

SUR LA MISE EN ÉVIDENCE D'EFFETS D'UNE FORMATION COURTE SUR LES PRATIQUES D'ENSEIGNANTS AUTOUR DE LA SIMULATION EN PROBABILITÉS EN CLASSE DE TROISIÈME

MASSELIN* Blandine – DEROUET** Charlotte

Résumé – Cet article présente une étude de l'impact, sur les pratiques enseignantes, d'un extrait vidéo de classe injecté lors d'une formation continue d'enseignants de mathématiques du second degré, au travers d'un dispositif de formation de type lesson study. La trajectoire d'avatars autour d'une tâche, observée sous l'angle du modèle des Espaces de Travail Mathématique, permet de mettre en évidence certains effets sur les pratiques enseignantes autour de la simulation en probabilités en classe de troisième (élèves de 14-15 ans).

Mots-clefs : Lesson study, formation continue, pratiques enseignantes, probabilités, Espace de Travail Mathématique.

Abstract – Based on an original in-service training device (lesson study), the impact of a video extract on the trainees' practices is observed. The trajectory of avatars related to one mathematical situation is described and analyzed through the MWS model and allows us to evidence some effects of the training-course on teachers' practices on probability and simulations in grade 9 (14-15 years students).

Keywords: Lesson study, Continuous teacher training, Teacher practices, Probability, Mathematical Working Space.

INTRODUCTION

Dans cette communication, nous mettrons en évidence les influences possibles d'un dispositif de formation continue, s'appuyant sur des outils méthodologiques issus de la recherche en didactique des mathématiques, sur la pratique des enseignants. De manière plus précise, nous nous demanderons quels effets peut avoir le visionnage d'extraits vidéo de classe sur les pratiques des enseignants formés. Nous nous limiterons par la suite à un seul extrait vidéo, sachant que plusieurs ont été visionnés lors de la formation.

Dans un premier temps, nous présenterons le dispositif spécifique de formation continue mis en place par les animateurs du groupe « Activités » de l'IREM¹ de Rouen sur le thème des probabilités, en 2016-2017. Cette formation à destination d'enseignants du second degré s'inspire, avec des adaptations, du dispositif japonais des lesson studies (Miyakawa & Winslow, 2009). Il utilise également des outils empruntés au cadre de la Double Approche Didactique et Ergonomique (Robert & Rogalski, 2002). Notre cadre théorique des Espaces de Travail Mathématiques (Kuzniak, 2011) sera ensuite détaillé, ainsi que le cadre méthodologique utilisé et développé pour mettre en évidence des effets de la formation sur la mise en place d'une séance d'enseignement. L'article illustre cette approche avec le cas d'une tâche de simulation en probabilités : le jeu du lièvre et de la tortue.

* LDAR, Université Paris Diderot – France – Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques – France – blandine.masselin@wanadoo.fr

** ESPE de Strasbourg, LISEC équipe AP2E, Université de Strasbourg – France – charlotte.derouet@espe.unistra.fr

¹ Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques.

I. DESCRIPTION DE NOTRE DISPOSITIF DE FORMATION

1. Contexte

En 2014, la recomposition du groupe « Activités » de l'IREM de Rouen a conduit ses membres à réfléchir sur les stratégies de formation. Certains d'entre eux, ayant déjà conduit des formations s'appuyant principalement sur des stratégies de formation par homologie (Houdement et Kuzniak, 1996), ont ressenti certaines limites de ce type de formation sur l'appropriation des tâches présentées par les enseignants formés (des éléments de la thèse de doctorat de la première auteure iront dans ce sens). Ceci a conduit le groupe vers la mise en place d'un nouveau dispositif de formation, inspiré des lesson studies, semblant plus adapté aux besoins des enseignants et aux contraintes temporelles de la formation continue en France. La formation s'est déroulée sur trois journées (J1, J2 et J3) et a permis de faire vivre aux formés une lesson study de façon accélérée. Le calendrier de cette formation continue, qui contient une partie à distance, est précisé en Annexe 1.

2. Une formation autour d'un problème

Le temps de la formation étant court, les formateurs-enseignants (FE) ont choisi de proposer dès J1 une tâche mathématique initiale « le jeu du lièvre et de la tortue », riche du point de vue du travail de modélisation en probabilités et fil conducteur de toute la formation, présentée ainsi :

Une course se passe entre un lièvre et une tortue. On dispose d'un parcours à 6 cases en ligne. On lance un dé équilibré à 6 faces. Si le 6 sort, le lièvre gagne, sinon la tortue avance d'une case. La tortue gagne quand elle arrive sur la 6^{ème} case.

Qui a le plus de chances de gagner ?

Un des intérêts de cette tâche est le travail potentiel sur le choix d'un modèle puisque deux modèles probabilistes différents peuvent émerger.

3. Les acteurs de la formation

Les personnes impliquées dans ce dispositif de formation sont de trois types : des formateurs-enseignants (FE), des chercheurs en didactique des mathématiques (CF) et les stagiaires (S). Les formateurs et chercheurs peuvent intervenir à tout moment comme « experts » dans la formation, pour apporter des compléments sur des questions didactiques ou de terrain. Les stagiaires sont divisés en deux ateliers lors de la formation.

4. Les trois boucles de notre dispositif de formation

Comme dans un dispositif de lesson study, notre dispositif s'appuie sur un enchaînement de cycles (Clerc-Georgy & Clivaz, 2016) : avec une phase d'analyse *a priori* de la tâche, de préparation d'un scénario de séance, de l'expérimentation de la séance et d'une analyse *a posteriori*. Cependant, ces cycles ne sont pas toujours pris en charge par les mêmes acteurs, ni dans le même contexte. Dans notre dispositif de formation, nous pouvons regrouper les cycles en trois boucles. La première boucle B1 correspond aux cycles ayant eu lieu préalablement au sein de l'équipe de formation (FE et CF). La deuxième boucle B2, journées J1 et J2 de formation, correspond aux cycles menés en parallèle par les deux groupes de stagiaires. Les expérimentations se font dans des classes qui ne sont pas celles des stagiaires. Enfin, la

troisième boucle B3 correspond aux cycles effectués par les stagiaires de façon individuelle dans leur propre classe, entre J2 et J3.

4.1 La boucle B1, en amont de la formation

Cette boucle, qui ne concerne que l'équipe de formation, a permis notamment de :

- stabiliser l'énoncé du problème donné en formation aux formés,
- stabiliser une grille d'analyse *a priori* de la tâche pour les stagiaires,
- relever des éléments jugés pertinents pour aider et accélérer l'analyse *a priori* de la tâche faite par les stagiaires, comme des extraits-vidéo ciblés révélant l'activité d'élèves, des brouillons d'élèves, des fichiers TICE...
- relever des difficultés ou blocages potentiels dans le travail des élèves, qui pourraient ne pas être anticipés par les stagiaires, et pour lesquels l'équipe de formation pourrait apporter un éclairage didactique.

4.2 La boucle B2, au sein de la formation

Lors de la formation, les stagiaires ont été divisés en deux ateliers pour travailler chacun indépendamment sur le problème du lièvre et de la tortue. La boucle B2 est ainsi composée de deux cycles, menés en parallèle, assez proches d'un cycle traditionnel de leçon study. Après avoir pris connaissance individuellement de la tâche, les stagiaires, travaillant en petits groupes, ont mené une analyse *a priori*, prenant appui sur une grille donnée par les formateurs. Cette grille reprend des éléments d'analyse de tâches (Robert, 1998) comme les connaissances mathématiques en jeu, les démarches possibles des élèves, les difficultés et erreurs possibles, auxquels les formateurs ont ajouté la dimension « vie quotidienne » de la situation, la place dans la progression et la dimension TICE. Dans chaque atelier, ces grilles d'analyses, une fois complétées, ont été croisées afin d'enrichir la réflexion collective autour de la tâche. La suite de J1 a été consacrée à l'élaboration d'un scénario dans chaque atelier, expérimenté par un des stagiaires en J2. Les membres de chaque atelier devaient s'accorder sur un découpage du scénario en différentes phases. Ils ont élaboré une feuille de route pour l'enseignant-expérimentateur incluant une grille d'interventions possibles, dans laquelle figurent des éléments « déclencheurs d'interventions » repérés par les stagiaires, des interventions pensées à leurs égards ainsi que les effets attendus. La liberté de choisir un artefact numérique est laissée aux stagiaires, notamment pour qu'ils questionnent leurs effets potentiels sur le déroulement de la séance.

Lors de J2, dans chaque atelier, un stagiaire mène la leçon dans une classe de troisième (grade 9), classe d'expérimentation (qui n'est pas sa propre classe), et porte ainsi le scénario collectivement conçu en J1. Les autres stagiaires observent la séance et prennent ainsi un recul sur les activités des élèves et les pratiques de l'enseignant en lien avec le scénario choisi. Deux d'entre eux observent la séance d'une manière globale, dont l'un est aussi garant du temps consacré aux différentes phases prévues en J1. Les autres stagiaires ont en charge l'observation d'un groupe de trois ou quatre d'élèves et notent les interventions de l'enseignant au sein de ce groupe.

La séance est ensuite analysée par les stagiaires à l'aide des productions des élèves et des traces écrites des observateurs. Un observateur « global » indique phase par phase ce qu'a fait et dit l'enseignant-expérimentateur et les groupes dans lesquels ce dernier est intervenu. Chaque observateur de groupe relate alors ce qu'il a observé dans son groupe. Une analyse *a*

posteriori est menée, et au regard du déroulement en classe, des choix sont rediscutés par le collectif.

Dans la boucle B2, apparaissent des éléments méthodologiques comme une analyse *a priori* du problème, un recueil de données sur la séance réalisée et observée ainsi qu'une analyse *a posteriori*. Des éléments méthodologiques empruntés au cadre de la Double Approche Didactique et Ergonomique (Robert & Rogalski, 2002) enrichissent l'analyse *a priori* de la tâche, en s'appuyant en particulier sur des extraits vidéo issus de la boucle B1 autour d'éléments clefs.

4.3 La boucle B3, en aval de la formation

Cette boucle est constituée des expérimentations portant sur ce problème et menées par les stagiaires dans leur(s) propre(s) classe(s). Cette dernière, hors formation, permet d'appréhender les premiers effets de la formation. Des témoignages oraux sont partagés ensuite lors de J3, nous permettant d'avoir des éléments sur cette boucle B3, accompagnés parfois de productions d'élèves rapportées ou du document distribué aux élèves.

III. CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE

1. Le modèle des Espaces de Travail Mathématiques

Cette stratégie de formation spécifique et riche est attenante à une question globale de recherche sur l'impact d'une formation s'appuyant sur des pratiques enseignantes. Trop vaste pour être traitée comme telle, nous avons restreint ce questionnement à l'influence d'une formation en probabilités-statistique, avec un focus sur la simulation, et en particulier sur l'utilisation d'artefacts numériques ou symboliques dans les pratiques. Pour cela, nous utilisons le modèle des Espaces de Travail Mathématique (Kuzniak, 2011) qui permet de repérer une circulation du travail sur trois dimensions : instrumentale, sémiotique et discursive.

L'analyse du travail des élèves attendu par les enseignants et l'analyse de l'implémentation d'une séance en classe s'appuient donc sur ce modèle, noté par la suite ETM. Le modèle des ETM permet de décrire et de repérer la nature et la spécificité du travail mathématique quand des enseignants et des élèves sont effectivement engagés dans la résolution d'un problème mathématique (Kuzniak, 2011). L'ETM, qui peut être vu comme une structure d'accueil du travail mathématique, repose sur l'articulation de deux plans épistémologique et cognitif. Le plan épistémologique contient trois pôles : le référentiel théorique (incluant propriétés, théorèmes et définitions), le *representamen* (les signes) et les artefacts (logiciel, instruments de dessins ou techniques de calculs). Le plan cognitif, contient également trois composantes : les processus de visualisation, de construction et de preuve.

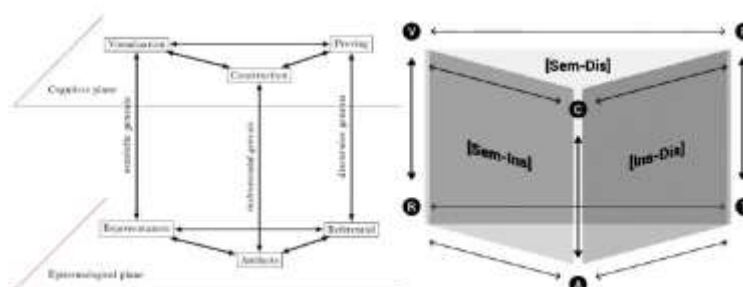


Figure 1- Modèle des ETM (Kuzniak, 2011)

Ce modèle permet l'étude de l'articulation entre ces deux plans épistémologique et cognitif par les trois dimensions (instrumentale, discursive et sémiotique) ainsi que l'étude des liens entre les plans verticaux ([sem-ins], [ins-dis] et [sem-dis]). Il nous semble offrir un accès aux interactions entre une tâche, un enseignant et des élèves, via les différents niveaux d'ETM : l'ETM_{référence}, qui est l'ETM visé par l'institution, l'ETM_{idoine} qui est l'ETM mis en place dans une classe par un enseignant dans lequel chaque élève travaille avec son ETM_{personnel}. L'ETM_{idoine} dépend non seulement des élèves mais aussi de l'enseignant et de la mise en œuvre de la tâche étudiée. On distinguera l'ETM_{idoine} choisi (Derouet, 2016) qui est celui élaboré en amont par l'enseignant et l'ETM_{idoine} effectif qui est celui mis réellement en place par ce dernier en classe. Notre étude se focalise sur ces deux ETM_{idoine}, notés ensuite ETM.

2. Méthodologie de recherche

Notre méthodologie de recherche s'appuie sur l'étude de la trajectoire d'un problème (Kuzniak *et al.*, 2013). Elle consiste à suivre une situation et les diverses transformations qu'elle a subies à travers diverses institutions. Ici, notre trajectoire incorpore des ETM de classe. Elle est, entre autres, influencée par des éléments de stratégie d'homologie, à travers des extraits vidéo et la leçon observée. Elle contient six étapes regroupées en trois boucles.

Pour cela, un outil méthodologique important est ici la notion d'avatar d'un problème. Il s'agit de l'incarnation d'un problème à un moment donné, autrement dit l'énoncé du problème ainsi que les modalités l'entourant. Aussi, pour un avatar précis, nous avons plusieurs ETM qui en dépendent, nous les dirons « associés ». La trajectoire du problème à travers ces divers avatars nous permet d'étudier les différents ETM associés. Nous considérerons par la suite des couples (avatar, ETM) produits en formation autour du problème, car ils offrent un accès à des écarts entre des éléments d'ETM_{choisi} et des ETM_{effectif}. L'observation de la circulation du travail autour d'une tâche dans le modèle des ETM met en lumière des blocages éventuels ou des plans privilégiés par l'enseignant. Dans B2, lors du premier jour de formation, les stagiaires sont confrontés, pendant leur analyse *a priori* de la situation, à des extraits-vidéo issus des couples (avatar, ETM_{effectif}) de B1 et sélectionnés en amont par les formateurs. Ces extraits présentent des circulations du travail particulières qui permettent de questionner les pratiques enseignantes et d'en prévoir des alternatives. Nous limiterons notre étude aux stagiaires d'un seul des deux ateliers.

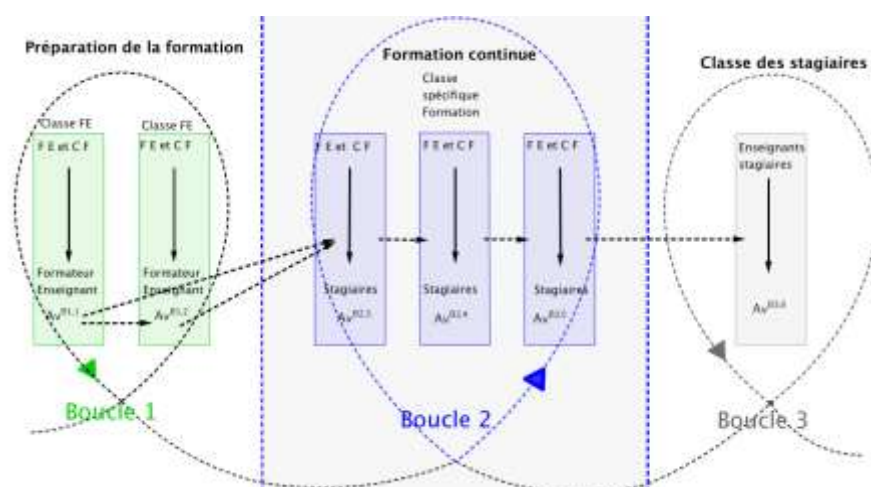


Figure 2 –Trajectoire d'avatars dans notre dispositif de formation (Masselin, en cours)

Le jeu du lièvre et de la tortue, plus spécifiquement étudié, peut être modélisé par différents modèles mathématiques (loi géométrique tronquée ou loi binomiale). Comme les élèves n'ont pas de connaissances spécifiques sur ces lois, il est attendu qu'une approche via la simulation soit mobilisée. Nous interrogerons la façon dont les stagiaires ont appréhendé l'approche fréquentiste dans les différents avatars successifs à travers l'usage des artefacts numériques et leur manière de considérer la dimension sémiotique.

Aussi, notre question initiale devient donc la suivante : quelles évolutions dans la succession des couples (avatar, $ETM_{\text{associé}}$) peut-on exhiber à la suite du visionnage d'un extrait vidéo en formation ? Notre focus sur un unique extrait vidéo est ici un choix de recherche pour l'analyse des expérimentations des stagiaires. Cet extrait-vidéo est un élément d'une vidéothèque réalisée par l'équipe de formation à partir de B1 et qui sert d'appui à l'analyse *a priori* de la tâche par les stagiaires. Le choix des extraits vidéo visionnés pendant la formation dépend des éléments émergents du collectif de stagiaires et vise à compléter son analyse de la tâche. La vidéo que sur laquelle nous portons notre attention a été visionnée dans les deux groupes de stagiaires.

IV. PREMIERS RESULTATS DE RECHERCHE

1. *Éléments d'analyse a priori du problème initial*

D'après l'analyse *a priori* du problème du lièvre et de la tortue donnée initialement aux stagiaires, le déroulement du jeu peut être modélisé par deux lois différentes :

- la loi géométrique tronquée qui correspond à un premier lancer, et des lancers ensuite conditionnés aux résultats antérieurs (en particulier à l'obtention d'un six ou non) ;
- ou la loi binomiale, avec six lancers de dés systématiques, même si un six est déjà tombé.

Si le tableur est choisi, alors la simulation d'une loi binomiale est beaucoup plus aisée, mais c'est le modèle qui est ici le moins congruent à la situation. Il s'agit d'une source de difficulté possible pour les élèves.

2. *Eléments du couple (avatar, ETM_{choisi}) élaboré par les stagiaires avant visionnage de l'extrait-vidéo*

L'énoncé de l'avatar de B1 a peu été modifié par les stagiaires, simplement sur la question, pour enlever le terme "chances". Concernant l' ETM_{choisi} , les stagiaires ont décidé, très tôt de faire appel à la simulation, avec Scratch ou tableur. Avec le tableur, ils ont spontanément utilisé le modèle de la loi binomiale, une course étant pour eux constituée systématiquement de six lancers de dés. Les difficultés liées à la simulation et aux modèles sous-jacents et à la différence de modèles n'ont pas été mentionnées par les stagiaires lors de cette première ébauche d' ETM_{choisi} .

3. *Contenu de l'extrait de vidéo de B1 injecté dans B2*

L'équipe de formation a alors choisi de présenter aux stagiaires un extrait vidéo faisant partie d'un ETM_{effectif} associé à un avatar de B1. La loi géométrique tronquée est congruente à l'énoncé des règles du jeu. Cet extrait permet de soulever la problématique de la non-unicité des modèles et des liens entre eux et la simulation. Partant d'un fichier vierge sur tableur, les élèves ont essayé de simuler des échantillons suivant la loi géométrique tronquée. Le deuxième lancer de dé, conditionné au résultat du premier lancer, a posé problème.

L'enseignant est intervenu en proposant, pour débloquer les élèves, de simuler à chaque fois six lancers de dés (modèle de la loi binomiale). L'extrait vidéo illustre le blocage des élèves qui n'arrivent pas à quitter leur modèle initial (le second étant pour eux trop éloigné des règles du jeu). Ce confinement survenu dans la circulation du travail de l'élève dans l'ETM associé à cet avatar de B1, a été exposé par les formateurs afin de soulever la problématique des modèles et de la simulation dans cette tâche et d'interroger à cet égard le rôle de l'enseignant.

4. Impacts de l'extrait vidéo sur les couples (avatar, ETMchoisi) de B2

Dans B2, le couple ($Av^{B2,3}$, ETM_{choisi}) reflète les décisions prises par les stagiaires après visionnage de l'extrait vidéo issu de l' $ETM_{effectif}$ associé à $Av^{B1,1}$ sur les points suivants :

- les élèves pourraient envisager de simuler avec un tableur ou le logiciel Scratch,
- les simulations tableur ou Scratch seraient entièrement à la charge des élèves, sans aucun guidage et sans imposer un modèle mathématique *a priori*.

Dans B2, les lois probabilistes en jeu n'ont jamais été nommées par le collectif de stagiaires.

Pendant le déroulement effectif dans la classe d'expérimentation en formation, une majorité des groupes d'élèves a choisi d'utiliser le tableur. Beaucoup d'entre eux ont seulement « lancé » un dé « numérique », et ont donc travaillé dans le plan [Sem-Ins], et se sont ensuite retrouvés bloqués. Face à ce confinement sur la dimension instrumentale, l'enseignant-expérimentateur a tenté de leur imposer la loi binomiale, opérant lui un travail dans le plan [Dis-Ins].

Voici un extrait de verbatim de ce dernier dans un groupe au regard du fichier tableur créé :

« Vous devez faire 6 jets car vous avez regardé à chaque fois la fréquence mais pour une seule partie (...). C'est intéressant ce que vous avez fait/jeter 1000 fois le dé et regarder la fréquence d'apparition de 1 2 3 4 5 ou 6, mais il ne faut pas revenir à chaque lancer (...) ».

L'enseignant veut aider les élèves en leur imposant le modèle binomial en restant dans la dimension instrumentale. Nous pouvons y voir une pratique enseignante analogue à celle de l'extrait vidéo considéré. Cela pose question sur la manière dont l'enseignant a pris en compte l'extrait vidéo et laisse penser que cet extrait vidéo n'a eu aucun impact sur sa pratique, à ce moment-là.

Certains élèves, bloqués sur le tableur, ont ensuite changé d'artefact numérique, passant du tableur à Scratch, pour tenter de réaliser des simulations. L'enseignant-expérimentateur s'est retrouvé en difficulté en particulier concernant la gestion des simulations avec différents artefacts numériques en même temps.

Suite à une analyse *a posteriori* concernant cet $ETM_{effectif}$, le collectif de stagiaires a envisagé un nouveau couple ($Av^{B2,5}$, ETM_{choisi}), avec un travail dans le plan [Sem-Ins] en fixant :

- un accès à un unique artefact numérique pendant une même séance, restant au choix de l'élève,
- une course déjà présente dans un fichier de simulation Scratch que les élèves auraient à compléter.

La pluralité des modèles probabilistes n'a pour autant pas été rediscutée pour la simulation. Il semble y avoir une volonté de l'enseignant de ne pas entrer dans la dimension discursive notamment autour de la question du choix d'un modèle.

5. Impacts de l'extrait vidéo sur les couples (avatar, ETM_{choisi}) de B3

Voici l'énoncé proposé par un stagiaire (S5) qui l'a modifié :

Je lance 5 fois de suite un dé à six faces. Si je n'obtiens pas de « six », alors j'ai gagné. Si j'obtiens au moins un « six », alors j'ai perdu. Ai-je plus de chances de gagner ou de perdre ?

Un extrait de verbatim de S5 sur le couple ($Av^{B3,6}$, $ETM_{effectif}$) précise ses choix :

« (...) le jeu, je l'ai complètement modifié. J'ai dit que je lance 5 fois de suite un dé de 6 faces. C'est par rapport à l'expérience qu'on avait faite en J2, en fait, j'ai trouvé que modéliser le/ le jeu comme il était proposé, c'était assez dur. Surtout que des fois, quand on lançait trois fois, si ça tombait sur 6, on n'avait pas besoin de continuer. / Et à modéliser sur le tableur, c'était plus compliqué alors du coup, là, je leur ai dit « on lance 5 fois de suite » comme ça pour qu'ils aient au tableur// »

Après avoir exhibé trois parties devant la classe (avec un dé à jouer et une caméra), S5 a obligé les élèves à manipuler des dés et a recueilli leurs résultats pour 20 parties, puis les a traités avec eux. L'heure suivante a été consacrée à l'élaboration très guidée de simulation sur tableur par les élèves. Puis, une troisième heure s'est déroulée autour d'une simulation avec Scratch avec une course déjà fournie. L'énoncé reformulé témoigne d'une volonté de l'enseignant d'imposer dès le départ un unique modèle probabiliste avant toute simulation, par la modification des règles du jeu. Le travail a été privilégié dans la dimension instrumentale avec une absence de travail dans le plan [Sem-Dis].

V. CONCLUSION

Dans un premier temps, l'extrait vidéo a eu pour effet d'ouvrir la tâche de simulation, l'enseignant laissant aux élèves une certaine latitude côté modèle et artefacts numériques dans B2. Ceci a eu pour conséquence, en fin de boucle B2 et dans B3, de réduire la part d'initiative laissée aux élèves, modifiant l'énoncé du problème et en particulier les règles du jeu pour contourner cette difficulté de choix de modèle. Si dans B2, peu de variations ont été visibles, un nouvel avatar est né dans B3 avec un $ETM_{effectif}$ et dont les transformations ont été opérées entre ces deux boucles. Si les formateurs visaient une prise de conscience de la complexité et de la richesse du problème proposé, l'extrait vidéo a eu pour double effet d'ouvrir l'avatar, puis de le refermer ensuite autour d'un modèle et d'un artefact unique ; il a opéré une rétroaction sur les couples (avatars, ETM) successifs.

Une autre boucle B2, menée en parallèle dans un autre atelier, montre un impact potentiel du même extrait vidéo. Il a eu pour effet d'éliminer le tableur dès le départ, le collectif préférant alors le logiciel Scratch, permettant de réaliser des simulations congruentes au jeu. Des fichiers préparés par le collectif ont été mis en place dans l'avatar $Av^{B2,4}$ (pendant l'expérimentation), dont un premier permettait aux élèves de lancer des simulations de courses, ceux-ci devant s'emparer d'une simulation prête à l'emploi. Le collectif de formés, conscient d'une rupture potentielle de circulation liée à un changement de modèle mathématique, a préféré en imposer un unique dans le script du fichier Scratch tout prêt. Malgré le constat d'une certaine opacité du fichier de simulation côté élèves dans $Av^{B2,4}$, ce choix a été maintenu par les formés dans $Av^{B2,5}$ (après l'expérimentation). Ils ont toutefois

exprimé la nécessité d'établir des liens entre le travail en probabilités et en algorithmique par l'enseignant. La circulation dans les divers ETM a été privilégiée dans les plans [sem-ins] et [ins-dis], laissant très peu de place à des procédures engagées dans le plan [sem-dis] avec des artefacts symboliques tels que les arbres.

Notre méthodologie de recherche a mis en évidence des effets de la formation sur les pratiques enseignantes comme une restriction de choix au fur et à mesure des avatars successifs, comme si les enseignants souhaitaient uniformiser l'ETM de la classe. Aussi, une nouvelle question se pose donc autour des limites elles-mêmes de la formation dans laquelle des choix autour d'extraits vidéo ont été opérés par les formateurs dans la boucle B1.

REFERENCES

- Clerc-Georgy, A., Clivaz S, (2016) Evolution des rôles entre chercheurs et enseignants dans un processus lesson study : quel partage des savoirs?, *Le partage des savoirs dans les processus de recherche en éducation*, Raison éducative, Deboeck supérieur, 189-210
- Clivaz, S., (2018), Lesson study as a fundamental situation for the knowledge of teaching, *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 7(3), 172-183.
- Derouet, C., (2016). *La fonction de densité au carrefour entre probabilités et analyse en terminale S. Etude de la conception et de la mise en œuvre de tâches d'introduction articulant lois à densité et calcul intégral*. Thèse de doctorat. Université Paris Sorbonne Cité – Université Paris Diderot.
- Houdement C., Kuzniak A. (1996), Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques., *Recherches en didactique des mathématiques*, 16(3), 287-322.
- Kuzniak, A. (2011), L'espace de travail mathématique et ses genèses, *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, IREM de Strasbourg, vol 16, 9-24
- Kuzniak, A., Parzysz B., Vivier L. (2013). Trajectory of a problem: a study in Teacher Training, *The mathematics Enthusiast*, vol 10, nos1 et 2, 407-440.
- Masselin, B. (en cours), *Etude du travail de l'enseignant autour de la simulation en classes de troisième et seconde : métamorphoses d'un problème au fil d'une formation en probabilités*. Thèse de doctorat (en cours). Université Paris Sorbonne Cité – Université Paris Diderot.
- Miyakawa, T. & Winslow, C. (2009). Un dispositif japonais pour le travail en équipe d'enseignants : Etude collective d'une leçon. *Education et Didactique*, 3(1), 77-90.
- Robert A., Rogalski J. (2002), Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche, *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2, n°4, 505-528.

ANNEXE 1 – CALENDRIER DE LA FORMATION

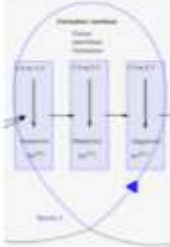
Boucle	Temporalité	Couples	Présentiel	Distanciel
B2 	J1 (27 Janvier 2017)	Etape 1 Initialisation de (Av ^{82,1,5} , ETM _{pot coll})	Collège	Groupe à distance sur Plateforme Académique Réséda
	Plateforme à distance accessible après J1 (29/01/2017)	Finalisation de (Av ^{82,1,5} , ETM _{pot coll})		
	J2 (03/04/2017)	Etape 2 Le matin : (Av ^{82,2,5} , ETM _{eff}) Etape 3 L'après-midi : (Av ^{82,3,5} , ETM _{pot coll})	Collège	
B3 	Entre J2 et J3 (Du 03/04/2017 à 12/06/2017)	Etape 1 (Av ^{82,1,5} , ETM _{eff})	Classes des stagiaires	
	J3 (12/06/2017)	Retour sur (Av ^{82,1,5} , ETM _{eff})	IREM de Rouen	

Figure 1 – Calendrier de la formation (Masselin, en cours)