

SIMULER LES PRATIQUES DES ENSEIGNANTS : OUTIL DE RECHERCHE

Fabien **EMPRIN**

URCA - CEREP EA 46 92

fabien.emprin@univ-reims.fr

ORCID : 0000-0002-0166-8489

Résumé

Nous avons fait le choix d'aborder la question de l'intérêt de l'usage de la simulation informatique en commençant par la replacer dans la problématique plus générale de l'importation des pratiques professionnelles dans la formation des enseignants.

Nous analysons ensuite le processus de conception de deux simulateurs développés et mis en œuvre à l'université de Reims. Cette analyse nous amène à questionner la nature et la place des savoirs et connaissances de formation.

Mots clés

Simulateur, formation des enseignants, savoirs professionnels, connaissances professionnelles

I. INTRODUCTION

1. La place des pratiques professionnelles dans la formation des enseignants

Nous prenons comme question de départ la place des pratiques professionnelles dans la formation des enseignants en France depuis la création des ESPE¹ (Écoles Supérieures du Professorat et de l'Éducation). Cette question était bien évidemment présente dans les dispositifs antérieurs de formation (IUFM² – Instituts Universitaires de Formation des Maîtres et école normale³), notre visée n'est pas de dresser un historique, mais plutôt de regarder un état actuel de la formation des enseignants. Les lauréats des concours de l'enseignement sont formés en ESPE et assurent un mi-temps dans un établissement scolaire en tant que fonctionnaires stagiaires, à l'exception des stagiaires ayant déjà une expérience d'enseignement d'au moins 18 mois durant les trois années avant leur obtention du concours. Ces fonctionnaires doivent suivre une formation, que ce soit dans le cadre d'un master 2 pour ceux qui n'en sont pas titulaires ou dans une formation adaptée pour les titulaires ou dispensés des titres requis, et assumer à mi-temps leur travail en responsabilité.

¹ Composante des universités en charge de la formation des enseignants du premier et du second degré dans le cadre de diplômes de Master Métiers de l'Enseignement l'Éducation et la Formation (MEEF).

² Instituts indépendants à l'origine des Universités chargés de préparer les enseignants du premier et second degré et de former les enseignants fonctionnaires stagiaires.

³ Jusqu'en 1990 et 1991 les écoles normales d'instituteurs étaient chargées de la formation des enseignants du primaire.

La perception de la formation par les enseignants stagiaires

Les évaluations et les analyses des mentions de master dans le cadre des accréditations, par l'HCERES (Haut Conseil de l'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur), la DGESIP (Direction Générale de l'Enseignement Supérieur et de l'Insertion Professionnelle), les rapports de l'IGAENR (Inspection Générale de l'Administration de l'Éducation Nationale et de la Recherche) ou les ESPE eux-mêmes mettent en évidence une séparation très importante entre la formation et les pratiques professionnelles « de terrain ». Prenons pour exemple quelques citations de propos de stagiaires lors de l'évaluation de formation par les stagiaires à l'ESPE de Lille Nord de France⁴ : « *C'est une formation qui ne fait pas du tout le lien entre ce que l'on fait sur le terrain et la théorie des années précédentes.* », « *La formation ne correspond en aucun cas à la réalité du terrain.* », « *L'absence de cohérence terrain et ESPE.* », « *L'écart entre les cours et la réalité !* », « *L'incompatibilité avec le terrain.* ». Ce ressenti peut être expliqué par les résultats de la recherche et notamment les difficultés de construction de l'identité professionnelle (Lanéelle & Perez-Roux, 2014) ainsi que la rupture entre le statut d'étudiant et celui de professionnel. Ces analyses portent un regard particulier sur la formation et concordant sur la difficulté de lier pratiques professionnelles et formation.

Une analyse des difficultés des stagiaires sur le terrain

Pour avoir un autre regard sur cette difficulté de mise en relation des contenus de formation et des pratiques de terrain nous avons effectué, au sein de l'ESPE de l'académie de Reims, une analyse des rapports de validation des fonctionnaires stagiaires. Notre corpus est constitué, pour l'instant, de 320 rapports permettant d'évaluer le stage du semestre 3 (premier semestre de l'année de Master 2 et donc de stage) pour les années 2016 et 2017. Ces rapports sont rédigés par les tuteurs terrain (professionnels de l'éducation nationale) et/ou les tuteurs ESPE (enseignants à l'université). Nous avons effectué un traitement de ce corpus par une analyse factorielle des correspondances sur les cooccurrences dans des segments de texte, méthode Reinert (2008) en utilisant le logiciel IRaMuTeQ (Ratinaud & Marchand, 2012). Cette méthode est basée sur le fait que segments de textes riches en cooccurrences permettent de définir de modes lexicaux stabilisés. Le logiciel a été paramétré de façon à permettre d'identifier si les segments de texte significatifs d'un point de vue statistique appartiennent à des rapports concernant des stagiaires du premier ou du second degré, et que leur conclusion propose de valider ou non l'unité d'enseignement « stage ». Les rapports non validés sont caractéristiques de formulations signalant, dans le premier degré, des difficultés dans la conception et la mise en œuvre des situations, des manques quant à la préparation des séances (pas de cahier journal, etc.) et des stagiaires ne parvenant pas à analyser leur pratique professionnelle. Pour le second degré, les difficultés concernent principalement la mise en œuvre des situations d'apprentissage en classe, la prise en compte des élèves ou l'évaluation formative et la non-maîtrise didactique et disciplinaire.

Un point remarquable dans ces rapports est que le discours sur les technologies numériques, quel que soit le degré ou le fait que le stagiaire soit validé ou non, est « isolé » des autres discours (les termes cooccurents liés aux discours sur la mise en œuvre, la préparation de séances... sont donc significativement absent des parties traitant du numérique) et il porte sur des termes techniques. Cet isolement du discours nous amène à l'hypothèse que les technologies, dans l'accompagnement des stagiaires ne sont abordées que sous l'angle technique et non didactique ou pédagogique.

⁴ LNF, enquête 2016 disponible en ligne : http://www.espe-lnf.fr/IMG/pdf/eqfef-rapport-evaluation_m1_m2_du-espe_lille_nord_de_france-2015-12-04-jh.pdf

Cette analyse montre que les difficultés des stagiaires sur le terrain relèvent en partie de contenus travaillés dans la formation : l'acquisition de connaissances didactiques leur permettant de préparer leur classe et d'analyser les travaux de leurs élèves. Une forme d'imperméabilité entre formation et pratique perçue par les institutions comme par les stagiaires est également révélée dans l'analyse des rapports de validation.

Une des pistes pour aider les stagiaires à faire le lien entre enseignements en formation et pratiques est de faire entrer les pratiques de terrain dans les formations pour les analyser, les accompagner... Cela est d'autant plus important dans le cadre des pratiques utilisant les outils numériques qui semblent relayées à des aspects techniques.

2. Comment faire entrer la pratique dans la formation et la formation dans la pratique ?

Les dispositifs s'appuyant sur les pratiques de terrain comme l'analyse de pratique, l'analyse de vidéo, la préparation accompagnée sont utilisés, mais ils sont coûteux en temps comme le soulignent Robert et Rogalski (2015) à propos d'une formation de formateurs utilisant l'analyse de pratiques :

« On voit la justification d'un temps long pour cette formation, dans la mesure où chaque analyse a un caractère opportuniste, dépendant de ce qui sort dans la séance. Sur la durée, l'aléatoire des apports des participants amène à rencontrer suffisamment de thèmes pour donner matière aux participants pour les adaptations dont ils auront besoin pour conduire leurs propres formations d'enseignants. » (Rogalski & Robert, 2015)

Dans les temps de pratique, le tutorat, au travers du dispositif de tutorat mixte mis en place par l'arrêté du 27 août 2013, associe un tuteur terrain et un tuteur ESPE. Il doit permettre d'aider le stagiaire à faire le lien entre les deux parties de la formation.

Nous choisissons de nous concentrer sur une partie de la formation sur laquelle la difficulté semble accrue : la formation des enseignants aux technologies. Par ailleurs nous nous intéressons spécifiquement à l'enseignement des mathématiques.

Pour répondre à cette difficulté, nous nous sommes intéressés à un outil de formation qui doit permettre de questionner les pratiques tout en limitant les aléas liés aux pratiques individuelles (et donc le temps) : la simulation.

II. LE CHOIX DE SCENARIOS DE FORMATION BASES SUR LA SIMULATION

Concernant les formations aux technologies, les recherches menées depuis plus de trente ans ont montré un fort ancrage sur l'homologie, au sens de Houdement & Kuzniak (1996). Abboud Blanchard (1994), à propos du plan IPT (Informatique Pour Tous)⁵, met en évidence des éléments similaires ainsi que la posture militante des formateurs. Cela a été à nouveau mis en évidence par Abboud-Blanchard & Emprin (2009) au début des années 2000. Ces travaux montrent de plus que, pour le formateur, la confrontation entre les stagiaires et l'ordinateur est considérée comme formatrice intrinsèquement, mais aussi qu'il y a une place importante

⁵ Plan massif d'équipement des établissements en matériel informatique et de formation des enseignants lancé en 1985 en France.

réservée aux apports d'informations, de situations modèles du formateur et peu d'échanges entre stagiaires. Par ailleurs très peu de composantes des pratiques au sens de la double approche (Robert, 1999, 2005) sont questionnées, alors que les interventions des stagiaires révèlent ce besoin durant la formation. Cette organisation des séances de formation entraîne une confusion entre les genèses instrumentales (Rabardel, 1995) de l'enseignant concepteur de ressources, de l'enseignant dans sa classe et de celle de élève ainsi qu'un décalage entre les attentes des enseignants et les potentialités des TICE présentées par le formateur (Ruthven & Hennessy, 2002 ; Lagrange & Caliskan-Dedeoglu, 2009). Nous proposons un scénario de formation tenant compte de ces résultats.

1. D'un premier scénario aux pratiques simulées

Ces travaux nous ont amenés à proposer l'introduction d'une composante d'analyse réflexive de pratiques ordinaires au travers de scénarios basés sur l'utilisation des vidéos comme outils. Il s'agit, en s'inspirant des scénarios de Pouyanne & Robert (2004) de mettre les stagiaires dans une posture de préparation à la mise en œuvre d'une séance, d'anticipation et de confrontation à ce qui s'est réellement passé dans une classe et enfin de recherche d'alternatives et d'identification d'une problématique.

La recherche sur cette démarche de formation (Emprin, 2007) a permis de montrer sa viabilité et le fait que les stagiaires mettent en évidence des problématiques qui touchent à plusieurs dimensions de leur pratique. Mais cette démarche est chronophage et elle dépend fortement du formateur. Nous nous sommes donc intéressés à d'autres dispositifs qui permettraient de faire entrer la pratique de classe dans la formation.

Dans le monde de la formation professionnelle, apprendre par la simulation (Pastré, 2005) est une démarche utilisée parce qu'elle présente moins de risques, qu'elle est moins coûteuse (temps, argent, humain...) et qu'elle permet d'accélérer le processus d'acquisition de l'expérience en confrontant les stagiaires à des situations contrôlées et plus nombreuses. Pastré (2005) met en évidence deux types de simulateurs : à échelle complète « Full scale simulators » où le travail se réalise à l'échelle 1:1, avec une recherche de réalisme et à échelle partielle « part scale simulators » où une partie de la réalité seulement est simulée et où le temps n'est pas le temps réel. Si le premier type de simulateur est bien adapté à la répétition de gestes en temps réel et de réaction à des imprévus le second est plus adapté à l'analyse de pratiques et à la réflexivité.

Par sa dimension résolution de problème, c'est le second type de simulation que nous avons retenu pour faire entrer les pratiques de classe dans les formations à la place des vidéos de pratiques, de l'homologie ou des narrations. Un second intérêt du travail sur simulateur à échelle partielle est de mettre à distance certains éléments affectifs qui pourraient gêner l'analyse de pratiques réelles. Lors de l'analyse de vidéo, que l'enseignant filmé soit présent ou non, il peut être difficile de formuler certaines critiques ou de se détacher d'aspects connus du contexte comme le fait que ce soit un formateur ou au contraire un débutant. Les pratiques simulées neutralisent ces effets et nous faisons l'hypothèse qu'elles peuvent faciliter la formulation d'éléments personnels. En effet le contexte étant relativement neutre, pour justifier leurs choix les enseignants doivent préciser leur point de vue et donc exprimer des éléments qui relèvent des composantes personnelles, sociales et institutionnelles de leurs pratiques.

Nous avons identifié deux situations de travail qui peuvent être simulées dans le cadre de la formation : la situation de classe où un enseignant travaille avec des élèves et la situation d'accompagnement où un formateur ou un pair échange avec un enseignant autour de sa

pratique de classe. Nous avons construit et expérimenté ces deux types de simulateurs dans le cadre de la formation des enseignants.

2. Le simulateur informatique de classe

Le simulateur informatique de classe (SIC) a été conçu et programmé dans le cadre d'une première recherche de l'IREM de Reims (Emprin, 2011) qui nous a permis d'en vérifier l'acceptabilité puis reprogrammé dans le cadre d'un projet incitatif Amont – La Délégation Régionale à la Recherche et à la Technologie (DRRT) — Champagne Ardenne (Emprin & Sabra, 2014, 2015). Nous ne faisons ici qu'une présentation succincte du simulateur dont la conception et le fonctionnement ont déjà fait l'objet de plusieurs publications. SIC est accessible à l'adresse : <http://cerp-sic.univ-reims.fr>. Il permet à l'enseignant au moyen d'une interface (à droite figure 1 ci-dessous) de faire des choix dont il voit les effets sur les élèves (à gauche figure 1 ci-dessous). Les informations que l'utilisateur récupère sur l'activité des élèves sont de trois natures : la figure réalisée sur le logiciel de géométrie dynamique, les réponses des élèves quand l'enseignant choisit de les interroger et l'attention des élèves (caractérisée par une barre en dessous de chaque binôme).

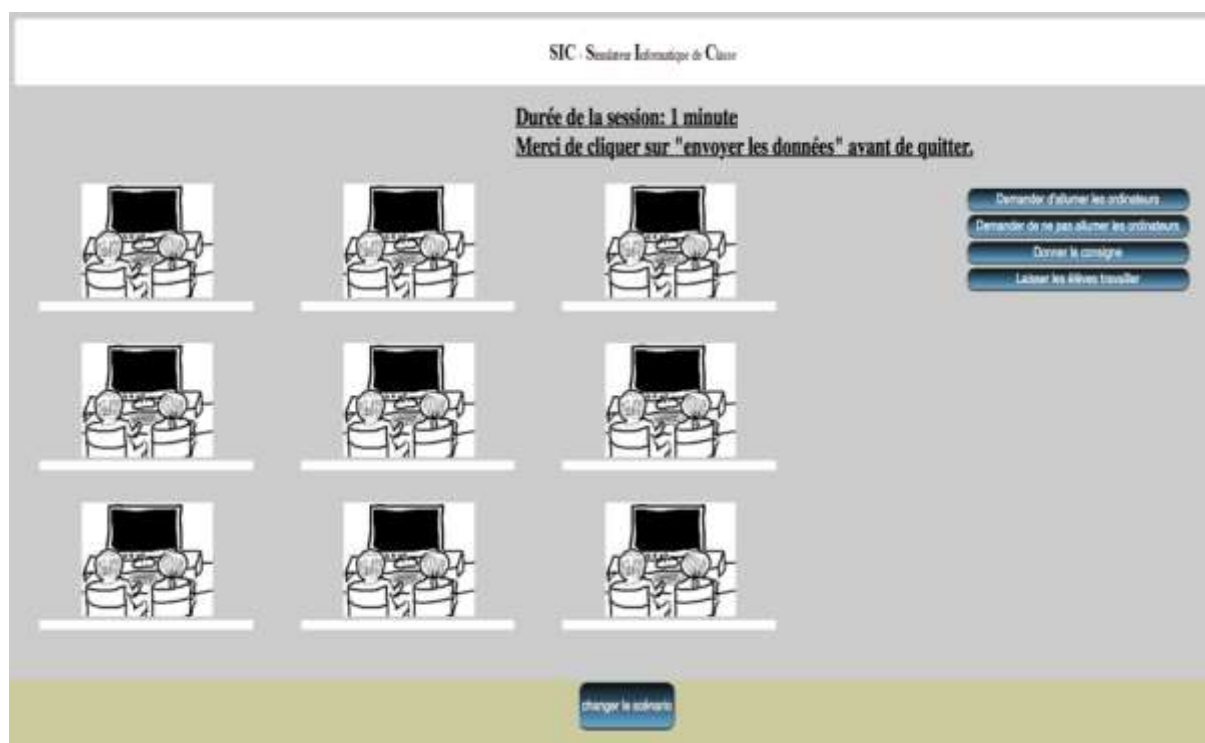


Figure 1 : Interface du logiciel SIC.

Ce simulateur a été expérimenté en troisième année de licence dans le cadre de modules de préprofessionnalisation, en deuxième année de master « Enseignement éducation et formation » mention second degré parcours mathématiques, avec des professeurs des écoles stagiaires en formation initiale et continue. Lors de ces formations, nous faisons passer un questionnaire auprès des utilisateurs, ce qui nous permet d'affirmer que le simulateur est reconnu comme un outil d'analyse de pratiques par les stagiaires. Lors des sessions de formation de deux heures, les enseignants réalisent en moyenne 4,8 essais ce qui montre bien le rôle d'accélérateur d'expérience qui était attendu. Les enseignants repèrent et formulent les contenus attendus pendant cette formation liés à la tâche spécifique proposée : le fait que la situation comporte en fait deux objectifs et deux tâches qui ne peuvent être menées en même temps, la problématique de la relation conjecture/démonstration, les éléments pédagogiques

liés à la gestion des interactions individuelles et collectives, à l'usage du logiciel de géométrie dynamique (LGD) et les difficultés des élèves à s'approprier le système de contraintes du LGD.

Ce simulateur a déjà reçu 1840 visites dont 42 % sont des survols (une seule page vue). Cela signifie donc que plus de 1000 simulations ont été réellement initiées.

L'ensemble de ces éléments nous permettent de conclure que ce type de dispositif, par simulation, peut exister dans le système de formation : nous avons en quelque sorte obtenu « une preuve de concept ». L'investissement dans ce type d'outil est donc pertinent et nous invite à en continuer le développement pour l'amener à dépasser l'état de prototype. En effet notre simulateur ne contient actuellement qu'un seul scénario de classe et il nécessite, à chaque nouveau scénario, une reprogrammation quasi complète.

Les pistes de développement de l'outil concernant la mise en place d'un générateur de scénario qui permettrait à des formateurs d'implémenter leurs scénarios, de les utiliser dans leur formation et de les partager.

La relation pratiques professionnelles/formation didactique et disciplinaire ne se limite pas aux cours en présentiel, elle est également en jeu dans la situation d'accompagnement, c'est cette dimension que nous avons travaillée grâce à un logiciel spécifique.

3. Le simulateur d'entretien professionnel

Pour comprendre la situation de conseils, nous nous appuyons sur le travail de Brau-Antony & Mieusset (2013) qui se base sur dix-huit instructions au sosie dans le cadre de la clinique de l'activité (Clot, 2001). Leur analyse permet de dégager neuf facettes de ce travail :

- 1) accueil, intégration de l'enseignant stagiaire ;
- 2) travail avec l'enseignant stagiaire sur la conception de l'acte d'enseignement ;
- 3) observation du travail de l'enseignant stagiaire ;
- 4) analyse de la pratique professionnelle de l'enseignant stagiaire ;
- 5) travail avec d'autres professionnels avec et pour l'enseignant stagiaire ;
- 6) accueil de l'enseignant stagiaire dans la classe du maître de stage ;
- 7) travail avec l'enseignant stagiaire sur d'autres activités que l'acte d'enseignement ;
- 8) évaluation de l'enseignant stagiaire ;
- 9) accès à la fonction de maître de stage et formation à cette fonction.

Parmi ces facettes, le travail avec l'enseignant stagiaire sur la conception de l'acte d'enseignement (facette 2) et l'analyse de la pratique professionnelle de l'enseignant stagiaire (facette 4) relient directement le terrain et la formation didactique/disciplinaire. Par ailleurs ce sont deux facettes qui peuvent être simulées dans la mesure où elles se jouent dans une interaction entre le professeur stagiaire et le maître de stage. Nous avons choisi de simuler d'abord la facette 4 en l'appuyant sur la facette 3, c'est-à-dire l'observation de l'enseignant stagiaire.

Matteï-Mieusset (2013) identifie quatre dilemmes associés à cette facette du travail qu'est l'analyse de pratique :

Transmettre le métier ou faire réfléchir pour permettre à l'ES de construire sa réponse qui est caractérisé par des discours du type :

« [...] quelles difficultés il a rencontrées, quelles difficultés, ça peut être gestion du groupe, ou pour faire passer tel contenu mathématique, comment d'abord il l'a vécue Parce que sinon la réflexion forcément elle s'arrête quoi, il va pas réfléchir si déjà tu lui

donnes la solution Euh tu peux lui demander ce qu'il a pensé de sa séance, comment il l'a vécue ».

Pointer les erreurs et les réussites de l'ES ou l'aider à les faire émerger qui est caractérisé par des discours du type :

« Je vais essayer de pas lui dire voilà ce que j'ai vu, je vais plutôt l'interroger, tiens j'ai constaté ça, qu'est-ce que tu en penses, comment ça se fait que, est-ce que toi tu as constaté alors je fais quoi là, je lui donne mes solutions ? Après on peut lui donner un éventail de solutions ».

Soutenir l'ES ou l'évaluer qui est caractérisé par des discours du type :

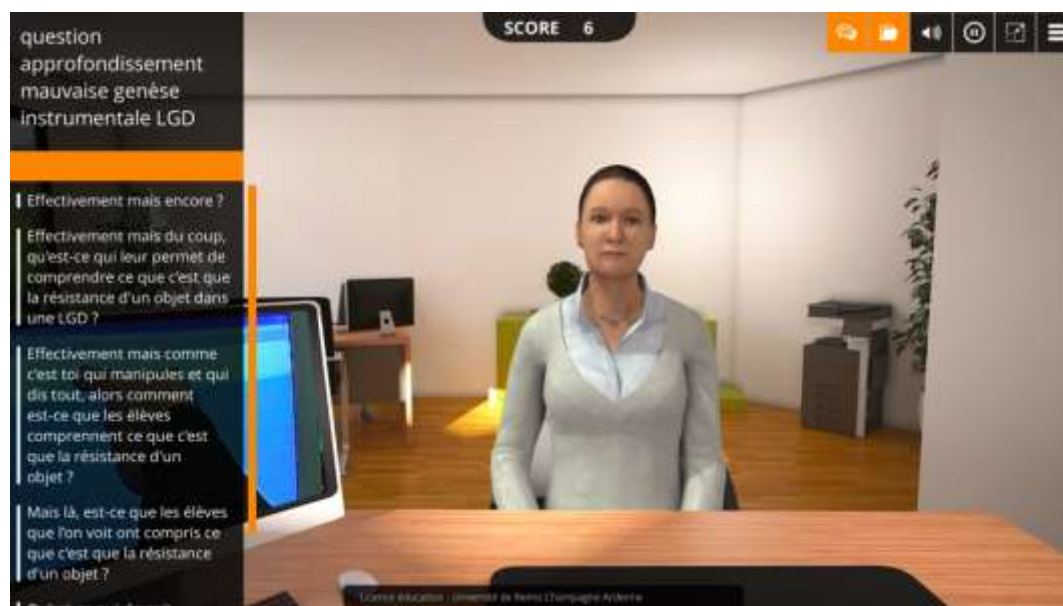
« Parce que encore une fois, j'évalue, et ils ont peur qu'on dise qu'ils s'en sortent pas, moi je veux dire, je le comprends bien ça. Psychologiquement, c'est-à-dire que, l'affectif, même si on peut trouver quelqu'un agréable, il faut aussi qu'on garde, c'est pas une distance, je suis le maître [...], mais il faut être bienveillant ».

Guider, imposer un cadre, des outils à l'ES ou le laisser libre de ses choix qui est caractérisé par des discours du type :

« Mais dans ce que tu dois transmettre à un futur enseignant, jusqu'à quel point tu dois poser un regard par rapport à ce que toi tu ne tolères pas ou ce que tu tolères, et ça je trouve, ça me pose toujours un problème ».

Un simulateur d'analyse de pratique (SAP) a donc été programmé. Il doit permettre à l'utilisateur de prendre conscience et de se positionner par rapport aux dilemmes liés à l'analyse de pratiques : est-ce que ma pratique de l'entretien me situe bien où je pense être ? Comme le SIC, cet outil de simulation n'a pas été pensé pour être utilisé seul, mais au cœur d'un dispositif de formation permettant une réflexion collective sur les contenus transmis lors des temps d'analyse de pratique.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel Virtual Training Software⁶ qui permet de simuler une situation d'entretien. L'utilisateur choisit parmi une liste, les interventions et les actions qu'il veut faire. Cette liste peut être, par exemple, sur la gauche comme sur la figure 2 qui est une capture d'écran.



⁶ <https://www.seriousfactory.com/virtual-training-suite/>, licence accordé à l'université de Reims Champagne Ardenne (URCA).

Figure 2 : Capture d'écran de la simulation d'analyse de pratique.

Le contexte de l'entretien a été choisi pour correspondre aux usages de maîtres de stages qui indiquent s'installer dans un lieu isolé au calme avec leur stagiaire (Matteï-Mieusset, 2013).

Les questions et les réponses sont entendues par l'utilisateur, les avatars présents sont animés et peuvent exprimer différents sentiments par la voix, mais aussi par les attitudes faciales comme sur la figure 3 ci-dessous :



Figure 3 : Attitudes faciales dans le logiciel VTS.

À la fin du scénario, les utilisateurs reçoivent des informations sur les effets de leur entretien. D'abord par un temps de questions-réponses ils doivent dire s'ils pensent que leur stagiaire a repéré différents éléments qui pouvaient être en jeu lors de l'entretien, comme indiqué dans la capture d'écran figure 4. La stagiaire répond pour dire si c'est vrai ou non.



Figure 4 : Questionnaire final, identifier ce que la stagiaire a repéré ou non.

Une fois le travail terminé le logiciel renvoie à l'utilisateur son positionnement, tiré de ses choix, par rapport aux différents dilemmes. Par exemple pour « transmettre » ou « faire réfléchir », « transmettre » est au centre du diagramme radar et « faire réfléchir » à l'extérieur. Dans la figure 5 ci-dessous on voit clairement que l'utilisateur est du côté de « transmettre », « pointer les erreurs », « guider » et plutôt vers « évaluer ». Le dernier score concerne l'appropriation des contenus didactiques possibles dans la séance. Le score de 2 sur 60 possible montre que la stagiaire n'a quasiment pas travaillé sur les concepts didactiques lors de cet entretien.



Figure 5 : Diagramme final : positionnement dans les différents dilemmes.

Il est clair pour nous que ce positionnement final est discutable, chaque choix pouvant être interprété en fonction du contexte, mais c'est justement l'intérêt de ce travail qui doit permettre lors d'une formation d'engager une discussion entre stagiaire et avec le formateur. Ces échanges doivent prendre en compte les composantes institutionnelle, personnelle et sociale des pratiques. Notre choix est donc de susciter des discussions qui mettent en jeu réellement ces composantes et qui nécessitent donc de la part des stagiaires de formuler des éléments personnels, liés à leur contexte d'enseignement, leur représentation du métier, des mathématiques, etc.

En travaillant avec un avatar et non une personne réelle, la simulation réduit les éléments affectifs à la perception des émotions programmées dans le logiciel. Elle permet ainsi de se centrer sur les éléments professionnels.

Notre hypothèse peut sembler paradoxale, mais en travaillant dans un contexte neutre et dépersonnalisé nous pensons que les utilisateurs sont plus amenés à préciser des composantes personnelles qui ont guidé leur choix.

Un scénario de formation remplaçant l'analyse de pratiques filmées par le travail sur ce simulateur a été mis en place après de master 2 MEEF mathématique. Il est en cours d'analyse. D'autres scénarios de formation, avec des formateurs d'enseignants cette fois sont en cours de mise en œuvre. Pour mener ces analyses, nous nous basons sur une méthodologie inspirée par l'ingénierie didactique (Artigue, 1988) en émettant des hypothèses sur les processus d'apprentissage et de formation a priori et en vérifiant a posteriori. Ce processus de validation interne est au cœur du travail que nous menons depuis plusieurs années sur les simulateurs et il soulève des questions liées aux connaissances et aux savoirs en jeu dans la formation.

III. LES QUESTIONS POSEES PAR LA SIMULATION DE PRATIQUE

Tout d'abord nous avons fait le choix de faire la distinction entre connaissances et savoirs en nous appuyant sur les travaux de (Margolinas, 2012) :

« 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. » (p. 8)

Comme tout simulateur, les simulateurs de pratiques sont programmés avec des règles de fonctionnement. C'est en analysant les réactions du simulateur que les apprentissages potentiels des utilisateurs se réalisent puisque l'outil que nous utilisons est centré sur la réflexivité. En programmant, le concepteur embarque donc des connaissances et des savoirs potentiels qui pourront ou non être acquis lors de la formation.

Cela veut dire que d'une part le concepteur, mais également le formateur doivent identifier les savoirs et les connaissances qu'ils veulent faire travailler. Nous analysons maintenant l'approche des connaissances et des savoirs dans nos deux simulateurs.

1. SIC : Une approche heuristique pour identifier des savoirs de formation

Pour concevoir SIC nous nous sommes basés sur la captation, la transcription, l'analyse de la même situation de classe à plusieurs reprises et dans plusieurs contextes. Nous avons également mené des entretiens avec les enseignants. Nous avons enregistré, transcrit et analysé des séances de formation utilisant les captations des situations de classe comme support pour en dégager des choix et des informations sur les différentes dimensions des pratiques.

L'ensemble de ce travail préalable nous a permis de construire un modèle d'interactions basé sur des connaissances et des savoirs issus de la didactique, d'aspects plus liés à la gestion de la classe et aux gestes professionnels (Bucheton & Soulé, 2009). En mettant en place les formations utilisant le simulateur nous avons pu observer l'émergence d'un corpus de connaissances et de savoirs qui recouvre et dépasse les corpus que nous avons pu observer lors des sessions utilisant la vidéo.

Nous appelons ce corpus : les connaissances de formation pour celles qui sont spécifiquement attachées à la situation et les savoirs de formation pour ceux qui sont formulés par les stagiaires et dépassent le cadre de la situation dans laquelle ils ont émergé.

Les connaissances de formation

Dans la situation analysée, il y a, en fait, deux situations avec deux objectifs différents qu'il faut identifier et ne pas confondre : la construction sur Logiciel de Géométrie Dynamique (LGD) et son utilisation pour la conjecture.

Il est impossible de mener les deux objectifs à terme dans le cadre d'une séance de classe de 55 minutes. Plusieurs stratégies sont alors possibles :

Faire deux séances : une pour la construction, une pour la conjecture et la démonstration. Dans ce cas la première séance peut se faire sur ordinateur ou tablette, la seconde peut nécessiter un aller-retour entre support informatique et papier-crayon.

Diminuer la pression sur la tâche de construction en donnant des fichiers partiellement réalisés pour permettre à tous les élèves de travailler sur une figure correcte ou donner le début de la construction déjà réalisée

Donner la construction géométrique déjà réalisée et se centrer sur la tâche de conjecture et de démonstration.

Le travail sur la conjecture nécessite pour l'élève de voir une sous-figure dans la figure construite. Elle permet de prendre conscience ou de réutiliser des propriétés du rectangle, notamment le fait que les diagonales du rectangle sont isométriques.

Les savoirs de formation

Nous listons maintenant ce qui est formulé par les stagiaires lors d'une formation utilisant le simulateur et qui a un statut indépendant de la situation. Tout d'abord les stagiaires formulent que : dans une situation il faut clairement identifier l'objectif visé ; leur expérience sur simulateur leur a montré qu'ils n'avaient pas une idée suffisamment précise des enjeux ; la construction dans un LGD nécessite l'utilisation de primitives qui traduisent des propriétés mathématiques ; l'usage du LGD permet l'appropriation de la figure, travaille la rigueur dans l'expression ; la résistance des objets est spécifique au LGD et elle est un critère de validation de la construction (cette dernière crée une rétroaction spécifique de la situation qui permet de garantir qu'une construction résistante a été construite en utilisant les propriétés de la figure) ; cette « façon de dessiner » nécessite une appropriation que nous pouvons analyser grâce au cadre des genèses instrumentales (Rabardel, 1995) ; le concept de sous-figure et de sur-figure apparaît dans l'analyse du travail.

L'usage du LGD pose donc la question du statut du dessin dans un tel environnement : cette figure résistante correspond à une sorte de « classe d'équivalence » de toutes les figures ayant les mêmes propriétés, la figure à un moment donné étant un représentant.

Ce travail dans un environnement spécifique pose aussi la question de la preuve : conviction vs preuve. En effet le LGD comme d'autres outils numériques comme la calculatrice algébrique symbolique (CAS) permet d'acquérir la quasi-certitude de la véracité de la conjecture, comment justifier alors l'importance de la démonstration.

Les stagiaires formulent, sur le plan des gestes professionnels, le fait que le travail avec les outils numériques nécessite une attention particulière dans la phase de consigne. Cette affirmation est transférable à tout usage de matériel.

Enfin, toujours autour de gestes professionnels, ils mettent en évidence le fait que les interactions collectives sont plus rapides, mais peuvent avoir une forte déperdition alors que le fait d'intervenir de façon individuelle auprès d'une élève est plus efficace, mais chronophage. Ils concluent qu'il faut gérer l'alternance entre les deux modes d'interaction en fonction de l'enjeu de l'intervention.

En basant le travail de conception du simulateur sur l'analyse de séance de classe et de formation, nous avons obtenu un corpus stable de connaissance et savoirs travaillés par la formation. Nous évoquons l'idée de stabilité, car à chaque fois que nous menons ces formations ce sont bien ces savoirs qui sont énoncés et ces connaissances qui apparaissent. Il nous reste à regarder si ce corpus est également robuste, c'est-à-dire qu'il émerge indépendamment du formateur. Pour cela nous devons analyser des formations s'appuyant sur notre simulateur, mais menées par d'autres formateurs que nous.

2. Une approche par un ingénierie

Pour la construction du SAP (Simulateur d'Analyse de Pratiques), nous avons adopté une démarche différente basée sur un processus d'ingénierie au sens de Le Boterf (2011). Nous sommes partis de l'analyse des représentations des étudiants et des formateurs sur les pratiques utilisant les technologies puis nous avons analysé les savoirs et connaissances de formation en nous appuyant sur nos recherches antérieures et sur les recherches existantes. Nous avons ensuite implémenté le logiciel de façon à faire apparaître ces connaissances et savoirs dans les réponses possibles de l'utilisateur et dans les rétroactions du logiciel. Une phase d'expérimentation permet de revenir sur les hypothèses de départ et de modifier le logiciel. En l'état actuel de notre travail, nous sommes en phase d'analyse des expérimentations. Nous illustrons ce processus par le schéma, figure 6 ci-dessous.

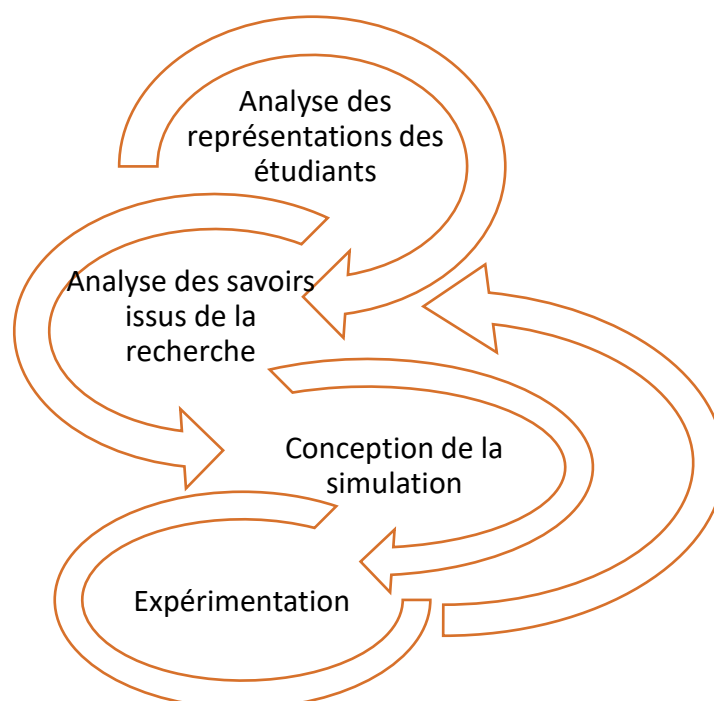


Figure 6 : Processus d'ingénierie pour la création de SAP.

L'analyse des représentations initiales des étudiants

Pour analyser les besoins des étudiants et des tuteurs en termes de formation nous avons d'une part utilisé les travaux existants tels que ceux de (Mattei-Mieusset, 2013) que nous avons souhaité compléter par un recueil des représentations de nos étudiants spécifiquement sur les usages de technologies. Pour cela nous avons utilisé un dispositif de formation que nous appelons « par la contraposée » (Emprin & Jourdain, 2010). Nous demandons aux étudiants de trouver les différentes façons de « faire échouer une séance avec les technologies ». L'intérêt de ce dispositif est de pouvoir accéder de façon moins biaisée aux représentations des étudiants. En effet si la question avait été : « comment utiliser les technologies pour faire réussir les élèves » ils auraient utilisé pour répondre non seulement ce qu'ils savent, mais aussi ce qu'ils pensent que l'on attend, en tant que formateur, comme réponse. L'effet de surprise lié à la question et le fait que les enseignants ne savent pas ce qui est attendu provoquent des réponses plus libres et plus proches de leurs représentations. La fin du dispositif de formation consiste à faire catégoriser puis inverser les réponses pour obtenir un état des lieux, à un temps « t », des stratégies pour faire réussir les élèves avec les

technologies. Cela peut amener le formateur à identifier des manques c'est-à-dire des éléments qui ne sont pas relevés par les étudiants et donc orienter sa formation en conséquence.

Nous avons réalisé, deux années de suite, ce travail avec deux promotions d'étudiants en master MEEF 2^d degré, mathématiques et obtenus les catégories suivantes :

- Ne pas préparer sa séance (pas suffisamment) ;
- Ne rien préparer/Contenus mal adaptés ;
- Faire une séance où le numérique n'est pas adapté ;
- Pas d'intérêt : transformer la séance en jeu/ne pas la transformer en jeu ;
- Être confronté à un impondérable extérieur/logistique ;
- Ne pas s'y être préparé ;
- Ne pas assurer la gestion de la classe ;
- Ne pas maîtriser la technologie.

Nous avons reproduit ci-dessous le document final obtenu lors d'une formation, après classification des idées.

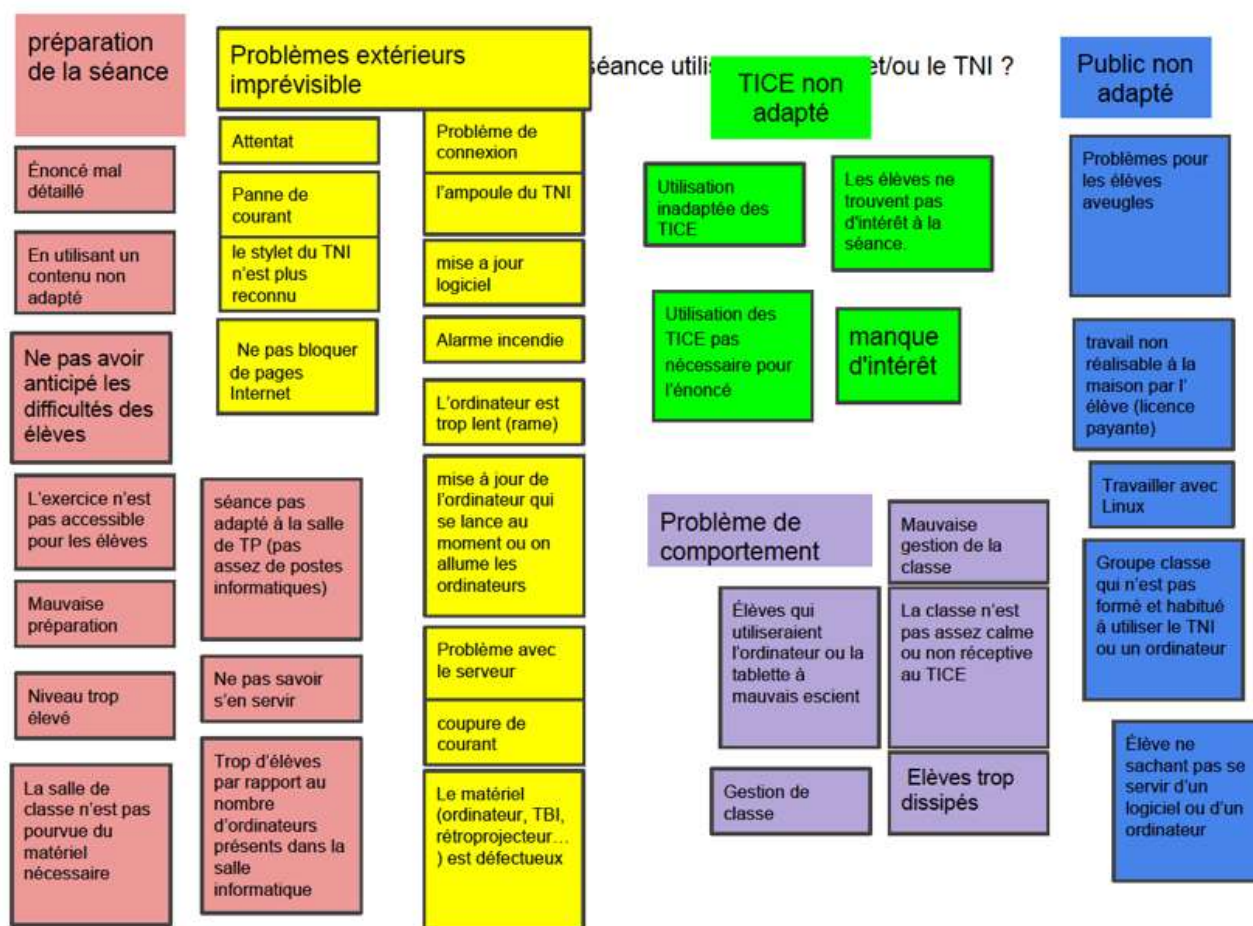


Figure 7 : Tableau de contraposée après classification.

L'analyse de ce dispositif montre une prédominance des facteurs liés à la préparation de la classe, aux impondérables, à la gestion de classe et aux aspects techniques (connaissances techniques de l'enseignant et problèmes techniques). L'adaptation de l'usage des technologies à la séance apparaît également, mais de façon moins importante que les autres facteurs.

Ce travail, certes exploratoire, nous amène à identifier plusieurs aspects à prendre en compte dans la formation pour qu'elle réponde aux besoins :

Les aspects « gestion de la classe » avec les technologies ;

Les aspects logistiques et techniques : maîtrise suffisante de l'environnement et des outils pour travailler sereinement ;

Le fait d'adapter l'usage des outils aux besoins en termes d'apprentissage des élèves.

Ce dernier aspect apparaît en creux dans les catégories « préparation de la classe » « adaptation des technologies », car si la séance n'est pas préparée, l'enseignant n'a pas anticipé la façon de provoquer des apprentissages en utilisant des technologies.

SAP est donc programmé pour que l'utilisateur prenne conscience des facettes et des dilemmes liés à l'activité d'entretien d'analyse de pratique et qu'il identifie des savoirs qui permettent de mettre en évidence le rôle des technologies dans les apprentissages des élèves. Nous avons fait le choix de nous centrer sur l'usage d'un LGD dans le cadre d'une conjecture puis d'une démonstration.

L'usage des technologies pour enseigner la géométrie

Nous nous appuyons sur la littérature de recherche pour identifier les connaissances et savoirs qui pourraient être transmis lors d'une formation.

Concernant la géométrie dynamique, un point central apparaît : la résistance des objets (Laborde, 2000 ; Restrepo, 2008). En effet l'espace dans lequel les élèves travaillent au sens de Berthelot & Salin (1992) est spécifique puisqu'il apporte un système de contraintes inédit. Une construction correcte est une construction qui résiste au déplacement. Ce système de contraintes nécessite d'ailleurs une appropriation par l'élève que l'on peut analyser en termes de genèses instrumentales (Rabardel, 1995). Le travail de Restrepo (2008) met en évidence ces processus de genèses instrumentales.

L'analyse du travail des élèves peut également se faire en regardant le LGD comme un milieu résistant permettant les apprentissages (Laborde & Capponi, 1994). Un LGD peut également permettre des constructions molles (qui s'opposent aux constructions résistantes) (Laborde, 2000). Ces constructions permettent à l'élève de conjecturer des propriétés. Les tracés géométriques obtenus dans le logiciel nécessitent, pour être analysés, de mobiliser un cadre permettant de les distinguer des dessins papier-crayon et des objets mathématiques idéaux. Nous proposons d'utiliser la distinction dessin/figures et les représentations sémiotiques (Duval, 1994).

Pour comprendre les usages du LGD nous proposons de le différencier des autres outils numériques qui permettent de faire de la géométrie :

les instruments virtuels comme ceux qui sont présents dans « instrument en poche »⁷ ou les logiciels pour tableaux numériques interactifs (TNI) tels que Activinspire®, Smart note® ou open Sankoré. Ces instruments simulent la manipulation d'objets réels ;

les interpréteurs de langage comme Rédigeo, tiré de la suite « les langagiciels »⁸ et qui permet de mesurer la différence entre ce que l'élève dit et ce que ce qu'il dit veut dire. Le logiciel interprète un discours écrit réalisé par l'élève ;

les logiciels qui travaillent sur la démonstration comme GeometriX⁹. Ce logiciel s'appuie sur une construction géométrique pour ensuite travailler sur la mise en relation entre hypothèses, théorème et conclusion.

⁷ <https://instrumenpoche.sesamath.net>

⁸ <https://www.langagiciels.com>

⁹ <http://geometrix.free.fr/site/index.php>

La problématique sous-jacente à ce travail peut être celle de l'impact de l'usage d'un LGD sur la conjecture et sur la preuve. En effet les élèves peuvent être convaincus par la manipulation sur le logiciel. Est-ce que cette conviction modifie leur relation à la démonstration ?

La programmation de SAP

La simulation est donc programmée pour faire apparaître des propositions d'interactions qui mettent en évidence les différents dilemmes et les savoirs didactiques en jeu. Par exemple l'intervention : « *Je te propose de lancer la vidéo de ta séance, on la regarde ensemble et tu arrêtes quand tu veux, à un moment qui te semble intéressant.* » se situe plutôt dans l'idée de faire émerger les représentations de l'enseignant, de ne pas trop le guider alors que celle-ci : « *Je vais te montrer des extraits de ta séance et je vais te poser des questions sur tes choix.* » est plus guidante et cette dernière : « *Je peux te dire ce que j'ai vu, en fait tu as demandé à tes élèves la définition de la médiatrice, ils t'ont dit on construit une médiatrice et tu leur as expliqué que l'on ne disait pas UNE médiatrice, mais LA médiatrice.* » est réellement guidante.

Les choix donnés à l'utilisateur fournissent des éléments de connaissances didactiques ou liés à la gestion de classe par exemple :

« Pour moi c'est clair que les élèves qui bougent un sommet du triangle et s'étonnent que l'une des médiatrices ne bouge pas, ces élèves-là ne se sont pas suffisamment approprié et la figure, et le fonctionnement du LGD. Ça veut dire que tu n'as pas passé assez de temps sur la construction, parce que, là, tu passes à la conjecture sur un truc qui n'est pas du tout clair pour les élèves. Si tu décides de faire faire la figure aux élèves, il faut que tu ailles au bout du processus. »

Ou

« Tout d'abord, j'ai remarqué que tu fais à la place de l'élève. Pour certains de tes élèves, la résistance des objets n'est pas comprise. Ils ne la prennent pas comme un critère de vérification du dessin. Enfin tu n'utilises pas assez le fait de faire bouger les points de base du dessin, justement comme critère. Enfin, tes dernières interventions sur l'unicité de la médiatrice changent de sujet alors que les élèves sont en pleine construction. »

Ainsi la programmation du logiciel utilise des connaissances et des savoirs visés dans la formation.

La conception et l'usage des simulateurs font donc apparaître le besoin d'identifier et de définir des connaissances et des savoirs de formation, mais quel est leur statut ? Leur nature ? La façon dont le formateur peut les identifier et les choisir ? Quelle est l'épistémologie de ces savoirs et quels sont les cadres théoriques qui permettent d'y accéder ?

IV. LA PLACE DES CONNAISSANCES ET DES SAVOIRS DANS LE TRAVAIL SUR LA SIMULATION

Une des spécificités du simulateur est qu'il met au cœur du travail du concepteur et du formateur la question des connaissances et des savoirs de formation. Pour le concepteur, la programmation des outils nécessite qu'il identifie des « lois » qui régissent le fonctionnement

du logiciel. Ce sont ces lois qui seront perçues, analysées voire discutées par l'utilisateur de la simulation et donc qui feront l'objet du travail de formation. La simulation rend donc publics les connaissances et les savoirs de formation que les concepteurs ont embarqués au sein du simulateur. Le formateur quant à lui doit concevoir un dispositif de formation qui permette de faire émerger les connaissances de formation et de faire formuler les savoirs. Définir et comprendre les connaissances et les savoirs de formation est donc crucial dans le travail sur la simulation.

1. Quelle épistémologie des savoirs de formation ?

Nous prenons comme définition de l'épistémologie celle de (Piaget, 1967) qui amène à poser trois questions : la question gnoséologique : qu'est-ce que la connaissance ? ; la question méthodologique : comment est-elle constituée ou engendrée ? ; Comment est appréciée la valeur ou la validité de cette connaissance ? Cela amène la caractérisation de l'enquête épistémologique par les questions suivantes :

- Qu'est-ce qu'une connaissance ?
- Comment est-elle produite ?
- Comment est-elle validée ?
- Sur quoi se fonde-t-elle ?
- Comment les connaissances sont-elles organisées ?
- Comment progressent-elles ?

Concernant les connaissances et les savoirs de formation, il nous semble que nombre de ces questions n'ont pas encore trouvé de réponses. Prenons par exemple quelques-unes des connaissances issues de notre travail et essayons d'émettre des hypothèses sur leur épistémologie :

C1 : s'assurer de l'attention des élèves durant la phase de consigne avec du matériel demande des stratégies spécifiques

Elle est liée à la gestion de la classe, elle semble fournir un point de vigilance qui permet à l'enseignant de prendre des décisions à chaud ou en amont de la séance pour assurer la bonne transmission de la consigne. Elle n'apparaît pas comme clairement formulée et certains enseignants l'utilisent de façon implicite, en acte. Elle pourrait être produite, validée et se fonder sur l'expérience individuelle ou celle d'une communauté. Il semble que la validité de ce type de geste professionnel ne soit pas de portée générale, en effet à de nombreuses reprises les enseignants nous ont dit faire différemment, avoir d'autres habitudes avec leurs classes, dans leur établissement ou ne pas pouvoir mettre en place certaines stratégies avec leurs élèves. Si les stratégies semblent avoir une valeur locale, l'attention à porter à ce moment, elle, semble générale. Le concept de geste professionnel semble propice pour analyser l'organisation et l'évolution de cette connaissance.

C2 : l'intersection des médiatrices d'un triangle est le centre du cercle circonscrit à ce triangle et connaissance d'au moins une démonstration.

Cette connaissance semble plus simple à analyser dans la mesure où elle appartient à une science : les mathématiques ont une épistémologie propre. Néanmoins, le fait que cette connaissance soit également une connaissance professionnelle amène que sa valeur et son fondement ne dépendent pas que de la science mathématique, mais également des mathématiques enseignées. L'intérêt de cette connaissance dans l'enseignement au collège, le fait qu'elles apparaissent ou non dans les programmes nous amène à émettre l'hypothèse qu'en tant que savoir de formation elle a une épistémologie propre.

C3 : La connaissance de la résistance des objets dans un LGD

Cette connaissance est issue des recherches en didactique, elle est validée par les travaux de recherche qui ont été menés et publiés. Elle se fonde sur des cadres théoriques déjà explicités : milieu (Douady, 1994), types d'espaces (Berthelot & Salin, 1992) qui permettent d'analyser son fonctionnement.

C4 : connaître et comprendre des dilemmes inhérents au travail d'analyse de pratique professionnelle lors d'un entretien de formation.

Cette connaissance porte sur le travail du tuteur. Elle est issue de la recherche sur la formation et l'analyse du travail. Elle se fonde sur des cadres théoriques comme la clinique de l'activité (Clot, 2001).

Ce premier travail, sur quelques exemples, d'émission d'hypothèses montre la complexité et la diversité de l'épistémologie des savoirs de formation.

2. Identifier les connaissances et savoirs de formation et analyser leurs épistémologies

Pour déterminer l'épistémologie des savoirs de formation, il faut d'abord les identifier. Le rapport « Vers un nouveau modèle de formation tout au long de la vie » (Filâtre, 2016) place en recommandation n° 1 :

« Considérer la formation à partir de l'exercice du métier et du développement professionnel.

- Recommandation 1 – Expliciter les attendus de la profession au-delà des principales compétences professionnelles décrites dans le référentiel des métiers du professorat et de l'éducation. »

Cela confirme notre hypothèse de savoirs et connaissances de formation en grande partie impensés, tout du moins explicités.

Les formations actuelles des enseignants visent bien l'acquisition de connaissances et de savoirs, mais lesquels ? En faisant un premier travail de recueil, mais aussi de compréhension de la façon dont ces connaissances et savoirs sont déterminés par les formateurs nous pourrions mieux appréhender leur épistémologie spécifique. Au regard des analyses des travaux sur le simulateur plusieurs questions se posent :

Quelle est la place de la recherche et de ses résultats ?

Quelle est la place des communautés de formateurs (collègues, circonscription, COPIRELEM, IREM, APMEP, AGEEM..) ?

Quelle est l'influence des ressources disponibles (Grand N, petit X, ERMEL...) ?

Pour mener ce travail, nous envisageons de mener des entretiens avec des formateurs et d'analyser en détail les programmes de formation initiale et continue des enseignants. Ce travail nous permettrait de caractériser et catégoriser les savoirs et connaissances de formation actuellement développés.

Une question théorique va alors se poser, celle des cadres permettant d'appréhender la nature de ces connaissances. Puisque ces savoirs sont liés à la pratique professionnelle, est-ce que les cadres d'analyse des pratiques pourraient permettre, en identifiant sur quelles dimensions des pratiques ces savoirs jouent, une première catégorisation. Dans ce cas, la double approche (Robert, 1999), la structuration du milieu (Margolinas, 2002), la théorie de l'action conjointe (Sensevy, 2008 ; Schubauer, Leutenegger, Ligozat, & Fluckiger, 2007), *the four parameters* (Saxe, 1991), le praticien réflexif (Schon, 1983), la clinique de l'activité (Clot, 2001), la didactique professionnelle (Pastré, 2011) et la théorie de l'activité (Engestrom, 2000) sont des

cadres à considérer au regard des savoirs que nous allons identifier. Par ailleurs au moins un cadre spécifique, PCK : pedagogical content knowledge (Hill, Ball, & Schilling, 2008) aborde explicitement une typologie de connaissances à et pour enseigner. Ce cadre devra donc également être analysé. Enfin, notre travail porte sur les pratiques d'enseignement des mathématiques utilisant les technologies et le cadre PCK a été étendu en incluant ces usages : Technological Pedagogical Content Knowledge TPCK (Koehler & Mishra, 2008). Là encore il nous faudra explorer les potentialités de ce cadre.

V. CONCLUSION

En partant de l'analyse des pratiques de formation et de celle des difficultés des enseignants, nous avons identifié le besoin de faire, de façon plus étroite, le lien entre la pratique professionnelle et la formation disciplinaire/didactique. Cela nous a conduits à proposer des dispositifs permettant d'importer la pratique professionnelle dans la formation didactique. Ces dispositifs sont centrés sur l'analyse a priori, la confrontation à une pratique par l'usage de la vidéo, l'analyse de pratiques, le recherche d'alternatives et l'identification de problématiques générales (Pouyane & Robert, 2004). Robert et Rogalski (2015) alors même qu'elles travaillent avec ce modèle de formation pour un public de formateurs, identifient la problématique de la nécessité d'un temps long.

Ce type de formation repose également sur la capacité du formateur à saisir les apports des participants pour faire émerger les problématiques générales. Comment alors importer ce type de dispositifs dont les caractéristiques nous permettent de répondre aux besoins de formation des enseignants, dans une formation initiale (master MEEF) ou continue, contrainte en temps ? Comment rendre ce type de formation moins dépendante du formateur et des enseignants ? Pour répondre à ces questions, l'usage de la simulation en lieu et place de la vidéo nous permet de contrôler les situations, d'augmenter le nombre de confrontations possibles et d'anticiper sur les connaissances et les savoirs de formation.

Nous avons donc construit deux simulateurs : un simulateur informatique de classe (SIC) et un simulateur d'analyse de pratiques (SAP). L'expérimentation de ces deux outils nous a permis d'abord de vérifier leur acceptabilité par les stagiaires et les étudiants et de montrer la stabilité des connaissances et savoirs qui émergent par un processus de validation interne : ce sont bien ceux que nous avons anticipés et ils apparaissent indépendamment du public. Ce travail ouvre de nombreuses pistes. Après avoir vérifié la stabilité des connaissances et savoirs, il nous faut tester ce que nous appellerons leur robustesse c'est-à-dire le fait qu'ils puissent émerger indépendamment du formateur. Il nous faut également développer des scénarios de formation sur les autres aspects identifiés comme besoins de formation. Si pour cela nous avons un outil adapté aux conditions de l'analyse de pratiques, il nous faut encore trouver un logiciel permettant de programmer des simulations informatiques de classe.

La simulation, en offrant au chercheur une situation intégralement contrôlée permet de déployer des méthodologies qui sont impossibles sinon. Nous avons par exemple recueilli les choix de plusieurs centaines d'enseignants sur le SIC ce qui nous permet de tester des hypothèses comme la relation entre l'ancienneté du formateur, son niveau d'étude, son sexe et ses choix didactiques. La grande quantité de données recueillies et le fait que les situations soient strictement identiques permettent cette analyse. Avec le SAP, il est possible de jouer sur l'aspect de l'avatar : un homme, une femme, une personne jeune, une personne qui semble

plus expérimentée ainsi que ses attitudes faciales joie, tristesse, colère, indécision... Est-ce que ces paramètres ont une influence sur les choix opérés par l'utilisateur ? Il est vrai que ce type de question nécessite un travail avec d'autres disciplines comme la sociologie ou la psychologie et qu'il porte sur les pratiques simulées et non réelles, mais il permettrait d'émettre des hypothèses qui pourraient être testées avec d'autres méthodologies.

En travaillant à la conception et à l'utilisation des simulateurs, nous avons été amenés à identifier et instancier dans les logiciels des connaissances et des savoirs professionnels. Or ces derniers semblent peu apparents dans les formations et leur épistémologie mal connue. Ce travail d'identification et d'enquête épistémologique est pour nous un enjeu important à venir.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABBOUD-BLANCHARD, M. (1994). *L'intégration de l'outil informatique à l'enseignement secondaire des mathématiques : symptômes d'un malaise : Un exemple : l'enseignement de la symétrie orthogonale au collège. Histoire et perspectives sur les mathématiques*. Thèse de doctorat, Université Denis Diderot Paris VII.
- ABBOUD-BLANCHARD, M. & EMPRIN, F. (2009). Pour mieux comprendre les pratiques des formateurs et de formations TICE. *Recherche & formation*, 62 (3), 125-140.
- ARTIGUE, M. (1988). Ingénierie didactique. Recherches en didactique des mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 281-308.
- BERTHELOT, R. & SALIN, M.-H. (1992). *L'enseignement de l'espace et de la géométrie dans la scolarité obligatoire*. Thèse de doctorat, Université Sciences et Technologies - Bordeaux I. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00414065/document>
- BRAU-ANTONY, S. & MIEUSSET, C. (2013). Accompagner les enseignants stagiaires : une activité sans véritables repères professionnels. *Recherche et formation*, 72, 27-40.
- BUCHETON, D. & SOULE, Y. (2009). Les gestes professionnels et le jeu des postures de l'enseignant dans la classe : un multi-agenda de préoccupations enchâssées. *Éducation & didactique*, 3(3), 29-48.
- CLOT, Y. (2001). Méthodologie en clinique de l'activité. L'exemple du sosie. *Les méthodes qualitatives en psychologie*, 125-147.
- DOUADY, R. (1994). Ingénierie didactique et évolution du rapport au savoir, *Repères-IREM*, 15, 37-61.
- DUVAL, R. (1994). Les différents fonctionnements d'une figure dans une démarche géométrique. *Repères IREM*, 17, 121-138.
- EMPRIN, F. (2007). *Formation initiale et continue pour l'enseignement des mathématiques avec les TICE : cadre d'analyse des formations et ingénierie didactique*. Thèse de doctorat, 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 M. BETRANCOURT, C. DEPOVER, V. LUENGO, B. DE LIEVRE & G. TEMPERMAN. (EDS), *Actes du colloque EIAH 2010* (pp.409-422). MONS : Éditions de l'UMONS - ATIEF (Association des Technologies de l'information pour l'Education et la Formation).
- EMPRIN, F. & JOURDAIN, C. (2010). Les représentations des enseignants sur l'échec scolaire : étude à partir d'une question contraposée. In L. Mottier Lopez, C. Martinet, & V. Lussi (Eds), *Actes du congrès international AREF (Actualité de la recherche en éducation et en formation)*. (pp.1-9). Genève.
- EMPRIN, F., & SABRA, H. (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*, Vienna, Vol. 1, 247-257.
- EMPRIN, F. & SABRA, H. (2015). Simulateur informatique de classe pour la formation des enseignants : l'enseignement de la résolution de problèmes. *Actes du XLIIe colloque COPIRELEM*. Besançon : Association pour l'élaboration et la diffusion de ressources pédagogiques sur l'enseignement des mathématiques à l'école (ARPEME). Paris.
- ENGSTROM, Y. (2000). Activity theory as a framework for analyzing and redesigning work. *Ergonomics*, 43(7), 960-974.
- FILATRE, D. (2016). Rapport sur la formation continue : vers un nouveau modèle de formation tout au long de la vie. *Comité national de suivi de la réforme de la formation des enseignants et personnels d'éducation*, 32.
- HILL, H. C., BALL, D. L. & SCHILLING, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for research in mathematics education*, 372-400.
- HOUEMENT, C. & KUZNIAK, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré

- en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 16(3), 289-322.
- KOEHLER, M. J. & MISHRA, P. (2008). *Introducing tpck. Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators*, 3-29.
- LABORDE, C. (2000). Dynamic geometry environments as a source of rich learning contexts for the complex activity of proving. *Educational Studies in Mathematics*, 44(1-2), 151-161.
- 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.
- LAGRANGE, J.-B. & CALISKAN-DEDEOGLU, N. (2009). Usages de la technologie dans des conditions ordinaires : le cas de la géométrie dynamique au collège. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 29(2), 189-226.
- LANEELLE, X. & PEREZ-ROUX, T. (2014). Entrée dans le métier des enseignants et transition professionnelle : impact des contextes de professionnalisation et dynamiques d'acteurs. *L'orientation scolaire et professionnelle*, 43(4), 1-19. <https://journals.openedition.org/osp/pdf/4488>
- LE BOTERF, G. (2011). *L'ingénierie de la formation : quelles définitions et quelles évolutions ?* Dunod.
- MARGOLINAS, C. (2002). Situations, milieux, connaissances : analyse de l'activité du professeur, In J.-L. DORIER, M. ARTAUD, M. ARTIGUE, R. BERTHELOT & R. FLORIS (Eds.), *Actes de la 11e École d'Été de Didactique des Mathématiques* (pp. 141-156). Grenoble La Pensée Sauvage.
- MARGOLINAS, C. (2012). Connaissance et savoir. Des distinctions frontalières ? *Acte du colloque Sociologie et didactiques : vers une transgression des frontières*, Haute Ecole pédagogique de Vaud, 17-44.
- MATTEI-MIEUSSET, C. (2013). *Les dilemmes d'une pratique d'accompagnement et de conseil en formation. Analyse de l'activité réelle du maître de stage dans l'enseignement secondaire*. Thèse de doctorat, REIMS.
- PASTRE, P. (2005). *Apprendre par la simulation : de l'analyse du travail aux apprentissages professionnels*. Octarès.
- PASTRE, P. (2011). La didactique professionnelle. *Éducation Sciences & Society*, 2(1), 83.
- PIAGET, J. (1967). Logique et connaissance scientifique. In *Encyclopédie de la Pléiade*. Gallimard, coll.
- POUYANNE, N. & ROBERT, A. (2004). Formation d'enseignants de mathématiques du second degré : élément pour une formation, Document pour la formation des enseignants. *Cahier bleu de DIDIREM*.
- RABARDEL, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- RATINAUD, P. & MARCHAND, P. (2012). Application de la méthode ALCESTE à de « gros » corpus et stabilité des « mondes lexicaux » : analyse du « CableGate » avec IRaMuTeQ. *Actes des 11eme Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles*, 835-844.
- REINERT, M. (2008). Mondes lexicaux stabilisés et analyse statistique de discours. *Actes de la JADT 2008*, 981-993.
- RESTREPO, A. M. (2008). Genèse instrumentale du déplacement en géométrie dynamique chez des élèves de 6^e. Thèse de doctorat, Université J. Fourier.
- ROBERT, A. (1999). Recherches didactiques sur la formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré et leurs pratiques en classe. *Didaskalia*, 15, 123-157.
- ROBERT, A. (2005). Sur la formation des pratiques des enseignants du second degré. *Recherches et Formation*, 50, 75-90.
- ROGALSKI, J. & ROBERT, A. (2015). De l'analyse de l'activité de l'enseignant à la formation des formateurs. Le cas de l'enseignement des mathématiques dans le secondaire. In V. Lussi Borer, M. Durand & F. Yvon. *Analyse du travail et formation dans les métiers de l'éducation* (pp.93-113). Louvain-la-Neuve : De Boeck Supérieur. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/analyse-du-travail-et-formation-dans-les-metiers--9782804194079-p-93.htm>
- RUTHVEN, K., & HENNESSY, S. (2002). A practitioner model of the use of computer-based tools and resources to support mathematics teaching and learning. *Educational studies in mathematics*, 49(1), 47-88.
- SAXE, G. (1991). *Culture and Cognitive Development: Studies in Mathematical Understanding*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ.
- SCHON, D. (1983). *The reflective practitioner*. London : Routledge.
- SCHUBAUER, M.-L., LEUTENEGER, F., LIGOZAT, F. & FLUCKIGER, A. (2007). Un modèle de l'action conjointe professeur-élèves : les phénomènes didactiques qu'il peut/doit traiter. In G. Sensevy & A. Mercier. *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp.51-91). Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- SENSEVY, G. (2008). Le travail du professeur pour la théorie de l'action conjointe en didactique. *Recherche & formation*, 1, 39-50.