

Escape the Classroom : retour sur la création et utilisation d'escape game en TD pour les transmissions optiques

Claire GOURSAUD

claire.goursaud@insa-lyon.fr

Département TC, INSA de Lyon, 6 avenue des Arts, 69 621 Villeurbanne Cedex

RESUME : Dans ce papier, une approche d'apprentissage ludo-pédagogique pour les transmissions optiques est présentée. Cela prend la forme d'un TD basé sur les escape game, à destination des élèves ingénieurs en 3^{ème} année (L3) du département TC de l'INSA de Lyon. Les étapes de développement et de réflexion génériques sont développées, ainsi que sa réalisation et son analyse, afin d'alimenter les réflexions d'autres enseignants qui souhaiteraient employer la même approche dans d'autres contextes.

Mots clés : Escape Game, ludification, fibres optiques.

1 INTRODUCTION

Dans le département Télécommunications (TC) de l'INSA de Lyon, nous formons des élèves ingénieurs sur des compétences très larges, allant de la couche physique des transmissions, jusqu'à la programmation pour la collecte et le traitement des données en passant par les problématiques réseau et de sécurité des données, répartis dans 3 domaines techniques [1].

Dans ce département, j'interviens dans le domaine SysCom dédié à la transmission de l'information, et au traitement du signal et de l'image. En particulier, je suis responsable du module qui traite des canaux de transmission sans fils et optiques. Cette matière (comme les autres matières du domaine SysCom) nécessite des calculs mathématiques plus avancés que dans les autres domaines. Ainsi, pour certains étudiants, généralement parmi ceux qui ont choisi cette formation car initialement intéressés par un autre domaine, considèrent ce module comme hors de leur portée et s'y investissent peu ou à minima.

Dans ce contexte, et dans la démarche d'exploitation des « jeux sérieux » [2], j'avais déjà mis en place depuis 2015 (qui a évolué depuis sa première version), un jeu de plateau, basé sur des lancers de dés, des déplacements sur le plateau, des tirages de cartes ; où l'objectif est d'obtenir un meilleur bilan de liaison que les autres équipes. Ce jeu a remporté un franc succès auprès des étudiants qui demandent régulièrement à continuer à jouer même après la fin du TD. Ainsi, lors de la création de supports pédagogiques pour traiter la propagation sur fibre optique, il a semblé intéressant de créer le premier escape game TC afin de faire oublier aux étudiants leurs freins psychologiques grâce à un escape game. Ce type d'approche a déjà été exploité dans d'autres contextes, mais sur des thématiques axées sur le numérique, comme la sécurité [3], l'optimisation combinatoire [4], et non sur des principes physiques.

Le reste de ce papier va donc présenter les concepts des escape game, leur mise en œuvre pour le cas spécifique du cours sur la fibre optique, ainsi qu'une présentation et réflexion autour des retours obtenus auprès des étudiants.

2 CONTEXTE

2.1 Principe d'un escape game

Un escape game est un jeu d'équipe où les participants doivent résoudre des énigmes de façon collaborative dans un temps limité. Historiquement, les premiers escape game (le premier est apparu au Japon en 2007) se déroulaient dans une ou plusieurs salles closes, dont les participants devaient s'échapper avant la fin du temps imparti. D'où la notion d'« escape » dans le nom. Cependant, suite au fort succès rencontré dans ces salles, mais aussi à cause de leur coût élevé (une 100aine d'euros pour une session de 1h), des escapes games « de salon » sont apparus (Unlock !, Exit, Deckscape, Escape the Room, ...). Ces derniers sont moins immersifs car ils peuvent se jouer dans n'importe quelle pièce, indépendamment de sa décoration, et mettent en jeu moins de matériel physique pour la résolution des énigmes. A l'inverse, ils sont plus faciles à mettre en place, en particulier pour des salles de TD partagées avec un fort taux d'utilisation. Mon choix s'est donc porté sur la conception d'un escape game basé sur des cartes comme les escape game de salon.

2.2 Conception de l'escape game

2.2.1 Aspect pédagogique

Dans un premier temps, il a fallu identifier, (comme pour un TD classique), les concepts/notions à traiter dans l'escape game. Cependant, ceux qui ont été sélectionnés ont été répartis selon deux catégories afin de mieux identifier le type d'énigmes à leur associer :

- Concepts
 - o Chaîne de communication optique avec les éléments spécifiques
 - o Raccordement de fibres
 - o Epissurage
- Application numérique
 - o Bilan de liaison
 - o Ouverture numérique
 - o Dispersion chromatique
 - o Répéteur

En effet, la mécanique des escape game de salon, (dont est inspiré ce TD) étant principalement basée une progression basée sur des valeurs numériques, la deuxième catégorie est plus facile à mettre en œuvre. En effet, le code peut être le résultat d'un calcul d'un paramètre ou d'un critère. Ainsi, pour ces énigmes les étudiants doivent rentrer le résultat (parfois avec son unité !) pour avancer. Par contre, la consigne du type de calcul à effectuer et de ce qu'il faut évaluer, n'est pas donnée. La première partie de la résolution consiste ainsi à identifier ce qu'ils peuvent évaluer avant d'en faire l'application numérique. Ainsi, le calcul du bilan de liaison est mobilisé plusieurs fois, mais à chaque fois dans un contexte différent et pour des objectifs différents.

A l'inverse, pour la première catégorie, la mise en œuvre est moins directe. L'approche utilisée dans ce TD est la combinaison/ordonnancement de cartes. Dans ce cas, le concept est effectivement mobilisé pour sélectionner les bonnes cartes et les ordonner. Cependant, pour valider la solution, il faut une étape supplémentaire de construction du code à rentrer. Cette dernière étape ne doit pas être longue, par exemple, on peut soit ajouter les numéros des cartes concernées dans le cas d'une sélection, ou juxtaposer les chiffres dans le cas d'un ordonnancement. Cela permet ainsi de ne pas restreindre le jeu aux seules applications numériques.

Cependant, il a fallu instancier les concepts sous la forme d'une énigme qui permettait de combiner et/ou ordonner des cartes. A l'inverse certains concepts (comme la réflexion sur les ordres de grandeurs des grandeurs observées, ou des preuves mathématiques) ont été jugés trop difficiles à mettre en œuvre sans sacrifier à la pédagogie. Ces concepts ont donc été traités dans un autre TD dans un format plus classique.

2.2.2 Aspect mécanique de jeu

Une fois le contenu défini, il a fallu créer et organiser les énigmes entre elles. Afin de rendre le déploiement plus facile, les énigmes étaient matérialisées par des cartes. Pour chaque énigme, il faut utiliser les informations de plusieurs cartes afin de trouver la solution (certaines cartes sont utilisées dans plusieurs énigmes).

Pour la mécanique de progression dans le jeu, le TD est inspiré des approches différentes choisies par les 2 principaux éditeurs de jeu de salon. En effet, dans la série Unlock !, dans certains cas, une « machine » accessible sur l'application permet de résoudre des énigmes, et fournit la carte à consulter lorsque cette dernière est réussie. Dans d'autres, on ajoute les numéros de cartes associées, pour identifier la carte à récupérer. Si la carte est disponible dans le tas des cartes restantes, il est probable que l'énigme ait été correctement résolue. Cependant, le principal défaut de cette série est, pour moi, le risque de retourner une carte par erreur de façon prématurée car obtenue par une combinaison non valable. Ce cas est rarement identifiable sur le moment et perturbe le déroulé du jeu. A l'inverse, dans la série Exit, une roue de décodage est utilisée. Le code

choisi est rentré sur la roue ce qui permet d'identifier une carte. Cette dernière réoriente ensuite vers une dernière carte en fonction de l'énigme traitée. Cette double vérification ne permet pas d'arriver par erreur à une solution et donc sécurise le déroulement des énigmes. De plus, la roue ayant 3 niveaux pour la saisie du code (plus un pour l'identification de l'énigme), les valeurs numériques peuvent aller jusqu'à 999 (ou 99 si une unité est nécessaire). Cela permet d'avoir une plus grande dynamique permettant de coder des valeurs plus de réalistes quelle que soit la grandeur choisie.

Ainsi, dans le TD, la validation de la solution se fait via une roue adaptée (en haut à droite de la fig 1). Cependant, le principe consistant à sélectionner et combiner des cartes de la gamme Unlock ! a été conservé de façon détournée. En effet, cela permet de mener une réflexion sur le système optique global, les objectifs partiels à atteindre, et de trouver une solution avec les éléments à disposition, ce qui est une compétence nécessaire pour un ingénieur. Ainsi, pour forcer à cette réflexion, les énigmes étaient imbriquées dans leur déroulement. Les cartes à disposition n'étaient pas toutes nécessaires à la résolution de l'énigme en cours, et certaines énigmes pouvaient être résolues en parallèle. Ainsi, les étudiants ne pouvaient pas exploiter aveuglément l'ordre d'arrivée des cartes. Un exemple de la représentation simplifiée d'imbrication des énigmes est présenté sur la fig 2. Chaque résolution d'énigme devant être saisie sur la roue est matérialisée par le symbole associé. Les flèches qui en découlent indiquent les éléments à donner (si non encore obtenus) pour pouvoir résoudre les énigmes suivantes. On peut ainsi observer les interdépendances minimales entre les énigmes. Cependant, certaines cartes sont données plus en avance. Elles ne deviennent exploitables qu'une fois que toutes les cartes nécessaires sont réunies.

D'autre part, la première énigme (mot de passe démarrage) n'en n'est pas une. Le code à saisir sur la roue est donné. Elle a pour seul objectif de s'assurer que le mécanisme de la roue est bien compris.

Enfin, on peut aussi noter l'apparition progressive d'un code final à saisir sur le cadenas (physiquement présent dans la mise en scène pour mieux marquer la fin du jeu).



fig 1. Matériel à disposition des étudiants

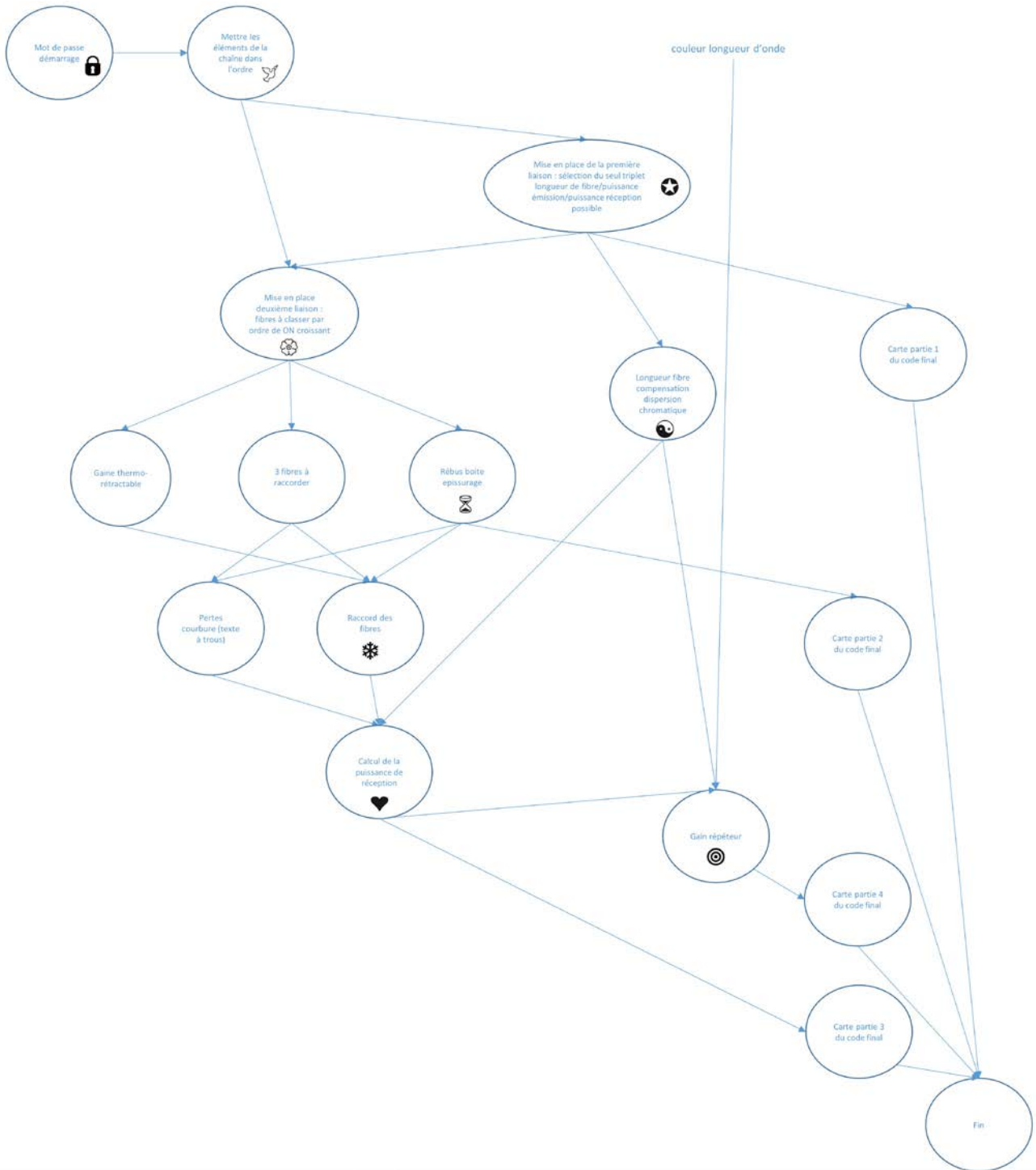


fig 2. Organigramme de l'imbrication des différentes énigmes

2.2.3 Scénarisation des énigmes

La dernière étape de construction du jeu concerne l'enchaînement logique des énigmes afin de leur donner un sens. Cela est fait grâce au scénario suivant :

« Le département TC a été victime de personnes malveillantes alors que nous étions en cours. Ces personnes ont saboté le réseau optique permettant de piloter les accès. Votre mission est de remettre en état le réseau pour pouvoir saisir le code de sortie et vous échapper ».

Les énigmes sont ensuite présentées successivement (ou en parallèles pour certaines) de la même façon qu'un ingénieur aurait à dimensionner les éléments de son réseau optique. De plus, afin d'avoir des énigmes de difficulté croissante, il a été inséré dans la narration un premier réseau simple à mettre en place avant de s'intéresser au réseau pilotant le boîtier (théorique) de sortie. L'objectif est de faire rentrer les étudiants dans le jeu et le concept progressivement, avant de les challenger sur la fin de la séance.

En résumé, la première chaîne de communication est représentée par des images des différents éléments qu'il faut ordonner, puis pour lesquels, il faut trouver le seul triplet de valeurs cohérent. Pour la deuxième chaîne, les fibres doivent être classées selon leur ouverture numérique pour limiter les pertes de jonction, puis raccordées, et les défauts (dispersion, puissance trop faible) sont compensés.

2.2.4 Calibration/rodage

Une fois le principe du jeu créé, une version bêta a été imprimée et soumise à des tests grandeurs nature. Pour cela, des collègues du laboratoire et du département se sont portés volontaires. Avant la séance, les éléments principaux du cours étaient expliqués, et le polycopié était laissé à leur disposition pendant la séance. A chaque phase de test, l'équipe était composée de 4 profils différents :

- un enseignant et/ou chercheur du domaine, assimilable à un étudiant qui a compris le cours
- un enseignant et/ou chercheur d'un autre domaine, assimilable à un étudiant qui ne connaît pas le cours
- un non-scientifique (assistante administrative), assimilable à une personne « grand public »
- un passionné de jeu.

Les 3 premières catégories avaient pour objectif de valider le niveau de difficulté du jeu. Cela a permis de vérifier que les attendus étaient réalisables, mais non possibles sans mobilisation des concepts vus en cours et d'une démarche ingénieur. La quatrième catégorie était aussi importante pour vérifier que le jeu ne pouvait pas être mené à bout seulement en exploitant des réflexes obtenus par une longue pratique ludique.

Les observations de ces séances de tests ont permis de conclure que le niveau était adapté, et que les énigmes étaient suffisamment diversifiées dans leur approche pour que tout le monde participe en fonction de ses mécanismes de pensée. La collaboration est donc bien nécessaire pour réussir le jeu.

Les tests ont aussi permis de valider le bon dosage en durée (1h30) et de corriger progressivement des bugs oubliés.

Enfin, une fois une première version stable obtenue, le jeu a été produit en plusieurs versions. L'objectif était que chaque groupe ait des valeurs numériques et des cartes différentes afin de ne pas être « spoilé » par l'avancée des autres groupes dans la salle. Pour cela, j'ai mis en place un outil d'aide à la génération des cartes en fonction des interdépendances. En effet, chaque carte doit être appelée par une autre pour pouvoir la prendre, mais aussi défaussée par une autre (pour éliminer progressivement des cartes et éviter de se perdre avec des cartes qui ne sont plus utiles). Il faut donc que les numéros de la carte et des cartes liées soient les mêmes. Lors de la modification de ces numéros pour créer une nouvelle version, le risque est donc grand d'oublier un item lors de la mise à jour manuelle.

L'automatisation a ainsi permis de ne pas créer des erreurs. De plus, les contraintes mécaniques du dispositif « roue » ne permettait pas toutes les combinaisons de codes. Il a donc fallu trouver celles qui fonctionnaient. Ainsi, 5 versions ont été créées, différenciées grâce à un code couleur, permettant la répartition des étudiants dans 5 équipes sur une session.

3 DEROULEMENT DU JEU

Avant le démarrage du jeu, la salle doit être installée : 3 tables par équipe sont rassemblées afin de créer un espace commun suffisamment grand pour disposer les cartes à observer, mais suffisamment petit pour que tout le monde puisse les voir en même temps. De plus, un chronomètre était projeté sur le tableau afin de marquer le temps restant et matérialiser le sentiment d'urgence intrinsèque aux escape game. Enfin, un cadenas à 4 chiffres était installé sur la porte.

A l'arrivée des étudiants, ils étaient retenus dans le couloir pour former les équipes en amont. Un sondage a été fait pour identifier les connaisseurs d'escape game. Ces derniers étaient répartis dans les équipes pour aider à la compréhension de l'état d'esprit nécessaire. De plus, une énigme étant basée sur un jeu de mots français (un rébus), les étudiants non nativement francophones ont aussi été répartis dans les équipes.

Une fois le concept rapidement exposé, les étudiants ont dû lire la règle du jeu avec les consignes, et démarquer les énigmes.

Même si ce type d'activité est censé se dérouler en autonomie, l'encadrant a un rôle important à jouer lors du jeu. En effet, il doit surveiller l'avancement des différents groupes, et donner des indices en cas de blocage trop long, afin de relancer le groupe. La gestion des indices est une étape délicate car l'indice doit apporter de l'information pour débloquer, mais sans donner la solution. Chaque groupe ayant une façon de raisonner et une dynamique différente, le bon dosage de l'indice doit être adapté à chaque cas, nécessitant une bonne connaissance des raisonnements de chaque groupe, et donc suivi rapproché.

Enfin, une fois le cadenas déverrouillé, une petite phase de débriefing était faite par équipe pour éclaircir les zones d'ombre, de doutes, ou d'interprétation contraire des étudiants.



fig 3. Etudiants lors d'une séance

4 RETOURS ET REFLEXIONS

Ce jeu a été testé pour la première fois en octobre 2019, et joué dans 4 groupes de TD, chacun réparti en 5 équipes de 4-5 étudiants. Nous avons donc pu observer au total la dynamique d'apprentissage ludique sur 20 équipes étudiantes.

Le premier constat est celui de la motivation pour la séance et de l'engagement des étudiants dans les énigmes. En effet, tous les étudiants (sauf 1 sur l'ensemble de la promotion) ont participé activement à la résolution des énigmes, se traduisant souvent par un engagement physique comme une station debout autour de la table, comme par exemple sur la fig 3, des discussions animées autour de la table, ou une forme de challenge entre les équipes (même si il n'y a pas de compétition directe et voulue entre les équipes). A l'inverse, le format permet une émulation au sein du groupe. Les étudiants échangent, dialoguent, débattent, et expliquent ce qu'ils ont compris pour partager la connaissance et faire avancer la résolution.

D'autre part, le fait de devoir identifier le problème à résoudre au préalable a non seulement permis d'aborder une démarche ingénieur, mais aussi conduit à aborder beaucoup de notions du cours. En effet, les étudiants ont souvent testé d'autres approches que celles attendues et ont finalement appliqué plus de concepts que ceux strictement nécessaires lors du jeu. Cependant, comme ces notions ne sont pas obligatoires, elles ne sont pas systématiquement abordées par les étudiants. Malgré tout, l'expérience a montré que, (peut-être à cause du côté énigmatique de l'escape game), les étudiants avaient tendance à tester en priorité les notions qu'ils ne maîtrisaient pas, et donc à travailler sur leurs faiblesses.

Une crainte lors de la création du TD était sa non-reproductibilité d'une année sur l'autre, ou d'un groupe à l'autre à cause de fuite des solutions qui casserait la dynamique de réflexion souhaitée. Afin de tenter de prévenir cela, les étudiants ont eu le choix en début de TD de rester dans la salle faire le TD en s'engageant à ne pas en parler avec ceux qui auraient à le faire ultérieurement ou à quitter la salle. Au final, tous les étudiants sont restés, et il n'y a pas eu d'avancée suspecte sur les groupes suivants. Les étudiants ont donc bien respecté la confidentialité nécessaire au déroulement de ce type d'activité.

D'un point de vue pédagogique, les étudiants semblent avoir retenu les concepts visés. En particulier, lors d'une énigme, ils devaient retrouver le mot « épissurage » à l'aide d'un rébus. L'approche ludique leur a permis de retenir ce terme très spécifique. Ils continuent même de m'en parler 3 mois après ! D'un point de vue plus global, dans la dernière séance de la matière, un peu de temps est réservé pour répondre aux questions des étudiants sur tout le module. Lors de cette session, la proportion des questions posées sur les concepts abordés via l'escape game était la même que pour le reste, et témoignaient d'une compréhension plus globale du sujet. De même l'examen a montré une bonne

acquisition des attendus. L'objectif pédagogique est donc atteint.

Enfin, un sondage (anonyme) a été mené pour avoir le ressenti des étudiants sur le TD. Une note était demandée ainsi qu'un commentaire. Le jeu a obtenu une note de 4.5/5, et les commentaires étaient positifs. Les quelques critiques concernaient des points de détails du jeu, ou la gestion des indices (les étudiants ont par exemple, envie de plus maîtriser le rythme d'arrivée des indices et ne pas dépendre de l'enseignant). Voici un des retours sélectionné car il résume le reste des propos :

« *Le principe du jeu (avec les cartes, la roue et les numéros des cartes à piocher) fonctionne globalement très bien. Au niveau des énigmes, j'ai trouvé que celles qui nécessitent d'utiliser des formules du cours sont intéressantes car, tout en ne demandant que des calculs très simples, elles permettent de s'approprier les formules les plus importantes du cours. (Je trouve personnellement qu'une des choses les plus difficiles dans les matières comme CAT est d'arriver à distinguer les concepts et formules les plus importants du cours et de visualiser concrètement leur signification. L'escape game est une très bonne manière de faire cela.)* »

5 CONCLUSION

Lors de ce TD « escape game », les étudiants ont dû mobiliser les connaissances et compétences abordées en cours et TD pour résoudre des énigmes. Le montage de cette activité a été très chronophage car la préparation d'énigmes, le réglage de leur difficulté, leur séquençage, et la vérification des interdépendances est bien plus complexe que la rédaction d'un sujet classique. Cependant, les retours des étudiants ont été très positifs, tant en séance par leur engagement dans le jeu, que par les réponses du sondage. La communication au sein du groupe est aussi très riche, amplifiée par leur objectif commun. Ce type d'activité est donc un élément intéressant dans une formation. Cependant, je pense que les avantages identifiés ne sont présents que si le jeu reste marginal dans la formation, pour adresser des connaissances/compétences particulières.

Bibliographie

- [1] <https://telecom.insa-lyon.fr/>
- [2] Sanchez, Eric, Muriel Ney, and Jean-Marc Labat. "Jeux sérieux et pédagogie universitaire: de la conception à l'évaluation des apprentissages." *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire/ International Journal of Technologies in Higher Education* 8.1-2 (2011): 48-57.
- [3] Bruguier, Florent, et al. "AMUSE: un escape game pour l'enseignement de la sécurité numérique." Journées Pédagogiques du CNFM, Nov2018, Saint Malo, France..
- [4] Guigon, Gaëlle, Jérémie Humeau, and Mathieu Vermeulen. "Escape Classroom: un escape game pour l'enseignement." 9ème Colloque Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur (QPES 2017), Jun 2017, Grenoble, France..