

Mesurer le « flow » lors de l'utilisation d'une plateforme de jeux pédagogiques par des élèves du primaire

Aous Karoui¹, Lionel Alvarez^{1,2}, Thierry Geoffre¹, Quentin Brumeaud¹

¹ Haute École Pédagogique de Fribourg, 1700 Fribourg, Suisse
prenom.nom@eduf.fr.ch

² Université de Fribourg, 1700 Fribourg, Suisse
lionel.alvarez@unifr.ch

Résumé. Le concept de « flow » est utilisé pour décrire l'état mental d'être complètement immergé dans une activité difficile, mais réalisable. Bien qu'il soit étudié principalement dans le cadre des activités de loisirs, le « flow » suscite aujourd'hui de plus en plus l'intérêt des chercheurs dans le domaine des EIAH et de la *gamification*. Cet article présente les premiers résultats de mesures de « flow » lors de l'utilisation de la plateforme de jeux pédagogiques GamesHUB dans quatre classes d'école primaire (N = 76). Une version du questionnaire *E-GameFlow*, adaptée pour des enfants, a permis d'obtenir des notes élevées en termes de *concentration*, de *défi*, d'*autonomie* et d'*immersion* perçus par les élèves. De plus, les réflexions faites à travers les dessins et l'expression verbale des élèves montrent que la plateforme GamesHUB offre des opportunités pour atteindre le « flow » tout en apprenant. Malgré ces résultats prometteurs, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour vérifier l'efficacité de l'outil, mettant ainsi en évidence des pistes potentielles de développements futurs.

Mots-clés : EIAH, apprentissage ludique, pédagogie du jeu, e-learning, évaluation du « flow »

Abstract. The concept of “flow”, or the mental state of being fully immersed in a challenging but achievable activity, although studied primarily in the context of leisure activities, is now increasingly attracting the interest of researchers in the field of HIE and gamification. This article presents the first results of measuring “flow” following the use of the GamesHUB educational game platform in four elementary school classrooms (N = 76). A child-friendly version of the *E-GameFlow* questionnaire yielded high scores in terms of students' perceived concentration, challenge, autonomy, and immersion. In addition, reflections from the students' drawings and verbal expression show that the GamesHUB platform offers opportunities to achieve “flow” while learning. Despite these promising results, further research is needed to verify the effectiveness of the tool, highlighting potential avenues for future developments.

Keywords: TEL, game-based learning, e-learning, flow assessment.

1 Introduction

Les plateformes de jeux pédagogiques sont des outils numériques qui permettent aux élèves d'apprendre à travers des jeux interactifs et immersifs [1]. En jouant à ces types de jeux, les élèves peuvent explorer différents concepts et idées d'une manière engageante, les encourageant à développer des compétences en résolution de problèmes, leur pensée critique, leur créativité et la collaboration [2, 3]. Ainsi, l'apprentissage par le jeu peut aider à rendre l'apprentissage plus agréable et à augmenter la motivation et la réussite scolaire des élèves [4]. À ce titre, de plus en plus de chercheurs s'intéressent à la mesure du « flow » ressenti par les apprenants lors des sessions de jeux [5, 6].

En effet, le « flow » est un terme utilisé pour décrire l'état mental de l'expérience optimale, où les apprenants sont tellement immergés dans la tâche à accomplir qu'ils perdent la notion du temps et sont capables d'atteindre des performances optimales [7]. L'apprentissage par le jeu a le potentiel de faciliter l'atteinte du « flow » chez les apprenants et d'accroître ainsi l'efficacité de leur expérience d'apprentissage [8].

2 La plateforme GamesHUB

2.1 Les fondements de la plateforme

Débuté en 2020, le projet GamesHUB est né d'une collaboration entre la HEP de Fribourg et l'École des Métiers de Fribourg (EMF). Le projet vise à concevoir et à développer une plateforme d'apprentissage en ligne pour les élèves d'école primaire, avec ou sans troubles du langage, qui soit autant que possible fondée sur des preuves et visant une ambition de Conception Universelle de l'Apprentissage (CUA) [9].

La plateforme GamesHub est ainsi portée par deux institutions pluridisciplinaires au sein de la HEP de Fribourg qui sont le Centre de Recherches pour l'Enseignement / Apprentissage par les Technologies (CRE /ATE) et l'unité de recherche Pluralité du Langage & des Médias (PL&M). Le CRE/ATE et PL&M disposent de deux équipes pluridisciplinaires (informatique, didactique du français, linguistique appliquée, psycholinguistique) qui contribuent au développement de la plateforme GamesHub. Plus récemment, les développements sur GamesHub ont particulièrement été orientés vers l'apprentissage ludifié des langues dans le cadre du projet PEAPL¹ (Plateforme Européenne pour l'Apprentissage des Langues), soutenu par le fonds européen Erasmus+².

2.2 Les fondements didactiques

GamesHUB donne accès à différents jeux et niveaux de jeu, tous liés à des objectifs pédagogiques. Dans une expérience de base, l'élève peut parcourir les jeux et les différents niveaux de difficulté, organisés par objectifs pédagogiques, sujets et niveaux scolaires. L'enseignant peut donner la tablette à l'élève pour qu'il joue librement afin

¹ <http://peapl.eu/>

² Erasmus+ KA201-302DDA9 (2020-2023, 449'923€). <https://peapl.eu/>

d'apprendre, ou bien lui assigner des listes de niveaux de jeu dans le cadre d'un parcours personnalisé.

En effet, quelques tests avec des étudiants futurs enseignants, en 2020, ont indiqué la nécessité de permettre une progression plus articulée de l'expérience d'apprentissage, proche du cadre d'une séquence didactique tel qu'elle pourrait être proposée dans une classe ordinaire. Par conséquent, des parcours d'enseignement/apprentissage peuvent désormais être développés par l'enseignant (via le tableau de bord de l'enseignant) en utilisant des jeux et des niveaux de jeu comme ressources pédagogiques choisies et organisées pour cibler un objectif d'apprentissage. Comme illustré par la figure 1, la sélection de différents niveaux de jeux d'apprentissage est rendue possible grâce à une série de filtres (élément du référentiel de compétences qui est visé, difficulté, tags) et la partie supérieure de l'écran permet de visualiser le parcours créé comme une chaîne de « briques », chaque brique étant un niveau de jeu. Un parcours peut également intégrer des liens vers des ressources en ligne ou des instructions pour poursuivre une « activité non connectée » (par exemple, travail en groupe, utilisation d'une ressource papier ou vérification auprès de l'enseignant).

Pour un parcours d'apprentissage créé, les remédiations peuvent être anticipées et ajoutées au parcours comme des briques optionnelles envoyées uniquement à l'apprenant en fonction du score obtenu à une ou plusieurs étapes précédentes (en mode évaluation). Cela permet d'ajouter des briques pour aider à retrouver de la compréhension ou cibler un prérequis selon un référentiel de compétences donné. Une fois le parcours entièrement créé, il peut être adressé à un ou plusieurs apprenants [10].

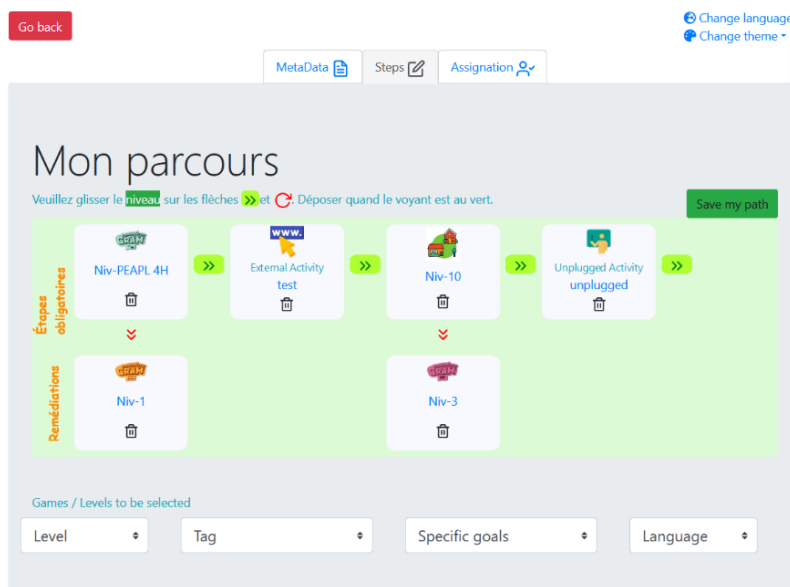


Fig. 1 Un exemple de parcours en cours de création sur GamesHUB, combinant des étapes obligatoires et des remédiations.

2.3 La conception de la plateforme

Afin de s'assurer que chaque apprenant, quelles que soient ses difficultés d'apprentissage, puisse bénéficier d'un engagement dans les parcours d'apprentissage ou les jeux de GamesHUB — dès lors qu'il peut interagir avec une tablette ou un ordinateur —, la plateforme a été conçue dans l'optique de la CUA. En conséquence, deux lignes directrices ont été choisies dès le début pour respecter cette ambition dans le développement : (1) la réduction des barrières, et (2) la diversité (des expériences d'apprentissage, des médiations, et des façons d'exprimer les compétences).

Le premier point, tel qu'illustré par la figure 2, consiste à fournir des outils d'assistance numérique qui sont des fonctionnalités additionnelles. Elles sont rendues disponibles à chaque situation d'apprentissage comme l'adaptation du contraste ou de la police de caractères, ainsi que la synthèse vocale, les blocs-notes ou le dictionnaire visuel [11]. En outre, la mise en œuvre d'un système d'apprentissage adaptatif qui recommande des jeux ou des niveaux de jeu est également en cours [12].

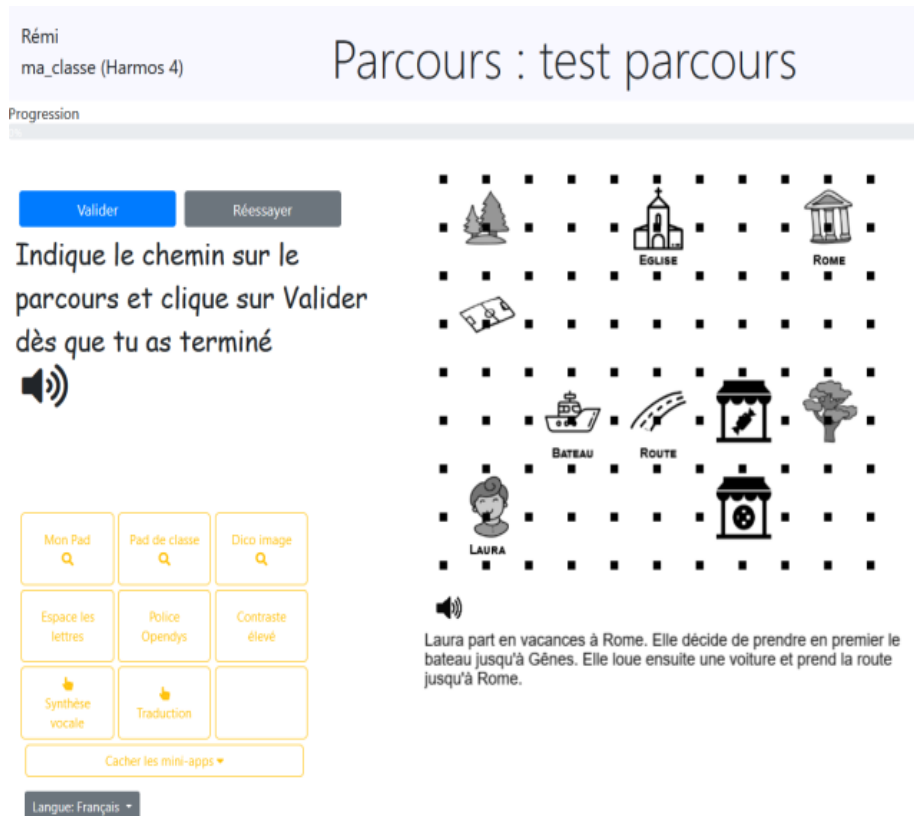


Fig.2. Une capture d'écran des fonctionnalités additionnelles disponibles sur GamesHUB

Le deuxième point — la gestion de la diversité — existe de différentes manières dans GamesHUB :

- Chaque jeu est développé avec quatre modes de jeu qui représentent quatre niveaux de taxonomie (explorer, former, évaluer, créer) [13].
- L'expérience de l'apprenant peut être un jeu autoguidé ou un parcours d'apprentissage personnalisé [14].
- Chaque jeu existe en plusieurs niveaux de difficulté.
- Dans cette pluralité de niveaux de difficulté, une variété d'antécédents culturels est explicitement choisie.
- L'alternance entre l'apprentissage en ligne et les activités non connectées est encouragée et rendue possible par des étapes simples au sein des parcours d'apprentissage créés par l'enseignant.
- L'intégration de ressources externes est soutenue pour permettre une plus grande diversité de médiations.

3 Tester le « flow » et l'expérience d'apprentissage

L'évaluation du « flow » dans l'enseignement, lors de l'utilisation d'une interface numérique, est relativement courante [15]. Le « flow » est généralement défini comme une expérience d'apprentissage optimale ou un « état mental psychologique d'une personne qui est immergée dans une activité avec une concentration énergique, un plaisir optimal, une implication totale et des intérêts intrinsèques, et qui est généralement concentrée, motivée, positive, énergique et alignée sur la tâche à accomplir » [16].

L'importance du « flow » pour l'apprentissage réside dans le fait que, lorsqu'une personne est en état de « flow », elle est motivée intrinsèquement et est plus encline à continuer à s'engager dans l'activité. De plus, les personnes en état de « flow » sont plus susceptibles d'apprendre de manière efficace, car elles sont plus concentrées et ont une plus grande capacité d'attention et de mémorisation.

3.1 Le questionnaire original : EgameFlow

Le questionnaire *EgameFlow* est un outil de mesure de la satisfaction des apprenants lors de l'utilisation de jeux pédagogiques [17]. Il s'agit d'une version modifiée du questionnaire GameFlow, qui a été développé pour mesurer l'expérience de « flow » dans les sessions de jeux vidéo [18].

D'un point de vue scientifique, le questionnaire présente de solides caractéristiques psychométriques, notamment une bonne validité de contenu et de construit. La *validité de contenu* mesure la capacité du questionnaire à évaluer tous les aspects pertinents de l'expérience de jeu, tandis que la *validité de construit* indique la capacité du questionnaire à mesurer ce qu'il est censé mesurer, c'est-à-dire la satisfaction de l'utilisateur. En outre, la fidélité du questionnaire a été évaluée et a montré une bonne cohérence interne des énoncés, suggérant que les énoncés mesurent tous la même chose et sont donc fiables. Le questionnaire a également montré une bonne sensibilité, capable de détecter les différences significatives entre les groupes de joueurs ayant des niveaux d'expérience différents ou ayant joué à des jeux différents.

3.2 Le questionnaire adapté : *EgameFlow* pour les enfants

L'*EgameFlow* original se compose de huit critères mesurés par une échelle de Likert à sept niveaux [17]. Cependant, dans notre contexte, nous avons supposé qu'il serait difficile pour des élèves de l'école primaire de fournir des réponses pertinentes à toutes les questions (42 au total). Nous avons donc créé une version adaptée de l'*EgameFlow*³ pour ce public. Cette version inclut les quatre dimensions suivantes (parmi les huit initiales) : la concentration, le défi, l'autonomie et l'immersion. Comme les parcours d'apprentissage sont individuels, les critères d'interaction sociale ont été intentionnellement abandonnés. D'autres critères tels que l'amélioration des connaissances perçue et le feedback ont été abandonnés, car nous ne pouvions pas être sûrs de la pertinence des réponses données par les enfants. L'échelle de Likert de sept critères a été réduite à cinq, et les chiffres ont été remplacés par des smileys. Certaines des affirmations ont été reformulées afin de les rendre plus simples et plus compréhensibles par des enfants. Par exemple, l'affirmation « Je ne suis plus conscient de mon environnement pendant le jeu » pouvait être mal comprise par les enfants et prêter à confusion. Nous l'avons reformulée en « J'ai oublié le maître/la maîtresse et mes amis lorsque je faisais les exercices » pour rendre l'idée plus concrète.

À la fin, les enfants ont été invités à donner leur sentiment global sur l'utilisation de la plateforme, à travers un dessin et des mots-clés.

3.3 L'expérience d'apprentissage conçue

Trois parcours d'apprentissage ont été créés dans GamesHUB pour permettre ces premières sessions de test, selon les trois degrés scolaires impliqués (fin de 2^e, 3^e et 4^e primaire). Nous avons utilisé des articulations progressives des niveaux de jeux les plus avancés actuellement disponibles sur la plateforme :

1. *Par ici ou par-là* (PCPL) qui implique un texte et un plan, donnant des instructions au lecteur pour se déplacer sur le plan (objectifs spécifiques : lecture et compréhension des verbes de mouvement et des connecteurs de lieu) ;
2. *L'Orthodyssée des Gram* (Gram) qui implique d'utiliser les indices morphosyntaxiques pour construire des phrases grammaticales.

Comme *Par ici ou par-là* est un jeu intégré à GamesHUB, nous avons souhaité évaluer comment les enfants se comporteraient avec le jeu, mais aussi avec le cadre habituel de la plateforme. À l'inverse, *L'Orthodyssée des Gram* [19] est un jeu qui a été développé précédemment, de manière indépendante, puis intégré à la plateforme ; nous voulions donc vérifier comment les élèves se débrouilleraient avec un parcours alternant ces deux jeux aux mises en page et au design différents. Des remédiations ont été ajoutées pour vérifier qu'elles étaient bien envoyées au moment voulu.

3.4 Les classes et la collecte des données

Les écoles où GamesHUB a été mise en œuvre pour décrire le « flow » expérimenté se trouvent en Romandie, la région francophone de la Suisse. Généralement, les classes

³ <https://blog.hepfr.ch/create/gameshub/k12-EgameFlow/> (accéder à la version adaptée du questionnaire)

sont composées d'une vingtaine d'élèves, et la pratique de l'enseignant est guidée par un programme appelé Plan d'Études Romand⁴ qui liste toutes les compétences que les élèves doivent maîtriser par degré scolaire. L'équipement informatique est très diversifié et inégal d'une école à l'autre, car les ordinateurs ou les tablettes sont payés par la ville ou le village et non par l'État. Quatre classes d'élèves de 8 à 10 ans (17 élèves dans une classe de 4H⁵, 22 élèves dans une classe de 5H⁶, et 37 dans deux classes de 6H⁷) avec suffisamment de tablettes pour chaque élève (N=76, 37 filles et 39 garçons) étaient disponibles pour la mise en œuvre et le test de GamesHUB.

Tout d'abord, une courte présentation a été faite sur les raisons de la présence du chercheur dans la classe. Ensuite, les élèves ont eu le temps de poser des questions sur GamesHUB et les fonctionnalités incluses. Ensuite, ils ont pu accéder à la plateforme web sur les tablettes. Les élèves disposaient d'un parcours d'apprentissage spécifique adapté à leur programme (un pour les élèves de la classe 4H, un pour ceux de la classe 5H et un pour les classes de classe 6H) pour apprendre avec GamesHUB, avant de devoir remplir le questionnaire *EgameFlow* adapté, imprimé sur papier. Pour s'assurer que les élèves avaient bien compris les questions, qui pouvaient être un défi, notamment pour les élèves de la classe 4H, nous leur avons d'abord expliqué le principe lors d'une courte séance plénière. Une assistance était ensuite possible pour les enfants qui pouvaient rencontrer quelques difficultés avec le français, comme les élèves allophones.

4 Le « flow » rapporté

4.1 Résultats

Cette section présente les données dans les tableaux 1 et 2, et la figure 3. Les statistiques descriptives ont été réalisées avec JASP 0.16.3⁸, ainsi que la corrélation entre les dimensions retenues de *l'EgameFlow*.

Table 1. Statistiques descriptives du « flow » documenté avec *l'EgameFlow adapté*.

Variables	N	Moyenne	Std. Dev.	Min.	Max.
A. Concentration	76	4.40	0.68	2	5
B. Défi	76	4.33	0.62	1.5	5
C. Autonomie	76	4.47	0.79	2	5
D. Immersion	76	4.08	0.84	1	5

⁴ www.plandetudes.ch

⁵ 2^e primaire

⁶ 3^e primaire

⁷ 4^e primaire

⁸ <https://jasp-stats.org/download/>

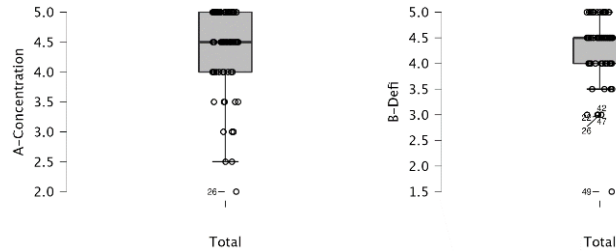


Fig. 3. Boxplots présentant le « flow » autodéclaré par les élèves, selon les 4 dimensions de l'EgameFlow adapté, après une session d'apprentissage de 2 fois 30' sur GamesHUB.

Table 2. Corrélations de Pearson entre chaque dimension d'EgameFlow.

Variable		A-Concentra.	B- Défi	C- Autonomie	D-Immersion
A- Concentra.	r	-			
	p-value	-			
B- Défi	r	0.546***	-		
	p-value	< .001	-		
C-Autonomie	r	0.230*	0.508***	-	
	p-value	0.023	< .001	-	
D-Immersion	r	0.373***	0.551***	0.374***	-
	p-value	< .001	< .001	< .001	-

Note. Tous les tests sont unilatéraux, pour une corrélation positive (* p<.05, ** p<.01, *** p<.001)

4.2 Discussions

Les quatre dimensions évaluées par notre questionnaire *EgameFlow* adapté pour enfants sont élevées, comme le montre le tableau 1, avec une moyenne de 4,4 (SD=0,68) pour la concentration, de 4,33 (SD=0,62) pour le défi, de 4,47 (SD=0,79) pour l'autonomie et de 4,08 (SD=0,84) pour l'immersion. Cela pourrait indiquer un « flow » relativement intense ressenti par les élèves de 8 à 10 ans pendant qu'ils travaillent sur GamesHUB. Néanmoins, cela peut être dû à plusieurs facteurs. En effet, le fait de jouer sur des iPads et de faire l'expérience d'un nouvel environnement d'apprentissage rend plus difficile la séparation des facteurs de motivation liés au matériel et au contexte de ceux liés à la plateforme et aux jeux d'apprentissage eux-mêmes. Cependant, nous pensons que la conception actuelle de la plateforme GamesHUB ainsi que la conception des jeux *Orthodyssée des Gram* et *PCPL* ont contribué à ce sentiment général de satisfaction. D'autre part, ces résultats pourraient également indiquer un biais de désirabilité sociale [20], les réponses des élèves pouvant être influencées par la présence du chercheur lors des sessions de jeux pour collecter les données.

La corrélation entre chaque dimension est également élevée, systématiquement significative ($p < 0,5$ pour la corrélation entre la concentration et l'autonomie, $p < 0,001$ pour toutes les autres corrélations) comme le montre le tableau 2. Cela pourrait également indiquer que les dimensions *EgameFlow* sont généralement corrélées, comme l'ont déclaré Fu et al. [17].

Finalement, l'hypothèse du biais de désirabilité sociale est plutôt à écarter, car nous avons demandé aux élèves de conclure délibérément leurs réponses au questionnaire par leur sentiment général, à la suite de cette expérience. Il leur a été demandé de soumettre leur expérience d'apprentissage en dessinant ce dont ils se souvenaient des jeux qu'ils préféraient et en écrivant des mots courts qui reflétaient leur état d'esprit à ce moment.

Les dessins que les élèves de 8 à 10 ans ont réalisés après avoir joué et appris avec GamesHUB (Fig.4) représentaient parfois le plaisir d'utiliser une tablette, mais montraient généralement qu'ils avaient apprécié les jeux *PCPL* et *L'Orthodyssée des Gram* intégrés dans les parcours d'apprentissage. Le fait que l'apprentissage soit basé sur le jeu semble bien être un facteur de motivation.

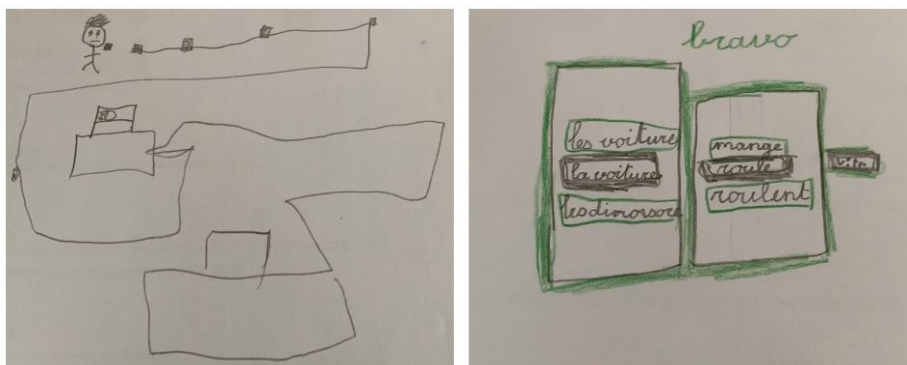


Fig. 4. A- Une représentation du jeu PCPL B- Une représentation de L'Orthodyssée des Gram

Les mots-clés (Fig. 5) montrent que les élèves ont vécu des expériences d'apprentissage et de plaisir grâce à la tablette et aux jeux conçus (*PCPL* et *Gram*). Certains ont indiqué l'intérêt de pouvoir refaire des tâches simples dans une progression. Les enseignants présents lors des expériences ont également déclaré que les élèves étaient plus motivés car ils étaient certainement attirés par cette façon d'apprendre.



Fig. 5. Nuage de mots présentant les expériences rapportées par les étudiants avec des mots-clés après avoir joué et appris avec GamesHUB.

5 Conclusion et perspectives

GamesHUB est une plateforme web d'apprentissage par le jeu, développée dans une optique de Conception Universelle d'Apprentissage (CUA). Une équipe interdisciplinaire en assure la conception et le développement. Les premiers tests en situation réelle (4 classes, 76 élèves) ont été réalisés pour évaluer la validité écologique grâce à notre version du questionnaire *EgameFlow* adaptée pour enfants. Les résultats font état d'un « flow » très positif exprimé par les élèves, dans chacune des quatre dimensions analysées.

Nous accueillons ces premiers résultats avec prudence en raison du possible biais de désirabilité sociale. Cependant, les retours directs, en observant l'activité des élèves et l'expérience rapportée à travers les dessins et les mots-clés, sont également positifs et encourageants pour poursuivre un processus itératif de développement et de tests.

D'autres études sont nécessaires pour documenter clairement l'expérience d'apprentissage des élèves, l'expérience des enseignants, et si l'ambition d'une CUA est explicitement mise en œuvre. Une nouvelle session de test, prévue dans le cadre du projet PEAPL, a été menée en mars 2023, avec entretiens avec les enseignants, avant une mise en œuvre plus large et plus ambitieuse incluant l'apprentissage adaptatif.

Remerciements : Nos plus vifs remerciements s'adressent aux enseignantes et enseignants des écoles fribourgeoises pour leur implication dans les expérimentations et leur contribution à ce travail de recherche.

Références

1. Li, Y., Xu, Z., Hao, Y., Xiao, P., Liu, J.: Psychosocial Impacts of Mobile Game on K12 Students and Trend Exploration for Future Educational Mobile Games. *Frontiers in Education*, 7 (2022). <https://doi.org/10.3389/educ.2022.843090>
2. Dickey, M. D.: K-12 teachers encounter digital games: a qualitative investigation of teachers' perceptions of the potential of digital games for K-12 education. *Interactive Learning Environments*, 23, 485 – 495 (2015). <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.788036>

3. Henríquez, V., Scheihing, E., Silva, M.: Incorporating Blended Learning Processes in K12 Mathematics Education Through BA-Khan Platform. *European Conference on Technology Enhanced Learning* (2018). https://doi.org/10.1007/978-3-319-98572-5_26
4. Can, T., Kucuk, S., Simsek, I.: Examining K-12 Students' Preferences and Attitudes on Mobile Learning. *International Journal of Technology in Teaching and Learning* (2019).
5. Wilfried A., Jantina H., Sanne A., Geert ten D.: The concept of flow in collaborative game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 27(3), 1185–1194 (2011). <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.12.013>
6. Lin, Y., Hou, H.T.: *The Design of an Ecosystem-Education Board Game Integrating Role-Play and Peer-Learning Mechanism and Its Evaluation of Learning Effectiveness and Flow* (2016). https://papers.iafor.org/wp-content/uploads/papers/ace2016/ACE2016_32767.pdf
7. Pavlas, D.: A Model of Flow and Play in Game-based Learning the Impact of Game Characteristics, Player Traits, And Player States. *Electronic Theses and Dissertations*, 2004-2019. (2010). <https://stars.library.ucf.edu/etd/1657>
8. Rachmatullah, A., Reichsman, F., Lord, T., Dorsey, C., Mott, B.W., Lester, J.C., Wiebe, E.N.: Modeling Secondary Students' Genetics Learning in a Game-Based Environment: Integrating the Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation and Flow Theory. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 511–528 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09896-8>
9. Meyer, A., Rose, D.H., Gordon, D.: *Universal Design for Learning. Theory and practice*. CAST incorporated, Wakefield, MA (2014). <https://publishing.cast.org/catalog/books-products/universal-design-for-learning-meyer-rose-gordon>
10. Karoui, A., Alvarez, L., Geoffre, T., Dherbey Chapuis, N., Rodi, M., Ramalho, M.: Adaptive Pathways within the European Platform for Personalized Language Learning PEAPL. In: *Adjunct Proceedings of the 29th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*. pp. 90–94. ACM, Utrecht, Netherlands (2021). <https://doi.org/10.1145/3450614.3464480>
11. Rodi, M., Geoffre, T.: Des séquences d'acquisition/apprentissage métagraphiques au sein d'un jeu en ligne: l'Orthodyssée des Gram. *Bulletin suisse de linguistique appliquée*, 1, 77-102, (2021). https://www.vals-als.ch/fileadmin/user_upload/Journal/Special_2021_vol_1_def_A4.pdf
12. Karoui, A., Alvarez, L., Geoffre, T., Guin, N., Lefevre, M., Lachand-Pascal, V., Ramalho, M.: Towards an automated adaptive learning web platform through personalization of language learning pathways. *EC-TEL*. (2022). https://doi.org/10.1007/978-3-031-16290-9_35
13. Anderson, L.W., Krathwohl, D.R.: *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman (2001).
14. Karoui, A., Alvarez, L., Geoffre, T., Dherbey Chapuis, N., Rodi, M., Ramalho, M.: Adaptive Pathways within the European Platform for Personalized Language Learning PEAPL. *UMAP 2021 - Adjunct Publication of the 29th ACM Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*. 90–94 (2021). <https://doi.org/10.1145/3450614.3464480>
15. Alvarez, L., Carrupt, R., Audrin, C., Gay, P.: Self-Reported Flow in Online Learning Environments for Teacher Education: A Quasi-Experimental Study Using a Counterbalanced Design. *Education Sciences*, 12, 351 (2022). <https://doi.org/10.3390/educsci12050351>
16. Bonaiuto, M., Mao, Y., Roberts, S., Psalti, A., Ariccio, S., Cancellieri, U.G., Csikszentmihalyi, M.: Optimal experience and personal growth: Flow and the

- consolidation of place identity. *Frontiers in Psychology*. 7, 1–12 (2016). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01654>
17. Fu, F.L., Su, R.C., Yu, S.C.: EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers and Education*. 52, 101–112 (2009). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>
 18. Sweetser, P., Wyeth, P. (2005). GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games. *Computers in Entertainment (CIE)*, 3(3), 3-3. <https://doi.org/10.1145/1077246.1077253>
 19. Geoffre, T., Hofer, D., Cochard, B. (2021). *L'Orthodyssée des Gram*. HEP|PH FR. www.lafamillegram.ch/#/
 20. Krumpal, I.: Determinants of social desirability bias in sensitive surveys: a literature review. *Qual Quant*. 47, 2025–2047 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11135-011-9640-9>