

SIMULATEUR INFORMATIQUE DE CLASSE POUR LA FORMATION DES ENSEIGNANTS : L'ENSEIGNEMENT DE LA RESOLUTION DE PROBLEMES

Fabien EMPRIN

Maître de conférences, Université de Reims Champagne Ardenne
Cérep EA 4692
Fabien.emprin@univ-reims.fr

Hussein SABRA

Maître de conférences, Université de Reims Champagne Ardenne
Cérep EA 4692
Hussein.sabra@univ-reims.fr

Résumé

Nous avons développé un Simulateur Informatique de Classe (désigné par « SIC ») comme ressource pour la formation des enseignants. Pour la conception du SIC, nous avons défini un système de paramètres basé sur un modèle d'actions – rétroactions des élèves (Sabra et al., 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.

La spécificité de cette ressource est qu'elle propose une situation entièrement contrôlée et reproductible de l'activité et des caractéristiques des élèves (Emprin 2011) ; elle permet aussi de recueillir des traces d'usages. Ce travail ouvre des nouvelles pistes de recherche en termes d'ingénierie de formation et ce en mettant en relation les pratiques simulées et les connaissances sur les pratiques réelles.

I - SIMULATEURS POUR LA FORMATION DES ENSEIGNANTS

Dans cette première partie nous développons une réflexion historique sur les usages des outils numériques pour la formation et nous analysons succinctement les outils existants. Ces deux aspects permettent de questionner les choix théoriques et méthodologiques qui sont possibles en termes de construction d'outils de simulation.

1 Pourquoi un simulateur informatique de classe

L'utilisation des vidéos de classe par les enseignants et les formateurs a connu de nombreux développements ces dernières années. Dans le cas de la formation des enseignants, certains scénarios sont basés sur l'utilisation des vidéos de classe comme outils (Robert, 2005). Les enseignants se mettent dans la posture de préparer la mise en œuvre d'une séance et 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.

Partant du « postulat » que « le cinéma n'est pas le théâtre filmé », nous considérons que former avec les outils numériques ne peut pas se limiter à importer les pratiques de formation antérieures. Ainsi former et enseigner à l'ère du numérique consiste à développer des outils propres et des méthodes pour contribuer à l'émergence d'un nouveau modèle pédagogique détaché, autant que possible, du modèle traditionnel.

En tant que didacticiens, nous nous intéressons à l'analyse des choix didactiques des enseignants et leurs effets sur les apprentissages des élèves. Nous avons, en nous basant sur certains de ces résultats, développé un premier modèle de Simulateur Informatique de Classe (désigné par « SIC » dans la suite).

La construction du SIC nécessite de baser le système d'actions - rétroactions de l'outil sur des « lois » avérées qui permettent de garantir qu'il « réagisse » de façon proche de la réalité. Ces « lois », quand il s'agit de réactions d'êtres humains, peuvent être produites par le recueil d'expériences qui permet de dégager des règles, des invariants dans la relation entre l'activité de l'enseignant et celle de l'élève dans le cas du processus de résolution d'un problème ouvert en mathématique. Les « lois » peuvent également être produites par des résultats reconnus de la didactique ou d'autres domaines (psychologie, sociologie, etc.).

Pastré (2005) propose plusieurs types de simulateurs : les « full scale simulators » qui visent à reproduire le plus fidèlement possible la réalité et les « part scale simulators » qui se focalisent sur une partie spécifique de l'activité du sujet. Les « full scale simulators » sont propices à l'entraînement systématique et à la création de réflexes alors que les « part scale » sont propices à la formation et à la réflexion sur l'action. Notre projet correspond à la construction d'un « part scale simulator ».

2 Des simulateurs existants

Nous avons essayé de regarder l'historique de la formation utilisant des technologies nouvelles pour la société de leur époque et en particulier les simulateurs. La formation à distance date du début du siècle dernier : le CNED (Centre National de l'Éducation à Distance) utilise les possibilités permises par les progrès du courrier et du téléphone pour mettre en place des formations à distance. Plus tard, dans les années 1960, la télévision a été utilisée pour mettre en place des programmes pédagogiques. L'avènement de l'informatique a permis le développement de logiciel pour l'enseignement et la formation. Un jeu informatique Army Battlezone (Atari 1980), un simulateur de char de combat, peut être considéré comme le premier simulateur de formation car, malgré un graphisme en filigrane, les trajectoires de tir étaient tellement réalistes que l'armée a décidé de l'utiliser pour former ses pilotes de char. La première question que nous nous posons est de savoir ce que l'on peut tirer de ces expériences qui ne datent pas d'hier. Ont-elles donné lieu à des recherches ou des analyses ? Il nous est apparu dans notre travail de documentation que très peu de recherches ont été menées ou diffusées sur ces éléments. Nous regardons également ce qui existe à l'heure actuelle.

Dans le monde de la formation professionnelle, il existe des simulateurs : des simulateurs de vol ; des simulateurs de centrales nucléaires. Ces simulateurs sont à l'échelle 1 : 1, réaliste (full scale simulator, Pastré 2005). Des simulateurs de relation vendeur-acheteur ou de conseil client comme Renault académie par exemple sont des part-scale simulator. Là encore nous nous posons la question des recherches qui peuvent être menées à l'occasion de la mise en œuvre de ces outils et nous n'avons trouvé que peu de travaux permettant une analyse de ces pratiques et de leurs effets.

Dans le monde de la formation des enseignants, on peut trouver des simulateurs de différents types. Morge (2008) a développé une simulation des interactions langagières en classe de sciences pour la formation des enseignants. Il existe aussi des simulateurs de classe dans le monde anglo-saxon comme Simschool¹ ou teach live². Le premier s'intéresse en premier lieu aux techniques de gestions de classe en fonction des profils d'élèves liés à des styles d'enseignement. Le second simule à échelle réelle et en temps réel les interactions prof-élève en relation avec leur motivation. 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 correspondent pas réellement à nos attentes.

En effet, ce qui nous intéresse en tant que didacticiens c'est d'analyser les choix didactiques de l'enseignant et leurs effets sur les apprentissages des élèves. Faute de trouver des outils adaptés il fallait donc créer notre propre simulateur.

II - SIMULATEUR INFORMATIQUE DE CLASSE – SIC

Notre simulateur a été clairement programmé en réponse aux besoins spécifiques que nous avons identifiés. Tout d'abord ne pas dissocier recherche et formation, ensuite privilégier la réflexivité sur les réflexes, prendre en compte l'enseignant sous plusieurs de ses dimensions et pas uniquement dans sa gestion du groupe ou dans ses choix de séance.

1 SIC, présentation et contexte de développement

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 enseignants/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. Nous prenons en compte la dimension pédagogique dans une faible mesure.

2 Système de paramètres de base pour la conception

Nous avons développé un système de paramètres permettant la création des scénarii de séances à simuler. 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. 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 1) 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 ;

¹ <https://www.simschool.org>

² <http://exceptionaleducation.buffalostate.edu/teach-live>

- *le temps* (simulé). Chaque action « coûte » un certain temps, qui a été déterminé par les expérimentations. Lorsque cette variable atteint la valeur 55 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).

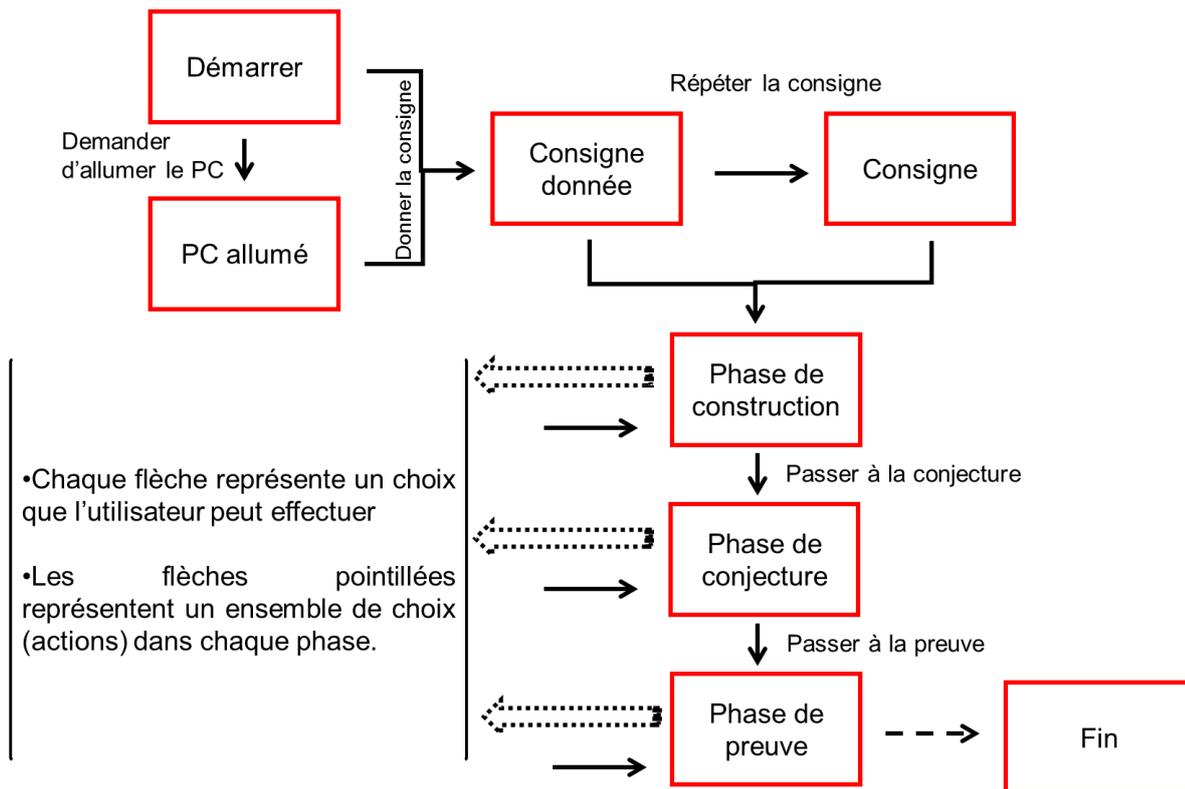


Figure 1. La structuration en termes de phases du scénario de résolution d'un problème ouvert intégrant un outil TICE

3 Interface et questionnaire

Le simulateur est disponible en ligne à l'adresse : <http://cerep-sic.univ-reims.fr/>. L'interface est composée de deux parties correspondant à deux possibilités :

- si l'utilisateur n'a pas de compte il doit en créer un et remplir un questionnaire. Le but de cette organisation est de limiter les accès au site à des personnes averties et volontaires. Le questionnaire comporte des questions qui nous permettent ensuite de dégager des analyses en fonction des paramètres telles que l'âge, le sexe, le statut, etc. Ces données sont traitées anonymement.
- si l'utilisateur a un compte il peut accéder à la simulation. A la fin de la simulation, il est proposé d'envoyer la simulation (toujours anonymement) aux chercheurs.

Afin d'établir des statistiques sur les résultats d'usages en fonction des profils des utilisateurs, nous avons développé une base de données qui permet de stocker les résultats. Le questionnaire « sociologique » comporte 18 questions. Les questions portent sur : le genre, l'âge, la formation, l'ancienneté, le profil académique, le rapport à la technologie ; et leur perception de leur niveau en termes d'usage de la technologie ; le rapport à la technologie dans/pour l'enseignement (ces questions permettent de caractériser l'usage des TICE). Certaines questions conçues ont pour objectif de renforcer notre interprétation des choix effectués par les utilisateurs. Nous avons aussi une question sur la gestion de l'hétérogénéité de la classe à partir de (Piquée 2010) et la prise en compte des élèves ayant des besoins particuliers (Gombert et al. 2008). A la fin du questionnaire, nous avons proposé des affirmations pour l'analyse de la *composante personnelle des pratiques* au sens de (Robert & Rogalski 2002).

Les données (réponses au questionnaire) sont ensuite stockées tout en permettant de conserver l'anonymat et en rendant unique chaque questionnaire.

III - TRAVAIL SUR UN SCENARIO DE FORMATION

L'enjeu de cet atelier était de présenter le simulateur de classes et d'analyser les potentialités de l'outil, tant pour la formation que pour la recherche. Le fait de tester le simulateur fait partie intégrante de la démarche.

1 La situation de géométrie implémentée dans le SIC

Nous avons choisi de simuler un problème ouvert (annexe 1) qui demande aux élèves la construction d'une figure dans un logiciel de géométrie dynamique (LGD).

La séance simulée implémentée, est structurée autour des quatre phases adoptées (§ II.2) de résolution d'un problème ouvert intégrant un outil TICE :

- Phase de consigne, une phase importante lors de la mise ne place d'une situation de résolution de problème en classe des mathématiques. Dans la séance implémentée, les utilisateurs ne peuvent pas choisir une formulation de la consigne, mais seulement les conditions suivant lesquelles on donne la consigne (écran allumé ou pas, par exemple).
- Phase de construction : les élèves construisent, sur un LGD un cercle avec deux diamètres perpendiculaires. Deux points (B et F) sur le cercle et leurs projetés orthogonaux sur les diagonales (A et C, E et G).
- Phase de conjecture : lors de cette phase, les élèves ont à répondre à la question suivante : « quel est le segment le plus long ? » en utilisant des outils disponibles (bouger les points, des outils de mesure, etc.). Une construction correcte est une construction qui ne se déforme pas en bougeant les points. Pour résister, la figure doit être construite avec l'outil "perpendiculaire en ... sur la droite ».
- Phase de démonstration : une conjecture correcte va conduire à l'identification des bases de la démonstration. OABC et OGFE sont deux rectangles, on peut déduire donc que [OB] et [AC] sont de longueurs égales. B et F sont sur le même cercle ayant O comme centre. [OB] et [OF] sont donc égales. Par transitivité, [EG] et [AC] sont de même longueur. A l'issue de cette phase, la mise en commun et les traces écrites (sur le tableau ainsi que sur le cahier de l'élève) sont importantes.

L'utilisateur doit mener la séance qui s'appuie sur le problème ouvert proposé. Les élèves doivent construire la figure dans un LGD puis conjecturer et démontrer. Pour cela, il fait des choix (en cliquant sur l'un des boutons à droite de l'écran, cf. figure 2) et voit l'effet sur le travail de l'élève (sur l'écran et la barre d'agitation).

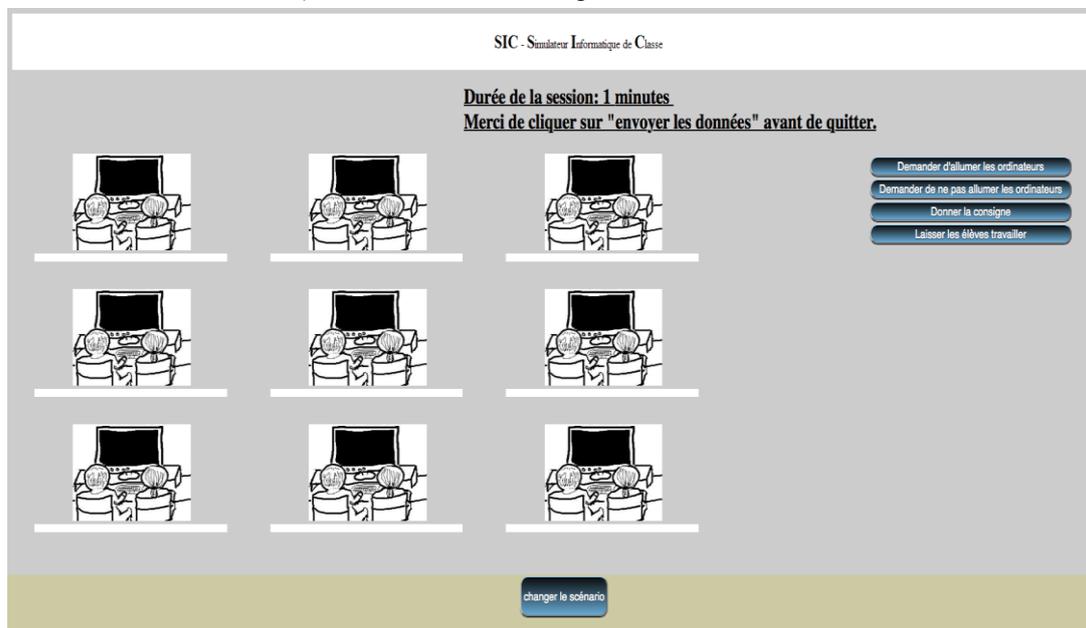


Figure 2. Copie d'écran du Simulateur Informatique de Classe (SIC)

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

L'utilisation du simulateur en formation permet donc de construire, en accéléré une expérience pratique partagée. Mais cette classe virtuelle est un environnement inédit pour la recherche. Elle fournit un milieu complètement contrôlé pour comparer les choix des enseignants.

2 Se projeter dans la séance

Nous avons commencé à faire chercher les participants à l'atelier la situation de géométrie (Annexe 1). Nous avons demandé ensuite de construire, en mettant en œuvre cette situation, une séance de classe pour les CM2. Pour la construction du scénario, nous avons fourni aux participants des notes d'un entretien préalable avec une enseignante qui pointe un objectif de la séance (Annexe 2), une proposition d'un déroulement, ainsi que des difficultés à anticiper. Le but est de permettre aux participants de se projeter dans la situation et préparer sa mise en œuvre en classe. A l'issue de ce travail, les retours des participants ont permis une réflexion approfondie autour de la situation et le processus de sa mise en œuvre en classe. Parmi les points soulevés de ces retours :

- les élèves auront des difficultés dans la réalisation de la figure sur le LGD (les diamètres construits comme des cordes ; les points ne sont pas construits sur le cercle), ce qui va handicaper la tâche de conjecture ;
- l'articulation de deux tâches en une situation pourrait être source de difficulté pour les élèves : la construction sur LGD ; le travail sur la conjecture. Chaque tâche possède un enjeu : la construction nécessite l'utilisation de primitives du LGD qui traduisent des propriétés mathématiques ce qui permet une appropriation de la figure ; la conjecture permet de travailler l'analyse de la figure et la mobilisation des propriétés géométriques.

Cette analyse de la situation a permis aux participants de concevoir des scénarios différents pour la mise en œuvre en classe.

Une proposition d'un scénario avec deux ateliers : un sur la situation en papier-crayon (SPC) et l'autre sur le LGD. Pour la comparaison des longueurs, cette configuration enrichirait la phase de conjecture par des idées provenant des deux ateliers.

Une deuxième tentative de proposition basée sur l'énoncé 1 (cf. Annexe 1) a eu lieu. Cette tentative a rencontré deux obstacles : 1) dans la construction, où place-t-on les points sur la figure ? 2) On demande au logiciel de mesurer mais comment faire pour les amener à bouger un point sur le cercle ?

Un troisième scénario a été proposé et lié à un objectif préfixé : avoir un déroulement, après la construction, de la forme (observation-conjecture-démonstration). Dans ce cas-là, des questions ont été soulevées : pour amener le débat, on peut choisir trois constructions différentes ? Comment gère-t-on les élèves qui ont le plus de difficulté ? Comment faire pour aller plus loin que conjecturer l'égalité de longueurs de [AC] et [EG] ? Pour cette dernière question, une piste a été proposée : afficher la mesure de la longueur d'un rayon. Cette dernière proposition a engendré des discussions sur le rôle d'accompagnement de l'enseignant lors de ces interactions avec les élèves.

3 La mise en œuvre de la situation simulée « géométrie »

Lors de la prise en main de la séance simulée dans le SIC, il est paru que les participants ont eu de difficultés de mettre en place un scénario qui n'est pas le leur. Parmi les questions qui se sont posées lors de l'utilisation du simulateur par les participants :

- Comment avoir d'autres choix ?
- Est-ce « pertinent » de donner un simulateur qui propose des choix qui s'appuient sur les pratiques les plus usuelles observées ?
- Pourquoi ne pas laisser le choix de « tester en sécurité » des choix non pensés initialement ?

En réponse à ces questions nous pouvons avancer plusieurs réponses :

Le simulateur est basé sur l'ensemble des choix observés lors du travail préparatoire, ce qui veut dire que ce sont les choix les plus usuels, il reste néanmoins possible d'implémenter dans le logiciel des choix marginaux mais comment faire pour ces choix n'influencent pas les enseignants qui n'auraient pas eu cette idée de prime à bord ? Nous avons donc inséré dans la première version du simulateur, des choix cachés, qui n'apparaissent que si l'utilisateur entre un code donné. Ainsi l'utilisateur qui le demande peut accéder à un choix marginal sans influencer les autres utilisateurs.

Des perspectives pour le développement du SIC ont été discutées :

- fournir aux utilisateurs l'arborescence des choix comme celle présente en figure 3, ce qui ouvre la possibilité à l'anticipation ;
- le développement d'une phase de dévolution de la situation, qui paraît pour certains participants la phase la plus importante dans la mise en œuvre d'une situation de résolution d'un problème ouvert ;
- simuler les dynamiques de la phase de mise en commun ;
- permettre un accès plus facile aux productions d'élèves avec une meilleure visibilité.

Là encore pour chacune de ces questions, des façons d'aborder la situation simulée sont sous-jacentes :

Par exemple le fait de ne pas donner l'arborescence des options est un choix délibéré. En effet le temps d'anticipation du scénario doit permettre aux enseignants de réfléchir aux alternatives qui s'offrent à eux, donc à déterminer leurs choix a priori. Le fait de se rendre compte que l'on a anticipé certaines questions mais que l'on en a omise d'autres est très formateur.

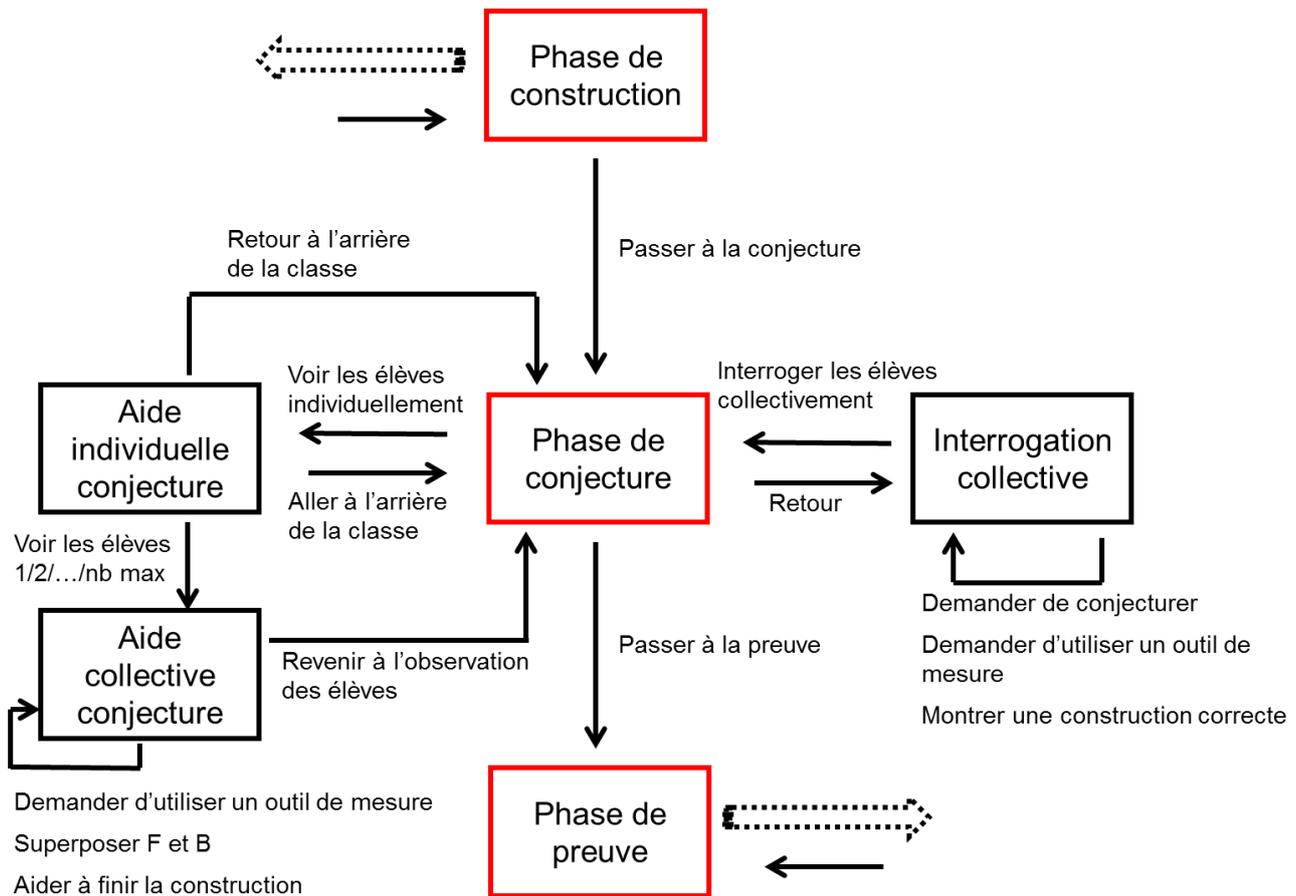


Figure 3. L'arborescence des choix correspondant à la phase de conjecture implémentés dans le SIC.

Quels sont les apprentissages des enseignants sur SIC :

En analysant les réactions des élèves au travers des différentes simulations, les enseignants décodent en quelque sorte la façon dont le logiciel a été programmé et analyse ainsi les « lois » didactiques qui le font fonctionner. Identifier et formuler ces « lois » revient à mettre au jour les apprentissages didactiques visés. En fait SIC permet la mise en relation des savoir et des savoir-faire par l'analyse de son fonctionnement. Par exemple, les enseignants identifient très clairement que le logiciel est programmé pour rendre impossible le fait de mener de front un travail approfondi de construction sur le logiciel de géométrie dynamique et un travail de conjecture poussé. Cela veut dire que les deux enjeux sont dissociés : construire et conjecturer, la conjecture étant l'enjeu principal si on parle de problème ouvert et la construction doit être à son service. Cette mise à distance des compétences de tracé, ici sur logiciel, mais aussi avec un papier et un crayon est importante dans la réflexion didactique sur l'enseignement de la géométrie.

IV - DEVELOPPEMENT, RECHERCHE ET PERSPECTIVES

La situation implémentée dans le SIC est intégralement reproductible et contrôlée. En conséquence, si des choix différents sont opérés, ils ne peuvent être dus qu'à l'utilisateur. SIC permet donc d'analyser l'influence des paramètres individuels sur les choix (Age / sexe / ancienneté / relation avec les technologies) sur les choix de gestion de la séance simulée. Nous précisons bien ici « simulée » car l'analyse ne porte pas sur des pratiques réelles et la portée de nos conclusions est intimement liée au fait que les enseignants travaillent sur simulateur. En résumé, si nous identifions effectivement des relations entre paramètres individuels et choix ce ne sont que des hypothèses sur les pratiques réelles.

Le premier recueil de données est basé sur 55 séances enregistrées par 34 utilisateurs différents dont 12 ont fait des essais multiples. Nous avons regardé des choix symboliques comme le premier choix qui est une stratégie de gestion de classe : avant de donner la consigne on dit aux élèves d'allumer les ordinateurs, de ne pas allumer les ordinateurs ou on donne la consigne sans préciser quoi que ce soit. L'analyse statistique ne montre aucun facteur individuel significatif pouvant être relié à ces choix. De même le moment où l'enseignant choisi de passer de la construction à la conjecture n'est pas marqué, il n'y a pas ceux qui veulent passer à la conjecture tôt et ceux qui veulent tard mais une répartition uniforme du moment de choix dans le temps. Cela nous a permis de mettre en évidence la variété des déroulements des séances simulant des situations complexes d'enseignement (résolution d'un problème ouvert en mathématiques avec un outil TICE). Les avis non tranchés ou l'absence des tendances générales que nous détectons dans ces premières analyses, nous poussent à émettre l'hypothèse qu'il y a un fossé

entre les savoirs et les savoir-faire par rapport à ces situations. Ni l'ancienneté, ni l'expérience dans le domaine du numérique ne sont déterminants dans le choix

Nous avons conçu un simulateur avec un scénario (scénario « géométrie ») contenant quatre phases qui structurent le processus de résolution d'un problème ouvert utilisant un logiciel de géométrie dynamique (annexe 1). Tout en conservant le cas de la résolution des problèmes ouverts intégrant les TICE, nous mettrons cette structure à l'épreuve en considérant d'autres niveaux d'enseignement (collège et lycée) ainsi que d'autres champs mathématiques (algèbre et arithmétique). Le recueil de nouvelles expériences réelles issues des observations en classes, nous aide à identifier des règles et des invariants dans la relation entre l'action de l'enseignant, les réactions des élèves et la progression de leur apprentissage.

Des résultats de recherche en didactique des mathématiques mettent en évidence que le passage de la phase de conjecture à celle de démonstration est complexe (Jones & Herbst 2012). La transition conjecture/preuve nécessite, pour pouvoir la simuler, le développement d'un cadre épistémologique et didactique fin permettant l'analyse des multiples expériences réelles d'une même situation.

En outre, les caractéristiques didactiques de chaque phase fixent les actions simulées de l'enseignant (voir figure 1). En revanche, dans le processus de résolution d'un problème ouvert en mathématiques, l'interaction entre les différentes phases sont dynamiques (par exemple, lors de l'élaboration des conjectures ou lors d'une démonstration, on peut revisiter la construction). Ce dynamisme est pris en compte partiellement dans le SIC. Une prise en compte plus importante de ce dynamisme demande une considération systématique de la portée des analyses didactiques et des contraintes informatiques.

La limite évidente de ce travail, que ce soit la simulation pour la formation et la simulation pour la recherche est que la simulation de pratique n'est pas la pratique.

Dans le cadre de la formation, cette limite est facilement gérée par le formateur : l'analyse préalable du problème et la mise en commun permettant de mettre en évidence les « règles » que les enseignants ont détecté dans le fonctionnement du logiciel. Les enseignants en formation acceptent volontiers ces règles mais devront les mettre à l'épreuve de leur propre pratique. Cela ne semble pas spécifique au simulateur mais lié aux dispositifs stage de formation où ce que les enseignants apprennent est hors de leur contexte d'enseignement et doit être instancié dans les pratiques réelles.

Le simulateur est donc un outil qui permet de détecter des relations potentielles, de formuler des hypothèses qu'il faudra aller vérifier dans la pratique avec de vrais élèves. Nous espérons avoir suffisamment d'utilisateurs pour faire des analyses statistiques et émettre des hypothèses, pour cela nous comptons sur vous et la diffusion que vous pourrez faire dans vos réseaux professionnels (la simulation est utilisable aussi pour des enseignants du cycle 3 de l'école primaire).

Nos perspectives de développement du SIC sont de trois ordres :

1° La construction d'une interface « formateur » qui permette à tous de programmer les interactions professeurs-élèves et ainsi de développer sa propre simulation.

2° La construction de nouveaux scénarios de formations basés sur des analyses didactiques et des contextes variés.

3° L'analyse, sur des quantités de données importantes, des relations entre paramètres individuels et choix.

Cet atelier nous a également aidé à voir, grâce notamment à nos collègues suisses, que notre simulateur était très imprégné du fonctionnement français. Par exemple la démarche de problème ouvert et le contenu même de ce qui est enseigné n'est pas utilisable en Suisse. La question des variabilités de forme et de fond qui est mise à jour ici, comme elle l'était d'ailleurs déjà quand nous avons analysé et rejeté les simulateurs anglo-saxons, serait un sujet intéressant à traiter.

V - BIBLIOGRAPHIE

EMPRIN F. (2011). Construction d'un Simulateur Informatique de Classe (SIC) pour la formation des enseignants, *Actes de la conférence EIAH 2011 (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain)*, MONS - Belgique, 25 au 27 mai 2011.

JONES K., HERBST. P. (2012) Proof, proving, and teacher-student interaction: Theories and contexts. In Gila Hanna & Michael de Villiers (Eds), *Proof and Proving in Mathematics Education (the 19th ICMI Study)*. New York, Springer.

GOMBERT A., FEUILLADIEU S., GILLES P.-Y., ROUSSEY J.-Y. (2008). La scolarisation d'enfants dyslexiques sévères en classe ordinaire : pratiques et représentations de l'enseignant, vécu de l'expérience des élèves. *Revue française de pédagogie*, 164, pp. 123-138.

MORGE L. (2008). *De la modélisation didactique à la simulation sur ordinateur des interactions langagières en classe de sciences*. Habilitation à Diriger des Recherches, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II.

PASTRE P. (dir.) (2005). *Apprendre par la simulation : de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*. Toulouse : Octarès, 363 p.

PIQUEE C. (2010). Pratiques enseignantes envers les élèves en difficulté dans des classes à efficacité contrastée. *Revue française de pédagogie*, 170, pp. 43-60.

ROBERT A. (2005). Sur la formation des pratiques des enseignants du second degré. *Recherches et Formation* (50), pp. 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), pp. 505-528.

SABRA H., EMPRIN F., CONNAN P.-Y., JOURDAIN C. (2014). Classroom Simulator, a new instrument for teacher training. The case of mathematical teaching, in Futschek, G. & Kynigos, C. (eds). *Proceedings of the 3rd international constructionism conference*, August 19-23, 2014 Vienna, Austria.

ANNEXE 1

Séance sur l'atelier de géométrie, classe de sixième

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)

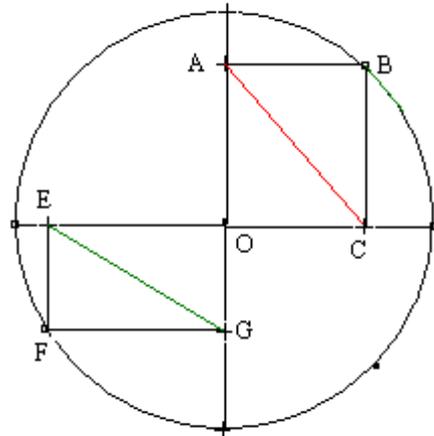
Quel est le plus long des deux segments, [AC] ou [EG] ?

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 $[BC] \perp [OC]$ et $[AB] \perp [OA]$
- 5) Place un point F sur le cercle (comme sur la figure)
- 6) Trace $[EF] \perp [OE]$ et $[OF] \perp [OG]$.

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



ANNEXE 2

Entretien préalable avec l'enseignante : prise de notes

F : Quels sont les enjeux de cette séance pour toi ?

F : D'abord les enjeux mathématiques ?

E : Il s'agit du réinvestissement du travail de construction ; d'un travail sur la consigne.

L'utilisation du logiciel (atelier de géométrie) permet de faire rapidement beaucoup de constructions pour faire des conjectures.

On n'est quand même qu'en 6^{ème} mais moi je voudrais qu'ils repèrent qu'il y a un rectangle et qu'ils utilisent une propriété des diagonales pour répondre à ma question : segments de la même longueur.

Et un enjeu plus général ?

C'est le débat : faire valoir ses droits, argumenter à tout moment.

Il y a aussi l'apprentissage de l'autonomie : aller chercher des renseignements dans leur livre.

Il y a aussi un enjeu de citoyenneté : je souhaite qu'ils apprennent à ne pas « tout gober ».

Pourquoi utiliser les ordinateurs dans cette séance ?

Il y a l'aspect spectaculaire, ça change, c'est ludique.

L'exercice vient de l'IPR de maths lors d'une liaison CM2-6ème et cet exercice m'avait tout de suite emballé

Quel est le déroulement prévu ?

Au début ils travaillent à la construction : construire un rectangle sans dire que c'est un rectangle. Par les angles droits. Il y aura un document écrit pour les consignes différentes dans l'un et l'autre groupe.

Puis il y a un temps de recherche par binôme et les binômes sont par affinités

Il y a ensuite une mise en commun : débat scientifique, argumentation

Quelles sont les difficultés que tu anticipes ?

Ils vont avoir du mal à trouver la propriété des diagonales pour argumenter.

Ils auront aussi certaines difficultés à faire la construction (notamment groupe 2)

Ce sont deux groupes différents « de niveau ».

Les séances qui ont été faites au préalable dans l'année :

Connaissance des droites perpendiculaires, cercle et compas travail sur les figures, triangle, rectangle carré, quadrilatères, cerf volants... ils n'ont pas le cours mais ils ont le livre.

Quelles sont les informations que tu peux me donner sur l'environnement, les élèves l'établissement... ?

C'est une relativement bonne classe (élèves bilingues, personnalités assez fortes avec parfois des conflits mais avec des résultats assez bons, 4 sous la moyenne, une en grande difficulté, le reste est bien)

On a fait quelques séances en maths et en informatique. Ils ont vite fait de comprendre comment ça marche, maths en poche. L'atelier de géométrie a déjà été travaillé une fois avec des travaux de construction d'un rectangle, recherche d'alignement de points, des arbres à planter...

Il y en a toujours un qui a trouvé quelque chose qui va aider les autres

La séance là c'est en prolongement, comme types de problème ouvert, comme ça...ça permet de réfléchir autrement que de chercher à reproduire des situations analogues.

Ils n'ont pas abouti dans le problème d'alignement, il faut qu'ils se débrouillent je pense que je le reproposerai.

L'utilisation des TICE est courante pour les élèves : labo de langue et les profs de français. Je ne sais pas trop comment mais ils connaissent, en techno ils n'en font plus.