

Un logiciel de géométrie dynamique en cycle 3

www.adjectif.net/spip/spip.php



Pour citer cet article :

Athias, Francine (2015). Un logiciel de géométrie dynamique en cycle 3. *Adjectif.net* [En ligne]. Mis en ligne le vendredi 15 mai 2015. URL : <http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article347>

Résumé :

Cet article présente quelques résultats de notre travail de thèse (Athias, 2014). Ce dernier porte sur les effets potentiels et réels produits par l'introduction d'un logiciel de géométrie dynamique en cycle 3, dans le cadre d'une ingénierie. Différentes situations, construites en appui sur les modes d'intégration de Assude (2007), sont mises en œuvre dans des classes. Elles sont analysées à l'aide du modèle du jeu (Sensevy, 2011) mettant ainsi en évidence des conditions pour lesquelles les techniques des élèves évoluent.

Mots clés :

École Primaire, Mathématiques, France



Introduction

Nous nous intéressons à l'introduction d'un logiciel de géométrie dynamique [1], ici Tracenpoche [<http://tracenpoche.sesamath.net/flash/>] dans des classes de cycle 3. Nous cherchons à étudier les effets de ce changement dans le déroulement de l'action en classe. Une première partie permet de présenter d'abord les éléments théoriques qui ont conduit à l'organisation des situations (Assude, 2007) et l'analyse des séances (Sensevy, 2011). Dans une deuxième partie, quelques résultats de cette recherche issus de notre travail de thèse (Athias, 2014) sont proposés, quant aux apports d'un tel logiciel dans les situations proposées, mises en œuvre dans le cadre d'une ingénierie (Perrin-Glorian, 2009). Enfin, une troisième partie présente de nouvelles questions et ouvre sur de nouvelles perspectives.

Éléments théoriques

Les représentations graphiques : dessin ou figure

La pratique de la géométrie en cycle 3 s'appuie sur des représentations graphiques d'objets géométriques. Les propriétés géométriques sont une « traduction » sur le dessin de propriétés relevant de la géométrie théorique (la géométrie euclidienne). Ces propriétés sont portées par les instruments. Les élèves perçoivent des propriétés sur ces représentations et ils sont amenés à les contrôler, les valider par l'utilisation des instruments usuels (règle, équerre...). Laborde et Capponi (1994) ont appelé figure géométrique « l'appariement d'un référent donné à tous ses dessins » (1994, p. 168). De notre point de vue, cela signifie que lorsque la tâche assignée à l'élève est de construire « quelque chose », la trace sur la feuille n'est une figure que si les propriétés géométriques ont été prises en compte. Dans le cas contraire, il ne s'agit que d'un dessin. Du point de vue de l'élève, cette distinction dans l'environnement papier-crayon n'est pas facile.

Dans l'environnement Tracenpoche, la distinction est plus visible. Soit l'élève obtient un dessin de ce « quelque

chose », par exemple un rectangle, dans ce cas le déplacement d'un point lui indiquera qu'il est dans l'erreur. Le quadrilatère n'est visiblement plus un rectangle. Soit il obtient une figure nommée rectangle. Dans ce cas, le déplacement de tous les points déplaçables donne à voir de nombreux rectangles, parce que la figure est construite à partir de contraintes clairement énoncées.

Nous allons chercher à savoir si l'intégration dans le milieu, par le professeur, d'un logiciel de géométrie dynamique est susceptible de produire des rétroactions conduisant des élèves de cycle 3 à formuler les caractéristiques des objets géométriques.

Outils théoriques pour la construction des séances : les modes d'intégration

De nombreuses recherches sur l'introduction de la géométrie dynamique ont été menées, que ce soit au niveau de l'école primaire (Assude et Gelis, 2002, Grugeon-Allys, 2008) ou au niveau liaison école-collège (Gousseau-Coutat, 2006, Restrepo, 2008). Pour notre expérimentation dans le cadre de notre travail de thèse (Athias, 2014), il s'agit d'une intégration du logiciel Tracenpoche sur un temps court. Par conséquent, des choix ont été faits.

D'abord nous proposons de considérer des connaissances géométriques déjà travaillées au cours du cycle 3 : droites perpendiculaires, quadrilatères particuliers, triangles particuliers, cercle dans des tâches de construction, reproduction, description, reconnaissance. Ensuite, nous présentons les modes d'intégration de Assude (2007) qui définit les « modes d'intégration (...) » comme « les manières dont l'intégration se fait et qui expriment l'état ou l'action de cette intégration dans les pratiques des élèves et des professeurs » (2007, p 122). Ces modes d'intégration permettaient alors d'observer et d'analyser différentes manières d'intégrer un logiciel de géométrie dynamique dans la classe, *a posteriori*. Cependant, à la différence de son travail de recherche, ces quatre modes d'intégration ont été vus comme indicateurs *a priori* des situations pour les enseignants. Assude (2007) présente quatre modes d'intégration, les modes d'emploi, les modes d'action, les modes de relations et les modes d'étude.

Les modes d'emploi nous permettent de prendre en compte l'accompagnement de la genèse instrumentale. Ainsi, une évolution des connaissances instrumentales est prévue au cours de cinq situations, passant d'une « initiation instrumentale » à une « symbiose instrumentale » en passant par un « renforcement instrumental ». Les modes d'action nous conduisent à penser l'organisation du travail de l'élève. Nous avons choisi de faire travailler les élèves dans l'environnement papier-crayon dans un premier temps, puis dans l'environnement Tracenpoche dans un deuxième temps et enfin, un retour dans l'environnement papier-crayon dans un troisième temps, en pensant à un « entrelacement » entre les deux environnements.

Les modes de relation nous conduisent à établir une « juste distance » entre les tâches et les techniques anciennes et nouvelles, de sorte que les tâches anciennes, habituelles dans l'environnement papier-crayon soient problématiques dans l'environnement Tracenpoche dans la plupart des situations. Seule la situation 3 est construite sur le mode « nouveau », le déplacement exploratoire [2] (Restrepo, 2008) n'ayant pas d'équivalent dans l'environnement papier-crayon. Les modes d'étude nous interrogent sur les différents moments didactiques (Chevallard, 1998). Cette intégration sur quelques séances se place au moment des activités d'étude et de recherche (*Ibid.*).

À partir de ces éléments théoriques, nous formulons notre question de recherche : en quoi l'usage d'un logiciel de géométrie dynamique peut-il conduire les élèves à expliciter des relations géométriques, qui ne sont pas nommées dans l'environnement papier-crayon ?

Outils théoriques pour l'analyse des situations *in situ*

Notre propos concerne maintenant la description et l'analyse de la mise en œuvre de ces situations. Pour décrire les transactions, l'action conjointe du professeur et des élèves est analysée à l'aide du modèle du jeu (Sensevy, 2012) que nous reprenons dans ses deux premiers niveaux [3]. Le premier est décliné en termes de jeu didactique - jeu générique -, en tant que descripteur de la grammaire de l'action. Le professeur est soumis à un paradoxe (Brousseau, 1998). Il sait mais ne doit pas le dire. Par contre, il doit agir de manière à permettre à l'élève de produire des stratégies gagnantes pour atteindre ce savoir. Ce « faire faire aux élèves » est le

deuxième niveau de jeu, jeu d'apprentissage. Il est déterminé par la confrontation des élèves à un certain milieu sous un certain contrat, en constante évolution pour atteindre un enjeu, l'enjeu du jeu d'apprentissage (Brousseau, 1998, Sensevy, 2011).

Dans la reconceptualisation produite par Sensevy à la suite de Brousseau, décrire le contrat didactique, c'est décrire les attentes réciproques du professeur et des élèves. Il représente également ce sur quoi le professeur et les élèves peuvent prendre appui : ce qu'il y a à faire et les moyens sur lesquels s'appuyer pour pouvoir le faire. Décrire le milieu, c'est décrire les éléments matériels ou symboliques qui posent problème ou qui nourrissent l'action et sur lesquels agissent le professeur et les élèves pour gagner au jeu d'apprentissage (Sensevy, 2011). Le modèle du jeu permet ainsi de décrire l'action du professeur et des élèves en utilisant son vocabulaire : enjeu, stratégie gagnante ou perdante, règle définitoire, règle stratégique. À partir de ces nouveaux éléments théoriques, nous reformulons notre question de recherche sous la forme suivante : comment l'action conjointe du professeur et des élèves conduit-elle les élèves vers une explicitation des relations géométriques en appui sur la géométrie dynamique ?

Méthodologie

Nous avons conçu une ingénierie didactique, au sens de méthodologie dans une première expérimentation (Perrin-Glorian, 2009). Pour chaque situation, nous avons mené une analyse *a priori* en trois temps (Assude et Mercier, 2007), une analyse descendante qui permet de préciser les connaissances mathématiques visées, une analyse ascendante qui envisage les techniques possibles que les élèves peuvent mettre en œuvre et enfin, une analyse du point de vue du professeur qui examine les difficultés didactiques auxquelles il pourrait être confronté. Ainsi, par exemple, l'objectif mathématique visé peut être de tracer des droites perpendiculaires. Une telle tâche est demandée dans l'environnement papier-crayon, deux techniques sont envisagées (avec l'usage de la règle ou de l'équerre). Puis une tâche de reproduction dans l'environnement Tracenpoche est envisagée (avec ou sans l'usage du bouton « perpendiculaire »). La validation passe alors par le déplacement des points. Enfin, le professeur peut s'attendre à des difficultés, soit d'ordre mathématique, soit d'ordre instrumental. Un document décrivant les situations est proposé aux enseignants, mais ils peuvent adapter chacune d'elles en fonction de leurs contraintes propres.

Trois enseignants ont d'abord suivi un stage de formation continue, sur le logiciel Tracenpoche. À leur retour dans leur classe, ils ont accepté d'être filmés lors de la mise en œuvre des situations de l'ingénierie. Cette captation vidéo a été effectuée par le chercheur, à l'aide d'une caméra au fond de la classe. Les essais de certains élèves ont été enregistrés à l'aide du logiciel Camstudio. Ce logiciel permet alors de voir les essais successifs. Les transcriptions ont été faites à l'aide du logiciel Transana, permettant essentiellement d'établir un lien temporel dans le déroulement des séances. Le film d'étude est une représentation analogique des transactions entre le professeur et les élèves et peut donner à voir les processus de diffusion du savoir, en appui sur les éléments de la théorie de l'action conjointe en didactique. Notre étude porte donc sur 15 moments de géométrie dans l'environnement papier-crayon ou Tracenpoche (cinq situations mises en œuvre dans trois classes).

Les éléments de réponse ont alors une dimension exploratoire.

Résultats

Résultat 1 : l'incompréhension provisoire des élèves

Quel que soit le moment analysé, les élèves obtiennent assez facilement à l'écran un dessin conforme à ce qui est demandé dans l'environnement Tracenpoche, ce dessin ayant été d'abord construit et validé dans l'environnement papier-crayon. Par contre, les effets du déplacement sur la construction demeurent incompris par les élèves : ces derniers pensent avoir réalisé la construction « comme » dans l'environnement papier-crayon, ils s'attendent à valider leur construction et sont surpris lorsque le dessin obtenu ne conserve pas ses propriétés. La transcription des échanges entre les élèves à ce moment-là nous montre ce moment d'incertitude (un élève dont la droite n'est plus sécante avec une autre : « *Oh là là , il se passe quelque chose* »).

Résultat 2 : les effets du déplacement comme déclencheur de l'appel du professeur

Le déplacement des points, ce que les élèves font systématiquement à la fin de la construction, montre aux élèves un dessin qui ne conserve pas, la plupart du temps, les propriétés attendues. Ils en déduisent souvent par eux-mêmes qu'ils rencontrent un problème. Mais la résolution de ce problème est rarement envisagée seul. Les élèves appellent le professeur : c'est toujours à ce dernier que revient une explicitation du problème.

Ce sont précisément ces échanges qui sont particulièrement intéressants. En effet, le professeur prend appui sur les rétroactions du logiciel pour donner à voir aux élèves ce qu'elles éclairent. Une étude approfondie de ces moments est proposée dans le corps de la thèse pour montrer le jeu du professeur sur l'élève de manière à mettre en évidence les propriétés géométriques. Autrement dit, l'environnement Tracenpoche est un catalyseur sur lequel s'appuie le professeur pour faire expliciter les relations géométriques (le professeur qui analyse les effets du déplacement : « *Le cercle n'est pas accroché au carré* »).

Résultat 3 : la résolution du problème dans l'environnement Tracenpoche

Lorsque les élèves ont accepté de reconnaître que la construction ne répondait pas au problème posé, ils cherchent. Ils font des essais : les transcriptions montrent qu'ils n'hésitent pas à refaire plusieurs fois la construction, de la même manière ou en la modifiant. La plupart du temps, le professeur n'intervient pas et les élèves finissent par valider eux-mêmes la construction. Par contre, lorsqu'ils appellent le professeur, ce dernier reste plusieurs minutes pour donner à voir les propriétés mathématiques.

Les échanges nous renseignent sur les représentations des élèves et nous permettent de montrer comment l'environnement Tracenpoche devient un milieu d'étude des relations géométriques, non explicitées dans l'environnement papier-crayon. À titre d'exemple, nous pouvons rapporter les propos des élèves qui assimilent les boutons « perpendiculaires » ou « cercle » aux instruments usuels équerre ou compas. Ainsi, lorsqu'ils utilisent l'équerre ou le compas, ils expliquent qu'ils les posent « là », sans préciser davantage. Lorsqu'ils veulent sélectionner le bouton « perpendiculaire » ou un des boutons « cercle », le professeur est amené à les faire distinguer l'instrument (équerre, compas), le résultat de l'utilisation de cet instrument (droite, cercle) et l'objet géométrique (droite perpendiculaire à ? passant par ?, cercle de centre ? passant par le point ?).

Ces résultats montrent comment les techniques utilisées dans l'environnement Tracenpoche conduisent les élèves à expliciter les relations géométriques. Mais ils mettent aussi en évidence le rôle déterminant du professeur.

Un exemple « voir le dessin comme une figure » est facilité dans l'environnement Tracenpoche.

Le professeur a défini le jeu : des quadrilatères sont affichés à l'écran, ils ressemblent à des carrés (cf illustration 1 [4]). Le professeur explique aux élèves la règle définitoire de ce nouveau jeu : il faut déplacer et reconnaître alors le quadrilatère. Il s'agit d'une connaissance instrumentale nouvelle (initiation instrumentale).

Illustration 1

Deux élèves Alex et Prune travaillent avec le quadrilatère EFGH. Ils utilisent la règle définitoire : ils déplacent E, F. Mais ils ne sont pas d'accord : Prune pense que c'est un losange et Alex pense que c'est un parallélogramme. Ils ont donc des connaissances mathématiques sur les quadrilatères, mais elles sont à ce moment insuffisantes. Ils n'arrivent pas à se mettre d'accord. L'enjeu à ce moment n'est plus de faire reconnaître le quadrilatère, tel que le professeur avait défini le jeu. Du point de vue d'Alex et Prune, l'enjeu devient autre. Il s'agit de convaincre l'autre que l'on a raison (du point de vue mathématique, les deux ont raison [5]).

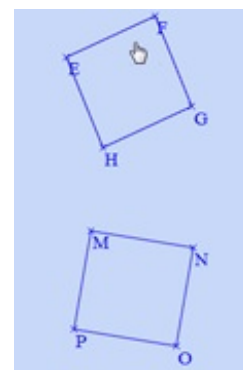


Illustration 2

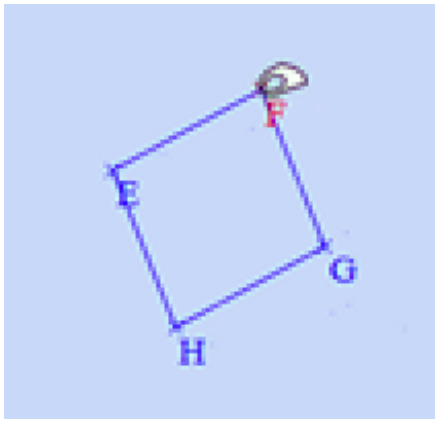
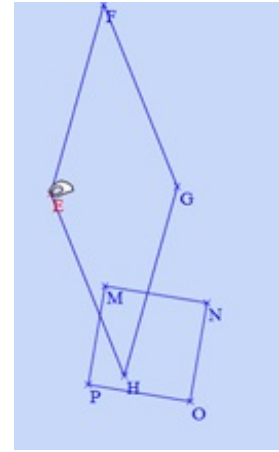


Illustration 3



Prune : « C'est un losange. »
Alex : « Ça ressemble »

Prune : « Donc c'est un losange. »
Alex : « Eh, non, là, ça fait un parallélogramme. »

Pour y parvenir, ils déplacent un point pour donner à voir à l'autre une propriété géométrique à l'écran. Par exemple, Prune déplace le point E pour montrer à Alex que les diagonales sont perpendiculaires : elle ne les trace pas mais elle les montre à l'écran. Alex déplace le point E pour essayer, mais en vain, de trouver une configuration où les diagonales ne sont plus perpendiculaires. Face à cette impossibilité, il reconnaît finalement que c'est un losange. Autrement dit, les différents quadrilatères obtenus à l'écran permettent de « voir » le quadrilatère EFGH comme un losange. Les arguments des élèves s'appuient sur l'ensemble des quadrilatères qu'ils obtiennent à l'écran, ces quadrilatères d'une même « famille » qui conservent les propriétés, ici celles d'avoir des diagonales perpendiculaires pour être un losange [6].

Perspectives

Ces premiers résultats illustrent les potentialités de l'introduction d'un logiciel de géométrie dynamique, ici Tracenpoche, à l'école primaire. Les techniques des élèves que nous avons analysées évoluent. Dans le même temps, ils mettent en évidence que l'action du professeur est déterminante dans les transactions.

Dans le travail de thèse que nous avons mené, le changement curriculaire est resté au niveau local, sur un temps court. La question était alors de savoir s'il était possible d'introduire un logiciel de géométrie de sorte que les élèves aient à expliciter les propriétés géométriques. Maintenant, au vu des résultats apportés, il serait intéressant de poursuivre l'enquête. Est-il possible de partager ces résultats auprès d'autres professeurs ? Quelles sont les conditions à envisager pour pouvoir constater des effets sur l'apprentissage des élèves ?

Un changement curriculaire global au niveau du cycle 3 est envisagé dans les projets de programme de l'école primaire où le cycle 3 est un pont entre l'école primaire (CM1/CM2) et le collège (6ème). En effet, la géométrie dynamique est proposée comme un outil, au même titre que l'environnement papier-crayon et les instruments usuels.

L'étude mérite donc d'être approfondie pour analyser les effets de l'usage de la géométrie dynamique sur le long terme, tant sur les apprentissages géométriques des élèves que sur les pratiques des professeurs.

Références bibliographiques

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

Assude, T. (2007). Modes et degré d'intégration de Cabri dans des classes du primaire. In R. Floris & F. Conne (Eds). *Environnements informatiques, enjeux pour l'enseignement des mathématiques*. (pp. 119-134). Bruxelles : De Boeck.

Assude, T. et Mercier, A. (2007). L'action conjointe professeur-élève dans un système didactique orienté vers le mathématiques. In G. Sensevy & A. Mercier (Eds). *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 153-185). Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

Athias, F. (2014). *La géométrie dynamique comme moyen de changement curriculaire*, thèse de doctorat, Université Aix-Marseille.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.

Chevallard, Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques. Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : l'approche anthropologique. In Université d'été 1998 (pp. 91-118). Actes de l'Université d'été La Rochelle, IREM de Clermont-Ferrand, France.

Gousseau-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 doctorat, Université Joseph Fourier Grenoble.

Grugeon-Allys, B. (2008). Pratiques d'intégration d'un logiciel de géométrie dynamique à l'école élémentaire. *Carrefours de l'éducation*, 25, 75-90.

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

Perrin-Glorian, M-J. (2009). L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno-Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck et F. Wozniak (Eds), *En amont et en aval des ingénieries didactiques*, (pp. 57-78) XV école d'été de didactique des mathématiques, Clermont-Ferrand.

Restrepo, A-M. (2008). Genèse instrumentale du déplacement en géométrie dynamique chez des élèves de 6ème, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier Grenoble.

Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique*. Bruxelles : De Boeck.

Sensevy, G. (2012). Le jeu comme modèle de l'activité humaine et comme modèle en théorie de l'action conjointe en didactique. Quelques remarques. *Nouvelles Perspectives en Sciences Sociales*, vol7/2, 105-132.