
Domego, un jeu sérieux pour l'apprentissage de la gestion d'une opération de construction

Sfiligoï Taillandier Franck¹, Micolier Alice¹, Chaplain Myriam¹

¹ Univ. Bordeaux, I2M, CNRS UMR 5295, F-33405 Talence, France

RÉSUMÉ. L'enseignement universitaire est mis au défi des nouvelles préoccupations et des particularités des étudiants de la génération Z (post 2000). Il doit s'adapter et trouver de nouvelles façons de s'appliquer pour que la transmission soit optimale. Pour faire face à cet enjeu, nous avons développé Domego, un jeu sérieux destiné à l'enseignement des projets de construction dans les parcours Génie Civil. Ce jeu de plateau à destination des étudiants vise à faire comprendre et apprendre les différents acteurs, les différentes phases et les enjeux liés aux opérations de construction. Pour cela, il place chaque joueur dans le rôle d'un acteur d'une opération de construction devant mener à bien le projet et devant répondre à ses propres objectifs. Domego s'insère dans une séquence pédagogique accompagnant un cours magistral. Il a été utilisé avec succès dans le cadre d'un cours d'introduction au Génie Civil à destination d'étudiants de licence en Sciences de l'Ingénieur. Cet article présente le fonctionnement du jeu ainsi que l'expérimentation qui a été menée.

ABSTRACT. University education is challenged by the new preoccupations and distinctive characteristics of Z generation students (post 2000). It must be adapted and find new ways of better transmitting knowledge. To face this challenge, we have developed Domego, a serious game for teaching construction projects in the context of civil engineering studies. This board game, intended to students, aims at helping them to understand and learn the different actors, phases and issues involved in construction operations. To achieve this, each player gets the role of an actor in a construction operation that must carry out the project and meet his own objectives. Domego is part of an educational sequence accompanying a lecture. It has been successfully used in an introductory course in Civil Engineering for undergraduate students in Engineering Science. This article presents the functioning of the game as well as the experimentation that has been carried out.

MOTS-CLÉS : jeu sérieux, projet de construction, enseignement innovant, enseignement du Génie Civil.

KEY WORDS: serious game, construction project, innovative teaching, civil engineering teaching.

1. Introduction

L'enseignement supérieur se voit confronté à l'arrivée d'étudiants ayant des aspirations, des préoccupations et un rapport à la technologie et à l'enseignement différents. La génération Z (naissance après l'an 2000 [OZK 15]), tout comme la génération Y (naissance entre 1980 et 1999 [LIS 16]) à laquelle elle succède, ont connu internet et les smartphones depuis leur jeune âge induisant tout à la fois des effets positifs (collaboration, communication...) et négatifs (difficulté à se concentrer, difficulté à apprendre par cœur...) [ISS 16]. Les cours magistraux ont de plus de plus de mal à rencontrer un écho suffisant auprès de cette nouvelle génération d'étudiants [BAK 07]. Une des réponses à ce problème est la ludification (gamification), qui consiste à utiliser des mécanismes du jeu dans le cadre d'une activité (ici l'enseignement) afin de rendre celle-ci plus attractive [HAM 14], une approche à laquelle se rattache le recours à des jeux sérieux (serious game). Un jeu sérieux est un jeu utilisé à d'autres fins que celle du seul divertissement (apprentissage, entraînement...) [MIC 06]. La littérature atteste de plusieurs avantages des jeux sérieux en termes de motivation, d'engagement, de représentation et compréhension des connaissances, de leur mise en application et de leur apprentissage durable [SAU 07 ; CRO 16].

Les jeux sérieux ont déjà été utilisés avec succès pour l'enseignement de la gestion des risques naturels [ADA 16], de l'informatique [OLI 13], de la sécurité incendie [RUP 11], etc. Mais il y a encore peu d'application, à l'heure actuelle, au domaine du Génie Civil. Pour combler ce manque, nous avons conçu Domego (« Bâtiment » en espéranto), un jeu sérieux visant à faire comprendre et apprendre aux étudiants, les acteurs, les étapes et les enjeux d'une opération de construction. Domego est un jeu de plateau pour 2 à 6 joueurs dans lequel chaque joueur prend le rôle d'un acteur d'une opération de construction. L'objectif des joueurs est double : collectivement, ils doivent faire en sorte que le projet se déroule au mieux et individuellement, ils doivent assurer la pérennité de leur activité en répondant à différents objectifs (faire des bénéfices, assurer leur renommée...). L'enjeu est de placer l'étudiant dans une position active d'acquisition du savoir et d'utiliser la motivation induite par le côté ludique du jeu sérieux pour leur faire acquérir en profondeur des connaissances.

2. Présentation de Domego

Domego est un jeu de gestion de ressources, asymétrique, avec un double niveau d'objectif (local et global). Ce double niveau d'objectif permet de faire comprendre aux joueurs l'intérêt de la communication et de la mise en place d'une confiance partagée entre les différents acteurs. Le jeu se décompose en activités (depuis la phase de faisabilité jusqu'à la livraison du bâtiment) et propose différents rôles que peuvent endosser les joueurs. Le matériel se compose de : (a) 12 fiches *Activité*, (b) 6 cartes *Acteur*, (c) 80 cartes *Risque*, (d) 10 cartes *Contrat type*, (e) des cubes de 6 couleurs différentes, représentant les *Ressources* de chaque acteur (chaque acteur étant associé à une couleur spécifique ; bleu pour le maître d'ouvrage, jaune pour le bureau d'étude...), (f) des jetons *Faillite*, (g) des jetons *Négociation échouée*, (h) un sablier de 3 min, et (i) des jetons *kopec* (noté *k*) (monnaie du jeu).

Les cartes *Acteur* sont recto-verso. Sur le recto, sont décrits l'acteur et son rôle dans le projet. Au verso sont données les informations liées au jeu (e.g. objectifs, argent de départ). A chaque *Acteur* est associé une couleur lui permettant de repérer rapidement ses ressources et les actions qu'il devra faire. Les fiches *Activité*, dont la Fig. 1 propose un exemple, composent le cœur de la mécanique de jeu. Elles sont numérotées de 1 à 12 et suivent le déroulement de l'opération de construction, depuis l'étude de faisabilité jusqu'à la livraison du bâtiment. Chaque tour de jeu prend la forme d'une fiche *Activité*. En plus de contenir une description de l'activité, celle-ci précise les acteurs concernés via un code couleur (e.g. le rouge désigne l'entreprise de gros-œuvre et le violet, celle de corps d'état secondaire), les ressources nécessaires à sa réalisation, la durée de l'activité et le nombre potentiel de risques associés. Les ressources demandées peuvent appartenir à trois catégories : les ressources de Base (B), de gestion des Risques (R) et de gestion des Délais (D). Les ressources (B) sont celles requises au minimum afin que l'activité puisse être réalisée. Les ressources (R) permettent de diminuer le nombre de cartes *Risque* à tirer tandis que les ressources (D) permettent de diminuer la durée de l'activité. Ces ressources supplémentaires vont avoir un impact positif pour tous, mais représentent un coût que doit supporter le(s) acteur(s) en question.

Risque 1 | Risque 2 | Risque 3 | Risque 4

8 PREPARATION DE CHANTIER

Les entreprises doivent préparer le chantier en anticipant tout ce qui sera nécessaire à sa réalisation. Il s'agit de prévoir et d'organiser les différentes interventions, d'établir le planning prévisionnel d'exécution des tâches, les installations de chantier et de prévoir les ressources nécessaires à son déroulement.

20j

Action(s) spéciale(s)

1k → [Violet] 1k → [Rouge]

B	R	D
2	2 5 -1R -2R	2 3 4 -1j -2j -5j
B	R	D
2	2 5 -1R -2R	2 3 6 -1j -3j -8j

Fig. 1 : exemple de fiche *Activité*

Tous les tours se déroulent selon le même ordre : (1) s'il y en a, on effectue les actions spéciales, (2) les acteurs concernés affectent des ressources sur l'*Activité*, (3) on tire un nombre de cartes *Risques* équivalent au nombre donné par l'*Activité* (e.g. 4 sur la carte de la Fig. 1) auquel on retranche les risques gérés par les joueurs via les ressources sur (R) (leur effet est immédiatement appliqué), (4) on fait le bilan de l'activité.

Il y a deux actions spéciales par acteur pour toute la durée de la partie : la négociation/contractualisation et la prévision de ressource. La première consiste à un échange de kopecs entre deux acteurs. Par exemple, le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre vont devoir se mettre d'accord sur le budget accordé au second pour réaliser l'ouvrage. Cette phase est chronométrée. Si au bout du temps imparti aucun accord n'a été trouvé, le montant du contrat est tiré au hasard parmi les cartes *Contrat Type* correspondantes et les joueurs concernés perdent des points de victoire. La prévision de ressources consiste, pour l'acteur concerné, à prévoir les ressources dont il aura besoin pour réaliser ses missions dans le projet. Il peut à ce moment acheter des ressources à bas prix (1 ressource = 1 k). Le joueur pourra acheter de nouvelles ressources à n'importe quel moment du jeu, mais à un prix plus élevé (1 ressource = 2 k). Cependant, le joueur ne pourra jamais se faire rembourser des ressources en excédant.

Les cartes risques représentent des aléas impactant le déroulement du projet. Ils sont en majorité négatifs (e.g. accident), mais certains sont neutres (e.g. panne de la machine à café) et certains, plus rares, positifs (e.g. météo très avantageuse). Sur chaque carte risque sont indiquées les conséquences pour le projet et/ou les acteurs concernés (e.g. le *Risque* « Pluie abondantes » entraîne 5 jours de retard sur la phase de terrassement).

Le bilan consiste à définir ce qu'il est advenu lors de l'activité. Cela consiste à remettre à jour le planning et la qualité du projet ; celle-ci augmente en fonction du nombre de risques gérés par les joueurs. Si l'activité qui vient d'être réalisée est la dernière, on peut alors faire suivre ce bilan par le décompte final des points. Pour cela, on évalue le coût, la durée et la qualité du projet, puis chaque joueur calcule ses points de victoire en fonction de ses objectifs. Pour rappel, les objectifs sont différents selon le rôle joué.

3. Utiliser Domego dans l'enseignement

Domego vise à faire apprendre plusieurs notions aux étudiants : (a) les phases et les acteurs d'une opération de construction, (b) les enjeux associés à chaque acteur, (c) la conciliation entre intérêt personnel et collectif, (d) l'importance de la gestion des risques, (e) la communication et la concertation entre les acteurs, (f) l'anticipation et de la préparation et enfin (g) la propagation des défaillances d'une phase à l'autre.

Domego peut s'insérer dans une séquence pédagogique afin de rendre son utilisation d'autant plus efficace. La séquence est prévue pour un groupe de 5 à 24 étudiants. Le jeu est conçu pour 2 à 6 joueurs, ainsi, à 24 joueurs, il faudra organiser 4 parties (successive ou en parallèle). Il est conseillé d'avoir un référent (enseignant ou assistant) par partie. Son rôle sera d'assurer la bonne compréhension des règles, de gérer les bilans en fin d'activité, de veiller à ce que les étudiants lisent bien les cartes activités et d'expliquer les risques. Il doit aussi introduire durant le jeu des éléments de connaissances lorsque l'occasion se présente.

La séquence est décomposée en quatre phases : (a) explication du contexte et des règles, (b) assignation et lecture des rôles, (c) partie de jeu, (d) débriefing. La phase (a) qui dure environ 10 minutes consiste à expliquer les règles globalement ; le référent pourra rappeler les règles durant la partie ou réexpliquer des éléments qui n'auraient pas été compris. La phase (b) consiste à choisir le rôle de chaque joueur ; cela peut se faire par tirage au sort. Si le nombre de joueurs est inférieur à 6, le référent peut prendre le rôle vacant et/ou un joueur peut avoir plusieurs rôles (par exemple le Bureau d'étude et le Bureau de contrôle). La phase (c) est le jeu lui-même. La durée d'une partie se situe entre 30 et 50 min. La phase (d), le débriefing, constitue un point central de l'apprentissage par un jeu sérieux [CRO 10]. Il consiste à demander aux étudiants de raconter leur partie, la façon dont ils pensent qu'il aurait fallu qu'ils jouent pour maximiser leur score et enfin ce qu'ils ont compris des enseignements du jeu. L'enseignant profite de ces discussions pour exposer les concepts à apprendre (e.g. importance de la concertation) et les remettre en perspective par rapport aux expériences de jeu des étudiants. Le débriefing est prévu pour durer 30 minutes environ. La séquence pédagogique est ainsi calibrée pour un créneau de 1h30, en supposant que l'installation du jeu a été réalisée préalablement avant l'arrivée des étudiants.

Pour être efficace, la séquence pédagogique doit être combinée à un enseignement plus classique avec des supports de type polycopié/projection vidéo. En effet, les cours classiques permettent d'aller plus loin dans la quantité de connaissances délivrées alors que le jeu sérieux permet d'accroître la motivation et la compréhension des mécanismes profonds [WOU 09]. Les deux formes d'enseignement sont ainsi très complémentaires.

4. Expérimentation

Domego a été utilisé dans le cadre du cours de sensibilisation au Génie civil destiné aux étudiants de Licence 2 Science de l'Ingénieur. 18 étudiants ont pu suivre la séquence pédagogique exposée précédemment. Quatre parties de jeu ont été organisées (2 en parallèle). Un référent enseignant était présent à chaque table de jeu et a pris part au jeu en prenant un rôle afin d'aider les joueurs et de renforcer l'immersion.

Les résultats de l'expérimentation peuvent se décliner selon une approche qualitative et une approche quantitative. La première est le résultat du débriefing qui a suivi la partie. Dans ce débriefing les étudiants ont été amenés à s'exprimer sur leur expérience de jeu, sur ce qu'ils pensaient avoir appris ou compris des connaissances apportées par le jeu et de leur avis sur le jeu. La réception du jeu auprès des étudiants a été très positive. Voici certaines phrases tirées du débriefing : « *C'est très immersif et ça permet d'apprendre les principes par soi-même au travers des mécaniques de jeu* » ; « *Au travers du jeu, on a une vision plus concrète d'une opération de construction* » ; « *Le jeu permet de se rendre compte de l'importance de la communication entre les acteurs* ». Afin de consolider ces résultats, il a été demandé aux étudiants de remplir un questionnaire sur le jeu relatif à leur appréciation du jeu. Les questions étaient évaluées sur une échelle de Likert de 1 (très mauvais) à 10 (excellent)

et portaient sur différents aspects ; les résultats sont présentés dans la Fig. 2. Cela va dans le même sens que le débriefing et montre la très bonne réception du jeu par les étudiants.

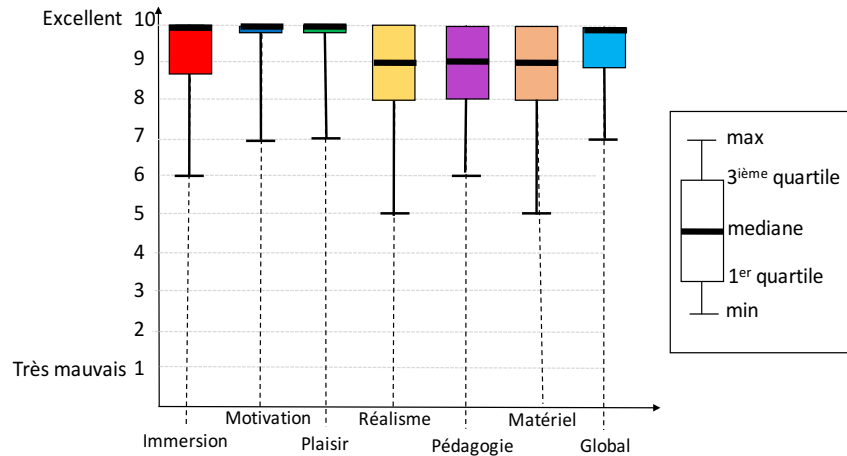


Fig. 2 : Résultats du questionnaire sur l'appréciation du jeu par les étudiants

5. Conclusion

Nous avons présenté dans cet article Domego, un jeu sérieux destiné à faire apprendre à des étudiants les étapes, les acteurs et les enjeux d'une opération de construction. Le jeu est opérationnel et a été utilisé dans le cadre du cours de sensibilisation au Génie civil (Licence 2 Sciences de l'Ingénieur) de l'Université de Bordeaux. Le matériel de jeu et les règles sont disponibles sur le site de l'I2M (<https://i2m.u-bordeaux.fr/Projets/Autres-projets2/Domego>). Domego s'intègre dans une séquence pédagogique qui a aussi été présentée dans cet article. Les résultats de l'expérimentation (i.e. retour des étudiants) sont très encourageants. L'efficacité de Domego pour l'apprentissage sera prochainement testée lors d'une expérience avec deux groupes (un groupe ayant joué et pas l'autre) soumis à un même questionnaire sur leurs connaissances théoriques. Il sera en tout cas réutilisé dans les prochaines années.

6. Bibliographie

- [ADA 16] Adam, C., Taillandier, F., Delay, E., Plattard, O., & Toumi, M. (2016). SPRITE – participatory simulation for raising awareness about coastal flood risk on the Oleron island. ISCRAM-med 2016, Madrid (Espagne).
- [BAK 07] Baker, R., Matulich, E., & Papp, R. (2007). Teach Me In The Way I Learn: Education And The Internet Generation. *Journal of College Teaching & Learning*, 4(4), 27-32.
- [CRO 16] Crocco, F., Offenholley, K., & Hernandez, C. (2016). A Proof-of-Concept Study of Game-Based Learning in Higher Education. *Simulation & Gaming*, 47(4), 403-422.
- [CRO 10] Crookall, D. (2010). Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline. *Simulation & Gaming*, 41(6), 898-920
- [HAM 14] Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014, 6-9 Jan. 2014). Does Gamification Work? -- A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. Paper presented at the 2014 47th Hawaii Intern. Conference on System Sciences.
- [ISS 16] Issa, T., & Isaias, P. (2016). Internet factors influencing generations Y and Z in Australia and Portugal: A practical study. *Information Processing & Management*, 52(4), 592-617.
- [LIS 16] Lissitsa, S., & Kol, O. (2016). Generation X vs. Generation Y – A decade of online shopping. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 31, 304-312.
- [MIC 06] Michael, D., & Chen, S. (2006). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Boston.
- [OLI 13] Oliveira, C., Cintra, M., & Neto, F. M. (2013). Learning Risk Management in Software Projects with a Serious Game Based on Intelligent Agents and Fuzzy Systems. 8th conf. of the Europ. Society for Fuzzy Logic (EUSFLAT-13).
- [OZK 15] Ozkan, M., & Solmaz, B. (2015). The Changing Face of the Employees – Generation Z and Their Perceptions of Work (A Study Applied to University Students). *Procedia Economics and Finance*, 26, 476-483.
- [RUP 11] Ruppel, U., & Schatz, K. (2011). Designing a BIM-based serious game for fire safety evacuation simulations. *Advanced Engineering Informatics*, 25(4), 600-611.
- [SAU 07] Sauvé, L., Renaud, L., & Gauvin, M. (2007). Une analyse des écrits sur les impacts du jeu sur l'apprentissage, *Revue des Sciences de l'Éducation. Revue des sciences de l'éducation*, 33(1), 89-107.
- [WOU 09] Wouters, P., Spek, E. D., & Oostendorp, H. V. (2009). Current Practices in Serious Game Research: A Review from a Learning Outcomes Perspective (pp. 232-250): IGI Global.