali M.W. & Klatzy, R. (2003). Teachers gestures facilitate students learning: A lesson in symmetry, *Contemporary Educational Psychology*, 28, 187-204.
- MEN (2015). *Programmes d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2), du cycle de consolidation (cycle 3) et du cycle des approfondissements (cycle 4)*. Bulletin officiel spécial n° 10 du 19 novembre 2015.

ANNEXE 1

TRAVAIL EN DYADE, « ÉLÈVE C - AVS »

1. C joue avec son compas pendant la passation de la consigne.
// AVS lui prend son compas.
2. AVS : Tu places un point par là.
// Elle fait des cercles rapides, avec son index, sur une zone (Image n°1)
C s'apprête à écrire.
3. AVS : Tiens, tu vas p't'être un peu tailler ton crayon.
// Elle prend le taille-crayon et le donne à l'élève C.
4. C taille son crayon.
// AVS aide un autre élève.
5. C taille son crayon depuis 20 secondes.
// AVS : C'est bon va !



Image 1

- // Prof : Attention, un point, il faut une petite croix pour le signaler, pas juste le nom hein**
// fait une croix sur celle du tableau avec l'index et pointe la lettre M.
6. C continue à tailler.
// AVS : Allez élève C, dépêche-toi !
 7. C taille depuis 32 secondes.
// AVS : C'est bon là, c'est bon !

8. C : M
// écrit « M », au bout de 45 secondes.

9. AVS : Alors, fais la croix.

10. AVS : Voilà
// C fait la croix.

11. AVS : Maintenant, l'équerre.
// Elle saisit l'équerre et la donne à l'élève C.

// Prof : On trace la perpendiculaire qu'on prolonge d'ailleurs de l'autre côté.

12. C place l'équerre (Image n°2)
13. AVS Voilà, il faut que ça passe par M.
14. C glisse l'équerre tout en gardant le côté de l'angle droit sur M jusqu'à ce que l'autre soit approximativement sur la droite (d).

15. AVS : Ton équerre bien positionnée sur la droite (d).
// Elle ajuste l'équerre.

16. AVS maintient l'équerre d'une main et le support de l'autre.
// C trace du point M à la droite (d), le long de l'équerre.

// Prof Allez, on prolonge

17. AVS : Tu prolonges.
// C pivote l'équerre, met la graduation 0 sur l'axe en P_M (Image n°3)

18. AVS Mets-toi là, mets-la là pour prolonger, regarde.
// Elle pousse la main de l'élève C et fait glisser l'équerre jusqu'à ce que coïncide une plus grande partie du segment $[MP_M]$ avec le bord de l'équerre (Image n°4)

19. C trace le long de l'équerre, à partir de P_M .
// AVS maintient l'équerre.

20. C revient vers P_M en repassant sur son trait.
// AVS : Voilà

// Elle maintient l'équerre.

21. AVS : Là tu peux mettre ton angle droit, un angle droit.
// Elle pointe.

22. C code l'angle droit.
// AVS : Voilà très bien.

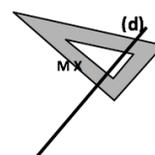


Image n°2

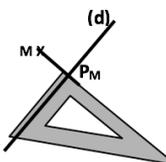


Image n°3

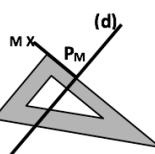


Image n°4



ANNEXE 2

TRAVAIL EN DYADE, « ÉLÈVE M - AVS »

1. AVS : Donc tu dois construire le point A', symétrique du point A // AVS pointe le point A par rapport à la droite d // AVS parcourt la droite d en utilisant le compas et l'équerre non graduée // AVS pointe les deux instruments
2. M : On met un côté de l'angle droit sur la droite d
3. AVS prend l'équerre
4. M : et l'autre côté de l'angle droit doit passer par A
5. AVS : Donc un côté de l'angle droit sur d // AVS place un côté de l'angle droit de l'équerre sur la droite d, l'autre côté de l'angle droit ne passe pas par A
6. M : Oui, et l'autre côté de l'angle droit doit passer par A
7. AVS : Comme ça ? // AVS place l'autre côté de l'angle droit de l'équerre sur le point A.
8. M : On trace de A à la droite d // elle parcourt du point A à la droite d le long du côté de l'équerre (image n°1)
9. AVS trace
10. M : On nomme l'intersection D // elle pointe le point considéré (image n°2)

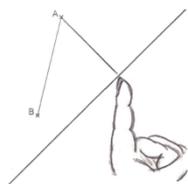


Image n°2

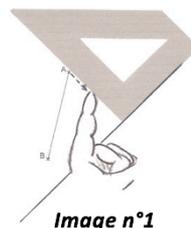


Image n°1

11. AVS écrit D : D
12. M : On prolonge AD
13. AVS place l'équerre et prolonge du côté de A (image n°3)

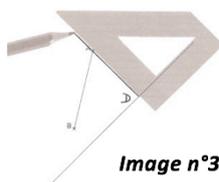


Image n°3

14. M : dans la zone où il n'y a pas le segment [AB]
15. // elle place sa main du côté de la droite d où n'est pas le segment [AB]
16. AVS : D'accord. Elle prolonge du côté de D
17. M : On prend le compas
18. AVS prend le compas
19. M : On prend la mesure AD
20. AVS : En faisant ?
21. M : en piquant sur A
22. AVS pique le compas sur A
23. M : et la mine du crayon de papier sur D.
24. AVS met la mine sur le point D
25. M : On pique sur D
26. AVS : Hm, hm // AVS place la pointe du compas sur le point D
27. M : et on fait un arc de cercle sur la droite qui passe par A, D
28. AVS trace un arc de cercle qui coupe le prolongement précédent
M : On nomme ce point A'
29. // elle pointe le point d'intersection de la droite (AD) avec l'arc de cercle.
30. AVS : D'accord. Elle écrit A'. C'est bon comme ça ?
M : Oui