DROITES PERPENDICULAIRES EN SEGPA, PERSPECTIVES D'ANALYSE AU SEIN D'UN COLLECTIF DE PROFESSEURS-CHERCHEURS

Francine ATHIAS
ELLIADD, LmB

Philippe LE BORGNE
ELLIADD, LmB

Résumé
L'objectif de cette communication est de rendre compte des échanges autour de la relation de perpendicularité dans un collectif de professeurs et de chercheurs puis d'analyser l'action des professeurs et des élèves lorsque le professeur organise les séquences dans la classe. Suite aux échanges dans le collectif, les professeures ont mis en œuvre des situations autour de la notion de droites perpendiculaires. Dans la classe, les élèves sont ainsi amenés à reconnaitre, à reproduire ou faire reproduire sous la dictée des droites perpendiculaires, dans l'environnement papier-crayon et dans un environnement dynamique (logiciel GeoGebra). Les analyses s'appuient sur des concepts de la théorie de l'action conjointe en didactique. Notre question porte sur la densification du savoir dans la classe et dans le collectif professeurs-chercheurs. Plus précisément, en quoi une description et une analyse du déroulement de l'action peuvent-elles engager le collectif vers une compréhension commune des enjeux de l'enseignement de la géométrie ?

La recherche est située dans un groupe IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) à l'IREM de Franche-Comté (France). L'objectif y est de développer une recherche coopérative au sein d'un collectif professeurs-chercheurs : le groupe de travail est constitué de deux chercheurs et de deux professeures qui enseignent en SEGPA (Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté) à tous les niveaux (niveaux 6, 7, 8, 9, élèves âgés de 11 à 16 ans). Notre article se focalise sur des séquences conduites en classe de niveau 7 (élèves âgés de 12 ans) mais qui pourraient être initiées aux niveaux 6 et 8.

Dans une première partie, nous présentons les classes de SEGPA en France. Dans une deuxième partie, nous exposons les éléments théoriques et méthodologiques qui sous-tendent notre recherche. Dans une troisième partie, nous montrons le collectif au travail, dans la classe ou dans les échanges. Dans une quatrième et dernière partie conclusive, nous engageons une discussion.

I - LES CLASSES DE SEGPA

Une classe SEGPA en France accueille les jeunes (niveaux 6 à 9, âgés de 11 à 16 ans) présentant des difficultés scolaires importantes qui n'ont pas pu être résolues par des actions d'aide scolaire et de soutien. On peut lire dans les programmes français (MEN, 2015) : « Une des missions essentielles des enseignants est donc de créer un climat de confiance et un contexte pédagogique stimulant qui permettent à chaque élève de retrouver l'estime de soi et de renouer avec la réussite scolaire. Les situations de recherche ou de résolution de problèmes, quel qu'en soit le contexte disciplinaire, sollicitent et stimulent la réflexion et le réinvestissement. Elles favorisent les interactions au sein de la classe. »

Le choix de produire une ingénierie coopérative en géométrie orientée vers l'usage des propriétés géométriques pour résoudre des problèmes nous semble pertinent eu égard aux recommandations officielles qui donnent une place importante aux situations de recherche et de résolution de problèmes.

Les élèves suivent les mêmes programmes d'enseignement que les élèves de section générale, mais avec des adaptations et des aménagements. Les horaires en mathématiques sont de 4 h 30 pour le niveau 6 puis 3 h 30 à partir du niveau 7. La formation doit permettre à l'élève d'acquérir le socle commun de connaissances et de compétences (MEN, 2015).

Nous allons maintenant présenter les éléments théoriques et méthodologiques.

II - ÉLÉMENTS THÉORIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES

1 Figure matérielle

En géométrie, le discours mathématique porte sur des figures, présentes ou non. Mais ce terme « figure » est ambigu et dépend de la problématique géométrique que l'on considère. Celi et Perrin-Glorian (2014) nomment « figure matérielle » le dessin géométrique. Ce choix permet de considérer que les représentations matérielles des figures géométriques sont des dessins particuliers sur lesquels s'exerce un regard spécifique (Duval & Godin, 2005). Faire de la géométrie nécessite de mettre l'accent sur les aspects géométriques plutôt que sur dessin lui-même. Par exemple, reproduire une figure en géométrie ne consiste pas à produire un dessin qui ressemble, mais un dessin dont les propriétés géométriques ont été mises en œuvre par les instruments, porteurs de ces propriétés (Athias & Cariou, 2019).

Notre problématique porte sur les liens entre le discours portés sur les figures matérielles, les actions menées sur ces figures matérielles et la conceptualisation des figures géométriques, vues comme l'ensemble des couples (référent, dessin), proposé par Laborde et Capponi (1994). Dans le cadre de notre communication, nous nous intéresserons à la notion de perpendicularité.

2 La géométrie dynamique

Les actions menées sur les figures matérielles peuvent être menées avec les instruments usuels de géométrie (la règle graduée ou non, le compas, l'équerre), à partir d'un usage géométrique des instruments (Perrin-Glorian & Godin, 2018). Nous faisons l'hypothèse que la géométrique dynamique peut soutenir cet usage géométrique des instruments ordinaires. En effet, l'introduction d'un logiciel de géométrie dynamique tel que GeoGebra, permet de revisiter les différentes notions étudiées dès l'école primaire, ici la perpendicularité. Les résultats des recherches d'Assude et Gelis (2002) ont mis en évidence des nécessités de relations entre l'environnement papier-crayon et l'environnement dynamique, avec la notion de juste distance. D'autres résultats ont montré la place déterminante de la professeure dans la mise en œuvre de cette juste distance (Athias, 2014) et de l'orchestration élaborée par la professeure (Athias, 2019). Ces différentes recherches portent sur l'enseignement ordinaire. Nous étudions ici une extension de l'usage du concept « figure matérielle » dans un environnement dynamique (logiciel Géogebra), dont nous étudions l'adaptabilité à des élèves qui ont des difficultés durables d'apprentissage. Cette recherche est menée dans le cadre d'un collectif de professeurs et de chercheurs.

3 Ingénierie coopérative

Ce collectif, constitué de deux professeures et de deux chercheurs, s'inscrit dans une perspective d'ingénierie coopérative (Sensevy, 2016). L'idée est d'élaborer de nouveaux collectifs, basés sur la coopération entre professeurs et chercheurs. Les actions de chacun des acteurs permettent la construction de savoirs communs partagés. L'ingénierie coopérative réfère à un processus méthodologique dans lequel le collectif de professeurs et de chercheurs implémente et ré-implémente (après une analyse d'une mise en œuvre) une situation sur un thème particulier. C'est donc une structure itérative à la manière des lesson studies (Elliott, 2015 ; Clivaz, 2016).

Ainsi, au cours d'une année, une séquence, notée séquence 1, première version, a été élaborée au sein du collectif, puis elle est mise en œuvre et analysée dans une nouvelle session du collectif (cf. tableau 1).

Année 1 : 2017-2018		
Collectif : préparation de la séquence 1	Classe : mise en œuvre dans la classe de la séquence 1	Collectif : Analyse de la mise en œuvre de la séquence 1

Tableau 1. Organisation temporelle année 1

L'année suivante, sur le même modèle, cette séquence 1 est de nouveau discutée, mise en œuvre (séquence 2) et analysée. Comme le processus est itératif, il a vocation à se renouveler (cf. tableau 2).

Année 2 : 2018-2019		
Collectif : Analyse de la séquence 1 et préparation de la séquence 2	Classe : mise en œuvre dans la classe de la séquence 2.	Collectif : Analyse de la mise en œuvre de la séquence 2.

Tableau 2. Organisation temporelle année 2

Chaque pas de l'ingénierie coopérative est évalué en fonction du partage des fins que le collectif s'est assigné. Ici, notre idée est d'exploiter la notion de figure matérielle. L'ingénierie coopérative est évaluée également en fonction des moyens utilisés pour atteindre ses fins. Ici, notre idée est de rendre compte des stratégies élaborées dans le collectif et dans la classe pour parvenir à partager la notion de figure matérielle, même si le concept peut ne pas être nommé comme tel dans le collectif. L'ingénierie coopérative propose donc une nouvelle forme de recherche en éducation qui repose en outre sur les principes suivants (Sensevv & al., 2013) que nous reformulons ici :

- principe de définition commune de fins de l'action : comprendre chacun les points de vue des autres membres, c'est-à-dire partager le même arrière-plan ;
- principe d'assomption des différences : reconnaître les points de vue des différents acteurs et, dans le même temps, la responsabilité de chacun à tenir sa place en affirmant son point de vue ;
- principe de recherche de symétrie : construire une symétrie des places, sans dualisme entre les tenants de la recherche et les tenants de la pratique. Les professeurs et les chercheurs sont des praticiens, mais des praticiens de différentes sortes.
- principe de posture d'ingénieur : créer une nouvelle posture de chercheurs et de professeurs.

Nous sommes au début de cette recherche. Cette dernière nécessite du temps, pour élaborer une compréhension mutuelle. Nous nous intéressons ici au principe de définition commune de fins de l'action. Le travail présenté contribue à la construction d'un arrière-plan commun autour de l'enseignement de la géométrie et en particulier la mise en œuvre de la figure matérielle dans des situations d'enseignement de la perpendicularité. Nous prenons notamment appui pour cela sur la géométrie dynamique, ici le logiciel GeoGebra.

4 Analyse de l'action

L'analyse de la prise en compte de la figure matérielle va passer par le fait que le collectif est engagé dans un processus de conception et de mise en œuvre de séances. Pour analyser ces séances nous nous appuyons sur la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD) (Sensevy, 2011 ; CDpE, 2019) et particulièrement la dialectique contrat didactique - milieu didactique.

Le contrat didactique est « l'ensemble des comportements spécifiques du maître qui sont attendus de l'élève, et ceux de l'élève qui sont attendus du maître » (Brousseau, 1998, p. 295). Selon Sensevy (2011), il se construit, essentiellement de manière implicite, à partir du savoir acquis précédemment (part épistémique du contrat), et des transactions autour de ce savoir au cours d'une action conjointe antérieure (part transactionnelle du contrat). Pour ce qui nous intéresse, les élèves savent reconnaître et tracer un angle droit, en utilisant une équerre, dans l'environnement papier-crayon. Les élèves savent que le professeur pose des questions et attend des réponses. Ils savent également que la professeure leur demande de reformuler. Ces habitudes, ce « déjà-là » est ainsi modélisé par la notion de contrat didactique (Sensevy, 2011 ; CDpE, 2019).

De la même manière, le milieu didactique est « tout ce qui agit sur l'élève ou / et ce sur quoi l'élève agit » du point de vue du savoir (Brousseau, 2010, p.3). Autrement dit, dans le travail du problème, l'élève se retrouve face à « un ensemble d'éléments épars » que la résolution du problème va organiser en « un système » (CDpE, 2019, p.22). Ces éléments présentent des « saillances », c'est-à-dire des indices qui peuvent induire la mise en place de stratégies dans la problématisation des questions posées (Sensevy, 2011). Chaque indice (par exemple l'usage d'une équerre) contient une partie de la solution du problème ainsi posé (par exemple tracer « une » perpendiculaire). Mais seule la mise en réseau des indices conduit à l'enjeu de savoir (voir la droite rouge - la figure au tableau 5 - comme support d'un côté de l'équerre).

La relation entre le contrat didactique et le milieu didactique est vue dans une perspective dialectique. En effet, contrat didactique en termes de « déjà-là » et milieu didactique en termes de « à connaître » sont certes opposés mais ils sont également complémentaires. « L'inconnu du problème n'a de sens que dans le connu auquel il fait référence » (CDpE, 2019, p 25). L'élève ne peut agir sur les indices du milieu que si le « déjà-là » lui permet de les prendre en compte.

Pour analyser les échanges dans le collectif de professeurs et de chercheurs, nous souhaitons utiliser cette même modélisation, à titre exploratoire. En tant que milieu, le problème que le collectif doit résoudre consiste à produire une connaissance partagée du concept de figure matérielle. Pour réfléchir à ce problème, les professeurs et les chercheurs partagent un arrière-plan commun, qu'il conviendra d'expliciter.

Nos questions de recherche portent sur les deux niveaux, celui de la classe et celui de l'ingénierie coopérative : comment l'explicitation des propriétés géométriques sur la figure matérielle est-elle mise en œuvre en classe ? Comment les échanges dans le collectif permettent-ils de partager la nécessité de ces explicitations ?

5 Recueil des données

Pour tenter de répondre à ces questions, nous avons recueilli des données de la manière suivante. Les séances de classe sont filmées par les professeures elles-mêmes ou par les chercheurs. Les séances dans le collectif de recherche sont également filmées. Toutes ces séances sont transcrites par les chercheurs.

III - LA SÉANCE DE CLASSE, SUPPORT DES ÉCHANGES DANS LE COLLECTIF

1 Organisation

Nous avons fait le choix de présenter un moment d'une séance de classe, issue de la séquence sur les droites perpendiculaire et les échanges dans le collectif autour de certains moments de cette séance, dont nous précisons les différents moments dans le tableau 3.

Année 2 : 2018-2019		
Collectif : préparation de la séquence « droites perpendiculaires »	**Classe : mise en œuvre dans la classe de la séquence « droites perpendiculaires »**	Collectif : Analyse de la mise en œuvre de la séquence « droites perpendiculaires »

Tableau 3. Description des différents moments de la séquence

2 La séance de classe

2.1 Progression dans la séquence « droites perpendiculaires »

La séquence que nous présentons est constituée de neuf séances (cf. tableau 4), divisées en trois parties distinctes selon les tâches proposées. Nous manquons de précisions sur le déroulement de chacune d'elles.

Reconnaître des droites perpendiculaires dans l'environnement papier-crayon : alternance de moments collectifs et de moments individuels (3 séances, séances 1-2-3)
Reconnaître des droites perpendiculaires dans l'environnement Geogebra : alternance de moments collectifs et de moments en binômes sur les ordinateurs (3 séances, séances 4-5-6)
Tracer des droites dans l'environnement papier-crayon et dans l'environnement GeoGebra : alternance de moments collectifs et de moments individuels (3 séances, : séances 7-**8**-9)

Tableau 4. Présentation de la séquence (la séance 8 fait l'objet de notre analyse dans cet article)

2.2 Description (extraits de la séance 8)

Les élèves doivent construire la droite perpendiculaire à la droite « rouge » et passant par le point C, sachant que la droite « rouge » et le point C sont déjà tracés. La figure est faite sur GeoGebra. Elle est vidéoprojetée au tableau (cf. tableau 5).

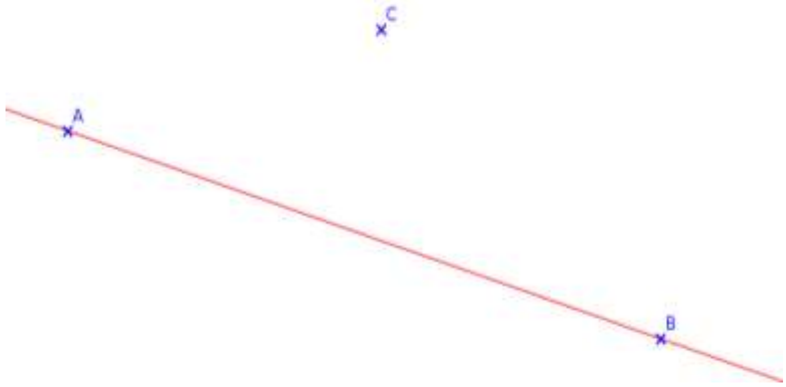

Tableau 5. Figure vidéoprojetée

Phase 1 : Une élève, Lou, est invitée pour aller tracer « une droite perpendiculaire » (propos de la professeure) sur l'ordinateur de la classe, pour expliquer à une élève absente lors de la séance précédente. La professeure rassure l'élève (« tu sais faire ») et lui explique ce qu'elle attend, « en même temps que tu vas cliquer, tu vas nous expliquer comment tu fais ».

Phase 2 : Lou s'installe, elle sélectionne et valide le point C. En même temps elle annonce « on tape sur le point C ». Elle sélectionne et valide la droite « rouge » sans sélectionner la primitive perpendiculaire du logiciel ; elle continue son explication : « on tape sur la droite ». Comme il ne se passe rien, elle est surprise « Ah, non ! ».

Phase 3 : la professeure choisit d'aider l'élève : « D'abord tu fais quoi ? », « on va tracer quoi ? », puis « On va dans l'icône ? ». Ainsi, Lou parvient à construire la droite, perpendiculaire à (AB) passant par le point C et elle explique « Là, ça nous trace la droite perpendiculaire ».

Phase 4 : la professeure choisit de reprendre le procédé de construction choisi par Lou : « on clique sur le point C et sur la droite. Et la droite perpendiculaire est tracée ». La professeure interroge un autre élève : « Avant cela, tu as vu ce qu'elle a fait ? ». Il explique alors qu'elle a cliqué sur le bouton « perpendiculaire ».

2.3 Analyse

Dans le travail du problème posé à l'élève (milieu didactique), il s'agit de mener des actions avec le logiciel GeoGebra. Pour pouvoir le faire, l'élève va s'appuyer sur ce qu'il a fait auparavant (le « déjà-là » modélisé par la notion de contrat didactique), les actions qu'il a menées précédemment avec le logiciel et sur ce qu'il connaît des droites perpendiculaires. Dans le problème, il s'agit d'exposer également ces actions. Cette exigence de la professeure fait partie des habitudes transactionnelles. En effet, l'élève rend compte de ses actions. Par contre, nous, chercheurs, ne savons pas exactement ce que peut revêtir cette explicitation. Dans le travail du problème, les rétroactions dans l'environnement GeoGebra permettent à l'élève de voir que ses actions ne permettent pas de tracer la droite attendue. Cependant les saillances du milieu ne sont pas accessibles à l'élève pour lui permettre de construire la droite perpendiculaire à la droite rouge, passant par le point C. Il manquait à l'élève d'établir un lien entre le point et la droite. L'appui sur le milieu (« On va tracer quoi, on va dans quelle icône ») suffit à l'élève pour tracer la droite attendue. Le problème est résolu, la droite est tracée. Pourtant, la professeure ne s'en contente pas. Elle prend de nouveau appui sur les actions de Lou (le milieu didactique) pour rendre visible un élément manquant. Elle valorise les premières actions en reprenant les mots de Lou (« on clique sur le point C et sur la droite »). Elle oriente l'attention des élèves sur l'insuffisance de ce procédé en faisant énoncer le lien nécessaire, préalable à la construction, lien qui est matérialisé par un clic sur le bouton « perpendiculaire ». La construction de la droite perpendiculaire à la droite rouge et passant par le point C est ainsi revisitée. L'« inconnu » du problème, à savoir agir avec le logiciel et dire ce que l'on fait n'a de sens que par rapport au « connu ». Dans le même temps, l'« inconnu » est opposé à ce qui est connu, par exemple avoir déjà construit des droites perpendiculaires avec le logiciel.

2.4 Bilan de cette partie

Rappelons notre première question de recherche : comment l'explicitation des propriétés géométriques est-elle mise en œuvre en classe ? Dans le cas de tracé de droites perpendiculaires avec un logiciel de géométrie dynamique, il est nécessaire que l'élève établisse un lien entre la propriété de perpendicularité, une droite et un point. Ce lien se matérialise par des actions. Nous pouvons noter deux points. Le premier point concerne l'explicitation possible. Dans cette classe, un grand pas est encore nécessaire entre les actions attendues et finalement produites, et une explicitation réelle. Le deuxième point concerne la place de la professeure, qui reste déterminante. Cet extrait à lui seul ne peut pas être représentatif de ce qu'il se passe en classe avec des élèves ayant des difficultés d'apprentissages. Toutefois, il vient confirmer des résultats identiques déjà obtenus par les biais de différentes études de cas auprès du même public (Athias & Le Borgne, 2018).

Mais nous pouvons maintenant nous interroger plus avant. La professeure propose une consigne incomplète « trace une perpendiculaire ». L'élève agit en s'appuyant sur ce qu'il a déjà fait (au cours de la séance 1). Une formulation mathématique de ce qui est attendu n'est pas prononcée, ni par les élèves, ni par la professeure. Quelle explicitation pourrions-nous envisager ? Cette formulation serait-elle accessible à des élèves ayant des difficultés d'apprentissage ?

3 Le collectif

Dans le collectif, nous voulons élaborer des séquences de géométrie, dans l'environnement papier-crayon et dans l'environnement GeoGebra, dans un processus itératif. Nous rappelons ici la question de recherche : comment les échanges dans le collectif permettent-ils de partager la nécessité des explicitations sur la figure matérielle ? Pour tenter de répondre maintenant à cette question, nous montrons maintenant l'exposition de ce moment de la séance et son explicitation au sein du collectif (cf. tableau 6).

Année 2 : 2018-2019		
Collectif : préparation de la séquence « droites perpendiculaires »	Classe : mise en œuvre dans la classe de la séquence « droites perpendiculaires »	**Collectif : Analyse de la mise en œuvre de la séquence « droites perpendiculaires »**

Tableau 6. Organisation temporelle de la séquence

Au début de la rencontre, un des chercheurs explique un des enjeux au sein du collectif et au sein de la classe : « Les propriétés, comment on les explicite ? (…) Comment est-ce qu'on travaille les propriétés avec des élèves qui ont des difficultés d'apprentissage ? ». Il propose alors de regarder des extraits de film, dont celui que nous venons d'analyser. Le choix de ce moment est expliqué après le visionnage du film « Pour moi, c'est intéressant. L'élève sélectionne le point, la droite, mais il ne dit pas perpendiculaire ». Puis le chercheur attire l'attention du collectif sur la reprise de la professeure. La professeure a fait le choix de reformuler et de faire compléter les actions dans GeoGebra. Le chercheur interroge sur cette reformulation : « Mais jusqu'où tu reprends ? ». Il précise sa question en interrogeant sur le résultat de l'action avec le logiciel : est-ce qu'on se contente de « ça a tracé la droite », est-ce qu'on se contente de « ça a tracé la droite perpendiculaire ? »

Reprenons ici la dialectique contrat-milieu exposée plus haut, et utilisons ce modèle pour décrire une nouvelle fois ce qui se passe dans le collectif de recherche. En langage courant, à l'initiative du chercheur, le collectif s'interroge sur la nécessité de cette explicitation sur la droite ainsi obtenue. Dans le langage du modèle, c'est donc le problème (d'enseignement-apprentissage, en tant que milieu didactique représenté par l'extrait de film de classe), que le collectif veut mettre au travail. Ce problème ne peut être travaillé que parce que des habitudes d'échanges dans le collectif ont été installées. Ainsi, des connaissances autour de la géométrie et de l'usage de la géométrie dynamique ont été partagées, avec une position topogénétique plus haute des chercheurs. Des connaissances sur les élèves à besoins éducatifs particuliers que sont les élèves de SEGPA ont été discutés collectivement, avec une position topogénétique plus haute des professeurs. Tous ces échanges font partie d'un « déjà-là » commun, modélisé par la notion de contrat didactique.

La connaissance visée dans ce collectif est particulière, au sens où personne ne connaît la réponse. Notre but est de travailler autour des enjeux mathématiques dans des situations (par exemple travailler sur la perpendicularité), de repérer des points cruciaux (par exemple l'explicitation nécessaire) et de documenter ce qui rend ces enjeux nécessaires en classe.

Il ne faudrait pas croire que questionnements ou réponses ne soient que du côté des chercheurs. Un peu plus tard, une des professeures explique « Parce que justement avec Claire, on a cette discussion en ce moment. C'est sur le vocabulaire commun. Comment faire apprendre du vocabulaire ? Comment faire restituer du vocabulaire à nos élèves ? Comme en géographie, comme en histoire… ». L'explicitation nécessaire sur la figure matérielle (ici représentée dans le mot « vocabulaire »), fait écho à des questions de la pratique qui vont au-delà de la géométrie. Un chercheur explique que si la professeure choisit dans un premier temps de laisser l'élève Lou s'exprimer comme elle peut, comme elle veut, la professeure pourrait ensuite chercher une reformulation. Le chercheur propose une nouvelle adaptation, en prenant appui sur le contrat didactique, et propose ainsi au collectif un nouveau problème pour les élèves : dans ce problème, il s'agit de construire la droite perpendiculaire à la droite rouge et passant par le point C mais après un déplacement des objets géométriques de la figure (point et droite). Les élèves ont alors à construire, sur une nouvelle figure. Le chercheur continue et imagine que la professeure pourrait alors proposer les commandes suivantes : « tu traces la droite perpendiculaire », proposition située du côté du discours mathématique, et « tu vas sélectionner l'icône perpendiculaire », proposition située du côté des connaissances instrumentales. Puis « tu sélectionnes la droite rouge », et « tu cliques sur la droite rouge ». Et enfin « tu sélectionnes le point C » et « tu cliques sur le point C ». Ces expressions étant tour à tour des connaissances mathématiques et des connaissances instrumentales.

À ce moment-là de la discussion, la professeure est surprise et souligne son approbation à l'alternative ainsi proposée : « Je trouve ça très bien. Sur le moment, je n'ai pas du tout pensé au déplacement des points. Alors que maintenant que tu le dis, ça paraît normal ». À ce moment-là, le second chercheur veut insister sur le fait que c'est l'analyse qui permet d'aboutir à cette proposition et qu'il n'y a aucun jugement de la pratique et il ajoute : « C'est pas certain que je l'aurais fait aussi ! » ce qui souligne l'effet du travail en collectif. L'enjeu de ces échanges est de partager, tant du point de vue de la pratique que du point de vue de la recherche.

La « figure matérielle » est un concept issu de la recherche en didactique des mathématiques. Le processus d'ingénierie coopérative a permis de « plonger » ce concept dans la pratique. Nous faisons l'hypothèse que ce concept devient à la fois plus dense du point de vue scientifique et plus opératoire du point de vue de la pratique.

Bilan

L'ingénierie coopérative propose une forme de recherche qui repose sur le principe de symétrie des places occupées par les professeurs et chercheurs. L'équilibre dans le collectif est garanti par l'écoute et la recherche de compréhension des points de vue de chacun. La symétrie ne signifie pas la disparition des fonctions de chacun au sein du collectif. Le topos adopté par le chercheur est plus élevé lorsqu'il suggère la mise en œuvre de la géométrie dynamique mais le topos du professeur est plus élevé lorsqu'il évoque la spécificité des classes de SEGPA. L'ingénierie coopérative doit mettre au premier plan de ses préoccupations le but collectif auquel il s'est assigné.

IV - PERSPECTIVES - DISCUSSION

1 Perspectives du groupe

La recherche a débuté lors de l'année universitaire 2017-2018. Le groupe poursuit en 2019-2020 le travail sur l'élaboration de séquences de géométrie basées sur la mise en œuvre des propriétés géométriques dans les environnements articulés du papier-crayon et de la géométrie dynamique.

Le travail du collectif doit être formalisé dans des écrits détaillant l'élaboration des séquences réalisées en classe. Ces écrits doivent prendre en compte les discussions du collectif en regard des réalisations en classe. Outil de capitalisation du savoir collectif, ils fournissent aussi des éléments de communication destinés à enrichir le collectif (en l'ouvrant à de nouveaux membres) et des éléments de discussion destinés aux communautés de professeurs et de chercheurs.

2 Discussion

La discussion porte donc sur un premier bilan qui peut être fourni à la suite des deux années de travail. Il nous a semblé qu'une évolution très nette était apparue dans les prises de parole au sein du collectif ; les professeures parlent plus aisément de leurs difficultés. Par voie de conséquence, le collectif réussit mieux désormais à prendre en charge les questions professionnelles et didactiques produites lors de la réalisation des séquences. Le travail sur les situations et l'élaboration de réponses communes demande des études sur un temps long. Ce temps renvoie au temps didactique des classes auquel l'avancée de la production de séquences est soumise mais il est aussi tributaire du travail du collectif qui doit produire une réponse commune à la fois constructive tant du point de vue de la recherche que du point de vue des apprentissages des élèves. La question de la production de recherche sur un temps long demeure une difficulté qui doit être prise en compte au risque de rendre le fonctionnement du collectif fragile.

La posture d'ingénieur que chacun des membres du collectif adopte implique l'élaboration d'un langage commun. Celui-ci semble s'affermir au fil du travail du collectif. Comment l'attester ? Jusqu'où le travail collectif doit-il prendre en charge une appropriation de certains concepts issus de la recherche par chacun des membres du collectif ? De la même manière, jusqu'où le travail collectif doit-il partager des problèmes professionnels ?

L'enseignement en classe de SEGPA offre des enjeux spécifiques liés au public et que le travail sur les situations doit prendre en compte : sur le plan personnel des élèves, il s'agit de redonner de la confiance, de l'estime de soi, de faire renouer avec la réussite... les compétences langagières sont souvent assez faibles et freinent l'investissement didactique. Ce travail en milieu spécialisé est un atout pour le développement du collectif car il convoque dans les travaux conduits les questions d'adaptation et de prise en compte d'un environnement d'apprentissage difficile et assez peu pris en compte dans les ressources du professeur. Dans le même temps, les résultats obtenus dans le cadre de ce collectif sont-ils liés aux difficultés des élèves ? Pourrait-on en tirer avantage pour des élèves de classe ordinaire ?

V - BIBLIOGRAPHIE

Assude, T., Gelis, J-M. (2002). La dialectique ancien-nouveau dans l'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire. *Educational Studies in Mathematic, 50*, 259-287.

Athias, F. (2014). La géométrie dynamique comme moyen de changement curriculaire. Thèse en sciences de l'éducation, Université Aix-Marseille.

Athias, F. (2019). Un exemple d'usage de la géométrie dynamique. *Grand N, 103*, 57-70.

Athias, F., Le Borgne, P. (2018). Une coopération entre professeurs et chercheurs. In Maha Abboud (Ed.). Actes du Colloque de l'Espace Mathématique Francophone 2018. Genevilliers. 22-26 octobre 2018. (pp.1179-1186). IREM de Paris.

Athias, F., Cariou, D. (2019). Lire et comprendre une figure en géométrie et une caricature en histoire. In Collectif Didactique pour Enseigner (CDpE, dir.), Didactique Pour Enseigner (p. 69-92). Presses universitaires de Rennes.

Brousseau, G. (1998). Théorie des situations didactiques. Édition La pensée sauvage.

Brousseau, G. (2010). Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques. Disponible sur Internet à l'adresse :http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf.

Celi, V., Perrin-Glorian, M-J. (2014). Articulation entre langage et traitement des figures dans la résolution d'un problème de construction géométrique. *Spirale, 52*, 151-174.

Collectif Didactique Pour Enseigner, CDpE (2019). Didactique pour enseigner. Presses Universitaires de Rennes.

Clivaz, S. (2016). Les lesson study : des situations scolaires aux situations d'apprentissage professionnel pour les enseignants. Formation et pratiques d'enseignement en questions, 19, 99-105.

Duval, R., Godin, M. (2005). Les changements de regards nécessaires sur les figures. *Grand N, 76*, 7-27.

Elliott, J. (2015). Developing a science of teaching through lesson study. *International Journal For Lesson and Learning Studies*, *1*(2), 108-125.

Laborde, C., Capponi, B., (1994), Cabri géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 14(1-2), 165-210.

Ministère de l'Éducation Nationale (Ed.). (2015). Enseignement adapté, Sections d'Enseignement Général et Professionnel Adapté. Dans Bulletin Officiel, n°40 du 29 octobre 2015. Paris : MEN.

Ministère de l'Éducation Nationale (Ed.). (2015). Socle commun de connaissances, de compétences et de culture. Dans Bulletin Officiel, n°17 du 29 octobre 2015. Paris : MEN.

Perrin-Glorian, M-J., Godin, M. (2018). Géométrie plane : pour une approche cohérente du début de l'école à la fin du collège. Disponible sur Internet à l'adresse https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01660837v2

Sensevy, G. (2011). Le sens du savoir : Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique. Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur.

Sensevy, G., Forest, D., Quilio, S., Morales, G. (2013). Cooperative engineering as a specific design-based research. *The International Journal on Mathematics Education, 45*(7), 1031-1043.

Sensevy, G. (2016). Le collectif en didactique : quelques remarques. In Y. Matheron, G. Gueudet, V. Celi, C. Derouet, D. Forest, M. Krysinska, S. Quilio, M. Rogalski, T. Angels Sierra, L. Trouche, C. Winslow & S. Besnier (Ed.). Actes de la XVIIIeme école d'été de didactique des mathématiques. Brest, 19-26 août 2015. (pp. 223-253). Pensée sauvage.