

**Reyssier Stéphanie**

ISPEF-Université Lyon 2

Laboratoire Education, Cultures et Politiques (EA 4571)

F-69007

[stephanie.reyssier@univ-lyon2.fr](mailto:stephanie.reyssier@univ-lyon2.fr)

## **La ludification de ressources pédagogiques dans le but de favoriser la motivation des élèves**

**Résumé.** — Cette recherche s'intéresse à l'effet d'un environnement numérique ludifié générique sur la motivation d'élèves à faire des Mathématiques et, plus spécifiquement, du calcul littéral en classe de 4<sup>ème</sup>. Elle a été conduite auprès de 258 collégiens et dix séances, représentant une cinquantaine d'exercices de type exerciceur. L'objectif ici est d'étudier les effets d'une ludification générique et de déterminer les caractéristiques des élèves pouvant potentiellement influencer différemment ces résultats. D'une manière générale, il est constaté qu'une ludification non adaptée démotive les élèves à faire des mathématiques, mais qu'en fonction du niveau de motivation initiale et du profil de joueur des élèves, des effets différents sont observés.

**Mots clés.** — Motivation, ludification, Mathématiques, élèves, profils

### **The gamification of educational resources in order to encourage learners' motivation**

**Abstract.**—This study investigates the effect of a generic ludic environment on learners' motivation to do Mathematics, and more specifically literal calculation. It was conducted with 258 middle school students in 4<sup>th</sup> grade and ten sessions, representing about fifty exercises

like exercise type. The goal here is to study the effects of generic gamification and to determine the characteristics of learners that could potentially influence these outcomes differently. It is found that a gamification that is not adapted, decreases the motivation of learners to do Mathematics, but when the initial level of motivation and the player profile types of learners are taken into account, different effects are observed.

Keywords. —Motivation, gamification, Mathematics, learners, profiles

Les politiques actuelles sont favorables au développement du numérique à l'école et, plus spécifiquement, à la ludification de l'enseignement alors que les recherches produisent des résultats mitigés tant sur les effets du numérique (Amadiou & Tricot, 2014; Fluckiger, 2019) que sur ceux de la ludification (Silva, 2013; Tricot, 2011). Certaines montrent même une démotivation chez des élèves fortement motivés intrinsèquement par une activité d'enseignement, suite à sa ludification (Monterrat & al., 2017). C'est à partir de ces constats que nous présenterons les résultats d'une recherche conduite auprès de 258 élèves de classe de 4<sup>ème</sup>, portant sur la motivation des élèves dans l'apprentissage des mathématiques au sein d'un environnement numérique générique, dans le cadre du projet LudiMoodle<sup>1</sup>, et qui montrent la nécessité d'adapter les environnements numériques ludiques au profil des élèves, en tenant compte non seulement de leur niveau de motivation initiale à faire des mathématiques, déterminé sur la base de l'échelle de Vallerand et al. (1989), mais aussi de leur appétence pour le jeu (profils de joueur). Les résultats statistiques obtenus permettent de présenter (mais aussi de questionner) les conditions de généralisation d'un environnement numérique ludique pour l'apprentissage des mathématiques en classe de 4<sup>ème</sup>.

## **La ludification comme levier de la motivation**

### **Les effets de la ludification sur la motivation des élèves : des résultats contrastés**

La ludification, qui consiste en l'ajout d'éléments de jeu dans un contexte non-jeu comme une situation d'apprentissage par exemple (Deterding & al., 2011), viserait à favoriser la motivation des élèves à réaliser dans une activité. Cette technique, qui repose sur l'idée que points, badges et autres récompenses, sortis de leur contexte de jeu, garderaient leur aspect « ludique », est cependant décrié par certains auteurs (Bonenfant & Genvo, 2014; Brougère &

---

<sup>1</sup> LudiMoodle est un projet porté par l'Université de Lyon, soutenu par l'Etat dans le cadre du volet e-FRAN du Programme d'Investissement d'Avenir, opéré par la Caisse des Dépôts.

al., 2015), qui notent qu'il n'est pas garanti que l'activité devienne « ludique » suite à ces ajouts. D'ailleurs, il a été aussi constaté une amotivation plus grande des élèves initialement les plus motivés intrinsèquement (Lavoué & al., 2018). Les résultats des recherches conduites sur ce sujet sont donc assez mitigés, comme le notent Hamari et al. (2014) : globalement, si la motivation des élèves augmente, des éléments ludiques (ex. badges) semblent nuire à l'ambiance de la classe par le climat de compétition ainsi créé. D'autres recherches (Deci & al., 1999; Hanus & Fox, 2015) montrent des effets négatifs des récompenses et feedbacks sur la motivation intrinsèque alors que d'autres (Deterding & al., 2014; Mekler & al., 2017) remarquent des effets positifs d'éléments non contrôlants. Une hypothèse explicative de ces résultats contrastés serait que ces études tiendraient peu compte du contexte d'usage et de l'utilisateur lui-même (Deterding & Nacke, 2017).

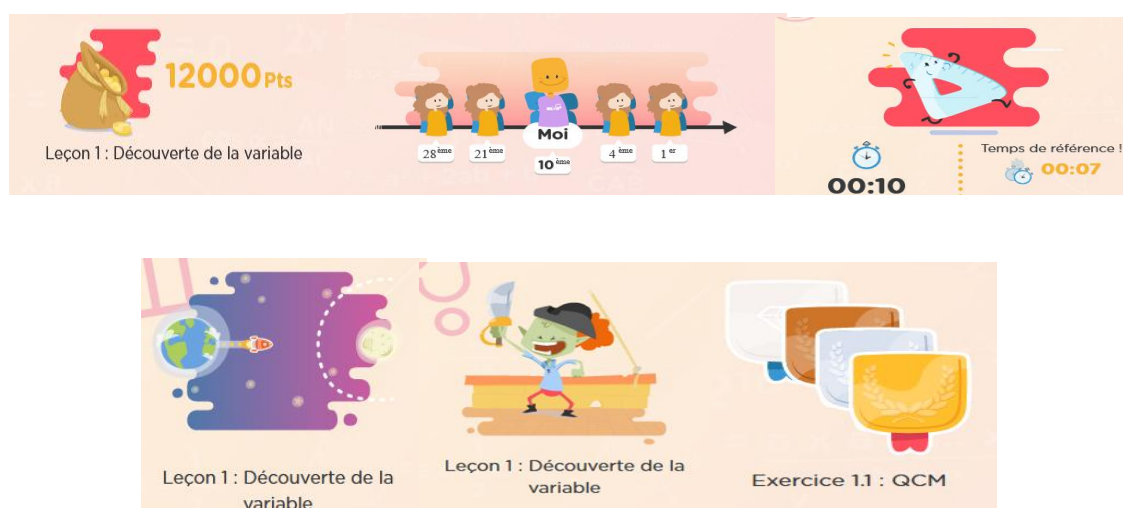
### **Les facteurs influençant les effets de la ludification sur la motivation**

Pour Barata et al. (2016), le fait que les utilisateurs présentent des motivations différentes à réaliser une activité et que certains soient démotivés suite à l'implémentation d'éléments de compétition, suggère une adaptation de la ludification en fonction des préférences de jeu. Certains auteurs proposent une adaptation statique, classant les individus selon leurs préférences de jeu en amont de l'activité grâce à des questionnaires tels que Brainhex (Hallifax, & al., 2018; Monerrat, 2015; Nacke & al., 2014) ou Hexad (Mora & al., 2018; Tondello & al., 2016); d'autres envisagent une adaptation dynamique en cours d'activité (Jagušt & al., 2018). Cependant, peu d'études à ce jour ont étudié les effets de telles adaptations. C'est pourquoi nous souhaitons vérifier l'hypothèse selon laquelle une ludification générique en mathématiques motive les élèves (hypothèse H1), mais aussi définir les facteurs pouvant impacter différemment l'effet de plusieurs éléments ludiques pris séparément sur la motivation, tout en vérifiant si le niveau de motivation initiale et le profil type de joueur de l'élève sont des facteurs à considérer lors d'une adaptation (hypothèse H2).

## Méthodologie

### Corpus de recherche et éléments ludiques retenus

Six enseignants en mathématiques et 258 élèves (répartis dans 4 collèges différents en classe de 4<sup>ème</sup>) ont testé durant 3 semaines l'environnement numérique LudiMoodle, en alternant 10-15 min de cours et 20-25 minutes d'exercices d'application sur tablette, de type « exerciceur » en calcul littéral, non notés afin de ne pas démotiver les élèves. Six éléments ludiques, distribués aléatoirement, ont été testés : score, classement, timer, progression, avatar et badges retenus.



**Figure 1.** Elements ludiques retenus pour l'expérimentation (de la gauche à droite : score/classement/timer/progression/avatar/badges)

### Mesure de la motivation en Mathématiques et du profil de joueur de l'élève

La motivation des élèves a été étudiée selon la théorie de l'autodétermination (Deci & Ryan, 2000) qui différencie les motivations « intrinsèques » (MI ; Vallerand & Blais, 1987), présentant un fort degré d'autorégulation et d'intériorisation dans le Soi, et qui sont directement liées aux notions plaisir (MIST), de compétence (MIAC) et de nouveauté

(MICO) ; des motivations « extrinsèques » (ME ; Deci & Ryan, 1985), peu autorégulées, et qui sont liées au besoin d'estime de soi (MEIN), aux récompenses (MERE), à l'utilité (MEID) et à la mise en accord de ses actions avec ses propres valeurs (MEIT). Enfin, l'amotivation (AMOT) qui correspond à l'absence de motivation et d'autorégulation (Vallerand, 1997).

L'Échelle de la Motivation en Éducation (ÉMÉ) de Vallerand et al. (1989), qui s'adresse à des lycéens, a été adaptée à notre public et à l'enseignement des mathématiques. Les élèves devaient répondre en pré-test et en post-test à une question générale « Pourquoi vas-tu en cours de mathématiques ? », par 28 items réponses sur une échelle de Lickert à 5 points, permettant de mesurer les sept sous-échelles de la motivation précédemment citées, hors motivation extrinsèque à la régulation intégrée (MEIT), observable principalement chez l'adulte.

Le profil type de joueur de l'élève a été évalué grâce au questionnaire Hexad (Tondello & al., 2016), développé spécifiquement pour la ludification et reposant sur la théorie de l'autodétermination. Les élèves devaient évaluer sur une échelle de Lickert à 7 points, 24 affirmations permettant de définir six profils de joueurs différents : *Socializer* motivé par le contact social ; *Free spirit* motivé par l'exploration et la création ; *Achiever* motivé par les challenges ; *Philanthropist* motivé pour aider les autres ; *Disruptor* motivé par le changement ; *Player* motivé par sa réussite personnelle.

### Procédures d'analyses

Après avoir procédé à une vérification de la fiabilité de l'échelle créée (analyse confirmatoire de chacune des sous-échelles), un regroupement des items par sous-échelles a été opéré.

Type de motivation	MICO	MIAC	MIST	MEID	MEIN	MERE	AMOT
--------------------	------	------	------	------	------	------	------

<b><math>\alpha</math> de Cronbach</b>	.794	.708	.841	.858	.712	.723	.752
--	------	------	------	------	------	------	------

**Tableau 01.** Statistiques de fiabilité de chacune des sous-échelles de la motivation

Une MANOVA a ensuite confirmé les corrélations des sous-échelles entre elles et l'existence d'un continuum d'autodétermination<sup>2</sup> (Vallerand & al., 1989). Du fait de données non paramétriques, un test des rangs signés de Wilcoxon, consistant à comparer les scores de motivation obtenus en pré-test et post-test, a été réalisé (logiciel IBM SPSS Statistics 25) pour mesurer l'effet de la ludification sur la motivation des élèves et ainsi vérifier notre première hypothèse (H1). Pour déterminer l'influence de la motivation et du profil de joueur de l'élève, sur la variation de motivation, et vérifier notre seconde hypothèse (H2), nous avons conduit une analyse PLS SEM<sup>3</sup> (logiciel SmartPLS3). Plus précisément, un *Bootstrap*<sup>4</sup> complet (5000 tirages effectués) sans distinction d'éléments ludiques puis par élément ludique, a été conduit. Constatant des corrélations fortes entre les motivations intrinsèques, mais aussi entre les motivations extrinsèques, il a été décidé de regrouper chacune d'entre elles sous les variables latentes MI et ME, conformément aux préconisations de Vallerand et al. (2000).

## Résultats

### Une ludification générique qui démotive les élèves

Les résultats du test des rangs signés de Wilcoxon, regroupés dans le tableau 02 ci-dessous, montrent une augmentation de l'amotivation, un déclin des motivations à faire des mathématiques pour obtenir des récompenses (MERE) et pour apprendre de nouvelles choses

<sup>2</sup> Les motivations intrinsèques sont fortement corrélées entre elles ( $r=.604$ ,  $r=.674$ ,  $r=.778$ ). La motivation aux récompenses (MERE) affiche un  $r=.538$  avec la motivation à se sentir compétent (MEIN), qui elle-même affiche un  $r=.470$  avec la motivation à faire des mathématiques par utilité (MEID), MEID qui affiche des corrélations variant de  $.345$  à  $.533$  avec les trois motivations intrinsèques.

<sup>3</sup> Il s'agit d'une méthode adaptée aux données non paramétriques (Wong, 2019), et qui repose sur la modélisation d'équations structurelles par les moindres carrés partiels.

<sup>4</sup> Le *Bootstrap* est une méthode de rééchantillonnage permettant de vérifier la réplification multiple des données à partir de l'échantillon étudié.

(MICO) pour tous les élèves. Des effets contrastés sont notés selon l'élément ludique reçu : les badges semblent davantage démotivants que les autres.

Éléments de jeu		Global	Avatar	Badges	Progression	Classement	Score	Timer
Motivation intrinsèque	MICO	<b>-9.769**</b>	<b>-4.627**</b>	<b>-4.220**</b>	<b>-3.747**</b>	<b>-4.629**</b>	<b>-3.829**</b>	<b>-2.969**</b>
	MIAC	-1.235	-0.121	<b>-2.217*</b>	-0.415	-0.703	-0.621	-0.197
	MIST	-1.261	-0.414	-1.278	-0.019	-1.882	-0.763	-0.330
Motivation extrinsèque	MEID	-0.128	-0.082	<b>-2.259**</b>	-0.197	-0.685	-1.211	-1.322
	MEIN	-0.659	-0.540	<b>-1.917</b>	-0.534	-0.354	-0.209	-0.809
	MERE	<b>-6.209**</b>	<b>-2.976*</b>	<b>-3.363*</b>	<b>-4.067**</b>	-1.448	-0.830	<b>-2.536**</b>
Amotivation	AMOT	<b>10.780**</b>	<b>4.125**</b>	<b>5.225**</b>	<b>3.683**</b>	<b>5.397**</b>	<b>4.523**</b>	<b>3.561**</b>

**Tableau 02.** Variations de la motivation de manière globale puis par élément ludique (\*p<.05 ; \*\*p<.01)

### Un niveau de motivation initiale et un profil de joueur qui influent sur l'impact des éléments ludiques

Globalement, il est constaté une diminution significative de la motivation des élèves les plus motivés intrinsèquement et extrinsèquement, et de l'amotivation des plus amotivés (cf. tableau 03). Il est aussi remarqué que les élèves motivés par les challenges (profil *Achiever*) ont vu leur amotivation diminué, alors que ceux motivés par le changement (profil *Disruptor*) ou par le contact social (profil *Socialiser*), l'ont vu augmentée.

	Global		Avatar		Badges		Progression		Classement		Score		Timer	
	Sdt Beta	t-value	Sdt Beta	t-value	Sdt Beta	t-value	Sdt Beta	t-value	Sdt Beta	t-value	Sdt Beta	t-value	Sdt Beta	t-value
AMOT - AMOTvar	- <b>0.682**</b>	<b>11.211**</b>	- <b>0.427*</b>	<b>2.491*</b>	- 0.335	1.052	- <b>0.825**</b>	<b>6.657**</b>	-0.367	1.881	- <b>0.831**</b>	<b>4.650**</b>	- <b>1.071**</b>	<b>5.127**</b>
AMOT - MEvar	0.023	0.261	0.123	0.409	- 0.165	0.410	- 0.165	0.801	0.032	0.166	- 0.104	0.414	<b>0.690*</b>	<b>2.436*</b>
AMOT - MIvar	0.131	1.850	<b>0.394*</b>	<b>2.089*</b>	- 0.161	0.928	- 0.171	0.749	0.181	1.019	- 0.402	1.453	<b>0.505**</b>	<b>2.831**</b>



ME - MEvar	- <b>0.464</b> **	<b>4.490</b> **	- 0.386	1.431	- 0.480	1.519	- 0.524	1.626	-0.530	1.635	- <b>0.836</b> **	<b>2.837</b> **	- 0.034	0.114
MI - MEvar	<b>0.207</b> *	<b>2.035</b> *	<b>0.509</b> *	<b>1.974</b> *	- 0.042	0.160	0.162	1.083	0.239	0.925	0.098	0.590	0.200	0.622
MI - MIvar	- <b>0.610</b> **	<b>8.004</b> **	- 0.094	0.379	- <b>0.626</b> *	<b>2.509</b> *	- <b>0.593</b> **	<b>3.171</b> **	-0.514	1.723	- <b>0.855</b> *	<b>2.511</b> *	- 0.471	1.538
achiever - AMOTvar	- <b>0.163</b> *	<b>2.253</b> *	- 0.254	1.239	- 0.287	0.877	- 0.211	1.382	-0.088	0.389	- 0.033	0.019	- 0.129	0.628
achiever - MEvar	0.069	0.683	- 0.090	0.542	0.114	0.655	- 0.059	0.352	-0.037	0.194	0.135	0.766	<b>0.576</b> *	<b>2.019</b> *
achiever - MIvar	0.131	1.514	- 0.063	0.374	0.258	1.542	- 0.190	1.136	0.104	0.513	0.097	0.635	<b>0.657</b> **	<b>2.694</b> **
disruptor - AMOTvar	<b>0.160</b> **	<b>2.656</b> **	0.070	0.392	0.050	0.287	0.048	0.292	0.248	1.327	<b>0.549</b> **	<b>2.970</b> **	0.110	0.723
disruptor - MIvar	0.055	0.797	0.182	0.997	- 0.072	0.862	<b>0.423</b> **	<b>2.910</b> **	-0.122	0.423	0.149	0.850	- 0.285	1.602
player - MIvar	0.084	1.415	<b>0.322</b> *	<b>1.985</b> *	- 0.014	0.094	0.084	0.409	0.055	0.092	- 0.138	0.785	0.132	1.254
socialiser - AMOTvar	<b>0.119</b> *	<b>2.109</b> *	0.143	0.826	0.128	0.604	0.089	0.773	0.164	0.891	0.118	0.623	0.044	0.306
socialiser - MEvar	0.026	0.372	- <b>0.376</b> *	<b>1.979</b> *	0.364	1.464	0.037	0.350	0.059	0.675	0.170	0.748	0.117	0.520

**Tableau 03.** Résultats du Bootstrapping les plus significatifs (\* $p < .05$  ;  $p < .01$ )

Des effets différents sont constatés suivant l'élément ludique reçu. Si l'avatar diminue l'amotivation des plus amotivés et augmente la motivation intrinsèque des élèves motivés par leur réussite personnelle (profil *Player*), il dégrade, en revanche, la motivation extrinsèque de ceux motivés par le contact social (profil *Socialiser*). Le score diminue l'amotivation des plus amotivés, mais dégrade les motivations intrinsèque et extrinsèque des élèves motivés intrinsèquement et extrinsèquement, et augmente l'amotivation de ceux motivés par le changement (profil *Disruptor*). Le timer diminue l'amotivation des plus amotivés et augmente leurs motivations intrinsèque et extrinsèque, mais aussi celles des élèves motivés par les challenges (profil *Achiever*). Les badges dégradent la motivation intrinsèque des élèves intrinsèquement motivés et aucun effet particulier n'est constaté pour les élèves ayant reçu le classement. A noter que le fait d'être motivé par l'exploration et la création (profil *Free Spirit*) n'a pas eu d'impact significatif sur les variations de motivations (ce qui explique son absence dans le tableau 03).

## Discussion

La diminution de la motivation aux récompenses (MERE) constatée, peut s'expliquer par l'absence d'évaluation et de notation des exercices proposés, possiblement attendues par les élèves, mais non prévue au départ. La diminution de la motivation à apprendre de nouvelles choses (MICO) quant à elle, pose la question de l'intérêt de l'activité proposée : il semblerait que les élèves aient envisagé les exercices proposés davantage comme un jeu, plutôt que comme une réelle activité d'apprentissage, ce qui fait écho aux résultats de Barata et al. (2016). Enfin, la progression de l'amotivation signifie que les élèves ont trouvé moins d'intérêt à faire des mathématiques. Seul l'élément ludique *badges* semble davantage démotivant que les autres : il agirait comme une récompense contrôlante, puisqu'il incite à l'action mais la contraint (Hanus & Fox, 2015 ; Deci, Koestner & Ryan, 2001).

Les résultats suggèrent un effet positif de la ludification sur les élèves les moins motivés intrinsèquement et extrinsèquement, et les plus amotivés, faisant ainsi écho aux travaux de Lavoué et al. (2018). Les élèves motivés par le changement (profil *Disruptor*) et ceux par le contact social (profil *Socializer*) ont été davantage amotivés alors que ceux motivés par les challenges (profil *Achiever*) l'ont moins été. Ces résultats peuvent s'expliquer, pour les *Disruptor*, par le fait qu'il s'agissait ici d'un exerciceur et donc d'exercices répétitifs ; de même, les *Socializer* n'ont pas pu collaborer avec d'autres élèves, aucun élément ludique n'ayant été prévu en ce sens par les enseignants ; enfin il semblerait que les *Achiever* aient trouvé dans cette forme d'apprentissage des mathématiques une source de motivation. En d'autres termes, la pertinence de l'élément ludique et, *in fine*, du profil de joueur, semble dépendant de la modalité pédagogique. Dans cette perspective, aucune variation significative de la motivation n'est observée, pour les élèves au profil *Free Spirit*, présentant un fort besoin d'autonomie et d'expression de soi, motivés par la création et l'exploration. Le fait de réaliser les exercices à leur rythme et de naviguer librement sur la

plateforme, a pu satisfaire leur besoin d'autonomie, mais que cet effet a été limité car rien n'était prévu côté « création » (Amabile, 1996). De même, aucun effet n'a été observé pour les élèves présentant un profil *Philanthropist*, aucun élément de coopération n'ayant été prévu.

Il semblerait que l'articulation autonomie-motivation et besoin de compétence-motivation soit déterminante. Le fait que l'avatar diminue l'amotivation des plus amotivés et augmente la motivation intrinsèque des élèves motivés par leur réussite personnelle (profil *Player*), suggère que ces élèves, en se fixant pour objectif de collecter davantage d'accessoires pour leur avatar, ont satisfait à la fois leurs besoins d'autonomie et de compétence, ce qui expliquerait l'augmentation de leur motivation (Nix & al., 1999; Peng & al., 2012; Rigby & Ryan, 2011; Ryan & al., 2006; Sailer & al., 2017). Par contre, l'absence de possibilité de le montrer au reste de la classe, expliquerait la diminution de motivation extrinsèque des élèves motivés par le contact social (profil *Socialiser*). L'élément score, en tant que récompense non-contrôlante (puisque l'élève avait la possibilité de refaire ou pas les exercices qui lui étaient proposés) pourrait permettre de diminuer l'amotivation des élèves les plus amotivés (Deci & al., 2001). Néanmoins, le score semble avoir nuit à la notion de plaisir associée aux mathématiques par les élèves les plus intrinsèquement motivés (Hanus & Fox, 2015) et pose la question de la pertinence de l'activité pour les élèves motivés par les notes, puisqu'aucune notation ou évaluation n'ont été prévues. Le timer a diminué l'amotivation des plus amotivés et augmenté leurs motivations intrinsèques et extrinsèques, ce conduit à penser que cet élément de jeu, en tant qu'incitation à la performance, a non seulement satisfait leur besoin de compétence, et leur a procuré davantage de plaisir (Peng & al., 2012; Ryan & Deci, 2000). Enfin, l'élément de jeu progression, matérialisé par une fusée progressant de la Terre vers la Lune, a permis aux élèves au profil *Disruptor*, d'augmenter leur motivation intrinsèque et certainement de se fixer des buts de performance (Nicholls, 1989; Vansteenkiste & al., 2010), satisfaisant ainsi leur besoin de changement (Hallifax & al., 2019). Il aurait agi cependant,

comme une récompense contrôlante dégradant la motivation intrinsèque des élèves les plus motivés intrinsèquement (Deci & al., 2001).

Ces résultats ne peuvent être compris sans tenir compte du contexte d'apprentissage et de la façon d'enseigner. En effet, lors d'entretiens semi-directifs, les enseignants déclarent avoir constaté de l'ennui chez certains élèves, dû à l'absence de situations variées et à la durée de l'expérimentation (Hanus, Fox, 2015 ; Koivisto, Hamari, 2014). Plus précisément, d'ordinaire, le calcul littéral est enseigné par progression spiralée, par « petites touches » tout au long de l'année, en alternance avec des situations problèmes, pour faciliter l'appropriation des savoirs (Brousseau & Balacheff, 1998). Or ici, il s'agissait exclusivement d'exercices de type exerciceur et d'un enseignement « massé » sur 3 semaines.

## **Conclusion**

Cette recherche montre qu'un environnement numérique générique pose des difficultés en termes de motivation des élèves excepté s'il est adapté à des profils de joueurs, à des éléments ludiques en lien avec le contexte d'apprentissage et, plus généralement si les caractéristiques de l'environnement numérique s'intègrent à la manière d'enseigner. Si les résultats montrent généralement une baisse de la motivation, voire une amotivation, des effets positifs sont constatés lorsqu'il est tenu compte du niveau de motivation initial et, surtout, du profil de joueur. En effet, la ludification ne semble pas convenir aux élèves les plus motivés. En revanche, une augmentation des motivations intrinsèque et extrinsèque a été constatée pour les profils amotivés et *Achiever*. Adapter la ludification au niveau de motivation initiale de l'élève, à son profil de joueur, en lien avec la situation-problème posée en mathématiques et aux modalités d'enseignement mises en œuvre, serait donc pertinent. Pour aller plus loin, il

est aussi possible d'envisager une adaptation dynamique (Jagušt & al., 2018 ; Lazzaro, 2004; Whitton, 2011), étant donné que les motivations peuvent évoluer au cours de la journée.

## Références

- Amabile, T. M. (1996). *Creativity in Context* (Westview, Boulder, CO).
- Amadiou, F., & Tricot, A. (2014). *Apprendre avec le numérique : Mythes et réalités*. Retz.
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Gonçalves, D. (2016). Studying student differentiation in gamified education : A long-term study. *Computers in Human Behavior*.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.049>
- Bonenfant, M., & Genvo, S. (2014). Une approche située et critique du concept de gamification. *Sciences du jeu*, 2. <https://doi.org/10.4000/sdj.286>
- Brougère, G., Ammouche, S., Berry, V., Labelle, S., & Seurrat, A. (2015). *Penser le jeu. Les industries culturelles face au jeu*. Nouveau Monde.  
<http://www.numeriquepremium.com/content/books/9782369421771>
- Brousseau, G., & Balacheff, N. (1998). *Théorie des situations didactiques : Didactique des mathématiques 1970-1990*. La pensée sauvage Grenoble.
- Deci, E., Koestner, R., & Ryan, R. (1999). A meta-analytic review of experiments examining the effects of extrinsic rewards on intrinsic motivation. *Psychological Bulletin*, 125(6), 627- 668. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627>
- Deci, E., Koestner, R., & Ryan, R. (2001). Extrinsic Rewards and Intrinsic Motivation in Education : Reconsidered Once Again. *Review of Educational Research*, 71(1), 1- 27.  
<https://doi.org/10.3102/00346543071001001>
- Deci, E., & Ryan, R. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer Science & Business Media.

- Deci, E., & Ryan, R. (2000). The " what" and " why" of goal pursuits : Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological inquiry*, 11(4), 227–268.  
[http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327965PLI1104\\_01](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327965PLI1104_01)
- Deterding, Sebastian, Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness : Defining gamification. *Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments*, 9–15.
- Deterding, Sebastien, Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2014). Du game design au gamefulness : Définir la gamification. *Sciences du jeu*, 2.
- Fluckiger, C. (2019). *Du dispositif à l'environnement : Le déterminisme technique à l'aune de l'évolution des usages estudiantins Cédric Fluckiger*.
- Guay, F., Vallerand, R. J., & Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation : The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and emotion*, 24(3), 175–213.
- Hallifax, S., Lavoué, E., Marty, J.-C., & Serna, A. (2018). DMsAG, une classification structurée pour la ludification adaptative. *7ème rencontre jeunes chercheurs en EIAH*. RJC EIAH 2018, Besançon.
- Hallifax, S., Serna, A., Marty, J.-C., Lavoué, G., & Lavoué, E. (2019). Factors to Consider for Tailored Gamification. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, 559–572.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? – A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *Proceedings of the 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3025–3034.  
<https://doi.org/10.1109/HICSS.2014.377>
- Hanus, M. D., & 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.

- Jagušt, T., Botički, I., & So, H.-J. (2018). Examining competitive, collaborative and adaptive gamification in young learners' math learning. *Computers & Education, 125*, 444–457.
- Lavoué, E., Monterrat, B., Desmarais, M., & George, S. (2018). Adaptive gamification for learning environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 12*(1), 16–28.
- Lazzaro, N. (2004). Why we Play Games : Four Keys to More Emotion without Story. *Game Dev Conf.*
- Mekler, E., Brühlmann, F., Tuch, A., & Opwis, K. (2017). Towards Understanding the Effects of Individual Gamification Elements on Intrinsic Motivation and Performance. *Comput. Hum. Behav., 71*(C), 525–534. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.08.048>
- Monterrat, B. (2015). *Un système de ludification adaptative d'environnements d'apprentissage fondé sur les profils de joueur des apprenants* [Lyon, INSA]. <http://www.theses.fr/2015ISAL0122>
- Monterrat, B., Lavoué, E., George, S., & Desmarais, M. (2017). Les effets d'une ludification adaptative sur l'engagement des apprenants. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation, 24*(1). <https://doi.org/10.23709/sticf.24.1.2>
- Mora, A., Tondello, G. F., Nacke, L. E., & Arnedo-Moreno, J. (2018). Effect of personalized gameful design on student engagement. *2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1925–1933.
- Nacke, L., Bateman, C., & Mandryk, R. (2014). BrainHex : A neurobiological gamer typology survey. *Entertainment computing, 5*(1), 55–62.
- Nacke, L. E., & Deterding, S. (2017). *The maturing of gamification research*. Elsevier.
- Nicholls, J. (1989). *The competitive ethos and democratic education*. Harvard University Press.

- Nix, G., Ryan, R., Manly, J., & Deci, E. (1999). Revitalization through self-regulation : The effects of autonomous and controlled motivation on happiness and vitality. *Journal of Experimental Social Psychology*, 35(3), 266–284.
- Peng, W., Lin, J.-H., Pfeiffer, K. A., & Winn, B. (2012). Need satisfaction supportive game features as motivational determinants : An experimental study of a self-determination theory guided exergame. *Media Psychology*, 15(2), 175–196.
- Rigby, S., & Ryan, R. (2011). *Glued to Games : How Video Games Draw Us In and Hold Us Spellbound*. Praeger.
- Ryan, R., & Deci, E. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.  
<http://psycnet.apa.org/journals/amp/55/1/68/>
- Ryan, R., Rigby, S., & Przybylski, A. (2006). The motivational pull of video games : A self-determination theory approach. *Motivation and emotion*, 30(4), 344–360.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11031-006-9051-8>
- Sailer, M., Hense, J. U., Mayr, S. K., & Mandl, H. (2017). How gamification motivates : An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 69(Supplement C), 371- 380.  
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.12.033>
- Silva, H. (2013). La « gamification » de la vie : Sous couleur de jouer ? *Sciences du jeu*, 1.  
<https://doi.org/10.4000/sdj.261>
- Tondello, G., Wehbe, R., Diamond, L., Busch, M., Marczewski, A., & Nacke, L. (2016). The gamification user types hexad scale. *Proceedings of the 2016 annual symposium on computer-human interaction in play*, 229–243.
- Triclot, M. (2011). *Philosophie des jeux vidéo*. Zones.



- Vallerand, R. (1997). Toward a hierarchical model of intrinsic and extrinsic motivation. *Advances in experimental social psychology*, 29, 271–360.  
[http://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0065-2601\(08\)60019-2](http://psycnet.apa.org/doi/10.1016/S0065-2601(08)60019-2)
- Vallerand, R., & Blais, M. (1987). Vallerand, R. J., & Blais, M. R. (1987). Vers une conceptualisation tripartite de la MI: La MI à la connaissance, à l'accomplissement et aux sensations. Manuscrit inédit, Laboratoire de Psychologie Sociale, Université du Québec à Montréal. *Manuscrit inédit, Laboratoire de Psychologie Sociale, Université du Québec à Montréal.*
- Vallerand, R. J., Blais, M. R., Brière, N. M., & Pelletier, L. G. (1989). Construction et validation de l'échelle de motivation en éducation (EME). [Construction and validation of the Motivation toward Education Scale.]. *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*, 21(3), 323- 349. <https://doi.org/10.1037/h0079855>
- Vansteenkiste, M., Smeets, S., Soenens, B., & Lens, W. (2010). Autonomous and controlled regulation of performance-approach goals: Their relations to perfectionism and educational outcomes. *Motivation and Emotion*, 34(4), 333.  
<https://doi.org/10.1007/s11031-010-9188-3>
- Whitton, N. (2011). Game Engagement Theory and Adult Learning. *Simulation & Gaming*, 42(5), 596- 609. <https://doi.org/10.1177/1046878110378587>
- Wong, K. K.-K. (2019). *Mastering partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) with Smartpls in 38 hours*. iUniverse.