

LE ROLE DE L'ENSEIGNANT DANS UNE SEQUENCE DE GEOMETRIE UTILISANT DEUX ENVIRONNEMENTS, DYNAMIQUE ET STATIQUE, AU CYCLE 3

Sylvia Coutat

Maître assistante, Université de Genève

DIMAGE

Sylvia.Coutat@unige.ch

Rossana Falcade

Enseignante-chercheure, DFA

SUPSI

Rossana.Falcade@supsi.ch

Résumé

Cet atelier a visé une analyse, par les participants, d'une séquence d'enseignement des propriétés géométriques au cycle 3. Pour cela, les participants ont eu l'occasion de mettre en pratique des éléments théoriques présentés : paradigmes géométriques (Kuzniak 2006), genèse instrumentale (Rabardel 1995), Médiation sémiotique (Vygotsky 1978, Bartolini Bussi, Mariotti 2008) afin d'identifier comment l'interaction entre l'environnement dynamique et l'environnement statique pouvait influencer sur les connaissances des élèves. Cela a abouti à identifier en quoi le rôle de l'enseignant a été central, voire très délicat, dans cette interaction.

Exploitations possibles

Un article très théorique qui permet de mieux comprendre des concepts complexes comme la genèse instrumentale, la médiation sémiotique et le tout prenant appui sur la mise en œuvre d'activités utilisant un logiciel de géométrie dynamique adapté à l'école primaire (environnement Cabri elem).

Mots-clés

Colloque COPIRELEM. Mathématiques. Paradigmes géométriques. Genèse instrumentale. Logiciel de géométrie dynamique.

LE RÔLE DE L'ENSEIGNANT DANS UNE SÉQUENCE DE GEOMETRIE UTILISANT DEUX ENVIRONNEMENTS, DYNAMIQUE ET STATIQUE, AU CYCLE 3

Sylvia Coutat

Maître assistante, Université de Genève

DIMAGE

Sylvia.Coutat@unige.ch

Rossana Falcade

Enseignante-chercheuse, DFA

SUPSI

Rossana.Falcade@supsi.ch

Résumé

Cet atelier a visé une analyse, par les participants, d'une séquence d'enseignement des propriétés géométriques au cycle 3. Pour cela, les participants ont eu l'occasion de mettre en pratique des éléments théoriques présentés : paradigmes géométriques (Kuzniak 2006), genèse instrumentale (Rabardel 1995), Médiation sémiotique (Vygotsky 1978, Bartolini Bussi, Mariotti 2008) afin d'identifier comment l'interaction entre l'environnement dynamique et l'environnement statique pouvait influencer sur les connaissances des élèves. Cela a abouti à identifier en quoi le rôle de l'enseignant a été central, voire très délicat, dans cette interaction.

I - CONTEXTE THEORIQUE

1 Paradigmes géométriques

Le contexte dans lequel nous nous plaçons est l'enseignement de la géométrie en fin de primaire. Nous nous appuyons sur les travaux de Kuzniak (2006) sur les *paradigmes géométriques*. Comme il l'explique, trois niveaux de problèmes géométriques peuvent être identifiés, suivant les relations entre les objets et la théorie associée à ces objets :

- le *niveau GI*, ou niveau de la géométrie naturelle où les objets de la réalité, les outils de construction et la validation sensible sont prédominants
- le *niveau GII*, où une première axiomatique apparaît ; cette première axiomatique permet une validation s'appuyant sur des lois hypothético-déductives, cependant la référence à la réalité subsiste.
- Enfin dans le *niveau GIII*, l'axiomatique est construite sur un raisonnement formaliste et la validation s'appuie sur le raisonnement logique. Dans le niveau GIII la référence à la réalité et au sensible disparaît.

Dans notre travail nous nous sommes intéressées à l'introduction de quelques éléments de réflexion du paradigme GII qui souvent se pose en fin de primaire/début du secondaire. Pour cela nous nous sommes appuyées sur les travaux de Coutat (2006) sur l'introduction des propriétés avec un logiciel de géométrie dans une classe de 5^{ème} (élèves de 12 ans). Les propriétés sont introduites pour construire une première axiomatique et amorcer un processus de validation s'appuyant sur le raisonnement déductif. L'introduction des propriétés géométriques se réalise au travers d'un *logiciel de géométrie dynamique* (LGD), Cabri-géomètre, et la mise en œuvre d'un *déplacement* « mou³⁶ ». Dans

³⁶ « Déplacement des points de base de la construction pour lui donner momentanément une forme ou des propriétés particulières » Restrepo A (2008)

ce travail nous utilisons conjointement à ces travaux, ceux de Laborde et Capponi (1994) sur la validation avec un logiciel de géométrie dynamique. Le déplacement, cœur de l'environnement dynamique défini par un logiciel de géométrie dynamique, est utilisé ici comme un instrument qui permet d'identifier des invariants. Cette autre façon de concevoir et mobiliser l'outil déplacement, dans un LGD, a été défini déplacement « dur ». Les invariants correspondent aux propriétés géométriques des constructions, qui ont été embarquées explicitement dans les Cabri-figures et qui sont assurés valides par le logiciel lui-même. Ces propriétés résistent justement au déplacement et peuvent être d'abord reconnues puis anticipées par les élèves qui, au fur et à mesure, sont mis dans la condition d'élaborer un certain signifié de propriété en géométrie. Ce type de *déplacement* « dur » mis en œuvre est différent de celui utilisé dans Coutat (2006) et nous semble plus adapté au public du primaire.

2 Les instruments de Rabardel

Selon Rabardel (1995), l'*artefact* est l'objet matériel ou symbolique en soi, parfois considéré seulement en une portion bien délimitée, qui a été construit selon une connaissance spécifique et qui assure l'accomplissement de certains buts, comme par exemple un compas. L'*instrument* est, au contraire, défini par Rabardel (1995) comme une entité mixte qui comprend d'une part l'artefact et d'autre part ses schèmes (sociaux) d'utilisation. Ces derniers sont les représentations relatives à l'artefact, toujours évolutives, que le sujet lui-même a élaborées et qui lui sont nécessaires pour l'utilisation de l'artefact. L'instrument est donc une construction faite par l'individu, il a un caractère psychologique, individuel et, souvent contextualisé, bien qu'il soit marqué socialement par les interactions avec autrui.

Les schèmes d'utilisation ont une dimension « privée » au sens où ils sont les schèmes d'un sujet singulier. Mais ils ont également une dimension « sociale » essentielle. Elle tient à ce que leur émergence résulte, d'un processus collectif auquel contribuent les utilisateurs mais aussi les concepteurs des artefacts. C'est pourquoi les schèmes d'utilisation doivent être non seulement considérés dans leurs dimensions privées, mais également en tant que *schèmes sociaux d'utilisation* (SSU pour la suite), cette dimension étant particulièrement importante dans une perspective éducative (Rabardel, 1999 p. 209).

Les processus qui accompagnent l'élaboration et l'évolution des instruments et des schèmes pour le sujet, font partie de ce que Rabardel appelle *genèse instrumentale*. Plus précisément, cette genèse se compose de deux processus : le *processus d'instrumentalisation*, relatif à l'émergence et à l'évolution des composantes de l'artefact, et le *processus d'instrumentation*, portant sur l'émergence et l'évolution des SSU relativement au sujet.

Les genèses instrumentales portent à la fois sur les artefacts tant au plan structurel que fonctionnel, que sur le sujet lui-même. Les processus de genèses instrumentales apparaissent ainsi conjointement dirigés vers l'artefact, c'est la dimension instrumentalisation des processus, et vers le sujet, c'est la dimension instrumentation des processus. Si on reprend l'exemple du compas, il existe plusieurs artefacts compas : Compas à pointes - Compas de mécanicien - Compas d'épaisseur - Compas à verge. Chacun de ces compas est le résultat d'un processus d'instrumentalisation. Ensuite, un compas peut être utilisé pour reporter des longueurs ou pour tracer des cercles. Ces deux utilisations d'un même artefact vont mettre en œuvre des SSU différents, au cours de processus d'instrumentation différents, ce qui aboutit à la construction par le sujet de deux instruments différents. Instrumentalisation et instrumentation constituent les deux faces indissociables des processus de genèses instrumentales. Ces deux dimensions diffèrent dans leur orientation mais sont, solidaires, le fait du sujet.

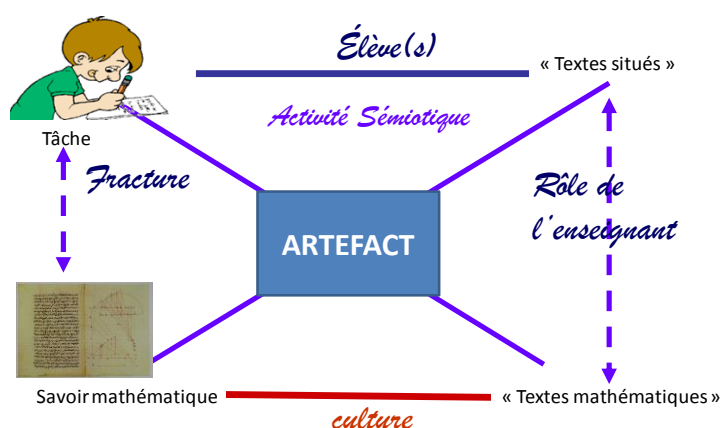
3 Les instruments de la théorie de la médiation sémiotique

Lorsque les artefacts sont produits, les concepteurs y intègrent des signifiés mathématiques. Parallèlement ces mêmes artefacts évoluent tout au long de l'histoire, selon leurs usages principaux, et sont souvent porteurs d'une certaine culture. Si l'on adopte une perspective didactique, on sait bien que ces signifiés mathématiques et culturels sont opaques et inaccessibles a priori aux élèves. On sait aussi que l'on ne peut pas réduire l'apprentissage de certains signifiés mathématiques à l'appropriation pertinente de certaines SSU. Comme le souligne Meira, « un artefact culturel devient efficace et transparent, grâce à son utilisation dans le cadre de certains types d'interactions sociales et en relation avec les changements qu'il subit dans les mains de l'utilisateur » (Meira, 1995). Les travaux de Rabardel, prennent en compte la dimension cognitive de l'usage d'un artefact par un sujet. Ils ne considèrent pas le processus d'émergence des signifiés chez les élèves, dans un contexte bien particulier, la classe, tout comme le rôle particulier et crucial de médiation joué par l'enseignant, dans ce processus. Pour cette raison il est nécessaire d'associer à la dimension cognitive développée par Rabardel, la dimension didactique explicite. Le développement de cette dimension est le cœur de la Théorie de la Médiation Sémiotique (TMS). Cette théorie, développées par Bartolini Bussi et Mariotti (2008) s'inspire des travaux de Vygotsky (1978), et reprend le concept de signe (au sens de Peirce), avec une perspective surtout didactique. La TMS étudie l'internalisation³⁷ des signes par les élèves au cours d'interactions sociales, en classe.

Lorsqu'un élève utilise un artefact pour résoudre une tâche, il construit des SSU associés à cet *artefact* et s'approprie un nouvel *instrument*. En même temps, l'enseignant peut utiliser ce même artefact pour soutenir l'apprentissage de certains signifiés mathématiques (incorporés de manière opaque dans l'artefact) associés aux SSU élaborés au sein de la classe. Dans cette dernière utilisation, l'artefact peut alors avoir une fonction d'*instrument de médiation sémiotique*.

Autrement dit, l'*instrument* (au sens de Rabardel) acquiert le statut d'*instrument de médiation sémiotique* (IMS) lorsqu'il est consciemment impliqué dans un processus d'enseignement - apprentissage, spécifiquement organisé et orchestré par l'enseignant, afin de permettre l'exploitation de son potentiel sémiotique et l'internalisation de certains signifiés mathématiques incorporés.

Voici, le schéma de la Théorie de la Médiation Sémiotique (TMS) :



Dans ce schéma l'artefact, ou plutôt « l'artefact impliqué dans des activités spécifiques et finalisées » est au centre d'un système complexe de relations, dans lequel l'enseignant est garant. Le rôle de ce dernier est important tant dans la phase de conception et d'organisation de l'activité (à gauche) que dans la phase de

³⁷ internalisation vygotskienne différente de l'intériorisation piagétienne

gestion (à droite). Il a la responsabilité de guider et d'accompagner le « processus de médiation sémiotique », c'est-à-dire le processus d'établissement d'un double lien entre deux plans :

- celui de l'activité développée avec l'artefact par les élèves (lisible dans le plan en haut du schéma), dans lequel il y a des productions spontanées ou partiellement guidées, mais toujours contextualisées (ces productions ont été appelées « textes situés »). Nous appellerons ce plan le « plan de l'artefact ».

- Celui de la culture et de l'activité mathématique (lisible dans le plan en bas du schéma), dans lequel la tâche, l'artefact et le processus de résolution peuvent être interprétés comme reliés à une activité de construction mathématique (ce plan est caractérisé par des « textes mathématiques »). Nous appellerons ce plan le « plan des mathématiques ».

Le rôle de l'enseignant est d'articuler ces deux plans, en tissant un réseau sémiotique de plus en plus riche et complexe entre les signes différents produits dans la classe. Pour cela il s'appuie sur

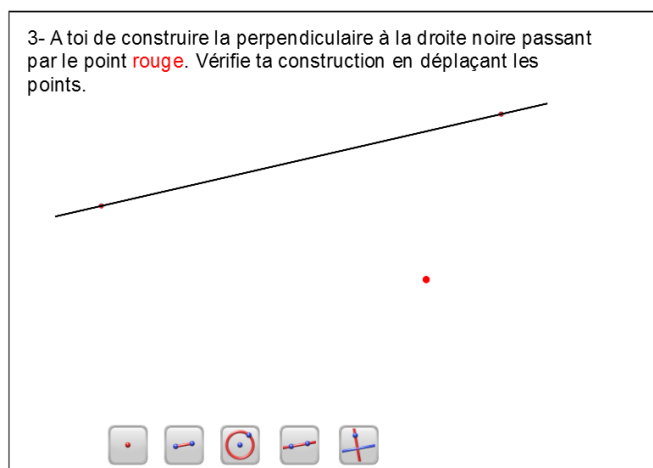
- les *signes artefact*, élaborés lors de la résolution de tâches avec l'artefact, étroitement reliés à ceci, comme, par exemple, le mot « compas » ou la trace d'un rond laissé sur le papier par le crayon d'un compas. Ces signes sont associés à certains SSU, ils sont partagés et développés lors des échanges langagiers entre élèves et, surtout, lors de *discussions collectives* (Bartolini Bussi, 1998) orchestrées par l'enseignant.
- Les *signes-pivots*, élaborés lors de la résolution de tâches avec l'artefact et développés lors d'échanges langagiers entre élèves et, surtout, lors de *discussions collectives* orchestrées par l'enseignant. Ces signes sont, dans la plupart des cas, introduits ou « récupérés » (par reflet ou paraphrase) par l'enseignant. Ils ont un caractère polysémique potentiel, c'est-à-dire ils peuvent être interprétés dans les deux plans (de l'artefact, des mathématiques). Par exemple, le mot « objet » peut se référer tant à un objet concret donné qu'à un concept mathématique. C'est l'usage « ambigu » ou « polyvalent » de l'enseignant, au fur et à mesure, partagé par les élèves, qui permet l'exploitation de cette polysémie.
- les *signes-mathématiques* qui relèvent explicitement de la culture mathématique de référence dans la classe ; par exemple, l'expression « axe de symétrie ».

Nous reprenons ces termes sur des exemples dans la suite du texte. Pour un approfondissement ultérieur nous renvoyons à Mariotti (à paraître) ou à Falcade et Mariotti (à paraître).

II - LA SEQUENCE EXPERIMENTEE EN CLASSE

1 Les cahiers d'activités CabriElem

L'ingénierie a été mise en place dans une classe de la Suisse Romande, à double degrés, avec des élèves de 10 à 11 ans. Sa réalisation s'est appuyée sur CabriElem un logiciel de géométrie dynamique (LGD pour la suite) adapté au primaire. Ce logiciel est issu du logiciel Cabri-géomètre et sa principale caractéristique est que les activités prennent la forme de cahiers avec plusieurs pages personnalisables par le chercheur. Chaque page étant une page du LGD, avec des outils de construction spécifiques au LGD, une consigne et une zone de construction.



Nous avons conçu, avec l'enseignante, cinq cahiers CabriElem.

La résolution par les élèves d'un cahier CabriElem prenait entre 45 mn et 90 mn. Chaque cahier CabriElem était systématiquement suivi d'une séance sur papier-crayon. Cette séance avait pour but de discuter collectivement des objets travaillés dans le cahier dynamique. Dans cette séance-ci, à la différence de la séance sur le cahier, le logiciel était seulement évoqué, les élèves disposaient de leurs notes prises au cours de la réalisation du cahier, seule l'enseignante accédait au logiciel, son écran étant partagé avec un vidéo-projecteur. Les séances en papier-crayon duraient entre 45 mn et 90 mn. Ces deux séances étaient séparées de quelques jours. Des séances de « géométrie » (en papier-crayon), sans référence explicite au LGD avaient aussi lieu.

Chaque cahier CabriElem, suivi de sa (ses) séance(s) en papier-crayon a été appelé un *regroupement* de séances. Chaque regroupement³⁸ de séances était associé à un objectif d'apprentissage mathématique travaillé dans l'environnement dynamique (CabriElem) et dans l'environnement papier-crayon. Ainsi, au sein de chaque regroupement, trois types d'activités étaient mises en place : les activités de résolution avec le cahier CabriElem, les activités collectives avec CabriElem projeté, les activités avec papier-crayon.

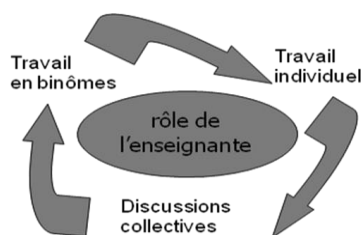
Voici une synthèse des cinq regroupements qui constituaient le dispositif expérimental :

- Regroupement 1 : Cahier Petites bêtes
 - Initiation à l'environnement dynamique
 - Construction d'objets géométriques simples (*point, droite, segment, triangle, cercle et carré*)
- Regroupement 2 : Cahier Parallèles – Perpendiculaire
 - Construction de rectangle et parallélogramme
- Regroupement 3 : Cahier Carré – Rectangle – Losange ...
 - Reconnaissance de quadrilatères
- Regroupement 4 : Cahier Compas et Cercle
 - Utiliser un compas pour reporter une longueur
- Regroupement 5 : Cahier Symétries
 - Reconnaissances d'images construites par symétrie axiale/translation

Au cours de cette ingénierie didactique, ces cinq regroupements de séances se sont appuyés sur cette organisation CabriElem-CabriElemProjeté-PapierCrayon.

³⁸ Une description des regroupements de séances est détaillée en annexe 1

Cette organisation des séquences reprend le cycle didactique organisé par l'enseignant pour favoriser le processus de médiation sémiotique (Bartolini-Bussi et Mariotti, 2008 ; Falcade, 2006).



2 Premier état des lieux de textes produits par les élèves

Un fil conducteur mathématique utilisé entre les regroupements est la **Feuille de constat**³⁹. Cette feuille est organisée en trois colonnes. La première colonne contient les noms des objets géométriques. La deuxième colonne contient une définition mathématique pour chaque objet. Enfin la troisième colonne contient les instructions pour construire l'objet mathématique dans l'environnement CabriElem. Cette organisation permet de définir deux plans : un plan mathématique avec les deux premières colonnes et un plan associé aux activités des cahiers CabriElem. On retrouve les deux plans présents dans le processus de médiation sémiotique avec le plan des mathématiques et le plan de l'activité. Au cours du *regroupement 1*, les élèves et l'enseignante travaillent sur cette *feuille de constat* collectivement pour remplir la partie associée à l'activité dans le cahier CabriElem (troisième colonne). Puis les élèves doivent remplir individuellement la deuxième colonne. L'enjeu est d'établir des liens interprétatifs entre ces plans différents pour permettre la constitution et l'évolution des signifiés mathématiques associés aux signes divers. Voici quelques extraits de textes produits par les élèves et corrigés collectivement à propos du cercle. L'analyse des signes produits par les élèves nous renseigne sur le processus de médiation sémiotique relativement au concept de cercle.

Voici la production 1 :

CERCLE	un centre un rayon ✓	 clic sur le bouton clic sur l'écran où on veut le centre du cercle on glisse, on clic quand on a la grandeur du cercle qu'on veut
--------	-------------------------	---

Ici l'élève définit le cercle à l'aide d'un centre et d'un rayon. Les deux mots utilisés sont des *signes mathématiques* car ils peuvent permettre de définir le signifié mathématique *cercle*. En utilisant ces *signes mathématiques*, on peut faire l'hypothèse que cet élève se place dans le « plan des mathématiques ».

Voici la production 2 :

CERCLE	centre du cercle rayon avec un compas X	 clic sur le bouton clic sur l'écran où on veut le centre du cercle on glisse, on clic quand on a la grandeur du cercle qu'on veut
--------	---	---

La réponse de l'élève, qui a été corrigée par ce dernier, faisait référence à l'utilisation d'un compas. On peut voir ici que l'élève associe une manipulation au concept mathématique ce qui implique que les signes utilisés sont dans le « plan de l'activité », associé à une construction dans l'environnement papier-crayon, ces signes sont des *signes artefacts*.

Voici la production 3 :

³⁹ Cf annexe 2

CERCLE	on a besoin d'un centre et d'un rayon.	 clic sur le bouton clic sur l'écran où on veut le centre du cercle on glisse, on clic quand on a la grandeur du cercle qu'on veut
--------	--	---

On retrouve ici les mêmes mots que la production 1, avec un complément : « on a besoin ». Cette différence avec la production 1 ouvre sur deux interprétations. On peut interpréter « besoin » comme une contrainte dans un processus de construction ce qui placerait cet élève dans le « plan de l'activité ». On peut aussi interpréter ce signe comme une nécessité conditionnelle liée à la définition mathématique du cercle. Ainsi l'élève se placerait dans le plan des mathématiques. Cette double interprétation nous entraîne à considérer ces signes « centre » et « rayon » comme des *signes* potentiellement *pivots*.

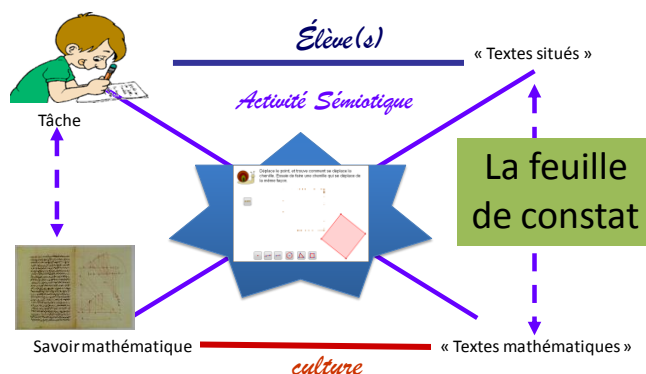
Voici la production 4 :

CERCLE	rayon, un centre pas de côtés	 clic sur le bouton clic sur l'écran où on veut le centre du cercle on glisse, on clic quand on a la grandeur du cercle qu'on veut
--------	-------------------------------	---

Là encore on retrouve les signes utilisés dans la production 1, ce qui placerait l'élève dans « le plan des mathématiques ». Cependant comme pour la production 3, ici l'élève ajoute une information: « pas de côtés ». Deux interprétations sont possibles là encore. La précision « pas de côtés » peut s'appuyer sur une visualisation de la forme. Ainsi le texte produit par l'élève serait plutôt un « texte situé ». Face à la polysémie du texte produit, les signes peuvent être, à nouveau, considérés comme des *signes* potentiellement *pivots*.

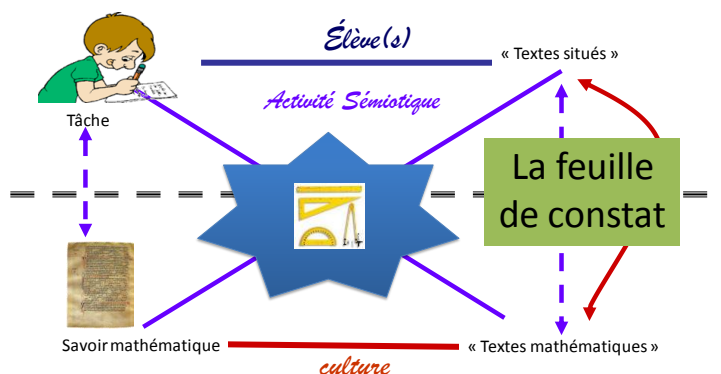
Il faut à ce propos faire une précision. Comme déjà anticipé, les *signes pivot* sont des signes potentiellement polysémiques, que l'enseignant, à un moment donné, utilise consciemment avec une acception multiple et entraîne les élèves dans un jeu sémiotique d'interprétation et d'élargissement du champ des signifiés possibles. Cependant, il peut aussi s'avérer qu'un *signe pivot* n'évolue pas, tout en restant associé à un seul signifié ou à un seul contexte de référence (le plan de l'activité ou bien celui des mathématiques).

Ainsi, lorsque l'enseignant introduit cette feuille de constat, il associe à la deuxième colonne, les concepts mathématiques, ces éléments appartenant, pour lui, au « plan mathématique ». Cependant cette position n'est pas partagée avec tous les élèves. Certains la situent dans le « plan de l'artefact », d'autres dans le « plan des mathématiques » enfin pour d'autre la position est « entre les deux plans ». En reprenant le schéma de la TMS, la feuille de constat est un instrument de médiation sémiotique utilisé par l'enseignant pour faire évoluer les connaissances des élèves du « plan de l'artefact » vers le « plan des mathématiques » et donc articuler ces deux plans en s'appuyant sur les cahiers CabriElem, l'environnement dynamique.



Du côté des élèves, nous avons vu que le plan mathématique n'était pas toujours investi, certains se plaçant plutôt dans le plan de l'artefact de l'environnement papier-crayon. Il convient à ce moment de souligner que

le « plan des mathématiques » ne peut pas être dissocié de l'environnement papier-crayon, les objets géométriques devant être représentés, du moins à ce degré d'enseignement. La deuxième colonne, qui est censée représenter le « plan des mathématiques », représente alors aussi « le plan de l'artefact » en papier-crayon⁴⁰. La feuille de constat fonctionne alors aussi comme instrument de médiation sémiotique non seulement dans l'environnement dynamique mais aussi dans l'environnement papier-crayon et se positionne métaphoriquement entre les deux plans, comme élément charnière, qui permet d'établir des liens interprétatifs explicites entre ces deux niveaux :



3 Genèse instrumentale des outils *Déplacement*

La séquence mise en place permet aux élèves de s'approprier progressivement l'environnement dynamique de CabriElem. Ils commencent par des constructions simples qui s'appuient sur un seul outil de construction (*point, droite, segment, triangle, cercle* et *carré*), puis les constructions se complexifient et utilisent plusieurs outils.

Le fil conducteur instrumental des cahiers CabriElem est la construction de l'instrument *Déplacement pour valider une construction*⁴¹ (*Dc* pour la suite) et de l'instrument *Déplacement pour identifier les invariants* (*Di* pour la suite). Ainsi, dans chaque cahier, une page consiste à construire une figure partant d'un modèle. La consigne demande de reconstruire le même dessin, la construction obtenue devant bouger comme le modèle. Ce qui sous-entend que les élèves doivent déplacer les différents objets déplaçables dans le modèle. Les observations issues de ces déplacements doivent permettre à l'élève d'identifier les relations entre les objets qui perdurent au cours du déplacement, ce que nous appelons le *Di*. Une fois que les relations sont identifiées, le problème de reconstruction se distingue du papier-crayon. L'élève ne doit pas reproduire une forme identique au modèle mais une construction qui doit contenir les mêmes relations internes au modèle. Le contrat du papier-crayon est ici rompu car la validation ne s'intéresse plus à la forme, l'orientation et la taille de la figure mais aux relations internes des objets qui la composent (Coutat 2012). Les élèves peuvent valider à chaque moment leurs constructions en déplaçant les objets pour s'assurer qu'ils respectent les relations présentes dans le modèle, ce que nous appelons le *Dc*. Ces relations peuvent être des propriétés entre les objets ou simplement des caractérisations plus basiques comme par exemple des points liés ou des points libres. Nous distinguons ces deux instruments car les SSU sont différentes et les connaissances et signifiés mathématiques en jeu sont diverses. Le *Di* est un déplacement ouvert, souvent « erratique » et peu systématique, car il ne s'appuie sur aucun a priori : il est exploratoire. Dans le *Dc*, l'exploration est beaucoup plus fermée, elle suit des directions et des trajectoires particulières. Le sujet a une attente bien précise lorsqu'il mobilise le déplacement auquel il associe une observation attendue. Ce deuxième instrument

⁴⁰ Cette difficulté à dissocier le « plan des mathématiques » du « plan de l'artefact en papier-crayon », qu'on retrouve dans cette classe, nous rappelle finalement l'histoire : la géométrie grecque était la géométrie de la règle et du compas.

⁴¹ Cette dénomination est reprise de Restrepo 2008

diffère aussi du premier car il a un statut de validation des constructions réalisées, ce qui n'est pas le cas pour le *Di*. Ainsi les élèves s'approprient progressivement ces deux instruments (au sens de Rabardel) au cours de la résolution des cahiers.

4 Les trois épisodes étudiés dans l'atelier

Pour l'atelier, nous nous sommes restreint à l'analyse de trois épisodes extraits de la séquence présentée. Le premier épisode est extrait du regroupement 2, séance 3. Une fois que les élèves ont travaillé sur les outils de constructions CabriElem *Perpendiculaire* et *Parallèle* dans l'environnement dynamique, en binôme, l'enseignant revient sur ces constructions collectivement.

Le deuxième épisode est dans la continuité du premier épisode (toujours regroupement 2, séance 3). Une fois que les élèves ont explicités les SSU associés aux outils *Perpendiculaires* et *Parallèles* du LGD, l'enseignant reprend les mêmes constructions dans l'environnement papier-crayon avec les outils de construction usuels, la règle et l'équerre.

Enfin le troisième épisode⁴² est extrait du regroupement 3, séance 2. Cette séance 2, dans l'environnement papier-crayon fait suite à la résolution du cahier CabriElem « Carré-Rectangle-Losange » sur la reconnaissance de quadrilatère avec le *Di*. Les élèves devaient identifier les invariants par déplacement de quadrilatères donnés pour pouvoir les identifier. Le troisième épisode est la séance papier-crayon associée. Comme déjà expliqué, seul l'enseignant a accès au LGD et son écran est projeté, il bouge les sommets des quadrilatères. Les élèves doivent à nouveau reconnaître les quadrilatères et justifier leurs réponses sur leur feuille.

III - ETUDE DU PROCESSUS DE MEDIATION SEMIOTIQUE

1 Dans l'environnement dynamique de CabriElem

Dans ce premier épisode (regroupement 2, séance 3), les élèves reviennent sur l'utilisation de l'outil CabriElem *Perpendiculaire*. Chaque étape de l'utilisation est explicitée, ce qui amène à travailler dans la troisième colonne de la *feuille de constat* pour expliciter et établir collectivement les instructions pour construire ou utiliser une perpendiculaire dans l'environnement CabriElem.

Lorsque la classe a terminé de détailler ces instructions et lorsque l'enseignante les a institutionnalisées au tableau, les élèves précisent « qu'il faut vérifier ». Cette exigence, manifestée par élèves, est une conséquence forte du dynamisme du LGD et montre que le processus de genèse instrumentale associé au Déplacement est bien avancé. La validation de la construction est en fait l'utilisation du *Dc*. Cette validation concerne surtout les caractéristiques des points, dans le sens que les points sont effectivement libres ou liés à des objets. Elle valide aussi une invariance dans la relation entre les deux droites et le point donné. Cette validation vise la bonne utilisation de l'instrument *Perpendiculaire* et donc la réalisation de la relation de perpendicularité entre les objets. On peut dire qu'ici, le *Dc* consciemment mobilisé par l'enseignant, peut fonctionner comme un *signe pivot*. En effet, on s'appuie sur l'activité et l'artefact *Perpendiculaire*, mais en même temps, on fait référence à l'invariance de la propriété mathématique de perpendicularité entre deux droites.

Si on reprend le schéma de processus de médiation sémiotique présenté au début, on peut maintenant le décliner, en positionnant au milieu, justement l'environnement dynamique.

⁴² Transcription des trois épisodes en annexe 3-4-5

2 Dans l'environnement papier-crayon

Dans le deuxième épisode présenté (regroupement 2, séance 3)⁴³, l'enseignante associe les étapes de construction (respectivement d'une droite perpendiculaire et d'une droite parallèle par un point externe à la droite donnée) en papier-crayon aux étapes de construction dans le LGD.

L'absence de validation dans l'environnement papier-crayon est soulevée par l'enseignante. Effectivement dans l'environnement dynamique, les outils de construction et les outils de validation sont distincts ; l'élève peut s'assurer de la validité de sa construction à tout moment en déplaçant. Dans l'environnement papier-crayon, les outils de validation sont, en général, les outils qui ont servi à la construction. On ne peut identifier les relations particulières que l'on a intégrées au cours de la construction qu'avec des outils qui sont aussi les outils de construction.

Dans cet épisode on observe un changement de signification rapide du codage associé à la propriété de perpendicularité. À la fin du travail d'association des étapes de construction dans les deux environnements, suite à la proposition d'un élève, ce signe $\perp$ est introduit. Il a un caractère conventionnel puisque la classe discute sur les deux façons différentes de noter, en France $\perp$ et en Suisse. En tout cas, l'enseignante en précise sa signification : ce signe est là pour attester de la correcte mise en place des SSU associés à l'utilisation de l'équerre, dans la construction d'une droite perpendiculaire à une droite donnée passant par un point donné. Dans ce sens, ce signe remplace alors le *Dc*.

En effet, si on considère l'instrument *Equerre*, au sens de Rabardel, dans la construction d'une droite perpendiculaire à une droite donnée, il est composé de l'artefact mais aussi des SSU. Ces SSU ne sont pas évidents à construire par les élèves. Ils comportent l'usage coordonné de l'artefact *règle* avec l'artefact *équerre* et l'enchaînement précis de plusieurs actions. Il faut placer de manière opportune la règle sur la droite donnée, lui rapprocher convenablement l'équerre (c'est-à-dire en lui donnant une orientation opportune), faire glisser l'équerre sur la règle jusqu'à qu'elle passe virtuellement par le point donné, tracer un « bout » de droite et, enfin, rallonger ce « bout ». A cette complexité, il faut ajouter la considération que les élèves a priori ne sont pas censés reconnaître une relation de perpendicularité entre deux droites dans une équerre, étant celle-ci plutôt un modèle concret de triangle rectangle.

Maintenant, si on revient à notre épisode, lorsque le signe $\perp$ est introduit, il a aussi, pour l'enseignante un autre signifié. Puisque il atteste la « bonne utilisation » de l'équerre, il marque en même temps l'existence d'une propriété, celle de perpendicularité, condensée dans cet artefact et par cela, embarquée dans la figure, dessinée au tableau.

Ainsi, dans cette utilisation du codage, le signe $\perp$ est alors introduit comme *signe pivot* entre le plan de l'activité et celui des mathématiques.

Cependant chez les élèves on peut supposer que ce signe est un signe uniquement associé à l'artefact et probablement pas encore relié au signifié mathématique incorporé dans l'instrument, c'est-à-dire pour les élèves, il est encore en train de fonctionner comme un *signe artefact*.

Dans la dernière partie de cet épisode (lignes 46 et suivantes)⁴⁴, l'enseignante demande aux élèves de noter ce nouveau signe dans « la colonne des notions mathématiques ». A ce moment, pour l'enseignante, le signe passe de *signe pivot* à *signe mathématique*. Elle dessine le signe sans les instruments de constructions, et le place dans la colonne de la feuille de constat associée au « plan des mathématiques ». Elle fait évoluer le signe, introduit comme étant lié à l'instrument, puis dissocié de l'instrument pour être associé directement au signifié mathématique embarqué dans celui-ci, c'est-à-dire le signifié de perpendicularité.

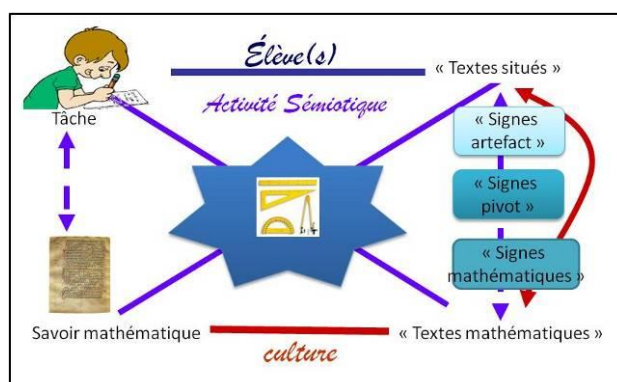
⁴³ Voir Annexe 4

⁴⁴ Voir Annexe 4

Chez les élèves, ce saut n'est certainement pas immédiat. On peut supposer que ce signe demeure certainement un *signe artefact* pour la majorité des élèves, peut être un *signe pivot* pour quelques un mais probablement pas un *signe mathématique*.

Cependant, ce changement de signification, grâce à la médiation (peut-être pas tout-à-fait consciente) de l'enseignante a déjà commencé à se produire et le processus d'internalisation, au sens de Vygotsky a déjà commencé à se mettre en place.

Dans le schéma du processus de médiation sémiotique concernant l'environnement papier-crayon, présenté ci-dessous, on peut alors voir que le signe $\perp$ est utilisé par l'enseignante comme instrument de médiation sémiotique : il évolue du « plan de l'activité » en papier-crayon avec la règle et l'équerre, au « plan des mathématiques », vers le signifié mathématique de perpendicularité.



3 Production de textes mathématiques par les élèves

Dans le dernier épisode, le LGD est disponible uniquement pour l'enseignante qui partage son écran. Les élèves ont une copie papier de chaque page du cahier CabriElem en position initiale⁴⁵.

La première ligne de cette page montre trois quadrilatères « en position » de carré et se présente aux élèves comme ça :

Pour chaque page tu vas devoir écrire comment tu as fait ton choix.

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?





Ta réponse :

Pourquoi :

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?





Ta réponse :

Pourquoi :

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?





Ta réponse :

Pourquoi :

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?





Ta réponse :

Pourquoi :

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?





Ta réponse :

Pourquoi :

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?





Ta réponse :

Pourquoi :

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?





Ta réponse :

Pourquoi :

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?





Ta réponse :

Pourquoi :

On peut observer que cette page constitue tout-à-fait un nouvel environnement pour les élèves : *l'environnement graphique-dynamique*. La question même (« Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ? ») n'aurait pas de sens dans l'environnement papier-crayon traditionnel ! Cet environnement est « hybride » dans le sens où il est graphique comme le papier-crayon mais il est censé représenter, d'une certaine « manière », le caractère dynamique du LGD. C'est justement cette « manière »,

⁴⁵ Cf annexe 5

à la fois problématique, symbolique et conventionnelle, qui en fait un véritable nouveau milieu d'apprentissage.

Lorsque l'enseignante déplace les sommets de chaque quadrilatère sur l'écran, les élèves doivent identifier (perceptivement) les invariants de chaque quadrilatère, puis ils doivent les représenter sur leur feuille.

Pour cela, les élèves doivent expliciter dans l'environnement papier-crayon des observations issues de l'environnement dynamique. En particulier, ils doivent trouver une façon de marquer dans un environnement statique le caractère d'invariant par déplacement des figures-Cabri dynamiques.

A ce propos, l'enseignante rappelle les signes utilisés pour coder des propriétés issues de constructions. Cette nouvelle utilisation des signes de codages, introduits dans l'épisode 2, ne renvoie plus à l'utilisation d'un instrument de construction, mais à la propriété embarquée dans cet instrument, identifiable par le *Di*. Si on reprend le signe $\perp$ qui a été introduit pour attester l'utilisation de l'équerre, ici il est réinvesti pour attester l'invariance au cours du *Di* de la relation de perpendicularité entre deux droites.

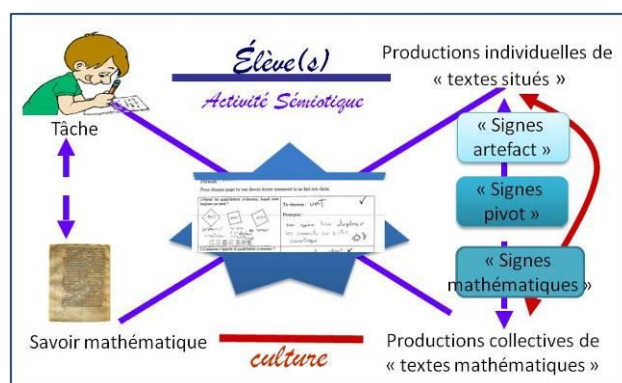
Voici, donc, un nouveau changement de signification du signe $\perp$ opéré par l'enseignante et l'évolution ultérieure du processus de médiation sémiotique orchestré par ceci.

Lorsque l'élève utilise ce signe sur le quadrilatère donné dans l'environnement *graphique-dynamique* papier-crayon, il ne se réfère plus à l'utilisation de l'artefact concret équerre dans la construction du quadrilatère, mais bien la propriété de perpendicularité entre les deux droites.

On voit ainsi un emboîtement des deux environnements et de leurs signes associé. Le signe $\perp$ issu de l'environnement papier-crayon, est associé au signe *Di* issu de l'environnement dynamique. Cet environnement intermédiaire permet d'explicitier statiquement des relations dynamiques. Pour cette raison, nous l'avons appelé *environnement graphique-dynamique*.

Enfin, grâce à ce passage dans ce nouvel environnement le signe $\perp$ est devenu « *signe mathématique* » pour la classe : il code l'existence d'une propriété mathématique, abstraction faite des différents artefacts utilisés.

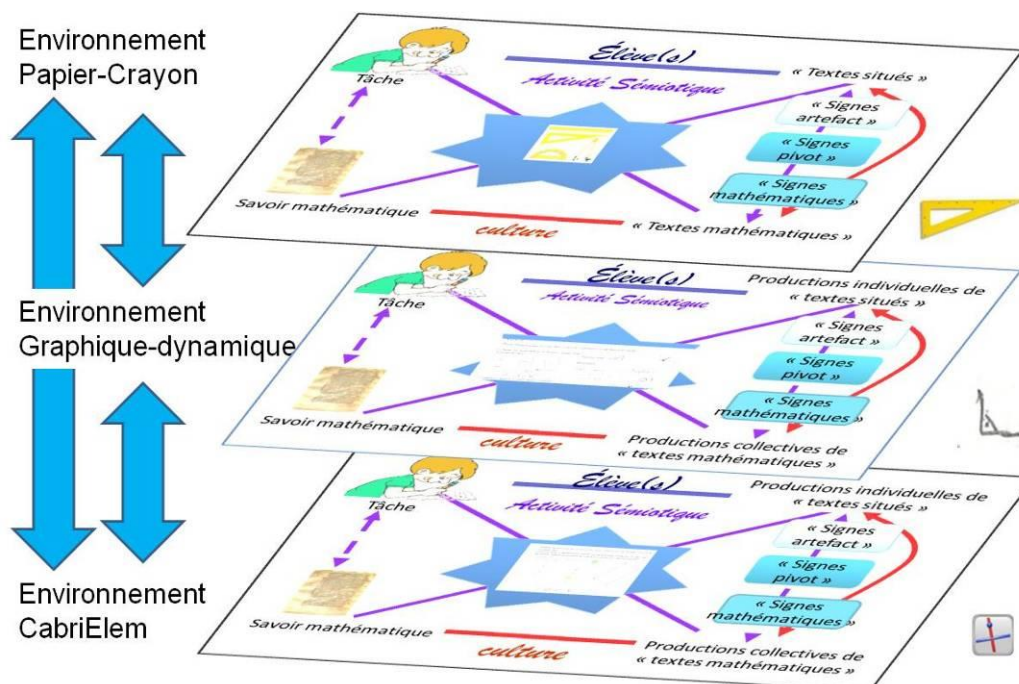
Puisque ce nouvel environnement est aussi au cœur du processus de médiation sémiotique, le schéma présenté au début peut alors se présenter ainsi :



A partir des productions des élèves en annexe 5, on peut voir que ceux-ci s'appuient sur les propriétés explicitées à l'aide du codage et un raisonnement déductif pour identifier le carré. La réflexion mise en œuvre dans ce dernier épisode se place dans le paradigme GII.

IV - RÔLE DE L'ENSEIGNANT POUR L'INTERACTION ENTRE LES ENVIRONNEMENTS

À travers les trois épisodes, nous avons pu identifier comment la TMS intégrée par des éléments de l'approche instrumentale développée par Rabardel, permet d'analyser a priori mais surtout a posteriori le rôle de l'enseignant pour l'introduction d'une réflexion dans le paradigme GII. Il s'appuie sur des instruments de médiation sémiotique existant dans des environnements propres pour faire évoluer les connaissances des élèves du « plan de l'artefact » vers le « plan des mathématiques ». Un environnement intermédiaire nous apparaît comme central dans ces interactions : l'*environnement graphique-dynamique*. Il permet en effet de faire abstraction de l'environnement dynamique et du « plan de l'artefact » et expliciter des invariants dynamiques dans un environnement statique.



Le processus de médiation sémiotique, déclenché et guidé par l'enseignante, investit trois environnements. Les réseaux de signes développés dans ces trois environnements évoluent parfois en parallèles parfois en s'intégrant mutuellement et en se complexifiant pour atteindre le signifié de propriété.

V - CONCLUSION

Notre recherche s'est développée au sein d'une perspective théorique multiple, en empruntant des outils du cadre des paradigmes géométriques (Kuzniak 2006), de l'ergonomie cognitive (Rabardel 1995) et de la théorie de la médiation sémiotique (Vygotsky 1978, Bartolini Bussi, Mariotti 2008).

Le cadre des paradigmes géométriques nous a amené à nous interroger sur le passage délicat d'un paradigme centré sur le sensible et la réalité (GI) à un paradigme construit autour d'une axiomatique (GII). Ces deux paradigmes ne sont pas compartimentés et peuvent être utilisés conjointement dans l'élaboration d'une réflexion. Il nous semble hors contexte de viser une réflexion exclusivement dans le GII en primaire. Ainsi nous avons plutôt orienté notre recherche vers l'utilisation de propriétés afin d'introduire progressivement une validation portant sur des propriétés et non plus uniquement sur le sensible. Cela nous a amené à considérer un LGD dans une classe de primaire pour (re)travailler les concepts de perpendicularité et parallélisme introduits précédemment lors de séances classiques de géométrie. L'objectif principal de

cette recherche était donc d'identifier dans quelle mesure l'utilisation d'un LGD dans l'enseignement d'une séquence de géométrie au primaire permettait des raisonnements dans le niveau, c'est-à-dire une réflexion qui s'appuie sur des propriétés et non plus exclusivement sur le sensible.

Dans l'analyse a priori, la médiation sémiotique nous a guidées par rapport à la structure à donner à notre dispositif expérimental, mettant en avant l'intérêt des cycles didactiques. Dans notre étude, cet intérêt théorique a été traduit par l'entrelacement de séances de travail avec le LGD et de séances de travail avec le papier-crayon. En revanche la modélisation en termes de genèse instrumentale développée en particulier par Rabardel nous a permis de mieux distinguer les rôles divers joués par les artefacts impliqués dans ce dispositif expérimental.

L'analyse a posteriori des séances montre que, justement, les cycles didactiques impliquent aussi des entrelacements d'environnements dans l'activité de la classe. Ainsi les séances avec le LGD s'organisent dans un environnement dynamique et les séances papiers-crayon dans un environnement statique. Un processus de médiation sémiotique est associé à chaque environnement : à l'aide des instruments *Déplacement* et des outils de construction dans l'environnement dynamique et à l'aide des outils de constructions dans l'environnement papier-crayon. C'est par l'interaction entre ces deux environnements qu'apparaît un nouvel environnement : l'environnement *graphique-dynamique*. Cet environnement appartient au papier-crayon, ce qui le rend statique, mais il retranscrit des invariances au cours du déplacement par l'utilisation du codage. Il intervient, lui aussi, dans le processus de médiation sémiotique, en entraînant une évolution des signes des deux premiers environnements vers des signes mathématiques. Les épisodes, concernant les signes associées au concept de perpendiculaire, montrent par exemple, ce changement de signification : le même symbole qui au début représentait l'utilisation appropriée, dans un dessin de l'utilisation correcte d'un artefact, finalement évolue pour coder l'existence d'une propriété mathématique, faisant abstraction des différents artefacts utilisés.

En accord avec la théorie de la médiation sémiotique, on voit que l'enseignant tient un rôle central dans l'interaction entre ces environnements différents et dans l'évolution des signes. Ce rôle s'avère très délicat. Au sein de l'utilisation didactiquement pertinente de plusieurs artefacts, il ne s'agit pas pour lui, seulement d'aborder la problématique du codage d'un dessin mais, celle plus générale de soutenir chez les élèves le passage du niveau du dessin comme représentant la réalité au dessin comme modèle de la réalité, modèle reposant sur des propriétés.

On peut ainsi conclure que cette recherche confirme l'intérêt d'un LGD dans une séquence d'enseignement de la géométrie, en particulier dans un passage progressif à une réflexion au niveau GII. On peut aussi conclure qu'une analyse portant sur l'évolution des signes permet de mieux saisir et de mieux interpréter certains nœuds cruciaux qui interviennent dans ce passage autant progressif que (parfois) insaisissable. Ce travail devrait permettre aux enseignants d'identifier de potentiel d'apprentissage dans les moments collectifs et surtout d'exploiter ce potentiel de manière de plus consciente et efficace.

VI - BIBLIOGRAPHIE

BARTOLINI BUSSI M. G. ET MARIOTTI M. A. (2008) Semiotic mediation in the mathematics classroom: Artifacts and signs after a Vygotskian perspective, in English, L. (ed.), *Handbook of International Research in Mathematics Education*, (second edition), Routledge.

BARTOLINI BUSSI M. G. (1998). Verbal interaction in mathematics classroom: A Vygotskian analysis, in Steinbring, H et al. (eds.), *Language and communication in mathematics classroom*, Reston, VA: NCTM. pp. 65–84

COUTAT S. (2012) Vers une évolution de la vision en géométrie au primaire avec un logiciel de géométrie dynamique, *Math-Ecole*, **218**, 50-55.

COUTAT S. (2006) *Intégration de la géométrie dynamique dans l'enseignement de la géométrie pour favoriser la liaison école primaire-collège : une ingénierie didactique au collège sur la notion de propriété*. Thèse de l'Université Joseph-Fourier, Grenoble.

FALCADE R. (2006). *Théorie des Situations, médiation sémiotique et discussions collectives, dans des séquences d'enseignement avec Cabri-Géomètre pour la construction des notions de fonction et graphe de fonction*. Thèse de l'Université Joseph-Fourier, Grenoble.

FALCADE R. ET MARIOTTI M. A. (A PARAÎTRE) Rôle de l'enseignante, évolution des signes et utilisation des ressources textuelles dans le processus de médiation sémiotique, *XVI^e École d'Été de Didactique des Mathématiques*, Carcassonne (Aude).

KUZNIAK A. (2006) Paradigme et espace de travail géométriques. Éléments d'un cadre théorique pour l'enseignement et la formation des enseignants en géométrie, *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education* **6(2)**, 167-188.

LABORDE C. CAPPONI B. (1994) Cabri-Géomètre constituant d'un milieu pour l'apprentissage de la notion de figure géométrique, *Recherche en didactique des mathématiques*, **14 n°1.2**, 165-210.

MARIOTTI M. A. (A Paraître) Artefacts et signes dans La Théorie de la Médiation Sémiotique, *XVI^e École d'Été de Didactique des Mathématiques*, Carcassonne (Aude).

MEIRA L. (1998). Making sense of instructional devices: the emergence of transparency in mathematical activity. *Journal for Research in Mathematics Education*, **29(2)**, 121–142.

RABARDEL P. (1995) *Les Hommes & Les Technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*, Armand Colin, Paris.

RABARDEL P. (1999) Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques, In M. Bailleul (Ed.) *Actes de la IX^e Ecole d'été de didactique des mathématiques*, Houlegate, 202-213.

RESTREPO A. (2008) *Genèse instrumentale du déplacement en géométrie dynamique chez des élèves de 6^{ième}*, Thèse de l'université Joseph Fourier, Grenoble.

VYGOTSKY L. S. (1931/1978) *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

[RETOUR SOMMAIRE](#)

VII - ANNEXE 1 : PLAN DE LA SEQUENCE D'ENSEIGNEMENT

Regroupement 1 - Les petites bêtes

Séance 1 : élèves en binôme avec CabriElem, introduction à l'environnement dynamique, premières utilisations des outils de construction (*point, droite, segment, triangle, cercle* et *carré*) et premières utilisations de *Di* et *Dc*.

Séance 2 : en classe entière, CabriElem projeté, introduction de la feuille de constat

Regroupement 2 - Parallèles et Perpendiculaires

Séance 1 : élèves en binôme avec CabriElem, introduction des outils de construction *perpendiculaire* et *parallèle*, applications pour reconstruire un rectangle et un parallélogramme.

Séance 2 : en binôme, à partir de films extraits de la séance précédente, les élèves évaluent l'utilisation des outils *perpendiculaire* et *parallèle*.

Séance 3 : en classe entière, extraits de la séance cahier 2- séance 2 projetés, mise à jour de la feuille de constat avec les nouveaux outils *perpendiculaire* et *parallèle*.

Regroupement 3 – Carré, Rectangle, Losange ...

Séance 1 : avec Cabri, reconnaître et identifier des quadrilatères donnés (évaluation notée)

Séance 2 : avec papier-crayon, correction de l'évaluation en papier-crayon

Regroupement 4 - Compas et Cercle

Séance 1 : avec Cabri, réintroduction de l'outil *cercle* pour reporter une longueur.

Regroupement 5 - Symétries

Séance 1 : avec Cabri, introduction de l'outil, symétrie axiale avec le déplacement

Séance 2 : avec Cabri, introduction de l'outil, translation avec le déplacement.

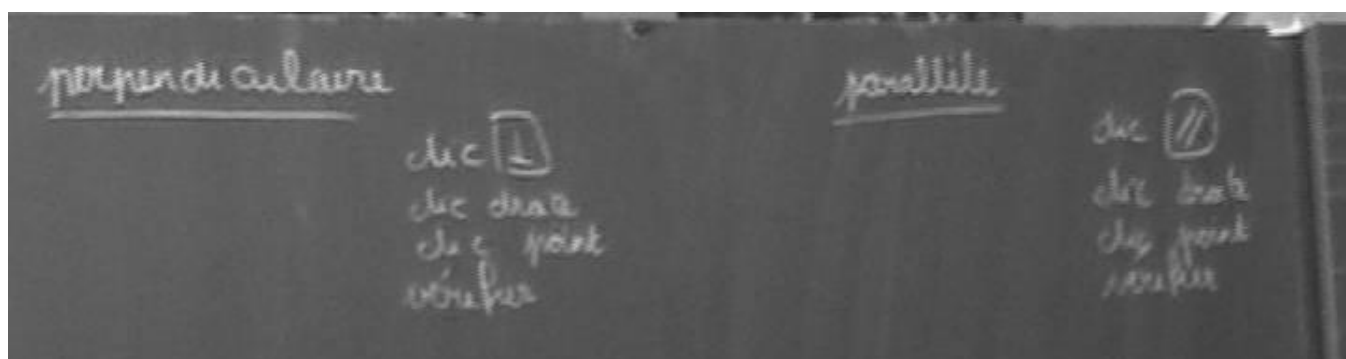
VIII - ANNEXE 2 : FEUILLE DE CONSTAT

POINT		 clic où on veut le point clic sur le bouton clic où on veut le point
DROITE	2 points, droit infini	 clic sur l'écran où on veut un des points de la droite on glisse, clic où on veut un autre point de la droite
SEGMENT (=bout de droite)	Un bout de droite limité par 2 points	 clic sur l'écran où on veut le début du segment on glisse, clic où on veut la fin du segment
CERCLE	Centre du cercle + rayon	 clic sur l'écran où on veut le centre du cercle on glisse, on clic quand on a la grandeur du cercle qu'on veut
TRIANGLE	3 sommets	 clic sur l'écran où on veut un des sommets du triangle on glisse, on clic où on veut un autre sommet du triangle on glisse on clic où on veut le troisième sommet du triangle
CARRE	4 angles droits et 4 côtés isométriques	 clic sur l'écran où on veut un des sommets du carré clic sur l'écran où on veut un autre des sommets du carré
PERPENDICULAIRE	Deux droites sont perpendiculaires si elles se coupent à angle droit.	 Clic bouton, clic une droite, clic un point
PARALLELE	Deux droites sont parallèles si elles ne se coupent jamais ou si elles sont confondues	 Clic bouton, clic une droite, clic un point
CERCLE (report de longueur)	Une longueur et un point	 Clic bouton, clic un segment, clic un point

IX - ANNEXE 3 : TRANSCRIPTION REGROUPEMENT 2 SEANCE 3

EPISE 1

- 1 E : donc effectivement les notions mathématiques, dans la deuxième colonne, dans la première colonne, et dans
2 la deuxième colonne on utilise ces notions là mais avec des ... des moyens de clics ... des clics qui nous permettent
3 de faire ... de faire ça sur l'ordinateur. D'accord avec ça ? Ok et nous on va travailler maintenant sur heu ... les
4 rappels sur ce qu'on a fait la dernière fois on a vu deux notions la dernière fois qu'est ce que c'était ? Alessandro ?
- 5 Alessandro : des parallèles
- 6 E : parallèles et ?
- 7 Élève : et perpendiculaires
- 8 E : et perpendiculaires d'accord. Alors comment est-ce qu'on faisait sur l'ordinateur par exemple pour faire une
9 perpendiculaire ?
- 10 E note perpendiculaire au TN
- 11 Maéva : on cliquait sur l'outil perpendiculaire
- 12 E : alors clic sur bouton perpendiculaire oui
- 13 Maéva : après on cliquait sur la droite avec laquelle on voulait qu'elle soit perpendiculaire
- 14 E : clic sur la droite
- 15 Maeva : sur à heu ... perpendiculaire
- 16 Aya : après c'est clic sur point
- 17 E : ben oui mais j'en suis toujours sur la droite
- 18 Léa : sur celle qui est déjà dessinée
- 19 E : ouais clic sur la droite par rapport à laquelle on voit qu'elle soit perpendiculaire et ensuite ?
- 20 Aya : après clic sur le point
- 21 E : clic sur le point où on veut que ça passe. D'accord c'est tout, c'est fini ?
- 22 Élève : oui
- 23 Aysel : faut vérifier
- 24 E : ha comment vous êtes sûr que c'est bon faut vérifier



25

1 **X - ANNEXE 4 : TRANSCRIPTION REGROUPEMENT 2 SEANCE 3**
 2 **EPISODE 2**

- 1 E : Là c'est bien joli mais ça c'est que l'on fait sur l'ordinateur, quand on veut passer au niveau du papier-
 2 crayon, qu'est-ce qu'on a besoin pour faire des perpendiculaires ou des parallèles ? oui
- 3 Sabrina : une règle et un équerre
- 4 E : une équerre oui donc on a une droite à la base et un point on va le mettre là l'autre je le mets là et on
 5 veut chaque fois dessiner une parallèle ou une perpendiculaire. Comment est-ce que je fais pour dessiner
 6 une parallèle ou une perpendiculaire avec la règle Tiago
- 7 Tiago : eh ben une perpendiculaire il suffit de mettre le compas sur heu ... non l'équerre sur la droite et
 8 avec l'angle droit heu non le petit côté de l'autre côté de la droite comme ça puis de
- 9 E : ha je pensais que tu allais la faire autrement d'accord ouais
- 10 Tiago : et puis après on trace la droite
- 11 E : alors je mets l'équerre sur la droite je la fais passer par le point et là ... et qu'est ce que je peux faire ?
- 12 Maéva : on peut la rallonger
- 13 E : oui la rallonger la prolonger on a le droit de faire ça puisque c'est une droite et que ce n'est pas un
 14 segment. Comment ?
- 15 Alessandro : on peut tracer les angles droits
- 16 E : j'ai rien compris
- 17 Enseignant donne la craie à Alessandro. Il dessine le codage des angles droits sur les droites construites.
- 18 Alessandro : pour dire que c'est un angle droit à 90°
- 19 E : je vois des points d'interrogation, des gens qui sont d'accord. Qu'est-ce qu'il a fait là ? J'ai jamais vu
 20 ça
- 21 Maéva : il a montré que c'étaient des angles droits
- 22 E : il a montré que c'étaient des angles droits
- 23 Maéva : mais c'est pas le bon signe
- 24 Discussion sur la forme du codage *Perpendiculaire* français vs suisse
- 25 E : quel est le rapport entre ça et ça ? Là on a fait clic sur perpendiculaire, clic sur une droite, clic sur un
 26 point, vérifie. Là il a mis son équerre sur la droite, on a de nouveau cette histoire de droite, en fonction du
 27 point, et on a tiré. Sabrina
- 28 Sabrina : non"

29 E : Tiago

30 Tiago : ben en fait clic sur droite c'est faut l'aligner à la droite, puis après clic sur point

31 E : alors clic sur droite je l'aligne sur la droite

32 E et Tiago : clic sur point ça veut dire que je l'aligne sur le point

33 Tiago : et puis après on a tiré le trait

34 E : on a tiré le trait c'est marrant mais il y a un truc en plus qu'on n'utilise pas sur l'ordinateur sur la
35 manière de faire sur l'ordinateur oui

36 Aya : sur l'ordinateur on doit bouger par exemple un point ben là on ...

37 E : exact à l'ordinateur on est obligé de vérifier en bougeant le point et la droite pour voir qu'elle reste
38 toujours perpendiculaire

39 Élève : et là on ne peut pas

40 E : ben oui on peut difficilement bouger sur le papier, vous avez raison donc Aya c'est tout à fait correct
41 le fait de noter ça , ça veut dire que vous avez bien dessiné une perpendiculaire d'accord ? Ok

42 *Même chose avec Parallèle*

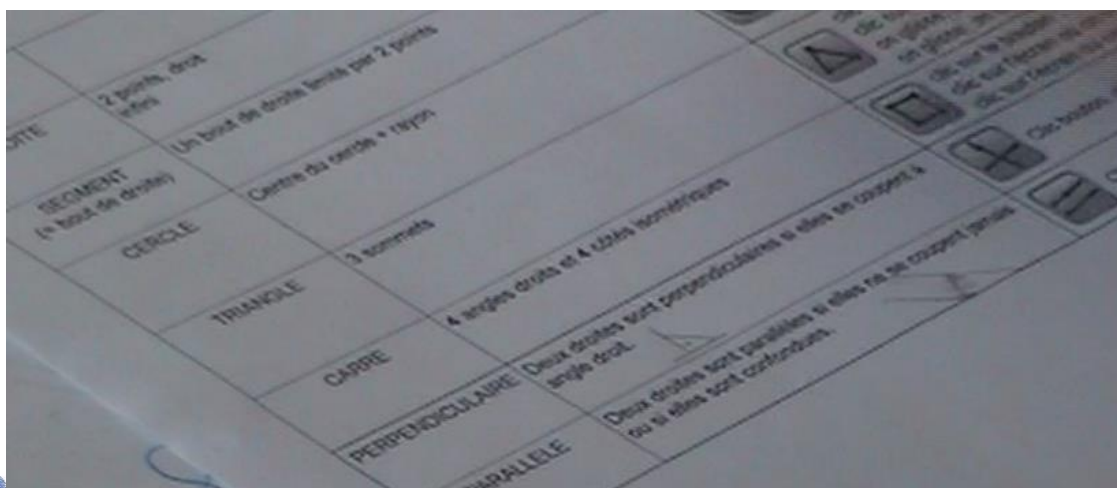
43 E : d'accord avec ça ? Alors ce que vous allez pouvoir faire maintenant sur votre feuille de constat dans la
44 colonne des notions mathématiques vous pouvez rajouter ces deux signes on ne vous l'a pas mis exprès,
45 mais sous perpendiculaire on va rajouter ce signe là et sous parallèle vous rajoutez ce signe là

46 Élève : ???

47 E : ça m'est égal c'est ta feuille

48 Élève : mais là si sur notre feuille c'est pas parallèle

49 E : comment ? Mais la mienne elle a été faite à main levée l'autre elle n'est pas vraiment perpendiculaire
50 ça tu t'en fiches.



51

**XI - ANNEXE 5 : TRANSCRIPTION REGROUPEMENT 3 SEANCE
2 EPISODE 3**

E : comment est-ce qu'on sait qu'on a bien une figure, la figure qu'on nous demande là en l'occurrence un quadrilatère mais un carré comment on va être sûr qu'on a bien la figure qu'on nous demande Léa

Léa : un carré il doit toujours avoir 4 côtés égaux heu 2 axes heu 4 axes de symétrie

E : attends tu vas trop vite alors 4 côtés égaux oui

Léa : 4 axes de symétrie

E : comment ils s'appelaient ces côtés égaux ?

Léa : les heu les

Joséphine : isométriques

Léa : isométriques

E : oui alors il y a 4 axes oui mais qu'est-ce qu'il faut surtout qu'il ait

Léa : ha des angles droits

E : oui

Léa : 4 angles droits

E : d'accord ça c'est pour les propriétés donc là je les regarde super c'est tous des carrés

Élèves : faut les bouger

E : vous me l'avez dit

Élèves : non

E : d'accord alors sur le logiciel il faut effectivement bouger

Élève : les points

E : les points les points ?

Élèves : les sommets

E : merci je suis désolée mais moi je veux vraiment un vocabulaire correct bouger les sommets pour vérifier ça (montre les propriétés) d'accord donc c'est pour ça qu'il fallait ... effectivement. Alors je vais vous distribuer des feuilles tout à l'heure mais je vous rappelle juste que les notations que vous avez prises comment est-ce qu'on notait parallèles que 2 droites sont parallèles oui

Paula : c'est une flèche avec deux droites

E : alors on faisait une flèche avec 2 droites comme ça, ça veut dire qu'elles sont parallèles. On avait vu autre sigle oui

Océanne : le trait avec le (?)

E : oui le trait avec le point donc ça c'était un

Joséphine : perpendiculaire

E : perpendiculaire un angle droit oui et puis on en avait vu une troisième

Paula : le petit trait pour dire que

E : oui d'accord

Paula : tous égaux

E : par exemple celui là ce côté-là à la même grandeur que celui-là ou celui-là j'en mets 2 parce que c'est pas le même à la même grandeur que celui-là vous vous souvenez de ces notations là

Élèves : oui

E : je l'avais mis dans l'évaluation alors ce que je vais faire c'est que je vais déplacer tous les points et vous vous allez pouvoir noter qu'est ce qui reste sur votre feuille et pouvoir après justement choisir quel est le carré mais il faudra justifier en expliquant pourquoi d'accord ?

L'enseignant bouge les sommets des quadrilatères

E : ça bouge plus Paula et je ne vais pas les faire re-bouger

Paula : on marque sur pourquoi ou sur

E : tu utilises simplement ça

Élèves : ha

E : non vous n'allez pas réécrire tout le texte ça ne nous intéresse pas (...)

Les élèves choisissent le carré du premier exercice

E : yes alors le carré il est correct pourquoi il est correct ce carré vert oui Imad

Imad : ben parce qu'il est ... 4 côtés égaux

E : il a les 4 côtés égaux qu'est ce qu'il a d'autre oui

Tiago : 4 angles droits

E : il a 4 angles droits oui

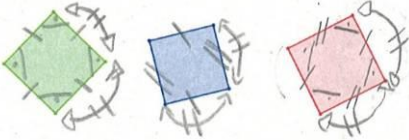
Iuri : il a 2 paires de parallèles

E : il a deux paires de parallèles

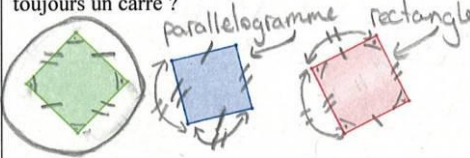
Même travail avec les 2 autres quadrilatères

E : ok vous avez compris ce qu'il fallait faire ? Moi je ne vais pas le refaire chaque fois au tableau mais vous devez chaque fois qu'il y a une propriété que vous voyez une propriété vous devez la noter (ou l'annoter) pour vous en souvenir c'est clair

Élèves : hum hum

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?  	Ta réponse : le vert Pourquoi : 
---	---

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?  	Ta réponse : le vert Pourquoi : vert: 4  et  bleu:  et  Rouge: 4  et  le carré a toujours au moins 1  et 
---	---

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?  	Ta réponse : la vert Pourquoi : car il a 4 côtés isométriques 4 angles droits 2x2 côtés parallèles et 4 axes de symétrie.
---	---

1-Parmi les quadrilatères ci-dessous, lequel reste toujours un carré ?  	Ta réponse : le vert Pourquoi : parce que il a tout 
---	--

[retour sommaire](#)