Chapitre 2

Un simulateur informatique de classe pour la formation et la recherche. Quelle place des recherches en didactique dans la conception et l'expérimentation ?

Fabien Emprin

Université de Reims Champagne-Ardenne, CEREP (EA 4692)

et Équipe Ermel – Ifé (Institut Français de l'éducation), France, fabien.emprin@univ-reims.fr

Résumé. Depuis 7 ans nous développons un Simulateur Informatique de Classe (désigné par « SIC ») de façon fortement articulée à notre réflexion sur les pratiques de formation aux usages des technologies numériques pour l'enseignement des mathématiques, sur les pratiques enseignantes et nos recherches sur les apprentissages des élèves. Ainsi, pour la conception du SIC, nous avons défini un système de paramètres basé sur un modèle d'actions — rétroactions des élèves (Emprin & Sabra, 2014). Le système de paramètres est étroitement lié à un cas particulier de situation d'enseignement : résolution d'un problème ouvert en mathématique intégrant un outil TICE et à des connaissances didactiques. Par ailleurs, pour mettre en œuvre le scénario de formation, nous nous appuyons sur une ingénierie de formation et des scénarios spécifiques (Robert, 2005). Ce sont les interactions entre l'usage du SIC et les recherches en didactique que nous questionnons dans cet article.

Mots clefs : simulation, usages des technologies, pratiques enseignantes.

Introduction

En 2006, nous avons développé des scénarios de formation utilisant la vidéo de séances de classe comme outils appuyés sur les travaux de didactique des mathématiques (Robert & Rogalski, 2002) : les enseignants se mettent dans la posture de préparer la mise en œuvre d'une séance (anticiper les réactions des élèves, les difficultés, les choix…) puis confrontent cette anticipation à ce qui s'est réellement passé dans une classe. Le scénario se poursuit par une recherche d'alternatives à la séance proposée. Ce travail était inclus dans une thèse (Emprin, 2007) sur l'analyse des pratiques de formation aux technologies en mathématiques.

(Morge, 2008) propose de simuler des interactions langagières en classe de sciences. Ce travail nous a amené à nous interroger sur l'opportunité, la possibilité et la pertinence de remplacer, dans notre scénario, la vidéo par une simulation informatique de classe. Ce simulateur utilise les liens hypertextes dans un document traitement de texte pour simuler les interactions verbales en classe de science. Or, un des résultats de nos recherches a mis en évidence le fait que les formations aux usages des technologies ne prenaient en compte que peu de dimensions des pratiques enseignantes (Abboud-Blanchard & Emprin, 2009). L'hypothèse retenue pour la construction de scénarios de formations est donc qu'il faut aborder plusieurs dimensions du travail de l'enseignant, de la préparation à la mise en œuvre. Cela nous incite à chercher un simulateur de classe qui irait au-delà des interactions verbales.

Il existe des simulateurs de classe dans le monde anglo-saxon comme Simschool (https://www.simschool.org) ou teach live (http://exceptionaleducation.buffalostate.edu/teach-live). Le premier s'intéresse principalement aux techniques de gestion de classe. Il est paramétré en fonction des profils d'élèves prédéfinis. Le second simule, à échelle réelle et en temps réel, les interactions enseignant-élèves : il faut capter l'attention des élèves, les motiver... Il s'agit d'un outil de réalité virtuelle immersif. Les deux simulateurs sont assez marqués par le contexte anglo-saxon (organisation de la classe notamment) et ne prennent pas en compte notre questionnement. En effet, ce qui nous intéresse en tant que chercheur c'est d'analyser les choix didactiques de l'enseignant et leurs effets sur les apprentissages des élèves.

Il fallait donc créer notre propre simulateur, c'est ce que nous avons fait dans le cadre d'une première recherche de l'IREM de Reims qui nous a permis de construire puis d'expérimenter un simulateur (EMPRIN, 2011). Depuis, une équipe de chercheurs de laboratoire CEREP développe des recherches sur le SIC (Emprin & Sabra, 2014) (Emprin & Sabra, 2015). Il est certes loin encore des standards de jeux vidéo, mais il simule les choix de l'enseignant et les réactions des élèves.

Présentation du SIC

La situation implémentée

En l'état de prototype, il n'existe qu'une situation simulée : un problème ouvert (figure 1) qui demande préalablement aux élèves la construction d'une figure dans un logiciel de géométrie dynamique

Énoncé groupe 1 :
Réalise le dessin ci-contre avec « l'atelier de géométrie ».
(Tu commenceras par le cercle, ses deux diamètres perpendiculaires puis tu placeras les points B et F et tu continueras la construction en respectant les codages)
Quel est le plus long des deux segments, [AC] ou [EG] ?

Énoncé groupe 2
Réalise le dessin ci-contre en suivant le programme suivant :
1) Trace un cercle et place son centre O.
2) Trace deux diamètres perpendiculaires.
3) Place un point B sur le cercle (comme sur la figure)
4) Trace [BC] ⊥ [OC] et [AB] ⊥ [OA]
5) Place un point F sur le cercle (comme sur la figure)
6) Trace [EF] ⊥ [OE] et [OF] ⊥ [OG].

Quel est le plus long des deux segments [AC] ou [EG] ?

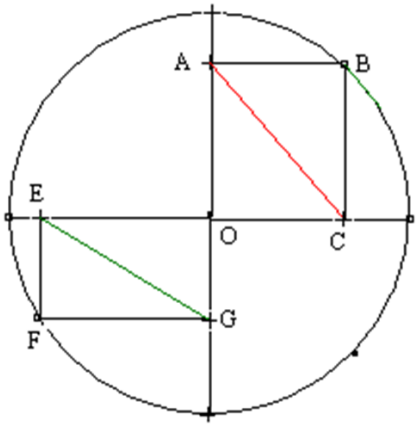


Figure 1 : l'énoncé du problème ouvert

L'utilisateur doit mener la séance qui s'appuie sur le problème ouvert proposé. Les élèves doivent construire la figure dans un logiciel de géométrie dynamique (peu importe lequel), puis conjecturer et démontrer. Pour cela, il fait des choix (en cliquant sur l'un des boutons à droite de l'écran, figure 2) et voit l'effet sur le travail de l'élève sur les écrans figure 3 et la barre de bruit figure 4.

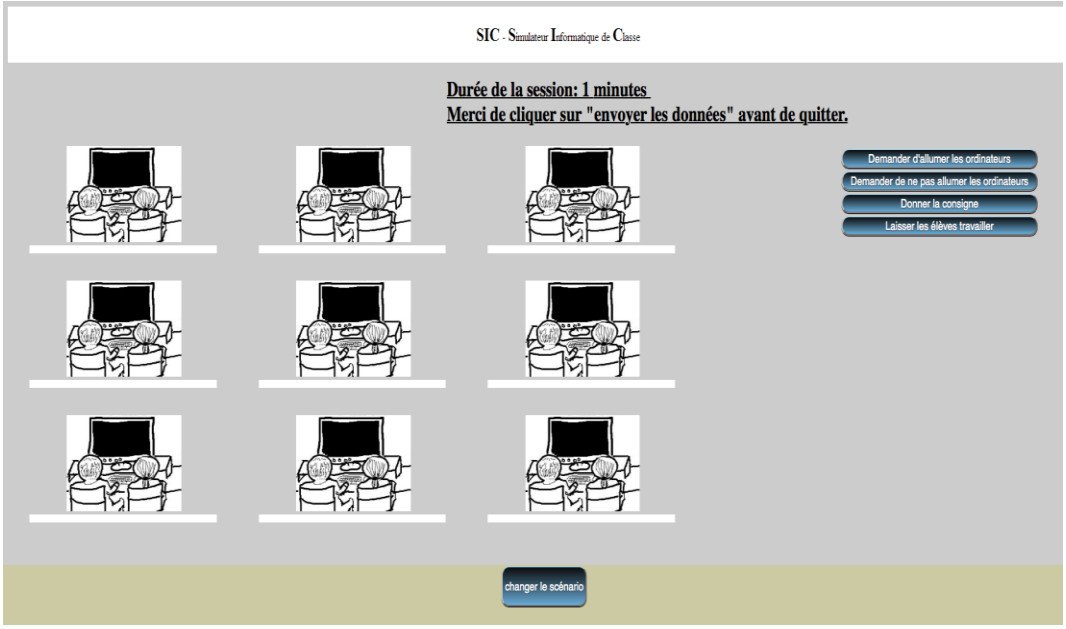


Figure 2 : copie d'écran du Simulateur informatique de Classe (SIC)

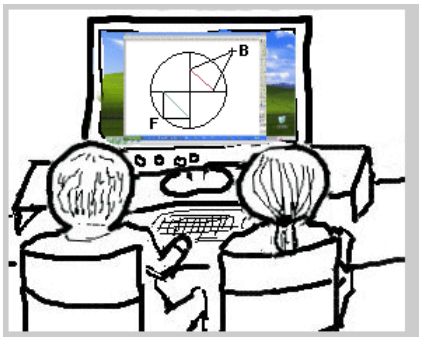


Figure 3 : exemple de vision du travail de l'élève : ici la construction n'est pas résistante

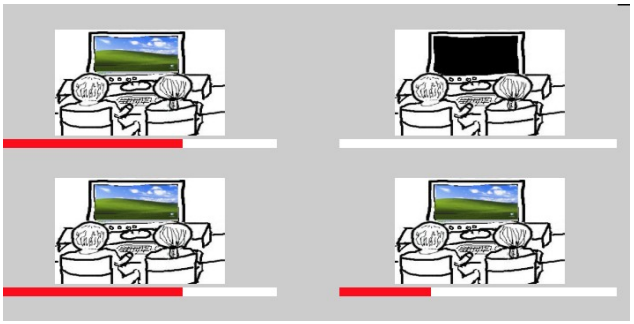


Figure 4 : barre de bruit — les barres rouges indiquent le niveau d'agitation des élèves.

À la fin de la simulation, l'utilisateur reçoit pour chaque binôme trois informations : où en est-il dans la construction à l'aide du logiciel ? où en est-il de la démonstration (ou de la conjecture) ? Et de quoi se souvient-il une semaine après la séance ? Ces informations permettent à l'enseignant d'évaluer l'effet de ses choix sur les apprentissages et le travail des élèves.

Le scénario de formation

Il comporte quatre temps, un premier temps d'analyse a priori de la séance, un deuxième temps de simulation puis une recherche d'alternatives et enfin une recherche de problématiques ayant été abordées durant la formation.

L'analyse a priori de la séance, premier temps de travail, se fait au moyen des documents de préparation d'un des enseignants dont le scénario a été simulé. L'enjeu de questionner les « lignes d'action » : « Dans cette définition, nous tenons compte des projets plus ou moins implicites activés au moment de la préparation de séances […] Nous appelons à la suite de (ROBERT, 1999) "lignes d'action" ces projets, auxquels nous ne pourrons accéder qu'indirectement, au travers de leur réalisation en classe ou à travers des déclarations d'enseignants ».

Le deuxième temps met en relation l'analyse a priori et la mise en œuvre simulée.

La question centrale du troisième temps, et donc le problème à résoudre, peut être résumée ainsi : « comment feriez-vous pour mettre en œuvre cette situation ? »

Pour finir, il s'agit d'amener les stagiaires à formuler ce qui a été en jeu dans la formation et l'état de leur réflexion sur ces questions.

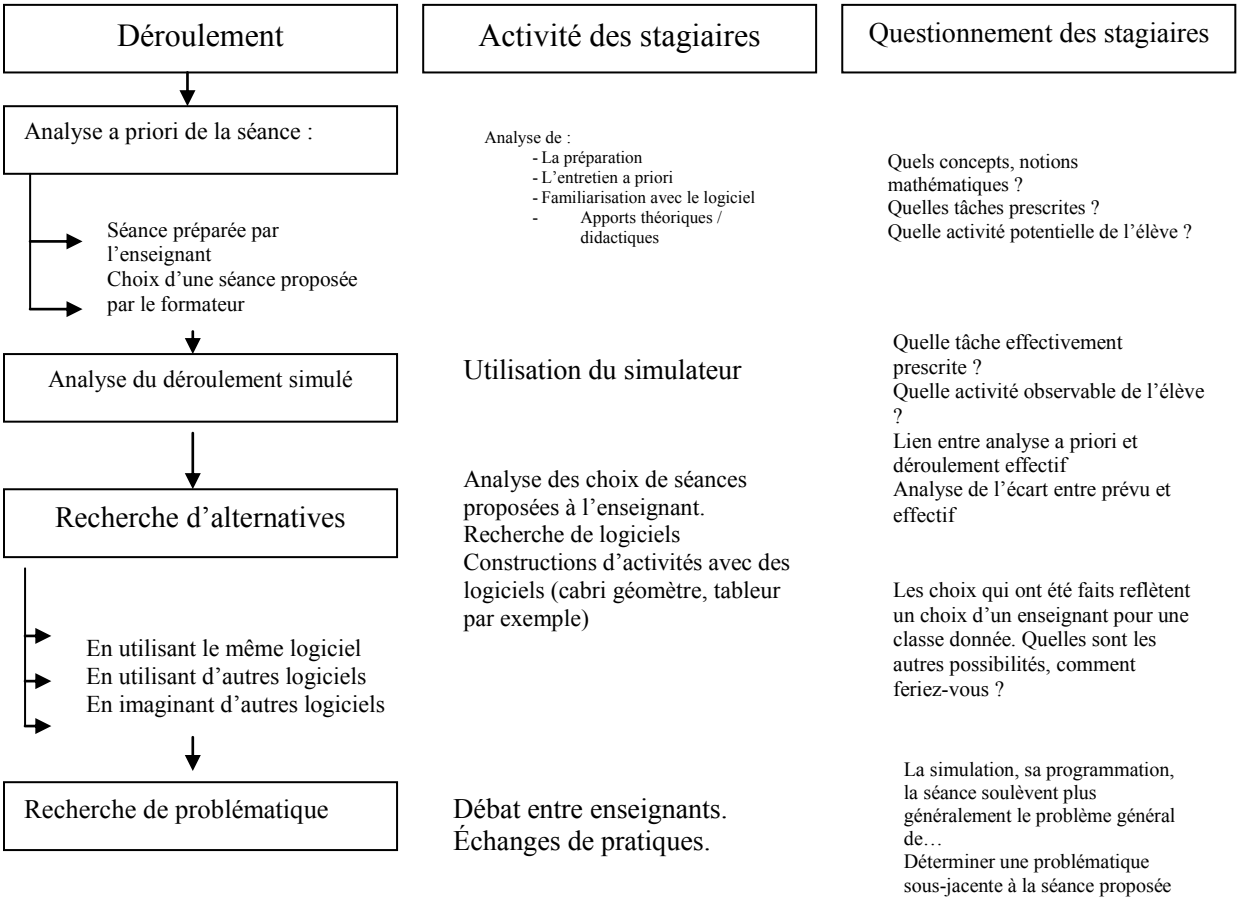


Figure 6 : schéma du déroulement du scénario de formation

Il s'agit là d'un scénario de formation basé sur un problème professionnel posé par le formateur. Nous analysons le scénario proposé en termes de « Distance du problème par rapport à la situation et au savoir » (Pastré, 2011).

Au départ, c'est la savoir qui est questionné. Cela se traduit par l'analyse a priori :

1) des choix de contenus que le stagiaire ne peut pas modifier ;

2) les choix de déroulement à adopter.

Ensuite, et lors de la mise en œuvre simulée, c'est le du côté « situation » qui est questionné. Cela se traduit par ce que (Pastré, 2011) appelle la « réponse » de la situation simulée. Dans telle situation, le stagiaire cherche et met en exécution des « savoirs-outils » issus de ses connaissances didactiques et développe ainsi des savoir-faire en fonction des feedbacks de la situation.

Conception du simulateur

Dans le SIC, nous ne simulons qu'une partie de la réalité. On y propose une situation entièrement contrôlée et reproductible de l'activité et qui permet de recueillir les traces d'usages. Il s'agit donc d'un « part scale simulator » (Pastré, 2005). Nous avons fait le choix de simplifier les interactions enseignant/élèves en se limitant à : la simulation de la dimension médiative (les interactions) des pratiques et à la simulation de l'activité de l'élève en fonction des choix de l'enseignant mais rien n'empêche d'intégrer des choix concernant la composante cognitive (les mathématiques en jeu) ou d'autre composantes des pratiques. Nous prenons en compte la dimension pédagogique dans une faible mesure pour l'instant mais là encore le paramétrage est possible : choix de la disposition de la salle...

Le choix d'un « part scale simulator » au sens de Pastré (2005) impose une réduction de la réalité : un simulateur à échelle complète c'est-à-dire simulant l'ensemble des composantes de la réalité a une vocation d'entrainement, de construction d'automatisme alors que le simulateur à échelle partielle vise lui la réflexivité. L'écart entre la réalité et la simulation est un paramètre essentiel de la formation par simulation et l'explicitation s'en fait durant le scénario de formation. Par exemple concernant le premier choix qui est celui de donner la consigne, lorsque l'enseignant ne précise rien aux élèves 2/3 d'entre eux allument les ordinateurs pendant que l'enseignant parle. C'est ce que nous avons observé dans les classes mais ce fait est parfois remis en cause par certains enseignants qui disent que dans leur classe les élèves savent qu'ils n'ont pas le droit d'allumer pendant la consigne. Cette remarque ne remet pas en cause la simulation mais permet de mettre en évidence le contrat pédagogique mis en place dans certaines classes, sous certaines conditions.

Ainsi l'analyse des pratiques simulées permet de questionner les pratiques réelles.

Système de paramètres de base pour la conception

Nous avons développé un système de paramètres permettant la création des scénarios de séances à simuler. Nous nous sommes appuyés sur une situation pilote pour développer le système de paramètres : la résolution d'un problème ouvert de géométrie intégrant un logiciel de géométrie dynamique.

Le système de paramètres repose sur :

- *les phases* : un scénario comporte plusieurs phases (figure 7) caractérisant le processus de résolution d'un problème ouvert en classe de mathématiques (phase de consigne, phase de construction, phase de conjecture, phase de démonstration) ;
- *les actions de l'enseignant* (didactiques et pédagogiques). Les actions de l'enseignant sont simulées sous la forme de choix que l'utilisateur exécute quand il utilise le simulateur ;
- *les états des élèves*. La progression de l'apprentissage est complexe à quantifier. Pour rendre compte de cette progression pour chaque élève, nous affichons sa production (ce qu'il est parvenu à faire avec le logiciel). Les productions doivent être analysées par l'utilisateur, elles sont révélatrices des erreurs de conception, de compréhension ou au contraire de la réussite de la tâche ;
- *le temps* (simulé). Chaque action « coûte » un certain temps, qui a été déterminé par les expérimentations. Lorsque cette variable atteint la valeur 55 minutes ou plus, le scénario s'achève ;
- *Le niveau « d'agitation » des élèves*. Suivant l'action de l'enseignant, la barre d'agitation des élèves peut augmenter ou se réduire. Cela peut affecter un ou plusieurs élèves. Si la classe atteint un taux d'agitation fixé, cela stoppe le scénario et amène l'utilisateur à un « game over » ;
- *l'hétérogénéité de la progression des élèves*. Chaque action de l'enseignant a des effets divers sur la progression des élèves dans le processus de résolution du problème. Gérer l'hétérogénéité des apprentissages constitue un défi principal dans le processus de résolution de problème ouvert en mathématique. Nous donnons la possibilité de gérer l'hétérogénéité par des actions de type « accompagnement individuel » ou aide collective.

Ce système de paramètres permettra, dans de futurs développements, de fournir un cadre pour l'analyse didactique des nouvelles situations de résolution de problèmes ouverts à simuler et de mettre en place un algorithme qui pourra être repris pour la programmation des nouveaux scénarios (séances simulées).

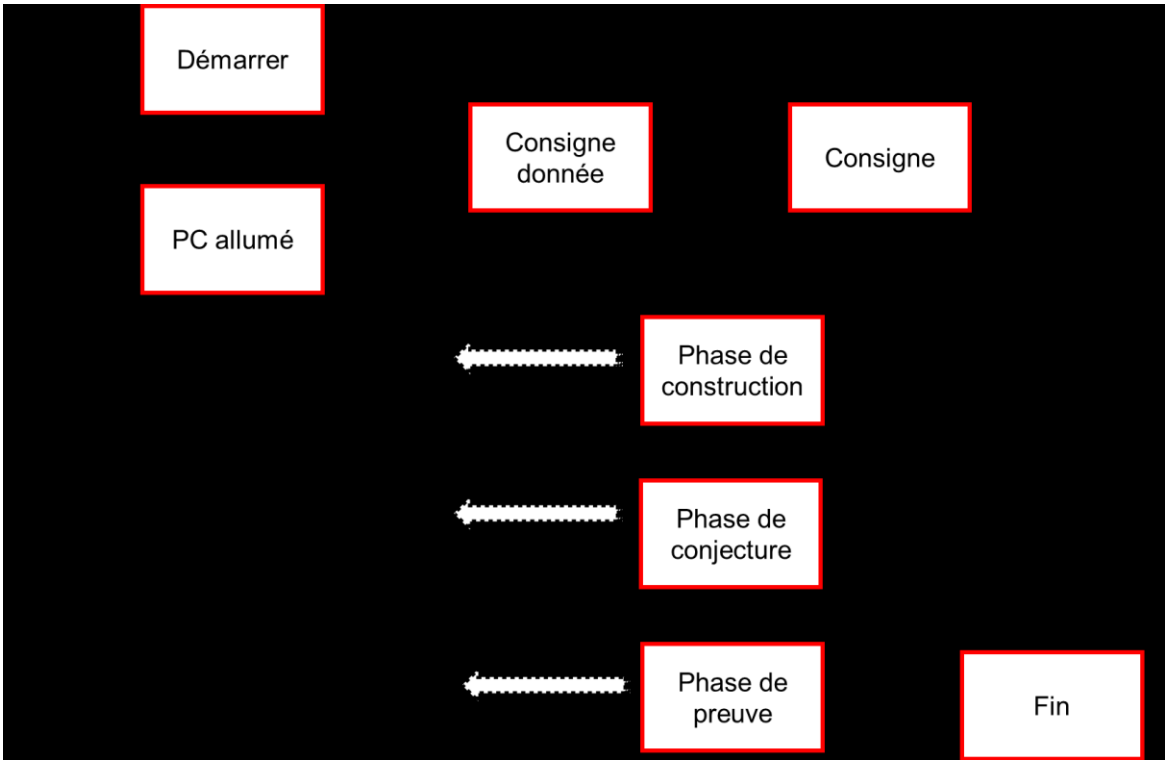


Figure 7. ***La structuration en termes de phases du scénario de résolution d'un problème ouvert intégrant un outil TICE***

Quelle place de la didactique dans la construction et les mises en œuvre de formation impliquant le SIC ?

Construction d'une modélisation des interactions pratiques enseignantes/activité de l'élève/apprentissages des élèves

La construction du scénario implémenté dans le simulateur est basée sur l'observation de mises en œuvre en classe de situations d'apprentissage fondée sur le même point de départ. Nous avons donc fourni à des enseignants le même scénario et leur avons demandé de le mettre en œuvre.

L'analyse des déroulements, mais aussi l'identification des choix de l'enseignant par des entretiens a priori et a posteriori utilisent plusieurs cadres théoriques : la double approche (ROBERT, 1999), l'approche instrumentale pour l'analyse des genèses (Rabardel, 1995), la théorie des situations didactiques comme cadre d'analyse des scénarios d'apprentissage (Brousseau, 1986) mais aussi des cadres plus spécifiques à la situation comme le concept de problème ouvert (Arsac & Mante, 2007) ou l'usage des logiciels de géométrie dynamique (Laborde & Capponi, 1994).

Ces cadres permettent une analyse des phénomènes en jeu et certaines recherches permettent de combler des « trous » dans les branches du scénario en permettant de faire des hypothèses sur les effets de certains choix.

Par ailleurs le scénario de formation est fondé sur les travaux de (Chappet-Pariès & Robert, s. d.), un cadre d'analyse adapté (Abboud-Blanchard & Emprin, 2009) et l'idée de réflexivité (Schon, 1983).

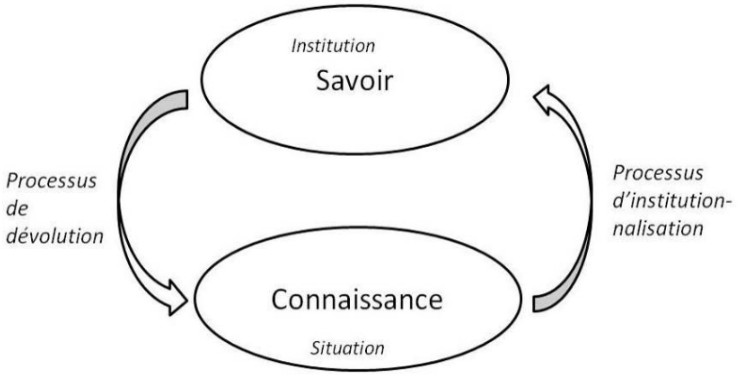
Des « savoirs de formation »

Nous faisons volontairement le choix de ne pas nous placer dans la cadre des « jeux sérieux » car il est fortement associé à un système de récompense (Sanchez, Ney, & Labat, 2011) et à l'idée de scénario gagnant qui va à l'encontre de notre idée de formation réflexive. Néanmoins, les choix faits dans le simulateur sont révélateurs de « savoirs de formation ».

(Margolinas, 2012, p. 8) distingue connaissance et savoir :

« Une connaissance est ce qui réalise l'équilibre entre le sujet et le milieu, ce que le sujet met en jeu quand il investit une situation. Il s'agit d'un concept très large, qui inclut à la fois des connaissances du corps, des connaissances dans l'action, des connaissances de l'interaction, des connaissances mémorisées, etc.

Un savoir est d'une autre nature, il s'agit d'une construction sociale et culturelle, qui vit dans une institution (Douglas, 2004) et qui est par nature un texte (ce qui ne veut pas dire qu'il soit toujours matériellement écrit). Le savoir est dépersonnalisé, décontextualisé, de temporalisé. Il est formulé, formalisé, validé et mémorisé. Il peut être linéarisé, ce qui correspond à sa nature textuelle.



Ce que l'on peut retenir schématiquement de ces distinctions, c'est déjà que la connaissance vit dans une situation, alors que le savoir vit dans une institution. Pour définir une connaissance donnée, il faut donc décrire les situations fondamentales de cette connaissance (Brousseau, 1986 ; Legrand, 1996 ; Bessot, 2011). Pour définir un savoir particulier, il faut dire quelle est l'institution qui produit et légitime ce savoir, ce qui conduit parfois à considérer plusieurs institutions et leurs éventuels conflits. »

Lorsque l'utilisateur travaille sur le simulateur, les interactions programmées l'incitent à modifier ses choix. En ce sens, le système d'interactions permet à l'utilisateur de construire des connaissances.

Identification de savoirs de formation

Le scénario programmé comporte une phase construction qui débouche sur une phase de conjecture. Pour que cette dernière puisse avoir lieu dans de bonnes conditions, la seule condition

nécessaire est que les élèves aient accès à une figure correcte en géométrie dynamique c'est-à-dire résistante au déplacement. Si ce n'est pas le cas, les différentes manipulations telles que l'usage de l'outil mesure du logiciel ou la superposition de points vont inciter les élèves à penser que les longueurs sont différentes alors qu'elles sont égales. Hormis ce point, le déroulement de la phase de construction n'a pas d'impact sur la phase de conjecture : que les élèves aient construit la figure par eux-mêmes ou qu'elles leur aient été partiellement données par l'enseignant ne change rien. Cela montre qu'il y a bien deux enjeux distincts à cette séance : un enjeu de construction dans un LGD avecses objectifs propres et un enjeu de conjecture. Le simulateur est conçu de telle sorte qu'il n'est pas possible qu'un nombre significatif d'élèves construise une figure correcte par eux-mêmes dans un temps court, permettant ensuite de mettre en œuvre la phase de conjecture. Cela signifie que les utilisateurs sont amenés à adapter leur scénario : soit en donnant très rapidement des éléments de la figure déjà construite pour passer plus rapidement à la conjecture, soit en prenant le temps d'aider les élèves à construire leur figure, abandonnant ainsi la phase de conjecture et la reportant à une séance ultérieure (en coupant la séance en deux). Dans les deux cas, ils identifient les deux enjeux distincts et peuvent se rendre compte de leur indépendance.

Ces connaissances deviennent bien des savoirs dans la mesure où le scénario de formation inclut une phase de mise en commun et d'institutionnalisation durant laquelle les savoirs sont formulés par les stagiaires. Ces savoirs sont de plusieurs ordres comme dans les exemples ci-dessous tirés de formation des M2 MEEF (Métiers de l'Enseignement l'Éducation et de la Formation) du 2^{d} degré mathématique et de formation de licence 3 préprofessionnalisation aux métiers de l'enseignement :

« Pour donner la consigne il faut s'assurer de l'attention des élèves et donc qu'ils ne touchent pas aux écrans ».

« Pour s'assurer de l'attention des élèves, il faut s'en donner les moyens et s'assurer de donner une consigne claire »

« Donner des aides individuelles ça permet de bien voir les élèves et leurs besoins mais c'est long, interroger les élèves collectivement ça permet de voir ce que les élèves font, c'est moins précis. Les aides sont plus générales mais ça va plus vite. Il faut donc jouer sur les deux ».

« il faut identifier un objectif d'apprentissage clair par séance (celui que l'on peut évaluer à la fin) et ne pas courir plusieurs lièvres à la fois »

« On ne peut garder comme trace écrite que ce que les élèves disent »

« Ce qui est dessiné sur le LGD c'est un intermédiaire entre le dessin et la figure géométrique.»

Parmi ces savoirs, les trois premiers sont d'ordre pratique ; les trois derniers touchent plus à des éléments didactiques. La dernière formulation, par exemple, permet de mettre en évidence l'idée que dans un LGD on a affaire à une classe de dessins, définie par un ensemble de propriétés.

Programmer le simulateur nécessite donc, de la part du formateur, d'identifier des savoirs de formation et de concevoir un système d'interactions permettant l'émergence de connaissances en relation avec ceux-ci. La conception est donc intégrée dans une spirale, initiée par les premiers choix : la situation d'apprentissage transmise à des enseignants ainsi que les choix qui leur sont laissés. Cela conduit à des mises en œuvre qui permettent au formateur de mettre en évidence un système d'interactions prof-élèves-apprentissage. Il identifie des savoirs de formation mis en

valeur par ce système et implémente dans le SIC les comportements les mettant en évidence. Il expérimente le SIC pour vérifier qu'il permet bien aux utilisateurs de développer les connaissances attendues. D'autres connaissances ou d'autres problématiques peuvent voir le jour et donner lieu à une seconde boucle d'expérimentation et ainsi de suite.

Le choix de la situation de base et son degré d'ouverture induit bien le type de savoir qui sera l'objet du SIC. Lors d'expérimentation en cours nous nous appuyons sur le résultat d'une recherche sur l'enseignement de la géométrie au cycle 2 (Argaut et al., 2015) qui a mis en évidence le fait que le choix de contextualiser ou non le problème n'a pas d'influence directe sur les apprentissages des élèves. Il est donc important de ré expérimenter le scénario en laissant le choix du contexte aux enseignants de façon à construire une nouvelle simulation permettant l'émergence de cette connaissance.

Conclusion

La limite évidente de ce travail est que la simulation de pratique n'est pas la pratique. Dans le cadre de la formation, le SIC est indissociable d'un travail d'analyse préalable du problème et d'une mise en commun permettant de mettre en évidence les « règles » que les enseignants ont détectées dans le fonctionnement du logiciel. Les enseignants en formation acceptent volontiers ces règles, les formule ce qui en fait, à notre sens, des savoirs. Pour autant est-ce une condition suffisante pour une réelle transformation des pratiques ? Cette question n'est pas spécifique au simulateur, mais liée aux dispositifs de formation où ce que les enseignants apprennent est hors de leurs contextes d'enseignement.

S'il existe bien des logiciels de formation simulant des interactions humaines, notamment pour les relations acheteur/vendeur ou client/conseiller la première spécificité du SIC est d'être fondé sur des recherches en didactiques à deux niveaux principaux : au niveau de la modélisation des interactions et au niveau de la formation.

L'usage du SIC nous a également contraint à identifier des « savoirs de formation ». Le travail que nous poursuivons consiste donc à caractériser ces savoirs de formation et à analyser leur nature.

D'autres développements sont en cours pour programmer ou adapter une interface permettant la conception de simulation et ainsi permettre aux formateurs de construire leurs propres scénarios de formation.

REFERENCES

Abboud-Blanchard, M., & Emprin, F. (2009). Pour mieux comprendre les pratiques des formateurs et de formations TICE. Recherche & formation, n° 62(3), 125‑140.

Argaut, H.-C., Barbier, L., Douaire, J., Emprin, F., Gerdil-Margueron, G., & Vivier, C. (2015). Ressources pour la résolution de problèmes et les apprentissages géométriques au cycle 2 : une approche spatiale des figures courbes et du cercle. In Former et se former … Quelles ressources pour enrichir les pratiques et améliorer les apprentissages mathématiques à l'école primaire ? Besançon: Association pour l'élaboration et la diffusion de ressources pédagogiques sur l'enseignement des mathématiques à l'école (ARPEME) Paris,.

Arsac, G., & Mante, M. (2007). Les pratiques du problème ouvert. SCEREN-CRDP Académie de Lyon.

Bessot, A. (2011). L'ingénierie didactique au cœur de la théorie des situations. In C. Margolinas, M. Abboud-Blanchard, L. Bueno — Ravel, N. Douek, A. Fluckiger, P. Gibel, F. Vandebrouck & F. Wozniak (Eds.), En amont et en aval des ingénieries didactiques (pp. 29-56). Grenoble : La pensée sauvage. Cité par (Margolinas, 2012)

Brousseau, G. (1986). Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques.

Chappet-Pariès, M., & Robert, A. (s. d.). SEANCES DE FORMATION D'ENSEIGNANTS DE MATHEMATIQUES (COLLEGE ET LYCEE) UTILISANT DES VIDEOS-EXEMPLES. Consulté à l'adresse http://www-irem.ujf-grenoble.fr/revues/revue_x/fic/86/86x4.pdf

Douglas, M. (2004). Comment pensent les institutions (A. Abeillé, Trad.). Paris : La découverte cité par (Margolinas, 2012)

Emprin, F. (2007, décembre 14). Formation initiale et continue pour l'enseignement des mathématiques avec les TICE : cadre d'analyse des formations et ingénierie didactique. Université Paris-Diderot - Paris VII. Consulté à l'adresse http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00199005

EMPRIN, F. (2011). Construction d'un Simulateur Informatique de Classe (SIC) pour la formation des enseignants. In Editions de l'UMONS - ATIEF (Association des Technologies de l'information pour l'Education et la Formation) (p. 409‑422). MONS: M. Bétrancourt, C. Depover, V. Luengo, B. De Lièvre & G. Temperman.

Emprin, F., Sabra, H. (2014). Classroom Simulator, a new instrument for teacher training. The case of mathematical teaching (Vol. 1, p. 247‑257). Présenté à Proceedings of the 3rd international constructionism conference, Vienna: Futschek, G. & Kynigos, C.

Emprin, F., Sabra, H. (2015). Simulateur informatique de classe pour la formation des enseignants : l'enseignement de la résolution de problèmes. In Actes du XLIIème colloque COPIRELEM. Besançon: Association pour l'élaboration et la diffusion de ressources pédagogiques sur l'enseignement des mathématiques à l'école (ARPEME) Paris.

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

Legrand, M. (1996). La problématique des situations fondamentales. Confrontation du paradigme des situations à d'autres approches didactiques. Recherches en Didactique des Mathématiques, 16 (2), 221-280. Cité par (Margolinas, 2012)

Margolinas, C. (2012). Connaissance et savoir. Des distinctions frontalières? (p. 17‑44). Présenté à Sociologie et didactiques: vers une transgression des frontières, Haute Ecole pédagogique de Vaud.

Morge, L. (2008). De la modélisation didactique à la simulation sur ordinateur des interactions langagières en classe de sciences.

Pastré, P. (2005). Apprendre par la simulation: de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels. Octarès.

Pastré, P. (2011). La didactique professionnelle. Education Sciences & Society, 2(1), 83.

Rabardel, P. (1995). Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains. Armand Colin.

Robert, A. (1999). Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe.

Robert, A. (2005). Sur la formation des pratiques des enseignants du second degré. Recherches et Formation, (50), 75‑90.

Robert, A., & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques: Une double approche. Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 2(4), 505‑528. https://doi.org/10.1080/14926150209556538

Sanchez, E., Ney, M., & Labat, J.-M. (2011). Jeux sérieux et pédagogie universitaire: de la conception à l'éval Abboud-Blanchard, M., & Emprin, F. (2009). Pour mieux comprendre les pratiques des formateurs et de formations TICE. Recherche & formation, n° 62(3), 125‑140.

Schon, D. (1983). The reflective practitioner.