L'ESCAPE GAME COMME OUTIL POUR TRAVAILLER LA MODÉLISATION CHEZ LES ÉLÈVES DE PRIMAIRE

Charlotte BERTIN
Maîtresse d'enseignement, HEP Fribourg (Suisse)
Doctorante à l'Université Claude Bernard Lyon 1 en partenariat avec la HEP Fribourg
S2HEP (Lyon) et UR EADS (Fribourg)
Charlotte.bertin@edufr.ch

Résumé
Notre projet de doctorat porte sur l'étude des connaissances professionnelles des enseignants du primaire autour de la modélisation mathématique lors d'une formation. Pour débuter, une analyse rapide des curricula a été réalisée afin de mettre en évidence le besoin de ressources pour aborder la modélisation en classe. Cette analyse nous a conduit à mettre en place un dispositif de formation où des enseignantes de primaire ont co-créé un *escape game* avec la chercheuse, pour leurs élèves de 7H-8H (10-12 ans) et qui mobilise la modélisation mathématique. Les *escape games* ont été créés en 2007 au Japon et consistent à résoudre des énigmes afin de réussir une mission en un temps limité. Ces nouveaux jeux s'introduisent peu à peu au sein du milieu scolaire et des ressources sont mises à disposition pour guider les enseignants dans l'utilisation et la création de ce nouvel outil. L'objectif principal de l'*escape game* peut être représenté comme un grand problème qui est résolu par un ensemble de sous-problèmes (les énigmes). L'idée est alors de proposer un problème de modélisation au cœur même de l'*escape game* et de s'appuyer sur la structure du jeu pour aider les élèves à le résoudre. Si ce projet s'intéresse à l'évolution des connaissances professionnelles des enseignants, l'atelier permet de questionner la pertinence d'utiliser l'*escape game* pour enseigner le processus de modélisation aux élèves.

I - INTRODUCTION

Les *escape games*, ou jeux d'évasion, apparaissent en Europe dans les années 2012-2013 (Nicholson, 2015) et ont rapidement suscité un vif engouement dans le monde scolaire. Des entreprises ont alors élaboré du matériel destiné exclusivement à ces jeux d'évasion et de nombreux sites et ressources sont apparus pour soutenir les enseignants dans la mise en œuvre de ce dispositif (Guigon, Humeau et Vermeulen, 2018 ; Fenaert, Nadam et Petit, 2019). L'atelier présenté dans ce texte, est issu d'un travail de doctorat qui porte sur l'étude des connaissances professionnelles des enseignants du primaire autour de la modélisation mathématique lors d'une formation.

Dans le cadre de la thèse, nous avons mis en place un dispositif où des enseignantes de fin de primaire du canton de Fribourg (Suisse) ont suivi une formation afin de pouvoir créer un *escape game* mobilisant le processus de modélisation mathématique. Cette recherche reprend en partie les codes d'une recherche collaborative (Desgagné, 1998) avec les trois étapes clés : la cosituation, afin de trouver des intérêts communs entre les praticiennes et la chercheuse, la coopération et la coproduction. De plus, la formation est également associée à une « ingénierie didactique coopérative » (Joffredo-Le Brun, Morellato, Sensevy, et Quilio, 2018) tout en reprenant la méthode de *Design Based Research* (Anderson et Shattuck, 2012). Le jeu ainsi créé a été mis en place dans les classes de chaque enseignante avec des élèves de 7H-8H (10-12 ans). Nous faisons alors l'hypothèse que la création d'un *escape game* mettant en jeu la modélisation est un moyen de développer des connaissances professionnelles autour de cette compétence.

Lors de l'atelier, les participants ont été amenés à porter un regard uniquement sur l'outil et non sur la formation. Pour cela, une vingtaine de personnes ont ainsi pu vivre le jeu tout comme les élèves. L'*escape game* qui a été joué correspond à la deuxième version du jeu qui a été adapté après un premier passage dans les classes, notamment pour mettre plus en avant certains détails qui nous semblaient importants pour travailler la modélisation. Par la suite, nous avons proposé une réflexion pour identifier les éléments

de la modélisation présents au sein du jeu. Nous avons terminé par une phase de conception où il était demandé d'apporter des idées afin de créer un *escape game* mobilisant la modélisation. Il s'agissait alors de questionner la pertinence d'utiliser les jeux d'évasion pour enseigner ce processus aux élèves et notamment le potentiel et les faiblesses de ce type d'activité.
Si la modélisation constitue un processus clé dans l'apprentissage des mathématiques, son enseignement se heurte à plusieurs obstacles que nous identifierons dans une première partie à l'aide de l'étude des curricula. La description du jeu est développée dans une deuxième partie. Pour finir, le retour et l'analyse sont détaillés dans une troisième partie.

II - LA MODELISATION, UNE TRANSPOSITION DIDACTIQUE DIFFICILE

La modélisation peut être définie de plusieurs manières différentes. Dans ce travail, nous faisons le choix de nous appuyer sur la définition de Blum et Leiss (2007) identifiant la modélisation mathématique à un processus comportant plusieurs phases qui sont représentées sous la forme d'un cycle (figure 1). Ces chercheurs distinguent deux mondes : celui des mathématiques et le « reste » qui peut être assimilé au monde « réel ». La répétition du cycle permet d'affiner le modèle mathématique créé lors de la phase de mathématisation (phase 3).

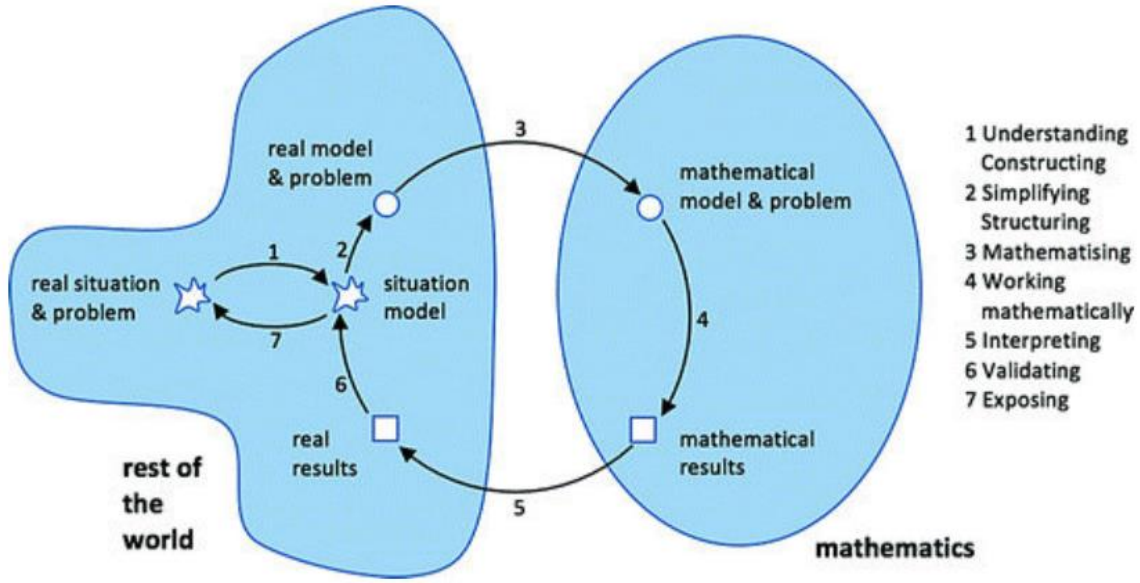


Figure 1. Cycle de modélisation de Blum et Leiss (2007)

Dans notre recherche, nous proposons d'assimiler le monde « réel » à celui du jeu. Concernant la définition d'un modèle, nous reprendrons celle proposée par Israel : « un modèle mathématique est un fragment de mathématique appliqué à un fragment de réalité » (Israel, 1996, p. 11). Nous proposons dans ce qui suit d'étudier un peu plus en détail, comment la modélisation est abordée dans les programmes officiels suisses.

1 La modélisation dans les programmes suisses

Le Plan d'Études Romands (PER) présente les instructions officielles pour l'enseignement des disciplines de l'école obligatoire. Les enseignants ont également à disposition les Moyens d'Enseignement Romand (MER) qui constitue un manuel unique pour toute la suisse romande avec des activités, des commentaires sur la gestion de celles-ci et des documents didactiques pour avoir une vision plus générale de l'apprentissage d'une notion ou d'un concept.

Le PER de mathématiques est réparti en 5 thématiques : espace, nombres, opérations, grandeurs et mesures, et modélisation. Cette dernière est décrite comme visée prioritaire et est le seul axe qui est commun aux mathématiques et aux sciences de la nature.

Les objectifs MSN (Mathématiques et Sciences de la Nature) sont répartis en trois cycles. Pour la modélisation, la notation MSN 15 correspond à des élèves de 4 à 8 ans, MSN 25, à des élèves de 9 à 12 ans qui clôturent le passage au primaire et MSN 35, au cycle d'orientation de 13 à 16 ans. Même si l'axe principal se nomme modélisation dans le PER, le thème du MSN 15 est la représentation, avec « représenter des phénomènes naturels techniques ou des situations mathématiques ». Le MSN 25 qui est mentionné ci-dessus comme intégré dans l'axe modélisation a pourtant une description similaire au MSN 15 avec « représenter des phénomènes naturels techniques, sociaux ou des situations mathématiques ». C'est dans le MSN 35 qu'apparait enfin le terme modélisation (cf. annexe 2). Dans le PER, nous retrouvons des caractéristiques de la modélisation[1] pour aider à définir les objectifs dans l'enseignement (cf. annexe 2).

Dans le MSN 15, nous retrouvons la mobilisation de la mesure et des outils mathématiques, avec la faculté d'imaginer et d'utiliser divers outils de représentation. Nous avons également le fait de mener des observations répétées, se référer à diverses sources, trier et organiser des données. Enfin, nous notons une dimension de communication : en confrontant et en communiquant ses observations, ses résultats, ses constats, ses interprétations mais aussi en se posant des questions et en exprimant ses conceptions.

Au cycle 2, on ajoutera l'identification des invariants d'une situation, le fait de se poser des questions pour définir un plan d'études et les représentations visuelles sont plus précises (codes, schémas, graphiques, tableaux...).

Dans les anciens guides didactiques[2], il existe un chapitre sur la résolution de problèmes où sont décrits les différents types de problèmes (situation-problème, problème ouvert et le jeu) mais rien n'est écrit à propos de la modélisation. Sur la plateforme ESPER[3] (nouveaux moyens), un lexique est proposé avec la définition suivante : « Modéliser : recouvre **l'idée** d'associer à une situation complexe un **modèle** qui la rend intelligible en la réduisant à ses éléments essentiels. ». Dans un des documents didactiques pour l'aide à la résolution de problème, il est précisé :

> *Les modèles peuvent être des schémas, diagrammes ou des outils mathématiques, etc. Ainsi, comme le précise BURGERMEISTER P. F. et DORIER J. L., la modélisation met en présence deux systèmes. Dans l'enseignement, le système qui est donné au départ aux élèves renvoie généralement à une situation concrète (système 1) et l'autre aux mathématiques (système 2).* [4]

Ainsi que : « La plupart des activités d'introduction du cycle 1 sont des problèmes concrets qui nécessitent de mobiliser (en réalité construire) des outils mathématiques. Ce sont donc des problèmes de modélisation ». Donc la modélisation permet de construire des outils mathématiques, mais ceux-ci sont

[1] *Mathématiques - plandetudes.ch*

[2] *© COROME. 1997. No ISBN 2-88451-013-3. Apprentissage et enseignement des mathématiques. Commentaires didactiques sur les moyens d'enseignement pour les degrés de 1 à 4 de l'école primaire. Alain Gagnebin, Ninon Guignard et François Jacquet.*

[3] *© CIIP, Mathématiques, plateforme ESPER, https://www.ciip-esper.ch*

[4] *ESPER - Espace Numérique PER-MER (ciip-esper.ch) – Aide à la résolution de problème 5H-6H*

créés en réponse à un problème donné, ce qui n'est pas mentionné. La conception n'est pas la même suivant les données de départ et peut être adaptée suivant les résultats mais des informations semblent manquantes ou non explicitées.

2 Bilan et questionnement

Dans les programmes officiels de mathématiques de Suisse, exercer la modélisation est un élément clé dans l'apprentissage des mathématiques. Dans le PER, la modélisation ne correspond pas uniquement à la phase de mathématisation, c'est-à-dire la création du modèle lors du passage entre le monde réel et le monde des mathématiques. Avec les caractéristiques proposées par le PER, on peut voir les différentes étapes du cycle mais dans les moyens d'enseignement, on prend aussi en compte une autre vision, celle de Burgermeister et Dorier, qui proposent la définition suivante : « Modéliser signifie construire, discuter et étudier une correspondance entre deux (au moins) systèmes incluant des objets, des relations entre ces objets et des questions. » (Burgermeister et Dorier, 2013). Nous remarquons que la définition des MER se limite à la réduction d'un des systèmes.

De manière générale, la modélisation est souvent présentée à la fois comme un processus et comme une étape de ce même processus. La représentation de Blum et Leiss (2005) est bien souvent raccourcie, certaines étapes étant associées au processus de résolution de problèmes ou quelque peu négligées voire oubliées dans certains textes.

III - LA CREATION D'UN ESCAPE GAME

Dans cette partie, nous allons détailler l'*escape game* que les participants ont pu vivre lors de l'atelier. Ce jeu a été co-construit pendant la formation avec les enseignantes et la chercheuse. La structure est proposée en annexe afin de visualiser l'ensemble du jeu (annexe 3).

1 Le scénario et l'accroche

Les participants de l'atelier sont répartis en petits groupes dans plusieurs espaces de la salle. Pour débuter le jeu, un enregistrement audio est diffusé dans lequel un assistant paniqué explique que son professeur responsable s'est subitement évanoui et ne se réveille plus. La perte de connaissance est survenue quelques instants après que le professeur a retiré une bague d'un socle au sein d'une pyramide en Egypte. L'assistant demande donc aux joueurs de l'aider pour se repérer dans la pyramide afin de remettre la bague à sa place. Dans leur espace, chaque groupe doit trouver plusieurs éléments dont le journal de bord du chercheur, un cryptex (objet cylindrique avec un compartiment caché qui n'est accessible qu'en indiquant la bonne combinaison), un coffre et deux faces « rigides » qui représentent une partie de la pyramide (figure 4).

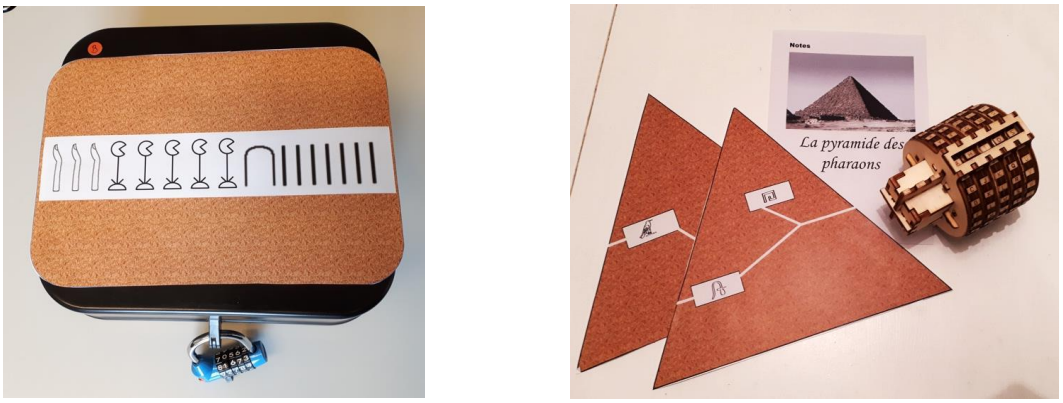


Figure 4. Grand coffre à gauche, deux faces « rigides » de la pyramide, le journal de bord et le cryptex à droite

Le journal de bord contient de multiples informations qui permettent d'avoir plus de détails sur la bague maudite, un QR code, des indices pour ouvrir le grand coffre, des photos de quelques salles et le fonctionnement d'un cryptex. Une tablette est également disponible ainsi qu'un ordinateur pour dialoguer avec l'assistant qui peut aider les joueurs en cas de besoin. En scannant le QR code avec la tablette, les joueurs découvrent une pyramide avec des hiéroglyphes pour identifier les différentes salles (figure 5).

Figure 5. Ecran d'accueil après scan du QR code du journal de bord

Les salles peuvent être accessibles « directement » ou sous la condition de résoudre une énigme (figure 6).

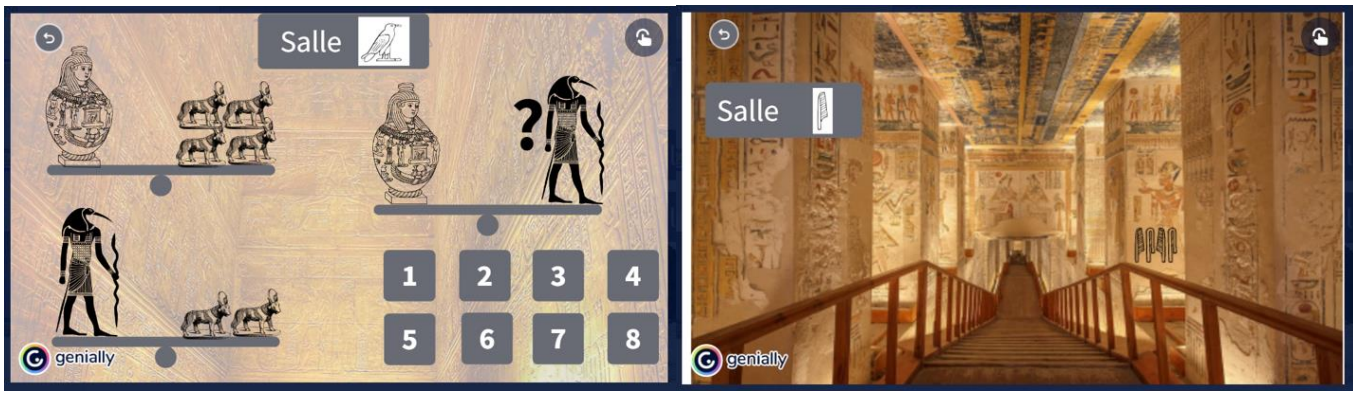


Figure 6. Exemple d'une salle avec une énigme à gauche, et exemple d'une salle avec accès direct à droite

Les différentes salles sont aussi représentées sur les faces « rigides » de la pyramide, ainsi les joueurs peuvent faire le lien entre ce qu'ils voient à l'écran, et l'organisation des salles sur un plan en trois dimensions. Les joueurs doivent garder en tête qu'ils doivent trouver le lieu où déposer la bague pour espérer réveiller le professeur.

2 Les étapes

Avec l'aide du journal de bord, les joueurs peuvent ouvrir le coffre et trouvent à l'intérieur deux nouvelles faces « rigides » de la pyramide dont une possède un QR code inachevé, un autre coffre plus petit avec un cadenas où sont mélangés lettres et flèches de direction (figure 7), ainsi qu'une pyramide miniature. Cette petite pyramide permet de visualiser la forme de la pyramide à base carré pour pouvoir éventuellement en construire une à l'aide des faces « rigides ». Le cadenas du petit coffre est volontairement plus difficile à ouvrir pour « contrôler » l'avancement des participants. Pour réussir, il faut observer minutieusement une des salles qui contient une étagère avec différents vases où il est possible d'observer plusieurs scarabées. L'orientation de ces insectes permet de donner la combinaison du coffre (figure 7).

Figure 7. Photo du petit coffre et de son cadenas à gauche et armoire avec les scarabées pour obtenir la combinaison à droite

À l'intérieur de ce petit coffre, on trouve trois faces réalisées avec du papier calque où une cinquième salle est dessinée ainsi qu'un morceau de QR code (figure 8).

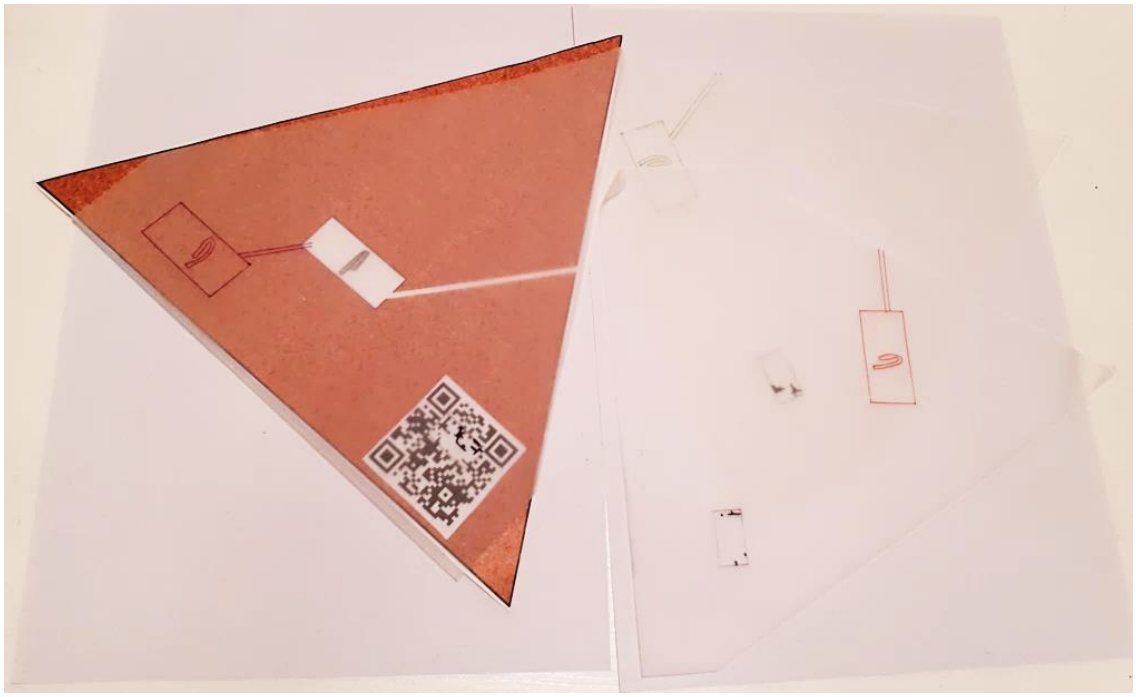


Figure 8. Faces à un choix avec papier calque pour découvrir la 5e salle

Une fois le bon papier calque positionné sur la bonne face, les joueurs ont accès à un nouveau plan de la pyramide où une cinquième salle apparaît en bas de l'écran (figure 9). A l'intérieur, on trouve un tableau de correspondance pour « traduire » les hiéroglyphes qui composent les noms des salles (figures 9).

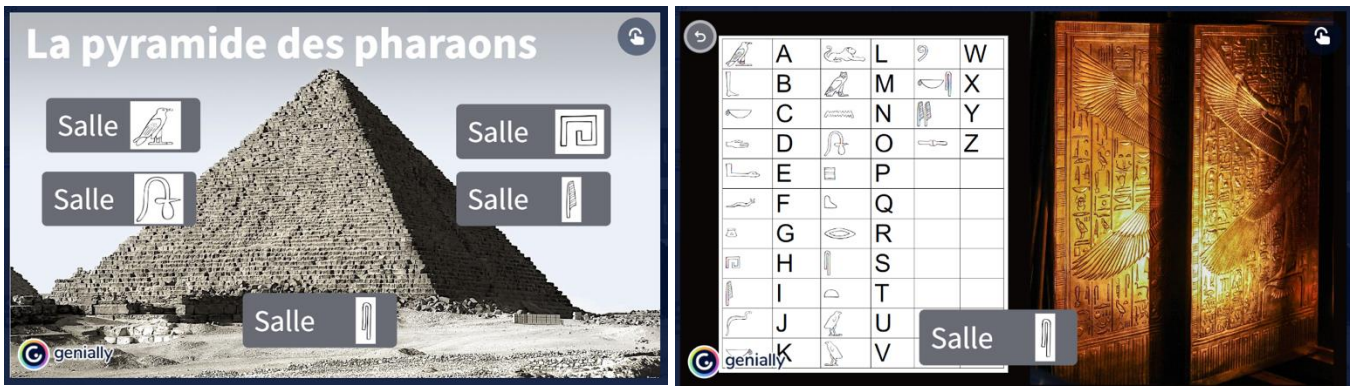


Figure 9. Nouveau plan de la pyramide à droite et ouverture de la 5e salle à gauche avec le tableau

Il ne reste alors plus que le cryptex à ouvrir. Dans le journal de bord, il est écrit : « Une bonne connaissance des divinités égyptiennes peut aider, personnellement je les connais de A à Z ». Les noms des salles étant des noms de divinités égyptiennes, il suffit de noter les premières lettres de chaque salle dans l'ordre alphabétique sur le cryptex. Dans celui-ci, chaque groupe a une phrase qui ressemble à : « Aller sur les deux plumes et l'oiseau qui regarde à droite ». Le message seul n'a pas de sens, il faut que tous les groupes se réunissent pour entrer dans la phase finale.

Cette dernière étape du jeu réunit donc tous les joueurs et les amène dans un environnement un peu différent. Ils découvrent alors, un « tapis » virtuel où il faut trouver le chemin adéquat permettant de déposer la bague sur son socle (figure 10). Chaque cryptex donne accès à un indice pour se déplacer en toute sécurité sur ce tapis et ainsi reposer la bague sur la main située en haut du tableau. Une fois terminée, une vidéo est projetée sur laquelle on voit le professeur rassurer les participants sur sa santé et les remercier chaleureusement. C'est ainsi que se clôture le jeu.

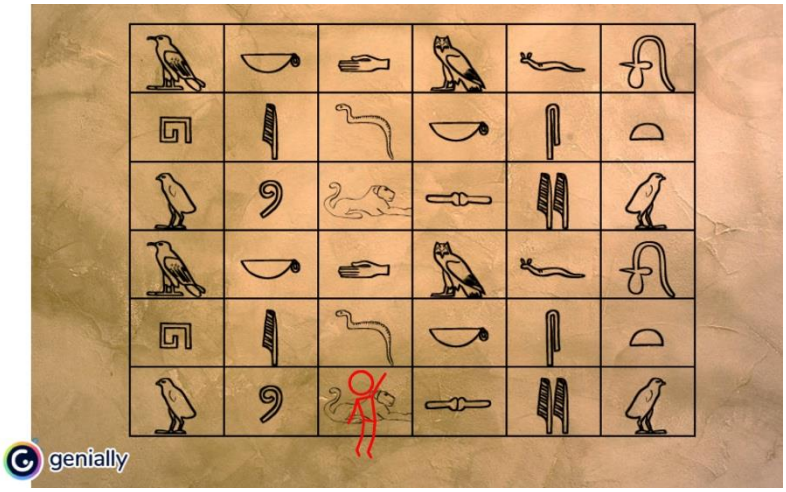


Figure 10. Tapis final

IV - REFLEXION AUTOUR DU JEU

Cette partie met en avant la justification de certains choix lors de la conception du jeu, ainsi que les retours et analyses des participants.

1 Retour sur les choix qui ont guidé la conception du jeu

Pour construire l'*escape game*, nous avons commencé par choisir la thématique. Nous nous sommes très vite dirigé vers l'Egypte et notamment les pyramides. Pour créer une structure, nous avons trouvé un

« grand » problème de modélisation qui constitue le cœur du jeu. La mission est de retrouver le lieu où la bague doit être déposée afin de sauver le professeur, nous avons donc songé à faire voyager les futurs joueurs au sein d'une pyramide à la fois virtuelle (à l'aide de la tablette) mais aussi à l'aide d'une représentation « physique » (avec les faces plus rigides). Les différentes représentations peuvent constituer des modèles afin de naviguer entre les salles. La représentation à l'aide des quatre faces rigides permet de reconstituer une version simplifiée de la pyramide et de visualiser le lieu où se situent l'assistant et le professeur. Néanmoins, les élèves – comme les participants – n'ont pas tous construit la pyramide. Pour les inciter à le faire, nous avons mis en place quelques mois après le colloque, une nouvelle version du jeu en ajoutant des languettes et du matériel à disposition. Cette fois, tous les élèves ont construit la pyramide.

La mise à disposition des faces rigides et transparentes permet d'affiner le plan afin de découvrir une cinquième salle. La transparence des faces permet en effet de voir en profondeur dans la pyramide et donc de détailler plus précisément le plan initial. En ce sens, cette progression est perçue comme l'affinement du modèle et permet d'avancer jusqu'à la phase finale avec le tapis (Figure 10).

Les choix qui ont été réalisés pendant la construction du jeu questionnent finalement sur le sens que nous donnons au terme « modélisation » et sur la manière de l'enseigner. Il est mentionné par Blum et Leiss (2005) que toutes les étapes du cycle ne sont pas à travailler au même moment et qu'il est possible de ne se focaliser que sur certaines. Néanmoins, le processus de modélisation ou plus particulièrement l'évolution du modèle qui était voulu au départ, se rapproche finalement d'une proposition de plusieurs représentations (numérique et matérielle) de la pyramide et ne donne pas nécessairement du sens au sein du jeu. Les énigmes intermédiaires constituent des étapes et peuvent aussi être assimilées à de courts problèmes de modélisation. Par exemple, le grand coffre avec la notation égyptienne est fermé à l'aide d'un cadenas qui s'ouvre à l'aide d'un code à cinq chiffres. Les joueurs sont amenés à trouver les indications qui sont nécessaires pour traduire les différents symboles en chiffres, puis penser à utiliser l'addition pour enfin trouver la combinaison. Ces étapes n'ont pas toujours été évidentes pour les élèves. Notamment, la faculté à trier des informations s'est révélée complexe. En effet, les enseignantes ont proposé des affiches, des livres et d'autres « distractions » dans les salles, ce qui a mis en difficulté certains élèves qui souhaitaient utiliser tous les éléments mis à disposition.

2 Le retour des participants de la COPIRELEM

Après la phase de jeu, l'atelier s'est poursuivi sur un retour de l'expérience vécue par les participants ce qui a permis de faire apparaître plusieurs questionnements.

Nous avons discuté de ce qu'apportait la construction de la pyramide. Si elle peut permettre de mieux représenter la situation et placer spatialement les salles, la fabrication de l'édifice n'apporte pas vraiment d'éléments pour résoudre les énigmes. Il a été souligné que l'assemblage en trois dimensions n'était finalement pas un moment clé du jeu. Les participants ont mis en avant la possibilité de se concentrer uniquement sur le volume de la pyramide ou encore de proposer des photos des salles, sur lesquelles la manière dont la lumière traverse la pièce définit où nous sommes. Il a également été mentionné que la conception de la pyramide pourrait clôturer le jeu. Par exemple, chaque groupe n'aurait à disposition qu'une partie de la pyramide, ainsi la réunion de tous les groupes permettrait de la construire entièrement et d'apporter des réponses à la mission principale. La distance entre le réel et la représentation, ainsi que le lien avec la modélisation sont restés en suspens. D'autres idées en relation avec la thématique sont aussi apparues. Les participants ont proposé de partir d'un événement ou d'un fait historique. Il serait possible de demander le nombre de pierres nécessaires à la construction d'une pyramide, le nombre de personnes à engager pour la réaliser, ou la manière d'agencer les pierres en se mettant à la place d'un architecte de l'époque… Ces différentes tâches ont cependant l'inconvénient d'être chronophages suivant la manière dont elles sont présentées.

De manière générale, la gestion du jeu a aussi été mentionnée par les participants de l'atelier. Le format *escape game*, c'est-à-dire la résolution d'énigmes en un temps limité pour réussir une mission, favorise l'autonomie des participants, l'entrainement au triage de données, la capacité à comprendre ce qu'on cherche et comment l'obtenir. La possibilité de contrôler le moment où les informations sont données a aussi été mis en avant. Par exemple, il est envisageable que les joueurs ouvrent le cryptex rapidement par « chance » (alors que c'est la dernière étape) : c'est d'ailleurs ce qui s'est passé avec des élèves. Lors de l'atelier, nous avons pensé qu'il était possible que chaque énigme amène à débloquer un niveau de l'*escape game* mais cela restreint la partie jeu libre et ne garantit pas l'implication de tous les participants. Nous avons réfléchi pendant un temps sur la manière de pouvoir accorder une place à chaque joueur en attribuant des rôles mais nous n'avons pas trouvé de solution optimale. L'intérêt d'accorder un temps de débriefing pour revenir sur les différentes étapes et réfléchir à comment réinvestir cette phase de jeu lors d'autres travaux semble alors capital.

3 Quelques idées supplémentaires

Dans la dernière partie de l'atelier, les participants se sont mis dans la peau de concepteurs de jeux d'évasion et ont été amenés à proposer des idées d'énigmes et de scénarios qui pourraient convenir aux élèves de primaire pour travailler la modélisation mathématique avec un format d'*escape game*.

Les participants ont mentionné plusieurs concepts mathématiques qui peuvent être utilisés pour travailler la modélisation à l'école primaire. Le repérage dans le plan a été plusieurs fois cité. Les élèves pourraient compléter des plans à l'aide de différents outils (en trouvant un décamètre dans la salle par exemple) et s'interroger sur l'intérêt d'avoir plusieurs plans différents pour une même salle. L'utilisation du codage a aussi été mis en avant pour coder le déplacement sur quadrillage, avec le programme d'une *Bee-bot* ou l'utilisation de *Scratch*.

Un scénario quasi complet a été élaboré par l'une des équipes avec pour sujet l'astronaute Thomas Pesquet. Les participants ont imaginé de nombreux problèmes possibles sur la station spatiale internationale. Par exemple, des problèmes de communication, de nourriture, d'oxygène ou encore de carburants, en relation avec la taille de la fusée en imaginant qu'il y ait une fuite depuis deux jours et en posant la question : doit-il rentrer immédiatement ou peut-il terminer sa mission ? Il est alors possible de travailler la modélisation en résolvant des problèmes concrets qui mettent en péril la survie de l'astronaute. Une description détaillée n'a pas été donnée dans le temps limité de l'atelier.

V - CONCLUSION

Cet atelier a pu mettre en lumière certains aspects de l'*escape game*. Nous retiendrons que ce type de jeu a des avantages certains pour travailler l'autonomie des joueurs, le tri des données, la mise en relation des éléments du jeu, la capacité à se poser des questions et à trouver un moyen de répondre qui sont des compétences essentielles pour pouvoir entrer dans une tâche de modélisation.

Les jeux d'évasion ont néanmoins leurs limites et leurs inconvénients à prendre en considération. Notamment, la durée limitée est très contraignante, en particulier pour réaliser le processus entier de modélisation qui est souvent travaillé pendant un temps plus long où le modèle est discuté et ajusté alors qu'ici les réponses aux énigmes sont uniques. Le débriefing et la continuité après la phase de jeu sont d'autant plus essentiels pour, tout d'abord, avoir une vision d'ensemble de l'escape game, ce qui n'est pas toujours facile quand on est en train de jouer, mais aussi pour percevoir les mathématiques, les enjeux et ce qui peut être utile pour la suite des apprentissages. On peut s'interroger sur les raisons qui ont conduit à ne pas avoir utilisé certaines informations ou à mettre en œuvre une opération (l'addition). Une réflexion autour des outils mathématiques peut alors être menée.

Nous retiendrons aussi que le format implique qu'on ne puisse pas toujours contrôler l'arrivée des informations. Par exemple, au départ il était possible d'accéder à la cinquième salle en navigant dans la pyramide sur la tablette, permettant à certains élèves d'ouvrir le cryptex très rapidement. Le groupe concerné a continué la phase de jeu mais aurait très bien pu s'arrêter. Nous avons alors apporté quelques modifications pour que ça ne se reproduise pas (d'où le QR code qui apparait en positionnant le papier calque sur la dernière face). Nous avons aussi cherché à inciter les élèves à davantage communiquer avec l'assistant afin de mieux visualiser la position de chaque groupe. Nous avons essayé de trouver des solutions pour que la construction de la pyramide devienne un vrai moment de modélisation où le modèle évolue au fil du jeu, mais la présence de la version virtuelle a finalement réduit considérablement notre souhait de départ ainsi que l'absence de lien direct avec la résolution des énigmes.

De nombreuses questions restent en suspens mais quelques pistes pour optimiser l'*escape game* sur l'apprentissage de la modélisation ont conduit à des discussions intéressantes qui n'amènent pour l'instant pas encore de réponse claire.

VI - BIBLIOGRAPHIE

Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-Based Research. *Educational Researcher*, *41*, 16-25. https://doi.org/10.3102/0013189X11428813

Blum, W., & Leiss, D. (2007). How do Students and Teachers Deal with Mathematical Modelling Problems ? The Example "Sugarloaf". Présenté à ICTMA 12, Chichester. Chichester : Ellis Horwood.

Burgermeister, P.-F., & Dorier, J.-L. (2013). La modélisation dans l'enseignement des mathématiques en Suisse romande. Petit x, 91, 5-24.

Desgagné, S. (1998). La position du chercheur en recherche collaborative : Illustration d'une démarche de médiation entre culture universitaire et culture scolaire. *Recherches qualitatives*, (18), 77-105.

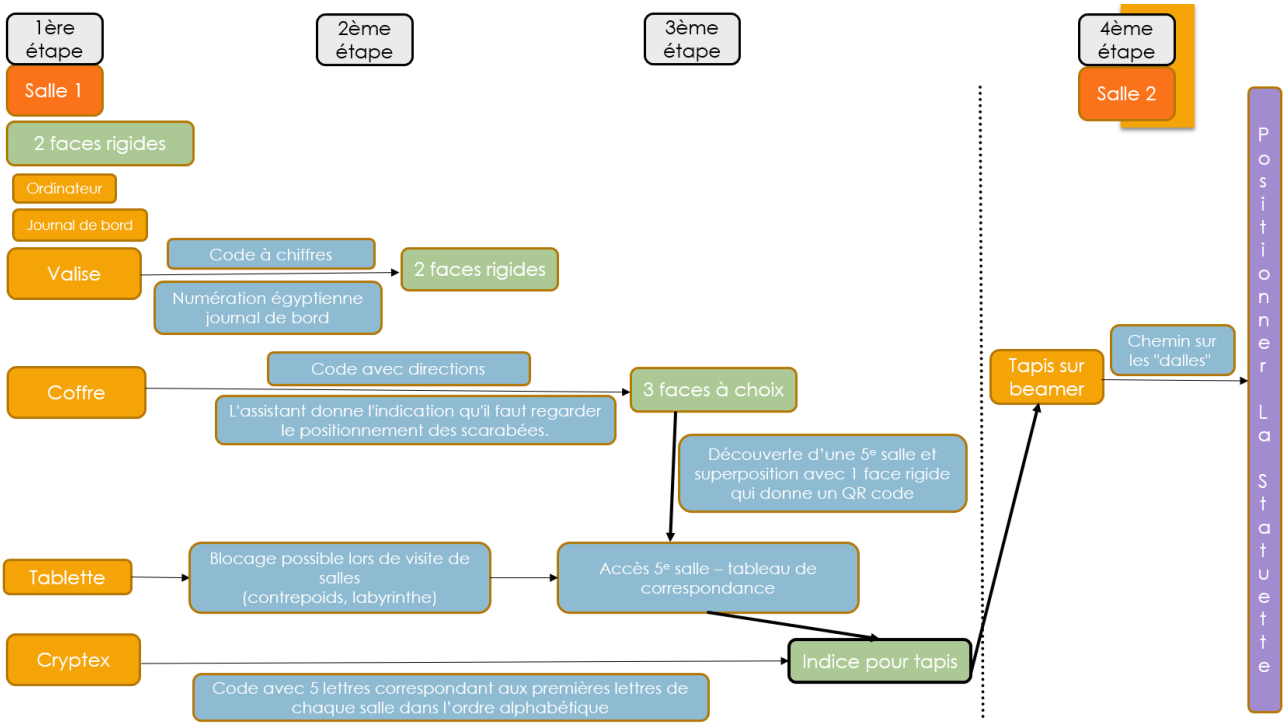
Fenaert, M., Nadam, P., & Petit, A. (2019). S'capade pédagogique avec les jeux d'évasion - Apprendre grâce aux escape games (Ellipses).

Guigon, G., Humeau, J., & Vermeulen, M. (2018). A Model to Design Learning Escape Games : SEGAM: *Proceedings of the 10th International Conference on Computer Supported Education*, 191-197. Funchal, Madeira, Portugal: SCITEPRESS - Science and Technology Publications. https://doi.org/10.5220/0006665501910197

Israel, G. (1996). *La Mathématisation du réel.* Seuil.

Joffredo-Le Brun, S., Morellato, M., Sensevy, G., & Quilio, S. (2018). Cooperative engineering as a joint action. European *Educational Research Journal*, *17*(1), 187-208. https://doi.org/10.1177/1474904117690006

Nicholson, S. (2015). *Peeking behind the locked door : A survey of escape room facilities*. Consulté à l'adresse http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf

Objectif d'apprentissage	MSN 15 : Représenter des phénomènes naturels, techniques ou des situations mathématiques	MSN 25 : Représenter des phénomènes naturels, techniques, sociaux ou des situations mathématiques	MSN 35 : Modéliser des phénomène naturels, technique, sociaux ou des situations mathématiques
Composantes	A …en imaginant et en utilisant divers outils de représentation B …en menant des observation répétées C …en se référant à diverses sources D …en triant et organisant des données E …en confrontant et en communiquant ses observations, ses résultats, ses constats, ses interprétations F …en mobilisant, selon la situation, la mesure et/ou des outils mathématiques G …en se posant des questions et en exprimant ses conceptions	A …en imaginant et en utilisant des représentations **visuelles (codes, schémas, graphiques, tableaux…)** B …**en identifiant des invariants d'une situation** C …en triant et organisant des données D …en communiquant ses résultats et ses interprétations E …en explorant des situations aléatoires et en se confrontant au concept de probable F …en se posant des questions et en **définissant un cadre d'étude** G …**en mobilisant, selon la situation, la mesure et/ou des outils mathématiques**	A …en **mobilisant** des représentations **graphiques** (codes, schémas, tableaux, graphiques…) B …**en associant aux grandeurs observables des paramètres** C …en triant et organisant **et interprétant** des données D …en communiquant ses résultats et **en présentant des modélisations** E …en **traitant** des situations aléatoires **à l'aide de notions de probabilités** F …**en dégageant une problématique et/ou en formulant des hypothèses** G …**en recourant à des modèles existants** H …en mobilisant, selon la situation, la mesure et/ou des outils mathématiques (**fonctions, statistiques, algèbre, …)**
Remarques		(C disparait ; D plus court ; le G devient le F avec le cadre d'étude en plus)	(G devient H)

VIII - ANNEXE 3 : STRUCTURE ESCAPE GAME