

Degré d'intégration de Cabri Géomètre à l'école primaire



Teresa Assude, UMR ADEF, IUFM d'Aix-Marseille, France

Résumé

La forte injonction institutionnelle d'intégrer les TIC dans l'enseignement des mathématiques pose un problème professionnel aux enseignants. Comment résoudre le problème de l'intégration de Cabri dans une classe de l'enseignement primaire ? Un certain nombre de stratégies peuvent être identifiées qui montrent comment certains enseignants abordent cette question. Nous essayerons de faire le lien entre ces stratégies et l'estimation du degré d'intégration de Cabri dans une classe à travers un certain nombre d'indicateurs. Ces indicateurs – imbrication papier-crayon/cabri ; importance donnée à la dimension instrumentale ; dialectique ancien/nouveau ; quantité de séances – nous ont permis d'estimer le degré faible, moyen ou fort d'une intégration. Nous présenterons ensuite un exemple d'analyse de l'intégration de Cabri dans l'enseignement mathématique d'une classe primaire.

L'intégration des TIC dans l'enseignement mathématique aux niveaux primaire et secondaire est devenue une injonction institutionnelle en France. Il y a une forte volonté politique d'intégrer les nouvelles technologies à l'école et en particulier dans l'enseignement des mathématiques. Cette forte volonté politique se traduit par plusieurs moyens, entre autres par l'insertion des TIC comme faisant partie du « socle commun des connaissances et compétences » de la nouvelle loi d'orientation pour l'avenir de l'école¹, par l'insertion dans les différents programmes disciplinaires et par la mise en place d'un système de certifications de l'école primaire et secondaire (les B2i, « Brevet Informatique et Internet ») à l'université et bientôt dans la formation des maîtres (les C2I, « Certificat Informatique et Internet »). Par exemple, l'article 9 de la loi d'orientation met au même niveau la maîtrise des TIC et la maîtrise de la langue française, la maîtrise de certains éléments de mathématiques, la culture humaniste et scientifique et encore la pratique d'une langue vivante :

La scolarité obligatoire doit au moins garantir à chaque élève les moyens nécessaires à l'acquisition d'un socle commun constitué d'un ensemble de connaissances et de compétences qu'il est indispensable de maîtriser pour accomplir avec succès sa scolarité, pour poursuivre sa formation, construire son avenir personnel et professionnel et réussir sa vie en société. Ce socle comprend :

- la maîtrise de la langue française ;
- la maîtrise des principaux éléments de mathématiques ;
- une culture humaniste et scientifique permettant le libre exercice de la citoyenneté ;
- la pratique d'au moins une langue vivante étrangère ;
- la maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication.

1 Loi n° 2005-380 du 23 avril 2005 d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école.

Or nous pouvons nous poser la question de savoir si cette forte volonté politique est suivie d'effets dans les pratiques relatives à ces nouvelles technologies. Les enseignants intègrent-ils les nouvelles technologies dans leur enseignement de manière à suivre de près les instructions officielles ? Comment les intègrent-ils ? Un certain nombre de travaux montrent que l'intégration des TIC dans l'enseignement n'est pas à la mesure des attentes sociales et institutionnelles mais un certain nombre d'évolutions se dessinent. Par exemple, Lagrange (2003, p. 17) en parlant d'un projet sur les TICE et les « nouvelles compétences des enseignants » affirme que « alors que les enseignants en poste sont réticents à l'usage de technologies susceptibles de remettre en cause les équilibres dans la gestion de la classe, les professeurs stagiaires se disent prêts aux usages en classe dès la première année. Les TIC apparaissent cependant assez marginaux par rapport au « cœur de la profession ». » Le rapport sur ce projet (GRETIC 2001) affirme aussi que « une étape importante est en train d'être franchie. On doit cependant constater qu'il reste encore un chemin important à parcourir pour que les futurs enseignants considèrent l'informatique comme un réel outil au service des apprentissages. » (vu in Lagrange 2003, p. 17). Nous voulons problématiser ces questions à partir du point de vue des acteurs (les enseignants) de la manière suivante.

Face à une forte injonction institutionnelle, les enseignants sont confrontés à un problème professionnel. Comment traduire dans le quotidien de la classe cette injonction institutionnelle ? Comment résolvent-ils ce problème professionnel ? Sans avoir fait un travail de recherche systématique sur ce point, nous avons pu observer qu'il existe un certain nombre de stratégies d'enseignants confrontés à ce problème professionnel : des stratégies de l'autruche, des stratégies d'évitement, des stratégies d'intégration minimale, des stratégies d'intégration contrôlée, des stratégies d'intégration maximale. Nous allons préciser ces stratégies mais elles nous renvoient à un autre problème qui peut être formulé à partir des deux questions suivantes : comment évaluer ou estimer le degré d'intégration des TICE dans les pratiques des enseignants ? Quels sont les indicateurs ou les critères pour déterminer ce degré d'intégration ? Nous allons aborder ces questions en présentant d'abord le contexte de la recherche, les cadres théoriques qui nous permettent de préciser les indicateurs pour estimer le degré d'intégration des TICE, et finalement nous analyserons les pratiques d'intégration du logiciel de géométrie dynamique, Cabri, dans l'enseignement mathématique d'un enseignant.

1 – Contexte du travail

Le travail est fait dans le cadre d'une ERTe (Equipe de recherche technologique éducative) qui s'intitule MAGI (Mieux Apprendre la Géométrie avec l'Informatique) et comporte un certain nombre de groupes en France (Grenoble, Lyon, Toulon-Aix, Amiens, Versailles). Ce projet a comme but l'intégration de Cabri-géomètre dans l'enseignement à l'école primaire et au début du collège à travers la conception, la mise en œuvre et l'analyse de scénarios pour la classe et aussi à travers l'étude de l'impact de dispositifs de formation dans les modes et pratiques d'intégration des enseignants. Dans ce cadre, le groupe de Toulon-Aix a travaillé pendant l'année scolaire 2003-2004 avec trois enseignants du primaire (CB, FM, TA) qui sont dans une même école primaire. Chacun d'eux avait une classe de CM2 (dernière classe de l'enseignement primaire où les élèves ont environ 10 ans) et ils ne connaissaient pas le logiciel Cabri avant notre travail conjoint. Ils ont été déchargés de leur classe pendant une demi-journée pour pouvoir suivre une formation au logiciel dans le cadre de la formation initiale à l'IUFM de Nice. Il a été convenu qu'ils utiliseraient ensuite

le logiciel dans leur classe, en fonction du travail en cours de la classe, qu'ils choisiraient les activités et que les deux chercheurs observeraient sans intervenir dans le choix et la conception des séances. Notre choix a été celui d'intervenir le moins possible pour que nous puissions essayer de dégager certaines conditions et contraintes d'intégration du logiciel par des enseignants « lambda » ayant tout à « construire », même leur rapport au logiciel. Les analyses ont ensuite été faites à partir des notes des observateurs, des vidéos des séances, des cahiers des élèves et des entretiens avec les enseignants.

Le nombre de séances a été variable selon les enseignants. Nous n'allons pas analyser les pratiques des trois enseignants mais nous voulons seulement ici donner une idée du nombre de séances de chacun. FM a proposé 5 séances avec le logiciel aux élèves : deux séances d'initiation au logiciel et trois séances sur la symétrie axiale. CB a proposé 4 séances avec le logiciel : deux séances d'initiation (les mêmes que celles de FM) et deux séances (l'une sur le carré et l'autre sur les triangles). TA a proposé une séance de travail aux élèves par semaine à partir de décembre. Si on enlève les vacances, un stage de formation continue, cela fait environ une quinzaine de séances. Ces séances ont porté sur les triangles, le carré, le cercle. Il n'a pas eu de séances d'initiation mais l'apprentissage du logiciel s'est fait au fur et à mesure des séances.

2 – Cadres théoriques et degré d'intégration

Ce travail se place, comme celui qui le précède (Assude et Gélis, 2002), dans une approche multidimensionnelle des phénomènes d'intégration des TICE dans l'enseignement des mathématiques. Cette approche (Artigue, 2001 ; Guin et Trouche, 2004 ; Lagrange, 2001, 2003 ; Trouche, 2005) prend en compte plusieurs dimensions pour l'étude de l'intégration : des dimensions épistémologique, cognitive et conceptuelle, mais aussi une dimension instrumentale, une dimension institutionnelle et anthropologique. De ces différentes dimensions, nous allons utiliser plusieurs éléments pour préciser ce que nous entendons par degré d'intégration en utilisant ainsi plusieurs indicateurs qui nous sont donnés par notre approche théorique. Ces indicateurs sont :

- Le mode d'intégration instrumentale soit la manière dont la dimension instrumentale est prise en compte.
- Le mode d'intégration praxéologique soit la manière dont l'intégration prend en compte l'organisation du travail mathématique de l'élève : nous prenons ici essentiellement le rapport entre les praxéologies (au sens de Chevallard 1997, 1999) papier-crayon et les praxéologies « cabri ».
- Le rapport ancien/nouveau des praxéologies et le contrat didactique.
- La quantité de travail.

Précisons ces différents indicateurs. Nous avons considéré quatre modes d'intégration instrumentale : l'initiation, l'exploration, le renforcement et la symbiose instrumentale (Gélis et Assude, 2002 ; Assude, 2003). Dans l'initiation instrumentale, les élèves ne connaissent pas le logiciel Cabri et sont initiés par des types de tâches « Cabri » et l'enseignant vise essentiellement la rencontre avec des connaissances liées au fonctionnement du logiciel (nous les appellerons des connaissances instrumentales). Dans l'exploration instrumentale, les élèves ne connaissent pas le logiciel et vont l'explorer à travers des types de tâches mathématiques et les connaissances visées sont à la

fois instrumentales et mathématiques. Dans le renforcement instrumental, les élèves ont déjà une pratique du logiciel mais ils rencontrent des difficultés instrumentales à propos d'un type de tâche mathématique : l'enseignant va apporter ce type d'information. Dans la symbiose instrumentale, les élèves ont déjà une pratique du logiciel et ils rencontrent des types de tâches mathématiques qui leur permettent d'avancer à la fois vers des connaissances mathématiques et instrumentales car elles sont imbriquées. Cet indicateur va permettre de placer les pratiques d'intégration du niveau faible (prise en compte seulement d'une initiation instrumentale) au niveau fort (prise en compte des différents modes selon le moment de travail mathématique).

Pour les deuxième et troisième indicateurs, nous prenons en compte les types de tâche, les techniques et les théorisations (technologies et théories au sens de Chevallard), associés à deux autres variables : la variable « papier-crayon/cabri » et la variable « ancien/nouveau ». Un mode d'intégration nul est la non prise en compte du logiciel dans le travail mathématique, un mode d'intégration fort est l'entrelacement des types de tâches, des techniques et des théorisations en papier-crayon et en cabri, l'entrelacement des types de tâches et des techniques anciennes et nouvelles, l'existence de techniques « fortes » soit des techniques qui sont justifiées du point de vue technologique ou théorique et l'existence de règles du contrat didactique qui tiennent compte de la spécificité de la géométrie dynamique. Un mode d'intégration faible dénote l'existence des types de tâches et des techniques papier-crayon sans relations avec les types de tâches et techniques en cabri, l'existence de techniques « faibles » soit des techniques sans justifications théoriques ou technologiques.

Pour le quatrième indicateur, il nous semble que peu de séances épisodiques nous renvoient à une intégration faible tandis qu'un nombre important de séances de travail régulières nous permettent de parler de la possibilité d'une intégration forte.

Nous pouvons associer ces modes d'intégration aux différentes stratégies que les enseignants mettent en place pour résoudre le problème professionnel d'intégration de Cabri-géomètre. Ainsi, une stratégie de l'autruche correspond à une intégration nulle par rapport à tous les indicateurs et les enseignants dans ce cas n'ont pas forcément le besoin de justifier le fait qu'ils ne suivent pas les injonctions institutionnelles. Une stratégie d'évitement correspond aussi à une intégration nulle mais les enseignants ont le besoin de justifier cette position : ainsi ils vont construire une rhétorique du type « les établissements ne sont pas assez équipés », « je travaille avec des élèves tellement difficiles que si je vais en classe informatique ce sera vraiment la confusion », « ce qui est vraiment important c'est que les élèves savent déjà un minimum de mathématiques, il ne faut pas se disperser », etc. Une stratégie minimale correspond à une intégration faible : la prise en compte de la dimension instrumentale est minime et l'organisation du travail de l'élève en papier-crayon est séparée et en parallèle avec l'organisation du travail avec Cabri. Une stratégie d'intégration contrôlée est celle où certains indicateurs peuvent être faibles et d'autres forts : un mode d'intégration moyen. Par exemple, un enseignant prend en compte la dimension instrumentale d'une manière minimale mais il considère certaines relations entre le travail en papier-crayon et en Cabri. Une stratégie d'intégration maximale correspond à une intégration forte par rapport à tous les indicateurs. Ces stratégies ne sont pas exclusives puisqu'un enseignant peut passer d'une stratégie à une autre, et utiliser plusieurs stratégies selon les moments.

Voyons comment ces indicateurs nous permettent d'analyser la pratique d'intégration et d'estimer le degré d'intégration de Cabri dans la classe d'une enseignante avec laquelle nous avons travaillé.

3- Un degré d'intégration faible et une stratégie d'intégration contrôlée

3.1 – Mode d'intégration instrumentale

CB a proposé deux séances d'initiation aux élèves. Ces séances d'initiation ont été téléchargées du site du CRDP de l'académie de Grenoble². Ces séances permettent de faire rencontrer aux élèves : créer et déplacer un point, créer et déplacer une droite, créer et déplacer un cercle, créer un segment à partir de deux points, nommer des points. Les élèves doivent lire une fiche où toutes les actions à faire sont indiquées et il n'y a pas eu d'institutionnalisation collective des connaissances instrumentales. Les différents statuts des points ne sont pas mis en évidence et le déplacement est présent mais le fait qu'on peut utiliser le déplacement pour vérifier les constructions n'est pas souligné.

Dans ces séances, le type de tâche est un type de tâche Cabri qui vise apprendre à construire et à déplacer certains objets mathématiques. Le rapport entre les connaissances instrumentales et les connaissances mathématiques est minimal et l'imbrication type de tâches cabri et papier-crayon est aussi minimale. Nous sommes ici en présence d'une initiation instrumentale. En outre, cette initiation ne souligne pas assez les changements de contrat didactique : nous pensons essentiellement au rôle du déplacement et à l'apport de Cabri pour une approche expérimentale de la géométrie. Cette initiation met l'accent sur comment construire les objets mathématiques plutôt que sur le type de travail que le logiciel permet de faire avec ces objets-là. Dans la suite des séances, nous pouvons analyser la pratique de la maîtresse comme réticente à utiliser le renforcement instrumental et la symbiose instrumentale même si le cas se présente pour le premier comme nous le verrons par la suite. Le mode d'intégration instrumentale est limité à une initiation instrumentale ce que nous induit à faire l'hypothèse que la première année que cette enseignante essaie d'intégrer le logiciel Cabri, la dimension instrumentale ne fait pas l'objet (même s'il y a des séances d'initiation) d'une attention suffisante de sa part mais elle n'est pas complètement absente. De ce point de vue le degré d'intégration est faible.

3.2 – Intrigue didactique³

Après les deux séances d'initiation, CB a proposé quatre séances aux élèves – deux séances en salle informatique pour travailler avec Cabri et deux séances en classe pour travailler avec le papier-crayon. La première séance a concerné le type de tâche suivant :

T1 – construire un carré à partir de deux droites perpendiculaires.

Ce type de tâche a d'abord été problématique pour les élèves, ce qui a amené l'enseignante à intervenir : « Dans un carré, à quoi peut correspondre ces droites perpendiculaires ? ». Un élève a répondu : « les diagonales », et l'enseignante : « Ça peut être les diagonales et puis ça peut être quoi

2 Voir le site <<http://www.crdp.ac-grenoble.fr/imel/lydiap/inicabri.html>>.

3 L'intrigue didactique est l'ensemble des combinaisons par lesquelles d'événements ayant trait au savoir qui vit dans une classe se transforme dans une histoire. Nous ne développerons pas cet aspect dans cette communication.

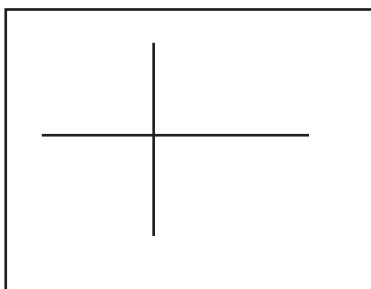
ces droites ? ». Un autre élève a répondu : « Ça peut être deux côtés » et l'enseignante en faisant des gestes a dit : « Utilisez ces deux droites, ça peut être des côtés ou des diagonales » et a rajouté : « On dirait que vous n'avez pas fait des carrés dans votre vie ».

Ce premier type de tâche a alors été décliné en deux autres types de tâches :

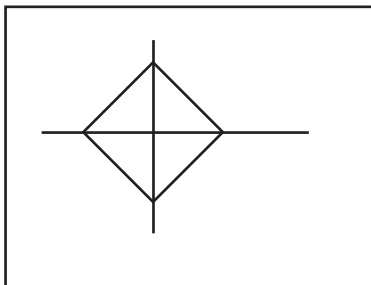
T2 – Construire un carré à partir de deux côtés.

T3 – Construire un carré à partir des diagonales.

Les élèves ont d'abord (sauf un binôme) commencé par la tâche T2 et ils ont utilisé, pour la plupart, des techniques perceptives. Des difficultés instrumentales sont alors apparues : comment tracer des droites perpendiculaires, comment faire en sorte que deux segments aient la même mesure de longueur, comment efface-t-on ? Un constat d'un élève – « Souvent le carré se transforme en rectangle »- a amené l'enseignante à faire une première mise en commun au tableau. Les dessins « carrés » construits par les élèves ne résistent pas au déplacement, et la difficulté essentielle est le report des mesures. La mise en commun a surtout mis l'accent sur les deux types de tâches. Au tableau, l'enseignante a fait le dessin suivant :

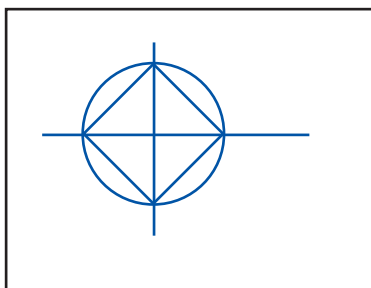


et un élève du seul binôme qui a essayé de faire le type de tâche T3 est venu faire la figure suivante au tableau :

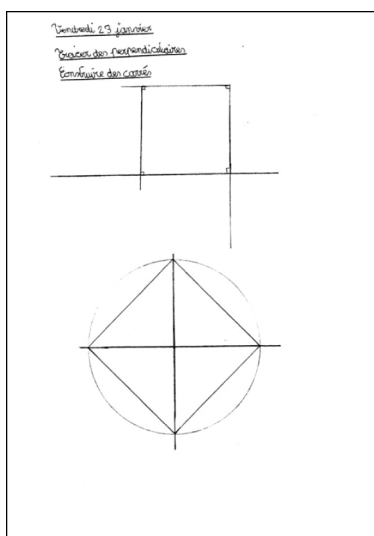


En ce qui concerne les difficultés instrumentales, l'enseignante a indiqué que « Dans tous les cas il faut placer des points sur les droites » (à plusieurs reprises, lorsqu'un élève lui a posé une question d'ordre instrumentale, l'enseignante a répondu : « Vous cherchez dans les icônes. »). L'enseignante s'est retenue ici d'apporter les informations nécessaires au dépassement de ces difficultés instrumentales. C'est cette indécision qui nous indique que le renforcement instrumental n'est pas vraiment mis en œuvre.

Cette mise en commun a amené la plupart des élèves à l'autre type de tâche : ils sont ainsi passés de la tâche T2 à la tâche T3. Ce changement a peut-être été dû au fait que les figures au tableau ne donnent pas les mêmes informations. Ainsi la première figure indique seulement les deux droites de départ, mais aucune technique n'est envisageable à partir de là tandis que la deuxième figure est suggestive car elle permet aux élèves d'envisager une technique de construction. Or ils se sont heurtés au « comment faire que les diagonales aient la même longueur ». Un seul binôme a utilisé le cercle et la maîtresse a fait une nouvelle mise en commun. Maxime a dit : « J'ai fait les diagonales mais les points bougent. Comment on arrive à avoir la même distance ici et ici ? » et la maîtresse a répondu par une question : « On a une figure qui permet de reporter des segments ? », un élève a parlé du cercle et la maîtresse a fait la figure du cercle au tableau tout en disant : « Essayez d'utiliser le cercle, utilisez cette propriété du cercle ». La plupart des binômes ont fini la séance en ayant construit une figure comme ci-dessous.



Ces deux types de tâches T2 et T3 ont été repris en papier-crayon, et cette technique utilisant le cercle a été réutilisée en papier-crayon en ce qui concerne T3. Par contre, la technique utilisée pour accomplir le type de tâche T2 n'utilise pas le cercle pour reporter les mesures de longueur car les élèves ont utilisé la règle graduée comme ils avaient l'habitude de faire. Ce type de tâche T2 n'est pas repris avec le logiciel. Voilà une production papier-crayon d'un élève.



En ce qui concerne la deuxième séance, les types de tâche demandés ont été les suivants :

T4 – Identifier une figure géométrique.

T4.1 – Identifier un triangle isocèle.

T4.2 – Identifier un triangle rectangle.

T4.3 – Identifier un triangle équilatéral.

T5 – Écrire le programme de construction d'un figure.

T5.1 – Écrire un programme de construction d'un triangle isocèle.

T5.2 – Écrire un programme de construction d'un triangle rectangle.

T5.3 – Écrire un programme de construction d'un triangle équilatéral.

T6 – Construire une figure à partir d'un programme de construction.

Ces types de tâches ont été proposés successivement aux élèves. Les élèves devaient ouvrir un fichier, observer et analyser la figure qui était déjà construite, et ensuite en déplaçant les points, en mesurant des longueurs ou des angles ou en utilisant le vérificateur des propriétés, ils devaient dégager des propriétés de cette figure. Après une mise en commun pour présenter ces propriétés et le nom de la figure géométrique, les élèves devaient écrire un programme de construction à partir de l'historique de Cabri, et à la fin de la séance les élèves devaient construire l'une des trois figures (ce que la plupart des élèves n'ont pas eu le temps de faire). Dans la séance d'après, l'enseignante a demandé aux élèves de construire en papier-crayon un triangle équilatéral de 4 cm de côté et un triangle rectangle en B tel que $AB = 8$ cm et $BC = 5$ cm.

Voilà un tableau récapitulatif de l'organisation du travail mathématique.

Séances de CB	Cabri	Papier-crayon
S1	initiation	
S2	initiation	
S3	T1, T2, T3	
S4		T2, T3
S5	T4, T5, T6	
S6		T6

3.3 – Mode d'intégration praxéologique

Les types de tâches proposés aux élèves sont anciens mais certaines techniques utilisées sont nouvelles pour eux. La technique d'analyse d'une figure est nouvelle pour les élèves tandis que la technique de construction d'une figure utilisant un programme de construction est une technique ancienne. Le choix des tâches a été motivé par le besoin de reprise de certaines notions mathématiques, le logiciel apparaissant alors comme un plus dans cette voie-là. Par exemple, le choix pour la séance S3 a été déterminé par une remarque d'un élève en classe à propos d'un problème posé en classe. C'est un problème de «portait d'une figure»: «Je possède des droites perpendiculaires, suis-je un carré?», et devant la difficulté des élèves pour y répondre, l'enseignante a décidé de

revisiter les propriétés du carré en utilisant le logiciel. En ce qui concerne les triangles, la maîtresse a voulu aussi revisiter des notions déjà vues auparavant mais ici l'accent était mis sur l'analyse de figures et la recherche des propriétés des figures pour ensuite utiliser ces propriétés dans un programme pour les construire.

En ce qui concerne le mode d'intégration praxéologique, nous pouvons dire que malgré le fait qu'il n'y ait pas de nouveaux types de tâches, il existe une certaine relation entre l'ancien et le nouveau car il y a des nouvelles techniques qui se mettent en place. Cependant, il n'existe pas vraiment un entrelacement entre le travail papier-crayon et le travail Cabri qui sont plutôt juxtaposés. Les techniques sont « faibles », car les justifications par les propriétés n'ont pas vraiment été proposées. Nous pouvons parler d'un degré d'intégration faible selon nos critères. CB reste à une distance « acceptable » entre ce qui est ancien et ce qui nouveau, qui lui permet de s'investir un peu mais pas trop, de manière à contrôler finement ce que les élèves font et pourront lui demander. Elle-même dit que la présence des chercheurs l'a rassurée (d'ailleurs les seules séances menées en salle informatique ont été celles observées par les chercheurs). L'enseignante adopte une stratégie d'intégration contrôlée en trouvant une « juste distance » entre l'ancien et le nouveau qui ne met pas en danger les « équilibres dans la gestion de la classe ».

4 – Conclusion

Nos analyses ont permis de caractériser le degré d'intégration de Cabri dans la classe de l'une de nos trois enseignants. Dans les deux autres classes, le degré d'intégration a été faible (classe de FM) et moyen (classe de TA). Nous ne détaillerons pas ici ces analyses. Un degré faible d'intégration signifie que la dimension instrumentale n'est pas prise en compte avec toute son importance, que le travail des élèves n'est pas organisé en imbrication avec le travail en papier-crayon ni dans une dialectique entre l'ancien et le nouveau ; un degré moyen d'intégration signifie que l'accent sur l'un de ces aspects mais pas des autres ; un fort degré d'intégration signifie que ces critères sont vraiment pris en compte. La quantité de séances est aussi un critère car un faible nombre de séances d'utilisation de Cabri empêche une maîtrise suffisante du logiciel et ne permet pas que cet outil soit vraiment intégré. Mais un nombre important de séances n'indique pas à lui seul que le degré d'intégration est fort si les autres critères ne sont pas vérifiés.

Ceci dit, il y a eu une forte adhésion des enseignants pour utiliser Cabri dans leurs classes bien qu'ils se soient débattus avec un certain nombre de résistances expliquant ce faible degré d'intégration. Nous détaillerons prochainement certaines de ces résistances.

Références

- Artigue M. : 2001, Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. *Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(3), p. 245-274.
- Assude T. : 2003, Modes d'intégration instrumentale. In Durand-Guerrier V et Tisseron C (éditeurs). *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*, ARDM et IREM: Paris, p. 45-51.
- Assude T. et Gélis J.M. : 2002, Dialectique ancien-nouveau dans l'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire. *Educational Studies in Mathematics*, 50, p. 259-287.

- Chevallard Y. : 1997, Familière et problématique, la figure du professeur. *Recherches en didactique des mathématiques*, 17.3, p. 17-54.
- Chevallard Y. : 1999, L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 19.2, p. 221-266.
- Gélis J.-M. et Assude T. : 2002, Indicateurs et modes d'intégration du logiciel Cabri en CM2. *Sciences et Techniques Éducatives*, 9-3.4, p. 457-490.
- Guin D et Trouche L. : 2002 (dir.), *Calculatrices symboliques, transformer un outil en un instrument du travail informatique : un problème didactique*. La Pensée Sauvage, Grenoble.
- Lagrange J.-B. : 2001, L'intégration d'instruments informatiques dans l'enseignement : une approche par les techniques. *Educational Studies in Mathematics*, 43, p. 1-30.
- Lagrange J.-B. : 2003, A élargir le cadre d'analyse de l'usage des TIC dans l'enseignement des mathématiques. In Durand-Guerrier V et Tisseron C (éditeurs), *Actes du séminaire national de didactique des mathématiques*, ARDM et IREM : Paris, p. 11-19.
- Rabardel P. : 1999, Éléments pour une approche instrumentale en didactique des mathématiques. *Actes de la X^e École d'Été de Didactique des Mathématiques*, Houlgate, vol I, p. 203-213.
- Trouche L. : 2005, Construction et conduite des instruments dans les apprentissages mathématiques : nécessité des orchestrations. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 25.1, p. 91-138.

Pour joindre l'autrice

Teresa Assude

IUFM d'Aix-Marseille

Adresse postale : 336E ch Barthélémy Florent – 83200 Toulon, France

Courriel : t.assude@aix-mrs.iufm.fr