

Gamification croissante d'un quiz de chimie – Effets comparés sur la performance, la perception de compétence et l'état de *flow*

Nathalie **LE MAIRE**
Université de Liège, Belgique
nlemaire@ulg.ac.be

Anne-Catherine **DALCQ**
Université de Liège, Belgique
anne-catherine.dalcq@ulg.ac.be

Catherine **COLAUX-CASTILLO**
Université de Liège, Belgique
catherine.colaux@ulg.ac.be

Marie-Laure **FAUCONNIER**
Université de Liège, Belgique
marie-laure.fauconnier@ulg.ac.be

Dominique **VERPOORTEN**
Université de Liège, Belgique
dverpoorten@ulg.ac.be

Recherche scientifique avec données empiriques

Résumé

La littérature récente portant sur la *gamification* présente les mini-jeux comme une solution de rechange peu coûteuse aux « *serious games* » exigeant un investissement technique et narratif important. Cet article étudie en quoi l'utilisation de mini-jeux de chimie présentant une *gamification* croissante affecte la performance, le sentiment de compétence et l'état de *flow* d'étudiants en première année de bachelier bioingénieur. Les résultats n'enregistrent aucun effet sur les deux premiers paramètres, mais mettent en évidence un effet positif de la *gamification* sur quatre caractéristiques du *flow*. Ces résultats contrastés servent d'amorce à une discussion sur les conditions d'efficacité des mini-jeux dans l'enseignement supérieur.

Mots-clés

Gamification, mini-jeu, chimie, bachelier, performance, sentiment de compétence, *flow*

Abstract

Mini-games have recently emerged in the literature on gamification as an affordable alternative to immersive serious games. The present study aims to evaluate the effects of the use of chemistry mini-games having a growing gamification on the performance, the self-confidence and the flow perceived by first year bioengineering students. Results indicate no effect on the first two parameters but show a positive effect on four dimensions of the flow. Given these mixed results, the conditions of an effective use of mini-games with undergraduate students are then discussed.

Keywords

Gamification, mini-game, chemistry, undergraduate, performance, self-confidence, flow



©Auteur(s). Cette œuvre, disponible à <https://doi.org/10.18162/ritpu-2017-v14n1-05>, est mise à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution 4.0 International <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr>

Introduction

La « gamification » désigne un processus par lequel des éléments et des mécanismes de jeux sont intentionnellement et méthodiquement insérés dans des activités humaines, autres que de divertissement, en vue d'en accroître la dimension ludique et le « *fun* » (Deterding, Dixon, Khaled et Nacke, 2011) que les participants éprouvent en s'y adonnant. En contexte scolaire, la *gamification* a donné lieu à des expériences portant sur des « mini-jeux » (Frazer, Argles et Wills, 2007) ou du « *micro-learning* » (Kovachev, Cao, Klamma et Jarke, 2011). Le propre de ces approches est d'activer, au service d'une activité d'apprentissage, des principes et des mécanismes théorisés et appliqués par les jeux populaires de type Candy Crush Saga, Angry Birds, Clash Royale, etc. (Harris, 2014). En 2010, par exemple, Bunchball inc. extrait de l'observation et de l'analyse de mini-jeux commerciaux six « *game mechanics* » reliés ensuite à des « besoins humains de base ». Ces mécanismes sont présentés comme les « *building blocks* » permettant de *gamifier* une activité humaine. Dignan (2011) relève quant à lui 18 « *game elements* » tandis que Reeves et Read (2009) décrivent les « *ten ingredients of great games* » (pour une présentation synoptique des éléments de ces propositions retenus pour cette étude, voir l'annexe 1).

Les efforts d'explicitation des éléments à l'œuvre dans les mini-jeux commerciaux apparaissent particulièrement prometteurs pour les activités scolaires relevant de l'« *exercice* » (Leclercq et Poumay, 2008) ou du « *drill & practice* » qui, en raison de leur caractère souvent basique et répétitif, produisent généralement une motivation intrinsèque (Ryan et Deci, 2000) faible. Or, des études telles que celles de Burguillo (2010) ou de Hanus et Fox (2015) suggèrent que la *gamification* d'activités d'apprentissage peut générer un degré supérieur de motivation intrinsèque se traduisant par un engagement plus grand des étudiants et conduisant à un effet bénéfique sur la performance. Banfield et Wilkerson (2014) ont aussi démontré un effet positif de la *gamification* d'une activité d'apprentissage sur

la motivation intrinsèque et le sentiment d'efficacité personnelle : deux facteurs hautement corrélés (Zimmerman et Kitsantas, 1997). Dans le cas des mini-jeux scolaires bien conçus et bien appliqués, ces gains de motivation pourraient s'expliquer par l'établissement d'un état de *flow* (Csikszentmihalyi, Abuhamdeh et Nakamura, 2005) pouvant être considéré comme la forme la plus aboutie de la motivation intrinsèque. Cet état de *flow* ou expérience optimale est défini comme un état subjectif de bien-être (Csikszentmihalyi, 1990) ressenti lors de la pratique d'une activité humaine et qui apparaît entre l'ennui et l'inquiétude lorsqu'il existe un équilibre entre la difficulté de la tâche et les capacités de l'individu.

Un aspect central de l'expérience de *flow* est l'immersion totale dans l'activité entraînant un certain nombre de bénéfices comme l'augmentation de la performance (Jackson et Csikszentmihalyi, 1999), de la créativité, du développement des capacités et de l'estime de soi ainsi que la réduction du stress (Csikszentmihalyi, 1996). À l'origine mise en évidence dans le domaine du sport, la théorie motivationnelle du *flow* a, entre autres, également été utilisée pour caractériser la nature même du *fun* des jeux (Fenuillet, Kaplan et Yennek, 2009) que l'on peut traduire par le fait d'être amusant, agréable et stimulant. Cette activité récente qu'est la pratique des jeux vidéo par un grand nombre de nos étudiants est en effet fortement porteuse de *flow*. Il est donc légitime de se demander si cette caractéristique du jeu peut être transposée dans des activités d'apprentissage, souvent perçues comme rébarbatives, par le biais de la *gamification* de celles-ci.

La présente recherche se donne donc pour objectif de tester, dans un cours de chimie de première année d'université, diverses options de *gamification* d'une activité d'« *exercice* » (un quiz) et d'en étudier les effets sur la perception que les étudiants en ont, sur leur performance et sur leur état de *flow*. Les bénéfices éventuels sur le sentiment de compétence (Viau et Louis, 1997) seront aussi mesurés, ce dernier représentant un enjeu particulier pour des étudiants au seuil de leurs études (Schmitz *et al.*, 2010). Basée sur un dispositif expérimental

comparatif, l'étude est guidée par les hypothèses suivantes :

Hypothèse 1 : La *gamification* d'un quiz induit une performance supérieure à un test de connaissance (variable dépendante (VD)) chez les étudiants qui en bénéficient, et ce, quel que soit son degré de *gamification* (variable indépendante (VI)).

Hypothèse 2 : La *gamification* d'un quiz induit un sentiment de compétence supérieur (VD) chez les étudiants qui en bénéficient, et ce, quel que soit son degré de *gamification* (VI).

Hypothèse 3 : La perception de *flow* (VD) augmente à mesure que s'élève le degré de *gamification* d'un quiz (VI).

Matériel et méthode

Pour se donner les moyens d'étudier les effets produits par un quiz *gamifié* sur les trois variables dépendantes, la présente recherche met en place un dispositif expérimental alignant un groupe contrôle et trois groupes expérimentaux caractérisés par un recours croissant à des mécanismes de *gamification*.

Cours

L'expérimentation proposée a pris place à Gembloux Agro-Bio Tech (Université de Liège, Belgique) dans un cours de chimie générale, une discipline non encore représentée dans la littérature sur les mini-jeux éducatifs. La prise en main de ceux-ci par les étudiants au cours de séances en salle informatique a été insérée en complément des autres méthodes associées au cours : exposés magistraux, séances de résolution de problèmes et laboratoires.

Participants

Un total de 301 étudiants bioingénieurs de première année a pris part à l'étude en deux cohortes opérant à un an d'intervalle lors de la même semaine de cours (semaine entre le 19 et le 23 octobre), dans la même salle informatique de l'Université.

Déroulement

Tous les groupes ont été soumis à un protocole contrôlé identique en sept étapes : lecture d'un texte d'accueil (instructions, contexte de l'étude, remerciements), après quoi plus aucun contact entre le chercheur et les étudiants n'a eu lieu / réponse à deux questionnaires « pré » (sentiment de compétence et niveau de connaissance actuel) / quiz *gamifié* en ligne (60 minutes) / réponse à deux questionnaires « post » (sentiment de compétence – *EGameFlow* et niveau de connaissance) / remarques, commentaires, suggestions.

Instruments

Matériel

Le quiz – Présenté à tous les étudiants, il comporte 30 questions à choix multiples élaborées en lien avec le cours théorique dispensé précédemment aux étudiants. Le thème retenu pour ce quiz est l'atomistique, thème plébiscité par les étudiants au cours d'une consultation récente au sujet des matières sur lesquelles ils souhaiteraient bénéficier d'un soutien renforcé.

La gamification – Le quiz a été décliné en quatre versions présentant des niveaux de *gamification* croissants (figure 1) obtenus par le recours de plus en plus accentué à huit mécanismes importés des mini-jeux :

1. Le score obtenu. Il est renseigné à l'étudiant à l'issue de chaque niveau du quiz.
2. La possibilité de recommencer. Chaque niveau peut être recommencé autant de fois que souhaité dans le but de s'améliorer.
3. Le feedback. Toutes les versions du quiz bénéficient d'un feedback minimal donnant la bonne réponse, mais les deux versions les plus avancées de celui-ci fournissent, en plus de la réponse correcte, une explication détaillée de la réponse.

4. Les niveaux. Les 30 questions sont réparties en 6 niveaux différents se distinguant par la difficulté croissante des questions.
5. Les indices. En échange de points, les étudiants peuvent avoir accès à des indices qui les aideront à répondre correctement aux questions.
6. Le classement des meilleurs joueurs. Un classement des 20 meilleurs joueurs par niveau est affiché à l'issue de chaque partie en fonction des points obtenus.
7. La situation par rapport à la communauté de joueurs. À l'issue de chaque niveau, en plus du classement, les étudiants peuvent visualiser le pourcentage d'autres joueurs qu'ils ont battus ainsi que la répartition des scores de tous les participants.
8. Le compte à rebours. Afin d'augmenter la part de défi, un compte à rebours de plus en plus court est appliqué à chaque niveau.

D'un quiz non *gamifié* à un quiz très *gamifié* : la *gamification* graduelle permet la création de quatre artefacts contrastés (figure 2) : le premier servant de repère de niveau de *flow* lors de la pratique d'un QCM classique non *gamifié*; le deuxième contenant un élément de *gamification* supplémentaire (les niveaux) en vue de mettre en évidence une augmentation de *flow* après l'ajout d'un seul élément de jeu; le troisième ayant pour objectif d'écarter la possibilité que l'insertion d'un feedback détaillé ne crée une rupture avec le *flow* rendant l'activité plus « scolaire »; et le quatrième contenant un maximum d'éléments de *gamification* afin de voir si une différence marquée pouvait être mise en évidence lors du passage de peu à beaucoup de *gamification*. Le choix d'opérer une transition brusque de *gamification* entre les prototypes 3 et 4 a été fait par crainte que l'ajout d'un seul élément ne soit pas suffisant pour mettre une différence en évidence.

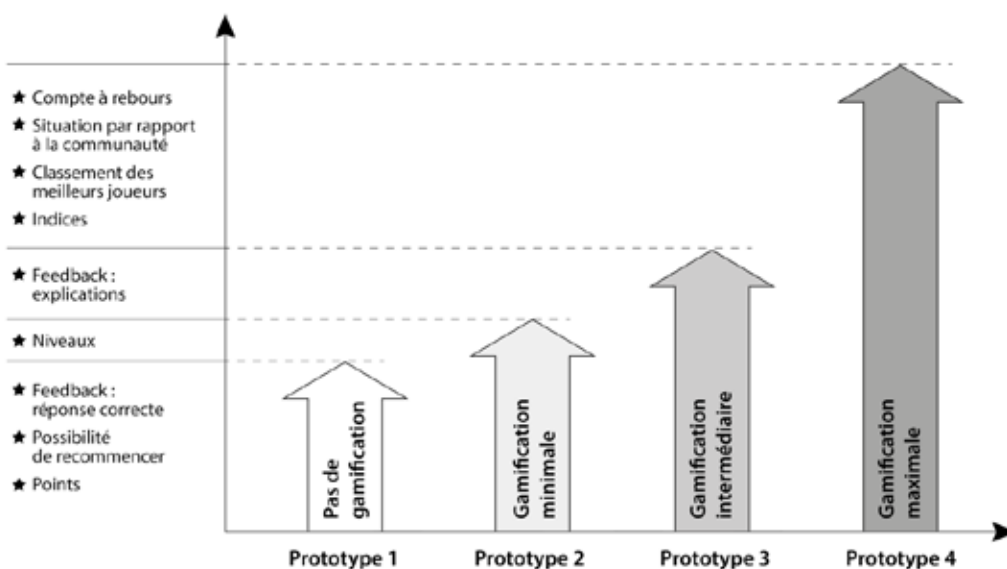


Figure 1

Amplification progressive de la gamification des quatre prototypes de mini-jeu (d'un quiz non gamifié à un quiz très gamifié). Comme implémenté ici, l'effort de transformation du quiz en un mini-jeu permet de collecter des informations sur les facteurs 1, 3, 4, 6 et 8.

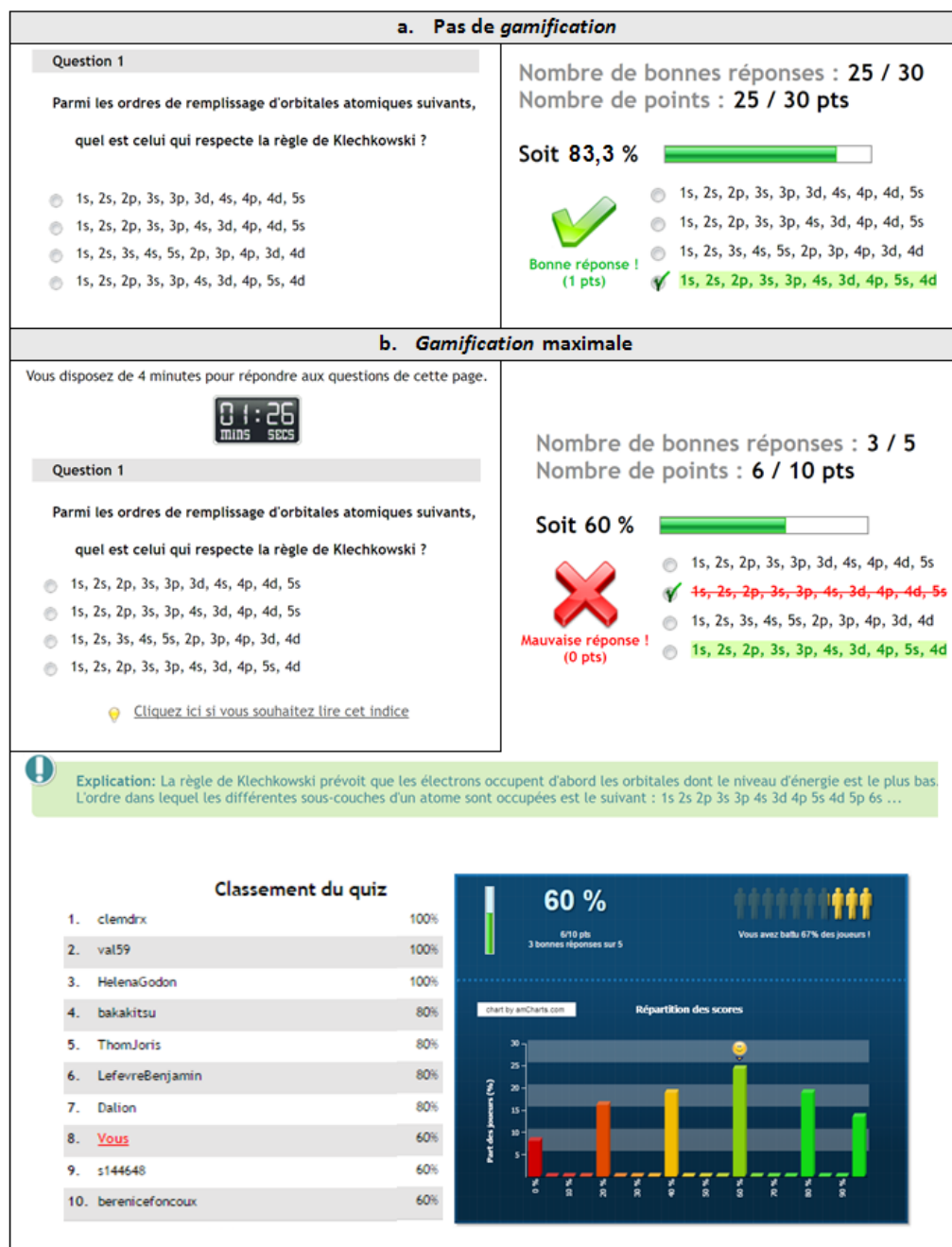


Figure 2

Différences visuelles entre le prototype 1 ne présentant aucune gamification (a) et le prototype 4 présentant une gamification maximale (b). La plate-forme – Le choix de design technologique s'est porté, après un « benchmark » (Blackboard Learn, CaptainUp, Hot Potatoes...), sur l'outil Quizity (<http://fr.quizity.com>), dont les

fonctionnalités permettent de matérialiser la plupart des mécanismes de gamification, tels que documentés dans les répertoires de mécanismes ludiques les plus aboutis (annexe 1), et de concrètement mettre en œuvre un continuum de gamification.

Sources de données et analyse statistique

Performance – Les données de performance ont été récoltées au travers d'un questionnaire de connaissance identique, administré avant et après l'expérience de jeu. Les questions portaient sur les notions importantes abordées dans les quiz : configuration électronique, structure de Lewis, géométrie moléculaire, orbitale atomique, orbitale moléculaire et hybridation.

Sentiment de compétence – La perception du sentiment de compétence a pareillement fait l'objet d'une mesure préalable et postérieure à l'usage des mini-jeux, à l'aide de six échelles de Likert à cinq points.

Flow – Les données relatives à l'état de *flow* généré par les variantes du quiz *gamifié* ont été récoltées au travers de l'échelle d'*EGameFlow* (Fu, Su et Yu, 2009), dans sa traduction française proposée par F. Fenouillet et J. Heutte (communication personnelle, 10 juillet 2014)¹. Composée de 56 items, cette échelle est spécifiquement conçue pour mesurer l'état de *flow* dans le contexte des jeux éducatifs. Les différents items, évalués sur une échelle de Likert à sept points, sont répartis en huit facteurs :

1. La concentration sur la tâche
2. La clarté des objectifs
3. Le feedback
4. Le challenge
5. L'autonomie
6. L'immersion
7. Les interactions sociales
8. L'amélioration des connaissances

Pour chacun des cinq facteurs étudiés, une analyse en composantes principales a été réalisée en reprenant tous leurs items respectifs². Ensuite, une analyse de la variance (ANOVA) à deux critères de classification, modèle croisé, a été réalisée pour étudier l'importance du degré de *gamification*, représenté par les différents groupes d'étude, sur les cinq facteurs du *flow* étudiés, chacun d'eux étant synthétisé grâce à la première composante princi-

pale de l'analyse. Pour cette ANOVA, le deuxième facteur pris en compte, l'année de réalisation de l'étude, est considéré comme un facteur aléatoire. Pour situer les différences significatives, mises en évidence par l'ANOVA, une analyse post-hoc utilisant la méthode *t* de Student a été effectuée sur les scores de la première composante principale des facteurs concernés.

Les ANOVA ainsi que l'analyse en composantes principales ont été réalisées avec le logiciel Minitab 17. Les analyses post-hoc ont pour leur part été réalisées avec le logiciel SAS, version 9.4. Un seuil de signification (α) de ,05 a été considéré pour l'ensemble des tests effectués.

Feedback libre – Dans un souci de triangulation méthodologique (Bogdan et Knopp Biklen, 2007), la recherche adjoint à ces données quantitatives une démarche qualitative portant sur les commentaires spontanés des étudiants à l'issue directe de leur expérience du mini-jeu.

Résultats

Participation

Les 301 étudiants ayant participé à l'expérimentation (en deux cohortes annuelles) ont été ventilés en quatre conditions expérimentales (tableau 1).

Tableau 1 : Les quatre versions d'un quiz d'entraînement, dont trois présentent un niveau de gamification croissant, auxquelles l'étude soumet les étudiants.

Groupe	Condition	N	♀ (%)	♂ (%)
1	Pas de gamification	70	41	59
2	Gamification minimale	88	34	66
3	Gamification intermédiaire	69	62	38
4	Gamification maximale	74	38	62

Gamification et performance

Tableau 2 : Moyennes (/10) obtenues par les étudiants des différents groupes au pré-test et au post-test de connaissance.

Groupe	Pré-test		Post-test	
	M (/10)	ÉT	M (/10)	ÉT
1	4,64	1,64	4,54	2,03
2	4,98	1,34	5,05	1,55
3	5,01	1,56	4,96	1,58
4	5,00	1,46	4,99	1,46

La comparaison pré/post-test (ANOVA) ne révèle aucun gain significatif de la performance imputable aux variations du degré de *gamification* ($F(1,282) = 0,21, p = ,65, \eta_p^2 = ,0002$).

Gamification et perception de la compétence

Tableau 3 : Évolution de la perception globale de la compétence des étudiants.

Groupe	Pré-test		Post-test	
	M (/5)	ÉT	M (/5)	ÉT
1	3,32	0,96	3,26	0,92
2	3,14	0,88	2,95	0,95
3	3,03	0,90	3,04	0,97
4	3,03	0,89	2,97	0,92

La comparaison pré/post (ANOVA) révèle une diminution significative de la perception de compétence des étudiants pour les notions de structure de Lewis ($F(1,299) = 14,6, p < ,001, \eta_p^2 = ,016$, tableau 4) et de géométrie moléculaire ($F(1,299) = 9,28, p = ,003, \eta_p^2 = ,010$, tableau 4).

Tableau 4 : Mise en évidence d'une baisse de la perception du sentiment de compétence après l'expérience de jeu pour deux notions.

Groupe	Structure de Lewis				Géométrie moléculaire			
	Pré		Post		Pré		Post	
	M (/5)	ÉT	M (/5)	ÉT	M (/5)	ÉT	M (/5)	ÉT
1	3,68	0,89	3,61	0,80	3,26	0,98	3,12	0,91
2	3,76	0,73	3,36	0,92	3,04	0,83	2,81	0,85
3	3,76	0,55	3,49	0,91	3,02	0,74	2,71	0,89
4	3,59	0,88	3,21	0,97	3,01	0,87	2,77	0,83
TOTAL	3,70	0,76	3,41	0,91	3,08	0,86	2,85	0,88

Gamification croissante et perception de l'état de flow

Les ANOVA des scores de la première composante principale des cinq facteurs de l'échelle d'*EGameFlow* retenus livrent (tableau 5) des différences significatives entre les groupes pour le facteur « concentration » ($F(3,287) = 35,58, p = ,008, \eta_p^2 = ,017$), le facteur « challenge » ($F(3,273) = 39,59, p = ,007, \eta_p^2 = ,040$), ainsi que le facteur « amélioration des connaissances » ($F(3,287) = 149, p = ,001, \eta_p^2 = ,010$). Le résultat de l'ANOVA du facteur « feedback » est proche du niveau de signification ($F(3,285) = 9,03, p = ,052, \eta_p^2 = ,040$).

Tableau 5 : Impact significatif de la gamification du quiz sur quatre facteurs du flow. Les résultats de l'analyse post-hoc sont visibles dans ce tableau et symbolisés par les lettres A et B : pour chaque facteur, les moyennes des groupes qui ne partagent pas une lettre (A ou B) sont significativement différentes.

Facteurs	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 3		Groupe 4	
	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT	M	ÉT
Concentration	4,79 ^{AB}	1,65	4,74 ^B	1,47	5,12 ^A	1,47	5,04 ^A	1,43
Feedback	4,97 ^B	1,59	4,94 ^B	1,58	5,49 ^A	1,32	5,56 ^A	1,34
Challenge	4,39 ^B	1,85	4,41 ^B	1,67	4,97 ^A	1,67	4,57 ^B	1,61
Immersion	3,87	1,82	3,81	1,73	3,91	1,80	3,81	1,69
Amélioration des connaissances	5,58 ^A	1,41	5,34 ^B	1,38	5,62 ^A	1,30	5,57 ^{AB}	1,17

Au tableau 5, on constate, pour le facteur « concentration », que les moyennes des groupes 3 et 4 sont significativement différentes et plus élevées que celle du groupe 2 ($p = ,002$ et $p = ,024$). Les moyennes du facteur « feedback » sont pour leur part significativement plus élevées pour les groupes soumis aux prototypes 3 et 4, contenant un feedback sous forme d'explications (voir conditions de *gamification* des différents prototypes), que celles du groupe 1 ($p = ,007$ et $p = ,003$) et du groupe 2 ($p = ,0003$ et $p < ,0001$). Pour ce qui est du facteur « challenge », la même analyse post-hoc des scores de la première composante principale révèle une moyenne significativement plus élevée pour le groupe soumis au troisième prototype (par rapport au prototype 1 : $p < ,0001$, par rapport au prototype 2 : $p < ,0001$, par rapport au prototype 4 : $p = ,001$). Pour ce qui est de l'« amélioration des connaissances », elle est plus élevée pour les groupes 1 et 3 que pour le groupe 2 ($p = ,037$ et $p = ,040$).

Commentaires laissés par les joueurs

À la fin de l'étude, les étudiants ont eu la possibilité de laisser un commentaire libre par rapport au mini-jeu et à l'étude à laquelle ils venaient de participer. Une analyse inductive simple du contenu des remarques par comptage du nombre d'occurrences de thématiques présentes dans les 146 commentaires recueillis a permis de faire ressortir trois idées majeures.

Premièrement, ce mini-jeu a avant tout été perçu par les étudiants comme un bon outil pour évaluer leur niveau par rapport à la matière (43) ainsi que pour améliorer leurs connaissances de celle-ci (28).

Deuxièmement, il ressort de l'analyse des 54 commentaires laissés par des étudiants soumis aux prototypes 1 et 2 que 30 d'entre eux étaient demandeurs d'explications de leurs erreurs (élément de *gamification* – feedback, mécanisme n° 3 – absent de leurs versions du mini-jeu).

Enfin, 15 étudiants estiment qu'il aurait été plus bénéfique d'avoir étudié son cours avant de jouer.

Discussion

Y a-t-il un intérêt pédagogique à *gamifier* des activités de type « *drill & practice* » dans un enseignement universitaire en chimie? Les résultats de la présente étude livrent une réponse en demi-teinte.

Dans les conditions de notre étude, la chaîne causale postulée – selon laquelle la *gamification*, procédant du branchement d'une série de mécanismes ludiques sur une démarche d'apprentissage, entraînerait, en raison de l'état de *flow* obtenu, une motivation intrinsèque générant elle-même un plus grand engagement et, par là, une augmentation de la performance – ne se matérialise pas, contrairement à ce que d'autres ont pu mettre en évidence (Burguillo, 2010; Hanus et Fox, 2015; Sung et Hwang, 2013). Quoique l'efficacité de la transformation d'un quiz de chimie en des mini-jeux d'intensité ludique variée ne puisse être observée ici, l'étude contribue à affiner les éléments qui conditionnent une *gamification* réussie d'activités d'« *exercice* ». Ces conditions sont maintenant mises en évidence sous la forme de quatre recommandations qui manifestent autant de points de vigilance adressés aux enseignants tentés de conduire une expérience de ce type dans leurs cours.

Recommandation 1 : Prévoir un temps d'acclimatation et de pratique suffisant

Premièrement, par contraste avec les études de Burguillo (2010) ou de Hanus et Fox (2015), réalisées sur plusieurs semaines de jeu, les étudiants ayant participé à la présente étude ont expérimenté le mini-jeu pendant une période probablement trop courte pour susciter l'effet souhaité. Une seule exposition à une nouvelle forme d'activité pédagogique telle qu'un mini-jeu a manifestement été insuffisante pour augmenter la performance. Malgré l'effort fait pour dégager au jeu des règles simples et pour en faire voir l'intérêt, il est probable que la prise en main du jeu, son positionnement général dans l'écologie du cours de même que le sens et l'utilité prêtés à cette nouveauté aient accaparé l'étudiant, l'empêchant d'adhérer véritablement au jeu et de s'y fondre. L'étude suggère donc que

les procédures de familiarisation et la compréhension du sens et du potentiel de ce qui est proposé nécessitent un certain temps d'acclimatation et de pratique, resté limité dans cette expérience-pilote. La création d'habitudes n'a pas pu être amorcée et le jeu est sans doute resté une « *étrangeté* » non intégrée à l'écologie d'apprentissage du cours. L'influence possible de ce « *temps d'acclimatation* » sur l'efficacité des mini-jeux est donc une avenue à explorer pour la recherche future. Jackson et McNamara (2013) vont dans ce sens lorsque, observant une performance équivalente mais un niveau supérieur de motivation et d'amusement lors de l'utilisation d'activités d'entraînement *gamifiées*, ils soulignent l'importance de l'utilisation de tels outils à long terme en vue de favoriser l'accroissement de l'intérêt, de l'amusement et de l'engagement, tous trois engendrant une augmentation de la pratique et de la persistance nécessaires à l'amélioration de la maîtrise et donc de la performance.

Recommandation 2 : Assurer une cohérence contenu/contexte

Si les mécanismes de ludification introduits dans les quiz visaient à renforcer la motivation intrinsèque des étudiants, pour ceux-ci, les conditions mêmes de pratique des mini-jeux ont pu jouer à contresens et entretenir une motivation extrinsèque (Ryan et Deci, 2000), « *court-circuitant* » ainsi leur efficacité. En effet, les étudiants ont été plongés, pour raison d'expérimentation scientifique, dans des conditions très contrôlées et ont été incités à s'essayer aux mini-jeux à la demande de l'enseignant. Le poids des contraintes des conditions expérimentales a été sous-estimé au départ, les chercheurs estimant que les mécanismes de ludification transcenderaient également ces conditions « *imposées* ».

Recommandation 3 : Varier les moments de jeu

Un certain nombre d'étudiants ont mentionné qu'ils auraient préféré jouer avant le cours, en guise de préparation (et non après comme dans l'expérience), d'autres après avoir revu le cours (et donc

à l'issue d'une période « d'incubation » de la matière). Le reste des commentaires d'étudiants laisse penser que travailler la matière avec les mini-jeux rapidement après l'avoir couverte leur convenait. Ces déclarations suggèrent que l'engagement dans les mini-jeux pourrait sortir renforcé d'une extension des offres de moments de jeu. Si les caractéristiques du mini-jeu n'ont pas permis l'amorçage d'une motivation intrinsèque, les étudiants ont davantage été extrinsèquement motivés par une demande de l'enseignant à un moment choisi par ce dernier. D'après Lei (2010), plusieurs inconvénients sont liés à la motivation extrinsèque, comme le fait de rendre l'étudiant partisan du moindre effort pour atteindre les objectifs, d'arrêter le processus d'apprentissage lorsque l'objectif est atteint ou encore de diminuer le sentiment d'efficacité personnelle, comme le montrent les résultats de cette étude. Il est probable en effet que les résultats auraient été différents si la période de jeu avait été choisie par l'étudiant et située à divers moments du semestre.

Recommandation 4 : Enrichir les modalités d'évaluation formative par le quiz gamifié

La présente étude montre que les mini-jeux, malgré l'absence de résultats probants, pourraient constituer une option alternative à approfondir en tant que vecteur d'évaluation formative, ainsi qu'en témoignent les chutes de sentiment de compétence ou certains commentaires d'étudiants. Par exemple, on a pu lire : « Grâce à ce jeu, j'ai pu me rendre compte que je ne connaissais pas du tout la matière vue au cours » (commentaire 22) ou encore : « Ce jeu m'a permis de me rendre compte que je n'ai pas du tout assez étudié, il va me pousser à commencer à vraiment étudier » (commentaire 56). Une pratique des mini-jeux qui affine et étend les conditions d'usage de ceux-ci (voir les 3 recommandations ci-dessus) est une voie à explorer, particulièrement si l'on met dans l'équation les technologies mobiles, les systèmes de notification, voire des comparateurs sociaux des usages et performances.

Limitations

En vertu des choix qu'elle pose, la présente étude a donné lieu à certaines limitations portant sur son périmètre et sur des postulats qu'il est important de bien mettre à jour pour situer ses résultats et l'inscrire dans le contexte plus large des tentatives, encore rares, d'étudier les effets de la *gamification* d'exercices en chimie, et plus largement.

Il est supposé que la population est homogène et positive en ce qui concerne le rapport au jeu et à la culture ludique. Or, des études sur le jeu montrent des différences de culture ludique et d'intérêt vis-à-vis du jeu. Ces différences sont notamment marquées par rapport à la question du sexe (Hartmann et Klimmt, 2006; Lucas et Sherry, 2004). Dans le contexte de l'étude, les groupes ont été constitués au hasard suivant les disponibilités des étudiants, ceci ne permettant pas de garantir l'homogénéité des groupes. Les disponibilités horaires des étudiants n'étant a priori pas liées à leur niveau scolaire, à leur culture ludique ou encore à leur sexe, nous avons supposé que cette répartition arbitraire dans les groupes d'étude n'aurait que peu d'impact sur les résultats de l'étude. On note cependant que le groupe 3 présentait une composition filles/garçons inverse aux trois autres groupes. Or, c'est ce groupe qui présente un niveau de *flow* plus élevé. La question du sexe ne faisait pas partie de nos hypothèses de recherche et n'a donc pas été investiguée, mais il pourrait être intéressant de s'interroger ultérieurement sur le fait que le troisième prototype, présentant une *gamification* plus superficielle que le quatrième, puisse engendrer un état de *flow* supérieur chez les filles, connues pour être en général plus scolaires.

Un des facteurs essentiels concernant le jeu est de savoir si l'activité est vécue comme un jeu. Dans son étude, Lavigne (2016) montre que les étudiants ne considèrent pas forcément comme des jeux ce que leurs enseignants leur présentent comme tels. Il ne suffit pas d'ajouter des éléments de jeu dans un contexte scolaire pour que ça devienne ludique pour tous les étudiants. D'après Henriot (1989), ce n'est pas le concepteur qui fait le jeu mais le joueur

lui-même. En effet, la culture ludique de celui-ci influence sa réception subjective du jeu ou du non-jeu (Lavigne, 2016). Ce qui est conçu comme un jeu par l'enseignant sera donc perçu comme tel par certains étudiants et au contraire pas du tout par d'autres. Cela est marquant lorsqu'on lit les commentaires libres. Alors que huit étudiants disent que « ce n'est pas un jeu », huit autres disent qu'ils ont trouvé ça « amusant », ce que l'on attend d'un jeu. Le fait de vivre ou non l'expérience comme un jeu a été abordé dans l'étude à l'aide de l'échelle de *flow*, le postulat étant qu'un niveau de *flow* élevé constitue une approximation satisfaisante d'une dimension ludique que l'expérience de *gamification* cherche à renforcer. La perception du *flow* étant le point central de cette étude, nous ne disposons pas d'autres données nous permettant d'affirmer que ce que l'enseignant a cherché à concevoir comme un mini-jeu amusant a été considéré comme tel par les étudiants.

Perspectives

Outre les questions liées au sexe, au temps d'acclimatation, au temps et au moment de pratique et à un essai des mini-jeux en « *real world* » qui justifieraient des recherches ultérieures, un point important appelle un approfondissement particulier. Il concerne l'état de *flow*. Si l'hypothèse 3 n'est pas confirmée dans sa globalité (pas de différence significative sur l'immersion), l'étude livre des indications de « frémissement » dans la direction de la création d'un *flow*.

Partant du fait que le jeu permet de générer un état de *flow* chez le joueur, le postulat suivant a été fait : il serait possible d'atteindre un état de *flow* dans une activité scolaire pour autant que celle-ci soit *gamifiée*. Dans cette étude, l'accumulation d'éléments de *gamification* (dispositif graduel) dans les prototypes visait à activer les leviers présents dans les jeux afin d'améliorer cinq facteurs du *flow*. Le choix d'un dispositif graduel se justifiait notamment par l'intérêt pour la détection d'un seuil à partir duquel l'ajout d'éléments de *gamification* fait basculer la perception d'un quiz habituel vers un

artefact relevant du mini-jeu. Les résultats obtenus peuvent donner lieu à deux points de vue. D'une part, on ne peut pas affirmer que la *gamification* du quiz d'entraînement ait permis de générer un sentiment de *flow* total puisque toutes les dimensions de celui-ci n'ont pas été touchées. Cela peut être expliqué en partie par le fait que certains des éléments de *gamification* utilisés relèvent également d'une pédagogie générale comme, par exemple, le feedback qui a donné lieu à une littérature pédagogique gigantesque et sans référence à quoi que ce soit d'ordre ludique. Toutefois, la raison d'être du dispositif expérimental présenté réside dans l'application structurée et systématique d'une démarche de *gamification* à un quiz, en ce compris des principes importés d'autres logiques, mais qui sont présentés comme des mécanismes contribuant à la *gamification* par différents auteurs (Bunchball inc., 2010; Dignan, 2011; Reeves et Read, 2009). C'est la raison pour laquelle ces éléments, banals en pédagogie, ont été ici traités sous l'angle de la *gamification*. D'autre part, il est encourageant de se rendre compte qu'on a pu impacter quatre dimensions de celui-ci : la concentration (nécessaire à l'implication dans l'activité), le feedback (important pour apprendre de ses erreurs), le challenge (caractéristique indispensable au *flow* puisque s'il est adapté aux compétences de l'étudiant, il permet d'atteindre l'expérience optimale) et l'amélioration des connaissances (objectif premier d'une activité d'entraînement). Ces résultats, même mitigés, nous confortent dans l'idée que, même dans des circonstances parfaitement scolaires et avec peu de moyens, il est possible d'observer un point de basculement dans une attitude qui relève plus du jeu. Cette hypothèse mériterait, sur la base des quelques éléments significatifs de l'étude, d'être explorée plus avant.

La portée de cette étude va, en réalité, au-delà des hypothèses de recherche et nous pousse à nous questionner sur le fait que le *flow* peut ou doit être pris comme un « tout ou rien » ou bien si cela a un sens d'imaginer des échelons intermédiaires et donc une possible progressivité dans sa mise en place. La surprise de cette étude est que le prototy-

pe le plus *gamifié* ne génère pas un *flow* optimal. Il semblerait qu'en contexte scolaire, la *gamification* « à la Candy Crush Saga » ne soit pas possible ni même souhaitable. Celle-ci pourrait, en effet, être responsable d'une confusion chez les apprenants, incapables de voir le jeu et l'activité d'apprentissage comme un tout et cherchant nécessairement à les distinguer. Comme mentionné ci-dessus dans les limitations, il est possible qu'une majorité d'étudiants n'ait pas considéré ce prototype comme un jeu, contrairement à ce que l'enseignant a voulu y mettre. Cette perception du caractère ludique ou non ludique des prototypes influant probablement sur la perception de *flow*, il y a là une invitation à questionner les étudiants sur ce qu'ils considèrent comme un jeu en vue de définir un seuil à partir duquel on bascule dans le ludique, générant ainsi un état de *flow* supérieur, même si ce seuil variera probablement d'un étudiant à l'autre en fonction de la pratique habituelle du jeu de chacun. On peut également s'interroger sur la capacité d'entrer dans l'expérience optimale au cours d'une activité imposée limitée dans le temps. Dans un contexte différent, une *gamification* plus intense pourrait avoir un effet plus accrocheur et susciter une plus grande envie de retourner au jeu et de s'immerger dedans. Dans la perspective de définir un seuil minimum de « ludification » au-delà duquel l'étudiant atteint l'état de *flow* recherché dans le jeu et de répondre à l'hypothèse supposant que dans un contexte académique, le *flow* optimal ne se situe pas nécessairement au maximum de *gamification*, des recherches supplémentaires, hors laboratoire, devraient être mises en place.

Il est enfin important de s'interroger, à la lumière de cette étude, sur l'impact de la forme du mini-jeu, c'est-à-dire de son graphisme général. Il faut pour cela rappeler que le prototype présenté dans cet article est le fruit de l'utilisation d'un outil gratuit. Il s'agissait d'un choix délibéré. En effet, les chercheurs souhaitaient se placer dans la position d'un enseignant universitaire ne disposant pas de budget pour programmer un jeu et le parer d'une identité visuelle et sonore captivante comme c'est

le cas pour tous les mini-jeux populaires. Il faut donc voir que les résultats observés dans cette étude le sont pour une *gamification* réalisée à peu de frais. Il est à noter également que les taxonomies d'éléments de jeu utilisées pour cette étude font complètement l'impasse sur la matérialisation multimédia de ceux-ci. Or, à côté du « quoi » (les mécanismes de ludification proprement dits mis en œuvre dans l'activité d'apprentissage), il est vraisemblable que la question du « comment » (la réalisation à proprement dire et l'aspect final du jeu) ne soit pas à négliger, particulièrement avec la génération actuelle, habituée à un certain standard en matière d'immersion visuelle et sonore, et même dans un environnement académique qui peut avoir traditionnellement privilégié le fond sur la forme. L'hypothèse selon laquelle le quiz actuel, *gamifié* avec autant de moyens qu'un tableau de « Candy Crush Saga », aurait entraîné davantage d'effets ne doit pas être écartée.

Conclusion

Il est donc possible d'introduire des éléments de jeux à peu de frais dans un environnement universitaire, mais le jeu en vaut-il la peine? La présente étude apporte à cette question une réponse en demi-teinte. D'une part, on ne constate pas d'influence sur la performance et sur la confiance des étudiants; d'autre part, la *gamification* permet de toucher quatre caractéristiques de l'état de *flow*.

Cette tentative de *gamifier* un quiz fournit des occasions de feedback, un vecteur essentiel d'apprentissage, et introduit une dimension de défi immédiat, inhabituelle dans un certain nombre d'exercices scolaires. Le mini-jeu joue aussi le rôle d'une évaluation formative légèrement améliorée par ces deux éléments issus de la démarche de *gamification*. L'expérience, par ses limitations (temps de jeu réduit, moment de jeu et activité imposés par l'enseignant) et par les questions qu'elle ouvre, montre aussi qu'une *gamification* plus efficace pourrait à certaines conditions être obtenue au bénéfice de la panoplie d'outils d'apprentissage mis à disposition des étudiants. En ce sens, et malgré l'absence d'effet dans les conditions présentes d'application, le

potentiel lié à la démarche d'enrichir une écologie d'apprentissage par des mini-jeux sous la forme de quiz *gamifiés* nous semble devoir être exploité plus avant.

Références

- Banfield, J. et Wilkerson, B. (2014). Increasing student intrinsic motivation and self-efficacy through gamification pedagogy. *Contemporary Issues in Education Research*, 7(4), 291-298. <https://doi.org/10.19030/cier.v7i4.8843>
- Bogdan, R. C. et Knopp Biklen, S. (2007). *Qualitative research for education: An introduction to theories and methods* (5^e éd.). Boston, MA : Pearson/Allyn and Bacon.
- Bunchball inc. (2010). *Gamification 101: An introduction to game dynamics*. Récupéré de <http://www.bunchball.com>
- Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance. *Computers and Education*, 55(2), 566-575. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.018>
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York, NY : Harper and Row.
- Csikszentmihalyi, M. (1996). *Creativity: Flow and psychology of discovery and invention*. New York, NY : Harper Collins.
- Csikszentmihalyi, M., Abuhamdeh, S. et Nakamura, J. (2005). Flow. Dans A. J. Elliot et C. S. Dweck (dir.), *Handbook of competence and motivation* (p. 598-608). New York, NY : The Guilford Press.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. et Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining “gamification”. Dans A. Lugmayr, H. Franssila, C. Safran et I. Hammouda (dir.), *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (p. 9-15). New York, NY : ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dignan, A. (2011). *Game frame: Using games as a strategy for success*. New York, NY : Free Press.
- Fenouillet, F., Kaplan, J. et Yennek, N. (2009). Serious games et motivation. Dans *Actes de la 4^e conférence francophone sur les Environnements informatiques pour l'apprentissage humain [ELAH'09]* (p. 41-52). Le Mans, France. Récupéré de <http://kaplan-consultants.org>
- Frazer, A., Argles, D. et Wills, G. (2007). Is less actually more? The usefulness of educational mini-games. Dans J. M. Spector, D. G. Sampson, T. Okamoto, Kinshuk, S. A. Cerri, M. Ueno et A. Kashiwara (dir.), *Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2007)* (p. 533-537). Los Alamitos, CA : IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2007.173>
- Fu, F.-L., Su, R.-C. et Yu, S.-C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1), 101-112. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>
- Hanus, M. D. et Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, 80, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
- Harris, S. (2014, 25 avril). Take your lessons up a level with Super Mario. *TES Professional*, 34-35.
- Hartmann, T. et Klimmt, C. (2006). Gender and computer games: Exploring females' dislikes. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 11(4), 910-931. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2006.00301.x>
- Henriot, J. (1989). *Sous couleur de jouer – La métaphore ludique*. Paris, France : José Corti.
- Jackson, G. T. et McNamara, D. S. (2013). Motivation and performance in a game-based intelligent tutoring system. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1036-1049. <https://doi.org/10.1037/a0032580>
- Jackson, S. A. et Csikszentmihalyi, M. (1999). *Flow in sports: The keys to optimal experiences and performances*. Champaign, IL : Human Kinetics.




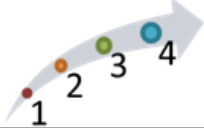


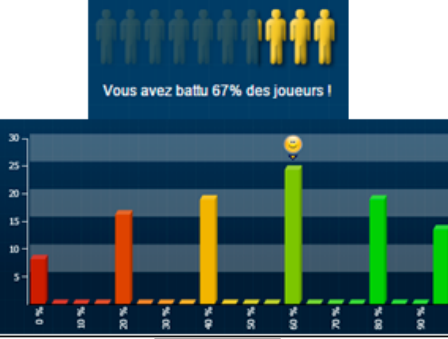

- Kovachev, D., Cao, Y., Klamma, R. et Jarke, M. (2011). Learn-as-you-go: New ways of cloud-based micro-learning for the mobile web. Dans H. Leung, E. Popescu, Y. Cao, R. W. H. Lau et W. Nejdl (dir.), *Advances in Web-based Learning – ICWL 2011: Proceedings of the 11th International Conference* (p. 51-61). Springer Berlin Heidelberg.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-25813-8_6
- Lavigne, M. (2016). Jeu et non jeu dans les serious games. *Science du jeu*, (5).
<https://doi.org/10.4000/sdj.648>
- Leclercq, D. et Poumay, M. (2008). *Le modèle des événements d'apprentissage – Enseignement*. Récupéré du Open Repository and Bibliography de l'Université de Liège :
<http://orbi.ulg.ac.be>
- Lei, S. A. (2010). Intrinsic and extrinsic motivation: Evaluating benefits and drawbacks from college instructors' perspectives. *Journal of Instructional Psychology*, 37(2), 153-160.
- Lucas, K. et Sherry, J. L. (2004). Sex differences in video game play: A communication-based explanation. *Communication Research*, 31(5), 499-523.
<https://doi.org/10.1177/0093650204267930>
- Reeves, B. et Read, J. L. (2009). *Total engagement: How games and virtual worlds are changing the way people work and businesses compete*. Boston, MA : Harvard Business Press.
- Ryan, R. M. et Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67.
<http://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Schmitz, J., Frenay, M., Neuville, S., Boudrenghien, G., Wertz, V., Noël, B. et Eccles, J. (2010). Étude de trois facteurs clés pour comprendre la persévérance à l'université. *Revue française de pédagogie*, (172), 43-61.
<https://doi.org/10.4000/rfp.2217>
- Sung, H.-Y. et Hwang, G.-J. (2013). A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses. *Computers & Education*, 63, 43-51.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.019>
- Viau, R. et Louis, R. (1997). Vers une meilleure compréhension de la dynamique motivationnelle des étudiants en contexte scolaire. *Revue canadienne de l'éducation*, 22(2), 144-157.
<https://doi.org/10.2307/1585904>
- Zimmerman, B. J. et Kitsantas, A. (1997). Developmental phases in self-regulation: Shifting from process goals to outcome goals. *Journal of Educational Psychology*, 89(1), 29-36.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.89.1.29>

Notes

- ¹ L'étude réalisée contribue, en partie, à la validation de la traduction française de cette échelle.
- ² En prévision de la présente étude, la qualité de la version traduite a fait l'objet d'une vérification par analyse visuelle des représentations des cercles de corrélation des trois premières composantes principales étudiées deux à deux (un item était rejeté si sa valeur propre sur la première composante principale était opposée à la valeur propre des autres items). Le résultat en a été une confirmation de la concordance et donc de la validité de la traduction française.

Annexe 1

Taxonomie utilisée par les trois auteurs retenus pour décrire les éléments de gamification de cette étude.

Éléments de <i>gamification</i> retenus	Bunchball Inc. (2010)	Dignan (2011)	Reeves et Read (2009)
Points Nombre de bonnes réponses : 3 / 5 Nombre de points : 6 / 10 pts Soit 60 % 	<i>Points</i>	<i>Points</i>	/
Possibilité de recommencer 	/	<i>Renewal</i>	/
Feedback 	<i>Comments</i>	<i>Feedback</i>	<i>Feedback</i>
Niveaux 	<i>Levels</i>	<i>Levels</i>	<i>Levels</i>
Indices coutant des points  Cliquez ici si vous souhaitez lire cet indice	<i>Virtual goods</i>	<i>Puzzles</i>	/
Classement des meilleurs joueurs 	<i>Leaderboards</i>	<i>Social pressure</i>	<i>Rank</i>
Situation par rapport à la communauté 	<i>Competition</i>	<i>Social pressure</i>	<i>Reputation</i>
Compte à rebours 	/	<i>Time pressure</i>	<i>Time pressure</i>