

ENJEUX ET PERSPECTIVES POUR LA FORMATION CONTINUE AU CYCLE 3 : CAS D'UNE CONSTELLATION INTER-DEGRÉS SUR LA REPRODUCTION DE FIGURES PLANES

Sylvie GRAU

Maîtresse de conférence, INSPE NANTES UNIVERSITÉ
CREN

Sylvie.grau@univ-nantes.fr

Isabelle MANIEZ

Conseillère Pédagogique de Circonscription et Référente Mathématiques de
Circonscription, ACADÉMIE DE NANTES
Circonscription de Pontchâteau
Isabelle.maniez@ac-nantes.fr

Résumé

Dans le cadre de la formation en constellation initiée par le plan Villani-Torossian de 2018, notre recherche vise à comprendre la manière dont les enseignants problématisent leurs pratiques. Au cours d'une constellation expérimentale inter-degrés menée dans l'académie de Nantes en 2021-2022, mise en œuvre par une référente mathématique départementale, le travail dans le domaine de la géométrie s'est focalisé sur la reproduction de figures planes au cycle 3. Cette formation a permis de mettre en évidence des malentendus entre les enseignants du 1er degré et ceux du 2nd degré, les amenant à repérer certaines difficultés que rencontrent les élèves comme relevant de troubles, sans percevoir que des manques dans les enseignements pouvaient devenir des obstacles didactiques pour certains élèves. Sont exposés ici l'organisation de la formation en constellation adaptée à l'inter-degrés, le contexte spécifique, les activités menées en classe en co-observation et leur analyse dans le cadre de l'apprentissage par problématisation (Fabre, 2006 ; Grau, 2023 ; Hersant, 2022). Sont discutés ensuite la pertinence de formations en constellation inter-degrés et les prolongements envisageables au service de la liaison école-collège, en particulier pour ce qui concerne les élèves en difficulté, ainsi que sur les enjeux du travail dans les deux paradigmes GI et GII en cycle 3 (Houdement, 2007).

Le travail présenté ici est un travail en cours, il s'agit d'une recherche que nous avons initiée visant à mener une évaluation qualitative de dispositifs de formation entre pairs. Partant du constat que la formation continue des enseignants en France était descendante et qu'elle ne répondait pas aux attentes et besoins des enseignants, nous souhaitons analyser les effets de nouvelles formes de formation continue plus horizontales initiées depuis 2018 avec le plan Villani-Torossian (2018) mais aussi de formations entre pairs qui existaient déjà depuis de nombreuses années. Dans ce cadre nous avons participé à : une formation de type constellation inter-degrés (animée par Isabelle Maniez, alors référente mathématiques départementale) ; une constellation en cycle 1 (enfants de 3 à 6 ans, constellation menée par un RMC (Référént Mathématique de Circonscription)) ; un groupe de l'IREM des Pays de La Loire ; un Labomaths dans un collège angevin et un groupe autogéré de membres de différentes associations de l'Education Nouvelle (que nous accompagnons avec Claire Burdin, docteure en didactique professionnelle). Nous allons, dans cette communication, nous intéresser uniquement à la constellation inter-degrés.

I - PRÉSENTATION DU DISPOSITIF DE FORMATION EN CONSTELLATION INTER-DEGRÉS EN LOIRE-ATLANTIQUE

Nous allons tout d'abord vous présenter le dispositif de formation en constellation adapté à l'inter-degrés, tel qu'il a été mené en Loire-Atlantique.

1 Spécificités du dispositif en constellation en Loire-Atlantique

L'organisation de formations en constellation – une des 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques du Plan Villani-Torossian (2018) – a commencé dans le premier degré en 2018, puis a largement été développée chaque année, avec l'objectif de former 100% des enseignants du premier degré en 6 ans selon cette modalité. La genèse de la constellation inter-degrés qui nous intéresse s'explique par une forte impulsion de l'Inspectrice de circonscription (IEN), également pilote du plan mathématique sur le département, pour dynamiser la liaison école collège.

Une constellation consiste en un collectif de six à huit enseignants qui définit lui-même son objet de travail, sa problématique, à partir de préoccupations partagées. Ce collectif est accompagné par un RMC, sur un temps long, avec un travail d'analyse de l'activité des élèves et des enseignants à partir du réel de la classe. Accompagner en constellation, c'est donc, pour le RMC, partir des besoins exprimés par les enseignants et nourrir leur réflexion collective, à partir du terrain, en facilitant les échanges dans le groupe et en instaurant un climat de confiance.

Le fait que cette constellation soit inter-degré a bien évidemment rendu nécessaires plusieurs adaptations dont trois qui nous apparaissent majeures :

- L'importance de planifier la constellation : la présentation du projet a été faite aux enseignants lors du conseil école-collège en juin 2021, le pilotage est conjoint entre le premier degré (IEN de la circonscription) et le second degré (chef d'établissement du collège concerné). C'est donc un projet qu'il faut fortement anticiper, planifier et dont il faut définir les enjeux au sein même de la liaison école-collège.
- La réflexion en termes d'acculturation entre le premier et le second degré, les enseignants ayant des cultures professionnelles différentes.
- La nécessité de s'adapter aux préoccupations du collectif inter-degrés, notamment la progressivité des enseignements.

D'autres paramètres plus pragmatiques sont aussi à prendre en compte. Le premier degré dispose de 18 heures de formation continue obligatoires mais ce n'est pas le cas pour le second degré. Cette différence suppose un engagement volontaire des professeurs du collège. Par ailleurs, les temps de formation sont le mercredi après-midi car une des écoles est ouverte et propose des enseignements le mercredi matin, obligeant les enseignants du second degré à venir sur du temps hors présence devant élèves et même hors de la présence habituelle au collège. Pour autant, tous les enseignants ont été présents sur tous les temps de travail de la constellation.

Cette formation en constellation se déroule dans un contexte particulier de liaison école-collège. Tout d'abord la constellation regroupe deux écoles, une école élémentaire à quatorze classes et une école primaire à huit classes. Le collège ferme à la rentrée de septembre 2023, du fait de la construction d'un nouveau collège et d'une réorganisation des secteurs. Le travail collaboratif est donc éphémère. Une des écoles est voisine du collège, l'autre étant à une dizaine de kilomètres dans une zone plus rurale. Les deux enseignants du collège sont volontaires avec une ancienneté dans le métier de 6 ans pour l'un et de 12 ans pour l'autre. L'un (désigné PLC1) a une formation initiale en sciences physiques, est nouveau sur l'académie et n'est pas titulaire de son poste, l'autre (désigné PLC2) a une formation mathématique et est titulaire sur le collège depuis plusieurs années. La formatrice alors conseillère pédagogique départementale en mathématiques, bénéficie d'un statut de formatrice extérieure à la circonscription.

Contrairement aux conseillers pédagogiques de circonscription qui sont parfois vus comme étant au service d'un inspecteur et qui ont l'occasion de visiter et de former régulièrement les enseignants de la circonscription, la formatrice ne connaît pas les collègues et les rencontre pour la première fois, sans avoir connaissance des évaluations effectuées par leur inspectrice. Enfin la spécificité de cette constellation est le travail de recherche qui y est associé. La chercheuse a été présente sur tous les temps collectifs, à la plupart des visites croisées et à quelques entretiens et visites individuelles. Elle a présenté son projet dès la mise en place de la constellation et demandé l'accord de chacun et chacune.

2 Le déroulement de la constellation inter-degrés

En Loire-Atlantique, toutes les constellations ont la même architecture (voir Figure 1), ce n'est pas le cas dans les autres départements ni dans d'autres académies. La formation est basée sur l'alternance de temps en classe et de temps en dehors la classe, de temps individuels et de temps collectifs, d'apports et de co-constructions de séances, de mises en œuvre en co-observation et de temps de co-analyse confrontant ainsi le réel de la classe et les problématiques d'enseignement. La co-problématisation, la co-conception de séances, les co-observations croisées et la co-analyse sont au cœur du dispositif.

Cette organisation n'exclut pas un accompagnement individuel avec des visites et un entretien individuel en début et en fin de constellation. Il s'agit de recueillir les attentes hors du collectif et de mesurer le chemin parcouru. Enfin, les enseignants disposent d'un e-réseau sur Magistère, un espace collaboratif avec un forum, permettant de garder la trace de la constellation et de mutualiser les travaux et documents.

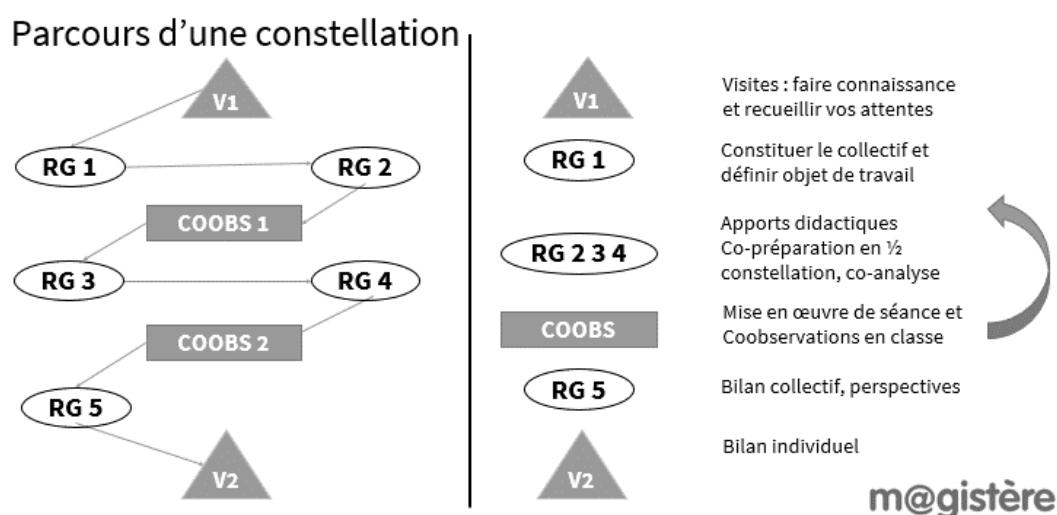


Figure 1 : architecture d'une constellation en Loire-Atlantique

La formation en constellation était initialement prévue de novembre à mars, mais elle a été adaptée du fait des conditions sanitaires qui ont interdit les formations entre décembre et février, nous obligeant à reporter une partie de la formation de mars à juin. Cette contrainte a imposé une rupture dans la formation avec un temps inter-session allongé entre la première co-observation et le troisième regroupement où nous devons faire les analyses de la séance mise en œuvre. La constellation s'est donc étalée sur un temps très long avec une interruption qui s'est, finalement, montrée très propice à la réflexivité (voir figure 2). Tous les regroupements se sont faits dans chacune des écoles et au collège. Les co-observations ont également été réalisées dans toutes les classes. Sur chacune des séances co-observées, chaque enseignant a joué le jeu de l'observation par une partie de ses pairs (deux à quatre observateurs, chacun ayant visité deux classes en dehors de son établissement).

Visite individuelle	Octobre 2021		Observation de classe + entretien individuel
Regroupement Collectif 1	Nov 2021 - 3h	Ecole 1	Faire connaissance, Echanges, définition de la problématique du collectif
Regroupement Collectif 2	Nov 2021 - 3h	Collège	Apports didactiques – Coprédaction de séance
Coobservations Séance 1	Déc 2021 - 2 jours	Dans les classes	- Mise en œuvre séance 1 - Coobservations et recueils de traces didactiques dans chacune des classes
xxx / xxx	xxx / xxx	xxx / xxx	xxx / xxx
Regroupement Collectif 3	Mars 2022 - 3h	Ecole 2	- Co-analyse de la séance « Rectangle » - Temps de travail sur la progressivité géométrie CM1 CM2 6ème
Regroupement Collectif 4	Mars 2022 - 3h	Ecole 1	- Apports didactiques fractions et décimaux - Co-préparation de séance fractions et décimaux
Coobservations Séance 2	Mai 2022 - 2 jours	Dans toutes les classes	- Mise en œuvre séance 2 - Coobservations et recueils de traces didactiques dans chacune des classes
Regroupement Collectif 5	Mai 2022 - 3h	Collège	- Co-analyse de la séance « scénarii » - Temps de travail sur la progressivité fractions et décimaux CM1 CM2 6ème - Bilan collectif de la formation
Visite individuelle	Mai juin		Visite de classe et/ou entretien

Figure 2 : calendrier de la constellation inter-degrés

3 La construction d'une problématique

Lors du premier regroupement, la constellation doit décider de son objet de travail. Ce temps d'échanges occupe la moitié des 3h du regroupement, le rôle du RMC étant de faciliter les échanges, de les synthétiser sans les influencer. Les différentes thématiques évoquées lors des visites individuelles effectuées par la formatrice au préalable sont présentées au groupe sous la forme d'un nuage de mots avec, dans l'ordre de leur fréquence d'apparition : sens et technique, décimaux, fractions, manipulation, progressivité, résolution de problèmes proportionnalité, droite graduée, lecture d'énoncés, numération etc. Au terme des échanges, le collectif a choisi de travailler sur l'enseignement de la géométrie, alors même que ce thème n'apparaissait pas comme problématique à l'issue des entretiens individuels. Cet effet de surprise n'est pas spécifique à l'inter-degrés, c'est récurrent dans les constellations, car à chaque fois, la problématique collective se construit véritablement dans les échanges du collectif qui permettent de passer de préoccupations individuelles à une préoccupation partagée. Ici, il est apparu une préoccupation majeure pour le second degré et qui a orienté la réflexion collective, celle de la progression des apprentissages sur le cycle. Il nous semblait donc intéressant de mobiliser le cadre de l'apprentissage par problématisation pour mieux comprendre comment s'est construit le problème professionnel des collègues au cours de la constellation.

II - LES ANALYSES DANS LE CADRE DE L'APPRENTISSAGE PAR PROBLÉMATISATION (CAP)

Dans nos recherches, nous utilisons le cadre de l'apprentissage par problématisation (CAP) à deux niveaux : au niveau de l'accompagnement de la constellation pour analyser les apprentissages des élèves en géométrie plane et au niveau de la recherche sur la formation pour analyser les pratiques des enseignants.

1 Analyse des pratiques enseignantes dans le CAP

La recherche vise à mieux comprendre la manière dont les enseignants problématisent leur activité en formation en constellation et comment la formation contribue à développer leurs compétences professionnelles. Pour cela nous considérons l'activité des enseignants comme une réponse à un problème professionnel souvent implicite et non formalisé. Nous considérons que les pratiques sont organisées par des logiques que nous cherchons à comprendre. Pour cela, nous analysons dans le cadre

du CAP, les traces de leurs pratiques et essayons de repérer les contraintes qui pèsent sur elles pour accéder aux raisons. Nous considérons comme traces les enregistrements des entretiens, des regroupements, les traces écrites sur l'espace collaboratif du groupe, les préparations des séances et supports donnés aux élèves, les productions des élèves, les photographies des activités menées, les notes prises pendant les observations.

Le losange de problématisation (figure 3) développé par Fabre (2006) modélise d'une part sur l'axe horizontal la résolution du problème (de la question à la solution et sur l'axe vertical la construction du problème (la mise en tension entre les données du problème et les conditions du problème). La problématisation se fait toujours dans un cadre qui, pour ce qui est des pratiques enseignantes, est le système didactique.

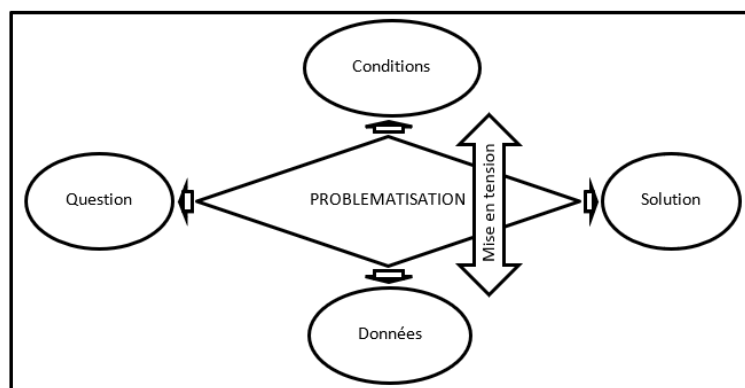


Figure 3 : Losange de problématisation

En nous inspirant des composantes de la double approche ergonomique et didactique (Robert et Rogalski, 2002), nous identifions six domaines de contraintes qui nous permettent de comprendre le poids de ces contraintes sur les choix des enseignants, la manière dont ces domaines interagissent, de caractériser et repérer des tensions. Ces contraintes peuvent ainsi être personnelles, sociales, médiatives, cognitives, institutionnelles ou liées au potentiel d'apprentissage, c'est-à-dire liées à l'évaluation prédictive de la réussite des apprentissages des élèves. Prenons par exemple, l'analyse du verbatim du premier regroupement : nous avons repéré les contraintes évoquées et nous les avons catégorisées à partir des six domaines pour chaque enseignant. A un moment, le professeur de collège PLC2 dit : « On se retrouve avec des élèves avec nous qui ne devraient pas y être avec les PPRE, PPAP il faudrait 25 progressions différentes. Ils ne devraient pas être avec nous parce qu'il n'y a pas de place pour les accueillir alors qu'ils ont été diagnostiqués. » Le deuxième professeur de collège PLC1 va renchérir. Le potentiel d'apprentissage est identifié ici comme un frein à l'activité. Une contrainte peut ainsi favoriser ou empêcher l'action, dans l'un ou l'autre cas, nous essayons de reformuler cette contrainte en termes de nécessités. L'analyse globale de ce premier regroupement montre que les domaines sont plus ou moins représentés suivant les enseignants de chaque école et un décalage entre le premier et le second degré. Les prises de paroles sont beaucoup plus importantes pour le second degré avec une prédominance des contraintes institutionnelles (poids des programmes, injonctions à l'inclusion, cycle 3 sur deux degrés). Les deux enseignants de l'école primaire la plus éloignée du collège s'expriment moins mais avec des contraintes beaucoup plus ciblées sur les aspects didactiques et médiatifs. Un enseignant du premier degré montre une certaine homogénéité des domaines de contraintes, alors qu'un autre professeur des écoles montre que trois domaines principaux organisent son activité (les contraintes personnelles, institutionnelles et médiatives).

Les écarts entre les degrés peuvent s'expliquer par des cultures professionnelles différentes, cependant ceux entre professeurs des écoles ou entre professeurs de collège attestent qu'un registre explicatif différent rend compte pour chacun de la cohérence de leurs pratiques. Nous pouvons par exemple

comptabiliser le nombre de contraintes par domaine, évoquées lors du premier regroupement et mettre en évidence les tensions qui apparaissent entre ces domaines. Si nous prenons par exemple les professeurs de collège que nous avons désignés PLC1 et PLC2. Pour PLC1 apparaît une tension entre le domaine institutionnel et celui du potentiel d'apprentissage : l'écart entre les attentes de l'institution en termes d'apprentissage et ce qu'il pense atteignable pour les élèves des classes de 6^e dont il a la responsabilité. Pour PLC2, la tension est plutôt entre le domaine cognitif et celui du potentiel d'apprentissage. Sa représentation de ce qu'un élève est capable d'apprendre et l'organisation mathématique des savoirs enseignés sont en tension, en particulier il remet en cause le dévoilement de certaines notions trop tôt dans la scolarité, cet apprentissage pouvant se dresser ensuite en obstacle à la compréhension des concepts mathématiques. De même si on compare les professeurs des écoles désignés par E1 et E5, la question professionnelle de E1 est de composer entre les contraintes institutionnelles (temps contraint, formation imposée, mutation, administration, l'prof etc.) et ses besoins personnels, l'amenant à penser son enseignement sous forme de routines organisationnelles. Pour E5, ses pratiques professionnelles sont orientées par deux domaines de contraintes : des contraintes sociales, en particulier un besoin de légitimité vis-à-vis du second degré, de sécurité en rapport avec l'évaluation par les pairs possible lors des observations, son sentiment d'efficacité professionnelle ; auxquelles elle répond par des contraintes médiatives avec des dispositifs très structurés et rigoureux. Pour l'un comme pour l'autre, le potentiel d'apprentissage des élèves n'est pas évoqué.

Lors des échanges, le poids de la parole des enseignants du second degré et la contrainte forte du potentiel d'apprentissage des élèves amène à questionner la place de la manipulation et de la progressivité dans la construction du sens. Des exemples en géométrie seront souvent utilisés amenant à poser le problème dans ce cadre mathématique. Les professeurs du collège estiment que les propriétés des polygones étudiées au primaire amènent les élèves à des représentations erronées des objets théoriques. Pour le rectangle, les élèves à l'entrée en 6^e le caractérisent par la longueur de ses côtés au détriment de la caractérisation par ses angles droits, il semble très difficile de les amener à regarder autrement cette figure. On comprend que le problème didactique sous-jacent est lié aux paradigmes en géométrie définis par Houdement et Kuzniak (2006). Le problème est formulé ainsi à l'issue du premier regroupement : « quelle est la place de la manipulation dans le processus de construction du sens des notions mathématiques et en particulier les propriétés et définitions des polygones ? »

2 Analyse de l'activité des élèves dans le CAP

La reproduction de figures planes constitue une classe de problèmes au sens de Vergnaud du fait que cette tâche suppose la mise en place de mêmes schèmes malgré toutes les variations sur lesquelles il est possible de jouer (Vergnaud, 1990). De plus, résoudre un problème de géométrie conduit toujours à produire une figure mentalement ou matériellement, la reproduction de figures est donc essentielle (Bulf et Celi, 2016 ; Celi, 2016). Reproduire une figure consiste à réaliser une figure à partir d'un modèle fourni. Les variables didactiques sur lesquelles il est alors possible de jouer sont nombreuses : le modèle peut être accessible ou non, de même taille – donc superposable – ou non, on peut donner une amorce ou non, indiquer ou imposer des instruments, donner un coût d'utilisation des instruments, donner un support de même nature ou non (papier quadrillé par exemple). Cependant, ce type de tâche est rarement proposé dans les pratiques ordinaires des professeurs des écoles (Allard, Winder et Mangiante-Orsola, 2017). L'enjeu est donc de faire évoluer le système de contraintes qui pèse sur les pratiques des enseignants et empêche l'exercice de la vigilance didactique (Butlen, Charles-Pézarid et Masselot, 2012).

Dans le CAP, le sens des savoirs est apporté par la construction de nécessités, c'est-à-dire ce qui rend le savoir nécessaire pour résoudre un certain type de problèmes, ce qui fait que le savoir est ce qu'il est et ne peut pas être autre. La spécificité du CAP est de s'intéresser à la construction de ces nécessités. Le problème posé ici est de trouver comment reproduire une figure modèle proposée. La solution pourrait

relever d'une technique mais il n'existe pas une technique générale immédiatement transférable à tous les problèmes de reproduction, la technique doit être adaptée au modèle et aux contraintes. Par contre, certaines nécessités peuvent aider à construire les faits permettant de choisir ou adapter les techniques déjà rencontrées. Il s'agit donc de faire construire ces nécessités aux élèves. De quelle nature sont-elles ?

La construction de faits en géométrie dépend du paradigme dans lequel on travaille. Houdement et Kuzniak (2006) en définissent trois : la géométrie « naturelle » G1, la géométrie « axiomatique naturelle » G2 et « l'axiomatique formaliste » G3 qui n'est abordée qu'en études supérieures. Dans le CAP, nous parlons plutôt de REX (registre explicatif), ce registre prenant en compte le paradigme géométrique mais aussi les représentations des élèves, nous allons le préciser après. Si les deux géométries G1 et G2 se distinguent clairement par la nature des objets étudiés, elles ne s'excluent pour autant pas l'une l'autre, au contraire elles se complètent :

- la construction d'une figure complexe (question de géométrie dessinée) peut donner lieu à des raisonnements sur des figures abstraites (incursion en géométrie abstraite) avant de revenir au dessin ;
- pour résoudre une question concernant un objet abstrait, un élève peut commencer par faire une figure qui lui permettra de faire une conjecture (géométrie dessinée) puis effectuer des déductions (phrases ou calculs) à partir de ce qui est connu, seuls arguments acceptables en géométrie abstraite.

Le passage d'un paradigme à l'autre se fait sur un temps d'expérimentation où la géométrie instrumentée va jouer un grand rôle et cet espace d'expérimentation concerne, dans les programmes, les cycles 2 et 3, amenant au cycle 4 à travailler plus systématiquement sur des figures théoriques abstraites.

Lors du second regroupement, la formatrice fait quelques apports didactiques en particulier sur les paradigmes en géométrie à partir des travaux de Houdement et sur les registres sémiotiques, en particulier sur les conversions entre le langage naturel et les schémas codés. Nous, en tant que chercheure, apportons par ailleurs des éléments sur l'approche instrumentale de Rabardel amenant « l'instrumentation, comme processus par lequel les contraintes et les potentialités d'un artefact vont conditionner durablement l'action d'un sujet pour résoudre un problème donné » (Trouche, 2005, p.10) pour parler des instruments de tracés et de mesure que les élèves sont amenés à utiliser, mais aussi les logiciels de géométrie dynamique. Nous avons aussi abordé quelques exemples de déconstructions dimensionnelles, de divisions méréologiques et de déconstructions instrumentales (Duval et Godin, 2005). Un travail plus spécifique est mené pour amener les enseignants à comprendre l'enjeu des positions prototypiques des figures sur les images-concepts des élèves (un triangle ne peut être reconnu que s'il est isocèle et posé sur sa base, un rectangle s'il a ses côtés parallèles au bord de la feuille), et sur l'importance des amorces dans les problèmes de reproduction comme contrainte amenant les élèves à devoir modifier leur regard sur la figure modèle.

Les enseignants doivent alors décider d'un modèle à reproduire pour construire une situation qu'ils vont adapter aux différents niveaux de classe. L'objectif de la co-observation sera de repérer comment un même problème est résolu par les élèves en fonction de ce qu'ils ont déjà appris et vécu. Lors de ce deuxième regroupement collectif, nous avons proposé plusieurs mises en situation et le choix du groupe s'est porté sur un problème de reproduction de deux rectangles emboîtés (figure 4), que nous avons très rapidement évoqué (Mathé, Barrier et Perrin-Glorian, 2020). Le choix s'explique par le fait qu'il s'agit de rectangles, une figure bien connue des élèves mais qu'ils ont tendance à caractériser uniquement par sa longueur et sa largeur. L'analyse *a priori* de la situation amène les enseignants à identifier qu'il faut que les élèves s'autorisent à tracer les diagonales pour voir l'alignement des sommets sur les diagonales. Une chose en effet est de savoir reproduire un rectangle, une autre est de savoir positionner le petit rectangle

par rapport au grand rectangle. La division méréologique est donc immédiate, celle dimensionnelle l'est moins et la déconstruction instrumentale est censée être facilitée du fait que tous les élèves ont déjà appris à tracer un rectangle avec la règle et l'équerre. Les variables didactiques sont listées : modèle disponible ou non, validation par calque ou non, instruments autorisés, amorce ou non, papier blanc, quadrillé, tracé avec un logiciel de géométrie dynamique. Chaque enseignant a finalisé la préparation la semaine suivante et nous avons découvert les supports ainsi que les modes de mise en œuvre lors de l'observation, aucun enseignant n'ayant estimé nécessaire de communiquer sur ces éléments avant l'observation sur l'espace numérique de partage.

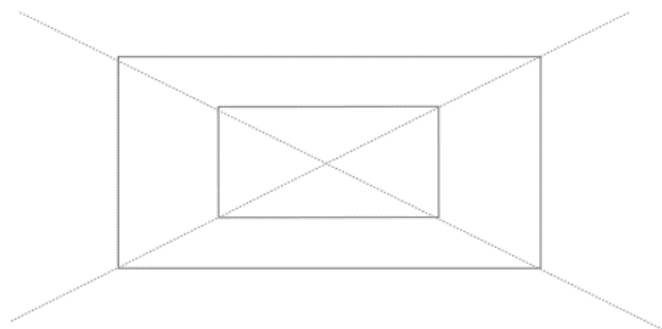


Figure 4 : figure modèle

III - ACTIVITÉS MENEES DANS LES CLASSES EN CO-OBSERVATION 1

Chaque enseignant a adapté la proposition des formatrices en fonction du niveau de classe (annexe). Ces choix n'ont pas été discutés collectivement, ils ont été faits individuellement, nous les avons découverts au moment de la mise en œuvre des séances :

- Au CM1, la figure est donnée sur une feuille A4 et la reproduction est à faire sur une autre feuille A4, la validation se fait par transparence, mais dans un CM1 les rectangles ont bien les mêmes diagonales alors que dans l'autre le rectangle à l'intérieur est décalé.
- Au CM2, la même figure est donnée sur une seule feuille A4, la reproduction doit se faire en dessous et une amorce contraint les élèves à changer l'orientation de la figure. Dans un CM2, il est demandé à l'issue du tracé de rédiger un programme de construction, uniquement pour ceux ayant terminé.
- En 6^e, le tracé est commencé sur le logiciel Géogébra, un rectangle a été tracé, il faut réaliser l'autre, plusieurs autres activités sont ensuite proposées pour ceux qui auraient terminé.

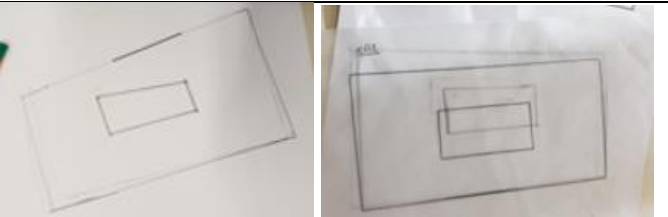
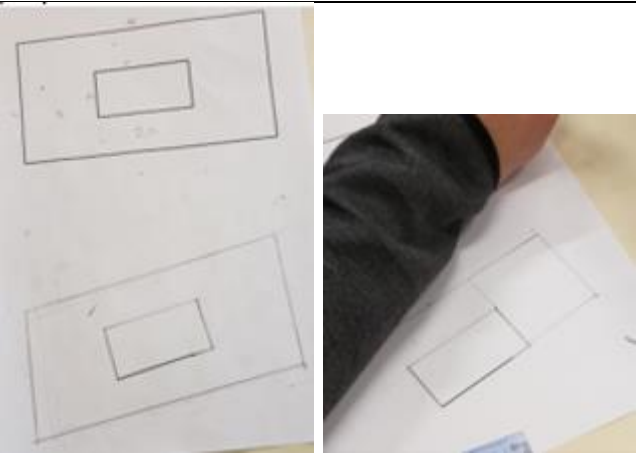
On remarque que tous les modèles ont leurs côtés parallèles aux bords de la feuille, la question des figures prototypiques n'a donc pas été prise en compte par les enseignants. Plus tard, une raison sera évoquée par un professeur des écoles : la difficulté à tourner la figure sur le logiciel de traitement de texte utilisé. Pourtant certains collègues vont lui expliquer comment faire, preuve qu'eux savaient le faire.

Le matériel à disposition, à part le logiciel en 6^e, est globalement le même. Il n'est pas donné d'indications ou de limitations, malgré le fait que certains enseignants prennent le temps de vérifier que tout le monde a bien une équerre et une règle avant de commencer.

Pour la consigne, il est demandé de « refaire la même figure » ou de « reproduire à l'identique », « en utilisant le morceau de droite déjà tracé ».

En CM1, les enseignants précisent collectivement qu'il s'agit de deux rectangles, l'un à l'intérieur d'un autre, et que la validation se fera par transparence : la figure obtenue doit se superposer exactement au modèle (par calque ou en superposant les figures sur la vitre d'une fenêtre de la classe).

L'analyse de l'activité des élèves dans le CAP nous a amenées à identifier différents registres explicatifs (REX) caractérisés par les faits construits par les élèves – ce qui est reconnu comme vrai et pris en considération dans la construction du problème, du moins temporairement. Nous synthétisons ces REX dans le tableau 1, en donnant des exemples de production d'élèves.

REX G0 Perception globale de la figure complexe	Les élèves considèrent deux quadrilatères ou deux rectangles et les reproduisent au jugé sans prendre d'informations sur le modèle autres que la perception visuelle qu'ils en ont.	
REX G11 Vérification des mesures de longueurs des figures isolées	Les élèves utilisent la règle graduée pour prendre des mesures sur le modèle, mais ils ne s'intéressent qu'aux rectangles pris isolément et ne les positionnent pas précisément l'un par rapport à l'autre	
REX G12 Contrôle des mesures de longueurs et des angles droits des figures isolées	Les élèves prennent des mesures à la règle et vérifient les angles droits en utilisant leur équerre toujours de manière isolée pour chaque rectangle.	
REX G21 Contrôle des propriétés des figures et de leur positionnement respectif.	Les élèves contrôlent les propriétés des figures et prennent des mesures pour positionner un rectangle par rapport à l'autre. De manière implicite les élèves considèrent des droites parallèles comme étant des droites perpendiculaires à une même troisième, matérialisée parfois par les graduations sur la règle comme sur la photo ci-dessous : 	

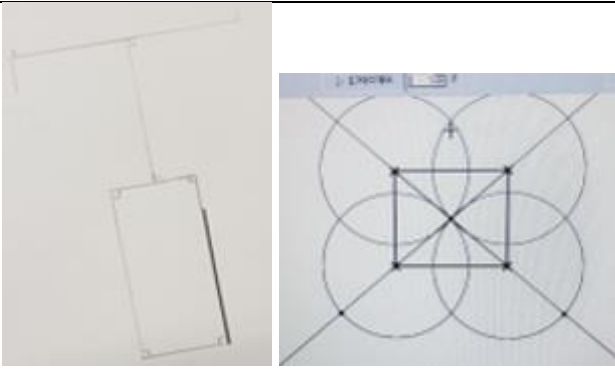
REX G22 Utilisation de propriétés communes aux deux rectangles	Les élèves utilisent des propriétés communes des deux rectangles (axes de symétrie, diagonales) et déterminent un système de repérage.	
---	--	--

Tableau 1 : registres explicatifs en géométrie plane

On peut considérer que les élèves utilisent certains faits, ce qu'ils considèrent comme vrai et qu'ils ne remettent pas en question, pour mettre en œuvre leur solution pour tracer la figure. Ainsi la perception globale de la figure complexe amène les élèves à des tracés uniquement à la règle. Comme la figure a ses côtés parallèles aux bords de la feuille, les élèves arrivent approximativement à tracer des côtés à angle droit et globalement donnent des dimensions proches de la réalité, tant qu'à effacer et recommencer pour ajuster. Au moment de la vérification, ces élèves ont tendance à tout effacer et recommencer sans tirer d'informations supplémentaires des écarts entre ce qu'ils ont produit et le modèle. Dans le REX G11, le tracé est plus instrumenté du fait qu'il y a la prise de mesures de longueurs, mais les élèves en restent à définir le rectangle par sa longueur et sa largeur, seule la règle graduée est utilisée. La position prototypique amène à réussir le tracé d'angles droits sans utilisation de l'équerre. Dans le REX G12, le rectangle est caractérisé par ses quatre angles droits, sa longueur et sa largeur. Une déconstruction instrumentale amène même à le caractériser par trois angles droits, sa longueur et sa largeur. Dans le REX G21, les deux rectangles sont caractérisés par le fait que leurs côtés respectifs sont à la même distance. Dans le REX G22, la figure est caractérisée par ses deux axes de symétrie perpendiculaires et donc son centre de symétrie ou par les diagonales communes. Le REX mobilisé correspond en fait à un usage d'instruments différents et des schèmes différents. Il peut alors être intéressant de penser des contraintes pour amener l'élève à changer de REX.

Comme nous avons pu le voir, ne pas laisser le modèle à disposition peut amener à sortir de G0 en contraignant la construction d'une image mentale. Par ailleurs, ne pas proposer un rectangle dans une position prototypique ou proposer une feuille de format non conventionnel, peut amener à rendre nécessaire la prise en compte des angles droits puisqu'il n'est plus possible d'utiliser les bords de la feuille pour tracer les perpendiculaires de manière perceptive. C'est ce qu'il s'est passé pour les élèves qui avaient une amorce dans une autre orientation et qui devaient tracer sur la même feuille que le modèle. Ils ont alors été contraints de passer au niveau scénographique pour imaginer le déplacement du modèle dans la feuille. Enfin il s'agit d'amener les élèves à faire des tracés supplémentaires sur le modèle et de manière générale à les autoriser à coder, dessiner des sur-figures ou des sous-figures sur le modèle pour construire de nouveaux faits. Ce point a particulièrement intéressé les collègues pour concevoir la deuxième activité, d'autant que l'utilisation de Géogébra pour les élèves de 6^e n'a pas été suffisante pour amener les élèves à ces constructions. Au cycle 4, certains élèves restent dans un REX G0, utilisant leur règle pour vérifier un alignement directement en posant la règle sur l'écran de l'ordinateur, ou en construisant des figures non résistantes.

L'idée forte qui a émergé de la co-analyse est que l'analyse de la figure est nécessaire avant de se lancer dans la reproduction. Pour contraindre cette analyse et obliger l'abandon de la géométrie perceptive et instrumentée, les enseignants ont proposé de demander aux élèves de faire des schémas codés ou d'utiliser des descriptions, ou encore des programmes de construction. Ces tâches reviennent à demander à l'élève de formaliser les faits : ce qu'il sait de la figure et ne peut pas être remis en cause.

Pour la deuxième co-observation, la séance a été construite à partir de ce principe : amener les élèves à formaliser ce qu'ils savent de la figure dans un aller-retour entre langage naturel, codage et dessin.

IV - ACTIVITÉS MENÉES DANS LES CLASSES EN CO-OBSERVATION 2

Le groupe a décidé de proposer une figure modèle comprenant un rectangle et deux triangles adjacents. Les élèves doivent la décrire, en faire un schéma à main levée puis faire le tracé. Pour donner du sens à cette activité qui suppose du codage et du décodage, les élèves travaillent sur différents supports qu'ils s'échangent, la figure codée est transmise à un autre élève qui effectue le tracé. La validation peut alors se faire par superposition par rapport au modèle de départ. Les écarts peuvent ainsi être relatifs au codage ou au décodage, amenant à formaliser en classe certaines nécessités liées à l'analyse de la figure.

Les enseignants ont élaboré 6 scénarios d'apprentissage avec :

- des supports de départ différents (figures modèles avec ou sans codage ou description, des schémas à main levée, des programmes de construction) ;
- des tâches différentes en fonction du support de départ : codage, décodage, analyse de la figure en G1 ou G2, schéma à main levée, tracé ;
- des résultats attendus différents en termes de production : figure modèle codée, description, tracé en vraie grandeur, ou programme de construction ;
- un mode de validation entre figure modèle et figure tracée par transparence ou bien encore une confrontation entre programme de construction initial et final.

Sur cette deuxième séance co-préparée, des variantes dans les supports proposés – forme et composition de l'assemblage, des positions non prototypiques, taille du support papier (post-it ou feuille A5 ou A4) – sont apparues, avec une plus grande compréhension des variables didactiques en jeu. C'est-à-dire que ces choix ont été plus raisonnés au sens que les contraintes évoquées dans les échanges sont devenues majoritairement d'ordre cognitives et médiatives, donc en lien avec le savoir.

Dans une classe de CM2, nous avons pu observer un protocole complet. La classe a été divisée en 4 groupes répartis dans 4 secteurs de la classe. Chaque groupe a successivement travaillé sur des feuilles de 4 couleurs différentes correspondant à 4 modèles différents. A la première étape, les élèves ont un premier modèle et font un schéma codé sur une autre feuille de même couleur. A l'étape 2, les élèves rendent le modèle et récupèrent un schéma correspondant à un autre modèle, ils doivent construire la figure sur une feuille de même couleur que le modèle. A l'étape 3, les élèves rendent leur construction et récupèrent un schéma correspondant à un troisième modèle, ils doivent faire une description de la figure sur une feuille de même couleur. A l'étape 4, les élèves rendent leur description et récupèrent la description correspondant au quatrième modèle, ils doivent construire la figure sur une feuille de même couleur. A la fin on valide le résultat avec le modèle d'origine en regroupant toutes les feuilles de même couleur, il est aussi possible de comparer les différentes propositions pour un même modèle. La mise en commun amène à formaliser qu'il ne faut pas indiquer tout ce qu'on sait de la figure mais uniquement ce qui est nécessaire pour la reproduire correctement. La suite du travail va donc amener à expliciter comment on sélectionne les informations nécessaires et suffisantes.

Lors du regroupement suivant, l'analyse des productions permet de mieux repérer les différentes nécessités évoquées lors des apports didactiques. Nous avons listé ces nécessités dans le tableau 2 en donnant un exemple de production d'élève pour illustrer chaque nécessité.

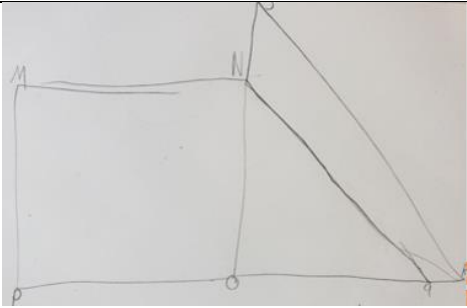
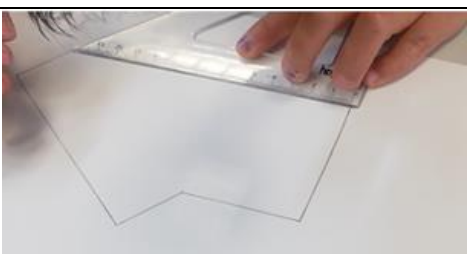
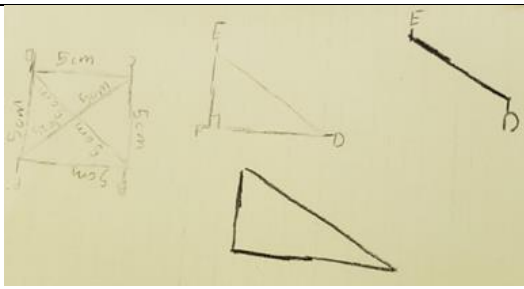
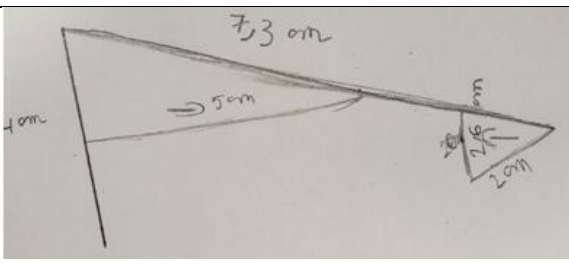
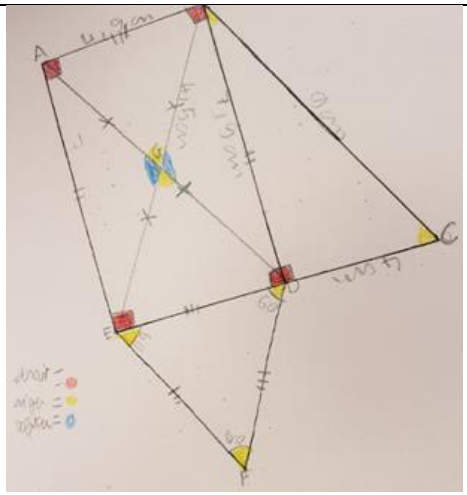
Nécessité d'une analyse de la figure, la perception seule ne permettant pas de la reproduire correctement (exemple de la difficulté à tracer le rectangle adjacent au plus grand côté du triangle qui de fait, n'a plus ses côtés parallèles au bord de la feuille).	
Nécessité de la division méréologique (exemple d'un élève qui trace uniquement le contour de la figure composée d'un triangle et de deux rectangles).	
Nécessité d'une déconstruction dimensionnelle (exemple d'un élève qui ne repère pas les côtés adjacents, les sommets communs, a du mal à voir des surfaces).	
Nécessité d'une déconstruction instrumentale (exemple de difficulté à organiser l'ordre des tracés amène l'élève à ajouter un codage avec des flèches pour indiquer les mesures intermédiaires prises).	
Nécessité de coder les propriétés et de tracer les diagonales (exemple de surcodage d'un élève qui n'a pourtant pas encore travaillé la mesure des angles).	

Tableau 2: construction de nécessités liées à la reproduction de figures planes

Ces nécessités ont été plus ou moins mises en évidence ou explicitées aux élèves au moment de la mise en œuvre. Lors des co-observations, nous avons pu mesurer des écarts importants dans la gestion des mises en commun et sur le processus d'institutionnalisation. Les enseignants ont parfois été démunis face à l'activité des élèves, positivement du fait de leur engagement dans le travail et dans les situations de communications installées, et négativement du fait de la non disponibilité de ce qui avait été enseigné

(techniques de tracés, vocabulaire). L'analyse *a posteriori* a permis de mettre en évidence qu'une analyse *a priori* approfondie permet de mieux gérer les feedbacks en situation.

V - PROLONGEMENTS ET DISCUSSION

Le bilan des deux co-observations montre que les élèves ont tous largement progressé dans l'analyse de figures, analyse qui, habituellement, n'était pas travaillée explicitement. Les contraintes posées amènent effectivement les élèves à passer de G0 à G1 ou de G1 à G2. Des obstacles demeurent mais les élèves prennent conscience de manques ou de limites de leurs procédures. L'impossible amène à penser avec eux les nécessités. Enfin le travail de construction des figures ne se limite pas ici à apprendre une technique, d'ailleurs les techniques apprises – comme le tracé du rectangle – n'ont pas été réinvesties lors de la première séance par la plupart des élèves, montrant que ce savoir-faire enseigné n'était pas disponible.

Le recours au cadre d'analyse du CAP, a permis d'enrichir le travail de la constellation. Il a en particulier permis de mieux spécifier les connaissances mobilisées par les élèves en outillant l'analyse de leur activité. Il a permis aux enseignants de mieux comprendre les enjeux des choix qu'ils font pour penser les situations d'enseignement, en lien avec les changements de registres explicatifs que ces situations provoquent chez les élèves. L'utilisation de certains concepts issus du cadre théorique au cours de la constellation, a aussi permis la construction d'une réelle communauté discursive favorable au travail collectif. Les échanges après la seconde co-observation étaient de nature différente, ils étaient plus orientés par un regard didactique et soutenus par un langage plus scientifique.

Du côté des enseignants, ceux-ci peinent à changer certaines routines (orientation des figures, instruments usuels, format des feuilles, mode de validation). Ils acceptent cependant de se lancer, du fait du travail co-construit et donc de la responsabilité partagée dans la conception de la séance. Ils sont surpris par l'activité de leurs élèves et leur engagement, leur résistance au découragement pour obtenir le tracé attendu. Les représentations qu'ils avaient sur le potentiel d'apprentissage de leurs élèves ont bougé, cette contrainte n'est plus évoquée contrairement au premier regroupement. Ils sont tous convaincus qu'une analyse *a priori* plus rigoureuse est nécessaire pour mieux anticiper et pouvoir répondre aux difficultés en situation. A l'issue de la constellation, ils disent vouloir continuer ce travail de co-construction.

La constellation étant proposée une fois tous les six ans, il est difficile de se contenter de cet espace de formation. En Loire atlantique, les enseignants du premier degré ayant suivi une constellation en année n , ont la possibilité de consacrer 6 h sur les 18 h de formation continue obligatoire à la poursuite de leur travail en année $n+1$. Suite à cette constellation inter-degrés, les enseignants du collectif ont décidé de poursuivre leur travail collaboratif durant l'année 2022/2023 : 2 mercredis après-midi, 3 temps de 2h de conseil de cycle 3 élargi. Ils ont rédigé un projet transmis pour validation à l'inspection et ce, malgré l'absence d'un enseignant du primaire, la fermeture du collège à la rentrée 2023 et une liaison école-collège absente de ce fait dans les autres disciplines. Un travail conséquent a été fait en autonomie sur la proportionnalité. La formatrice s'est mise à disposition sur des temps où les enseignants en exprimeraient le besoin, pourtant, ils n'ont pas fait appel à la RMC (par défiance institutionnelle du fait qu'elle est devenue la CPC de leur circonscription ou par besoin de travailler entre pairs uniquement). Une visite néanmoins de la formatrice a été acceptée chez un des enseignants de CM2 pour mettre en œuvre une séance sur les fractions et décimaux, peut-être une première étape vers une confiance institutionnelle. Le collectif a produit une préparation sur la reproduction d'une figure à une autre échelle permettant de travailler la proportionnalité. Cette préparation est beaucoup plus riche didactiquement que ce qu'ils avaient produit en début de constellation, s'autorisant à adapter la ressource, faisant apparaître des variables didactiques et utilisant le codage et l'analyse de la figure sur le temps de mise en commun.

Si nous revenons à notre analyse de la construction du problème professionnel de la constellation et aux contraintes qui pèsent sur les pratiques des enseignants, l'analyse du dernier regroupement atteste d'un changement dans le poids des différents domaines. En particulier, nous notons un changement de regard des enseignants sur la difficulté scolaire. C'était la première fois que les élèves étaient tous confrontés à un problème consistant de géométrie et les élèves se sont tous montrés capables d'apprentissages. Les enseignants ont pu prendre ainsi conscience de ce qui doit être enseigné et qui ne l'était pas avant, modifiant la représentation initiale par exemple du travail de la technique avant la construction du sens. Ils sont passés d'une externalisation des difficultés des élèves à la prise de conscience individuelle des effets de leur propre activité sur celle des élèves. Ces écarts ont été observés lors des mises en œuvre dans les classes et analysés en regroupement. Le temps long entre les expérimentations et les analyses sur la première séance, ont finalement permis une prise de recul beaucoup plus importante et la possibilité de tester l'effet de certains changements dans sa pratique sur l'activité des élèves. Par comparaison avec d'autres constellations moins étalées dans le temps, il s'avère que, deux mois après l'expérimentation en classe, les échanges ont plus porté sur ces changements observés et souhaités avec une première décontextualisation et parfois une recontextualisation, permettant d'aller vers plus de généralité. Enfin les enseignants, en particulier ceux du second degré, ont pris conscience de certaines doxas (faire du concret et travailler des situations simples au premier degré et de l'abstrait dans des situations complexes au second). Cela a permis l'émergence de nouvelles préoccupations partagées.

Concernant la recherche, nous envisageons des entretiens pour mesurer les effets un an après et l'analyse de l'évolution du système de contraintes qui organise leur activité. Notre méthodologie appliquée aux différentes formations devra permettre de mieux comprendre les enjeux de ces dispositifs en lien avec le mode d'accompagnement. La constellation inter-degrés analysée ici ne permet en rien de généraliser les résultats aux constellations habituelles. L'accompagnement de la chercheuse permet un partage de cadres et outils d'analyse qui intervient dans la formation, de même que les temps d'entretien propres à la recherche permettent un temps réflexif, voire parfois la production d'écrits réflexifs essentiels dans le processus de développement professionnel.

Nous pouvons cependant attester que la présence d'un formateur second degré est indispensable dans l'accompagnement d'une constellation inter-degrés et que les recherches de type collaboratif sont aussi un bon facteur de développement professionnel.

VI - BIBLIOGRAPHIE

Allard, C., Guille-Biel Winder, C. et Mangiante-Orsola, C. (2017). De l'étude de pratiques enseignantes en géométrie aux possibilités d'enrichissement de ces pratiques : focale sur l'exercice de la vigilance didactique. Dans *Nouvelles perspectives en didactique : géométrie, évaluation des apprentissages mathématiques. 19ème école d'été de didactique des mathématiques*. (p.301-328). Paris, France : La Pensée Sauvage éditions.

Bulf, C., et Celi, V. (2016). Essai d'une progression sur le cercle pour l'école primaire. Une transition clé : du gabarit au compas. *Grand N*, 97, 21-58.

Masselot P., Butlen D., Charles-Pézarid M. (2012) Deux dimensions de l'activité du professeur des écoles exerçant dans des classes de milieux défavorisés : installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. Dans Dorier J.-L., Coutat S. (Eds.) *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21^e siècle – Actes du colloque EMF2012* (GT2, p. 362–370)

Celi, V. (2016). *Reproduire une figure géométrique plane à l'école primaire : quand ? comment ? pourquoi ?* (ressource en ligne). Consultée le 10/04/2024, url : https://www.unige.ch/fapse/dimage/files/2114/7142/2744/VCeli_geneve_20_mai_2016.pdf

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

Fabre, M. (2006). Analyse des pratiques et problématisation. Quelques remarques épistémologiques. *Recherche et formation*, 51,133-45. doi: 10.4000/rechercheformation.511.

Grau, S. (2023). Analyse de la pratique des enseignants stagiaires dans le cadre de la problématisation : dynamique et obstacles. Dans *Nouvelles perspectives en didactique : la preuve, la modélisation et les technologies numériques*. Vol. 2., p. 90-100. Sainte Marie de Ré : La Pensée Sauvage éditions.

Hersant, M. (2022). Usages et apports du cadre de la problématisation à la didactique des mathématiques. Dans Doussot, S., Hersant, M. Lhoste, Y. et Orange-Ravachol, D. *Le cadre de l'apprentissage par problématisation. Apports aux recherches en didactiques*. Rennes : Presses Universitaires Rennaises.

Houdement, C. (2007). A la recherche d'une cohérence entre géométrie de l'école et géométrie du collège. *Repères IREM*, 67, 69-84.

Houdement, C. et Kuzniak, A. (2006). Paradigmes géométriques et enseignement de la géométrie. *Annales de Didactiques et de Sciences Cognitives* 11, 175.

Mathé, A.-C., Barrier, T. et Perrin-Glorian, M.-J. (2020). *Enseigner la Géométrie Elementaire - Enjeux, Ruptures et Continuités*. Ottignies-Louvain-la-Neuve, Belgique : Academia.

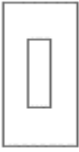
Robert, A. et Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques. Une double approche. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2(4), 505-28.

Trouche, L. (2005). Des artefacts aux instruments, une approche pour guider et intégrer les usages des outils de calcul dans l'enseignement des mathématiques. *Le calcul sous toutes ses formes*. Inspection générale de mathématiques, Saint-Flour.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2-3), 133-70.

Villani, C. et Torossian, C. (2018). 21 mesures pour l'enseignement des mathématiques. *Ministère de l'Education Nationale et de la Jeunesse*. (ressource en ligne). Consultée le 10/04/2024, url : <https://www.education.gouv.fr/21-mesures-pour-l-enseignement-des-mathematiques-3242>

ANNEXE : CO-OBSERVATION 1

N°	E1	E5	E2	E3	E4	E5	E6
Niveau	CM1	CM1	CM1-CM2	CM2	CM2	6eA	6eB
Support élève	Feuille modèle (rectangles de mêmes diagonales) + feuille blanche (2 feuilles A4 pour la validation)	Mesures indiquées Petit rectangle décentré	CM1 feuille modèle (la même que E1) mais une seule feuille (modèle en haut) CM2 feuille modèle avec amorce en dessous (même que E3)	Côtés du petit rectangle tous à 2cm des côtés du grand. Une feuille A4 et une amorce utilisable pour n'importe quel côté.	Modèle et amorce sur la même feuille L'amorce suppose de l'utiliser pour une longueur, sinon risque de superposition.	Deux rectangles de même centre, rapport de longueur x 2 Enoncé de 4 activités sur une même fiche RV	Idem 6eA
							
Matériel	Equerre Règle Crayon de bois Gomme Pas de compas (Matériel préparé)	Equerre distribuée à tous	Matériel disponible en classe Pas de check.	Matériel de géométrie de la classe distribué.	Tout le matériel de géométrie dans une pochette individuelle Crayon à papier	Géogébra (un rectangle est déjà dessiné)	Géogébra + matériel géométrie pour analyser la figure
Consigne	Refaire la même figure Une interruption pour la prise d'informations Expliquer comment on a fait (élèves à l'oral au tableau)	Quelle figure ? (Pour qu'ils observent) Rappeler que ce sont des rectangles Dire qu'on peut utiliser l'équerre	Reproduire la figure à l'identique avec le matériel de géométrie Ecrire comment on a fait	Quelles figures ? (Vocabulaire) Reproduire la figure en utilisant le morceau de droite déjà tracé + programme de construction	Pas de description des figures Reproduire la figure en partant du segment	Reproduire le second rectangle à partir du premier	Temps individuel pour analyser la figure Tracer le deuxième rectangle Travail préalable sur les propriétés